

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TEXTO COMPLETO**

Autor1

Puerto Colombia, 17 de enero del 2023

Señores

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

Universidad del Atlántico

Ciudad

Asunto: Autorización Trabajo de Grado

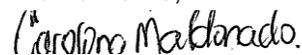
Cordial saludo,

Yo, **CAROLINA VANESSA MALDONADO RIVERA.**, identificado(a) con **C.C. No. 1.043.460.520** de Barranquilla, autor(a) del trabajo de grado titulado Revisión bibliográfica de la planta *Thymus vulgaris* L. (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria presentado y aprobado en el año **2023** como requisito para optar al título Profesional de **QUIMICA FARMACEUTICA.**; autorizo al Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico para que, con fines académicos, la producción académica, literaria, intelectual de la Universidad del Atlántico sea divulgada a nivel nacional e internacional a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios del Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web institucional, en el Repositorio Digital y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad del Atlántico.
- Permitir consulta, reproducción y citación a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Esto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Atentamente,



Firma

CAROLINA VANESSA MALDONADO RIVERA

C.C. No. 1.043.460.520 de Barranquilla

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TEXTO COMPLETO**

Autor2

Puerto Colombia, 17 de enero del 2023

Señores

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

Universidad del Atlántico

Ciudad

Asunto: Autorización Trabajo de Grado

Cordial saludo,

Yo, **NORELIS JOHANA RICO REYES**, identificado(a) con **C.C. No. 1.001.872.354** de Barranquilla, autor(a) del trabajo de grado titulado Revisión bibliográfica de la planta *Thymus vulgaris* L. (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria presentado y aprobado en el año **2023** como requisito para optar al título Profesional de **QUIMICO FARMACEUTICO.**; autorizo al Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico para que, con fines académicos, la producción académica, literaria, intelectual de la Universidad del Atlántico sea divulgada a nivel nacional e internacional a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios del Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web institucional, en el Repositorio Digital y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad del Atlántico.
- Permitir consulta, reproducción y citación a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Esto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Atentamente,



Firma

NORELIS JOHANA RICO REYES

C.C. No. 1.001.872.354 de Barranquilla



DECLARACIÓN DE AUSENCIA DE PLAGIO EN TRABAJO ACADÉMICO PARA GRADO

Este documento debe ser diligenciado de manera clara y completa, sin tachaduras o enmendaduras y las firmas consignadas deben corresponder al (los) autor (es) identificado en el mismo.

Puerto Colombia, **17 de enero del 2023.**

Una vez obtenido el visto bueno del director del trabajo y los evaluadores, presento al **Departamento de Bibliotecas** el resultado académico de mi formación profesional o posgradual. Asimismo, declaro y entiendo lo siguiente:

- El trabajo académico es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, en consecuencia, la obra es de mi exclusiva autoría y detento la titularidad sobre la misma.
- Asumo total responsabilidad por el contenido del trabajo académico.
- Eximo a la Universidad del Atlántico, quien actúa como un tercero de buena fe, contra cualquier daño o perjuicio originado en la reclamación de los derechos de este documento, por parte de terceros.
- Las fuentes citadas han sido debidamente referenciadas en el mismo.
- El (los) autor (es) declara (n) que conoce (n) lo consignado en el trabajo académico debido a que contribuyeron en su elaboración y aprobaron esta versión adjunta.

Título del trabajo académico:	Revisión bibliográfica de la planta Thymus vulgaris L. (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria.
Programa académico:	QUIMICA Y FARMACIA

Firma de Autor 1:							
Nombres y Apellidos:	CAROLINA VANESSA MALDONADO RIVERA						
Documento de Identificación:	CC	<input checked="" type="checkbox"/>	CE		PA		Número: 1.043.460.520
Nacionalidad:	COLOMBIANA				Lugar de residencia:		SOLEDAD
Dirección de residencia:	CRA 41 #27 – 70, COSTA HERMOSA						
Teléfono:						Celular:	3104574887

Firma de Autor 2:							
Nombres y Apellidos:	NORELIS JOHANA RICO REYES						
Documento de Identificación:	CC	<input checked="" type="checkbox"/>	CE		PA		Número: 1.001.872.354
Nacionalidad:	COLOMBIANA				Lugar de residencia:		SOLEDAD
Dirección de residencia:	CRA 19 #44-135, CR PUERTO CUMBIA						
Teléfono:						Celular:	3126293112

FORMULARIO DESCRIPTIVO DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO DE GRADO	Revisión bibliográfica de la planta <i>Thymus vulgaris</i> L. (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria.
AUTOR(A) (ES)	CAROLINA VANESSA MALDONADO RIVERA Y NORELIS JOHANA RICO REYES.
DIRECTOR (A)	GENISBERTO BARRETO.
CO-DIRECTOR (A)	RAFAEL COMAS.
JURADOS	FERNANDO CASTRO Y OSCAR CAMACHO.
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE	QUIMICO FARMACEUTICO.
PROGRAMA	FARMACIA
PREGRADO / POSTGRADO	PREGRADO
FACULTAD	QUÍMICA Y FARMACIA
SEDE INSTITUCIONAL	CIUDADELA UNIVERSITARIA.
AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	2023
NÚMERO DE PÁGINAS	89
TIPO DE ILUSTRACIONES	DESCRIBIR TIPO DE ILUSTRACIONES: Tablas, gráficos y diagramas y figuras (Si aplica, sino usa No Aplica)
MATERIAL ANEXO (VÍDEO, AUDIO, MULTIMEDIA O PRODUCCIÓN ELECTRÓNICA)	NO APLICA
PREMIO O RECONOCIMIENTO	NO APLICA

Carolina Vanessa Maldonado Rivera

Norelis Johana Rico Reyes



**Universidad
del Atlántico**

Universidad del Atlántico

Facultad de Química y Farmacia

Barranquilla – Atlántico

2022

Revisión bibliográfica de la planta *Thymus vulgaris* L. (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria

Carolina Vanessa Maldonado Rivera

Norelis Johana Rico Reyes

GRUPO DE INVESTIGACIÓN:

G.I interdisciplinario de seguridad alimentaria y nutricional GRIINSAN, categoría B.

Propuesta de monografía para optar al título de Químico Farmacéutico.

Directores:

GENISBERTO BARRETO RODRIGUEZ

Q.F., Esp. En Química de Alimentos

RAFAEL ENRIQUE COMAS NOYA

Q.F., MSc. En Ciencias Farmacéuticas

Universidad del Atlántico

Facultad de Química y Farmacia

Barranquilla – Atlántico

2022

Resumen

Actualmente la industria farmacéutica ha adquirido un gran interés, así como la industria alimenticia en el uso de aceites esenciales debido a prometedores efectos bactericidas, fungicidas y viricidas. Las plantas como la base de los sistemas medicinales tradicionales de las culturas, pero que aún se siguen utilizando, desde los registros ancestrales se ha establecido el uso de aceites de diferentes especies. En la industria alimentaria el interés por las plantas y las especias ha tenido un interés elevado para investigación científica dado por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. El objetivo de la investigación consistió en analizar crítica y sistemáticamente la evidencia científica disponible sobre la planta *Thymus vulgaris* L. y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimenticia. La metodología aplicada se basó en una revisión bibliográfica de literatura. Se encontraron 16 estudios a nivel nacional e internacional, acerca de la importancia de *Thymus Vulgaris* en la industria alimentaria. Se encontró en las investigaciones que el uso esencial de tomillo se aplica en la industria alimentaria específicamente en la carne y embutidos, disminuyendo enfermedades debido a su actividad antimicrobiana, analgésica antiinflamatoria, y el poder de conservar los alimentos. A través de las propiedades antioxidantes y antimicrobianas que se encuentran presentes en el tomillo, se puede mencionar que no solamente tiene sus efectos en los alimentos, sino que también se comporta como un producto medicinal, actuando en diferentes bacterias en el organismo.

Palabras Clave: *Thymus vulgaris*, industria alimenticia, propiedades antimicrobianas.

Abstract

Currently the pharmaceutical industry has acquired great interest, as well as the food industry in the use of essential oils due to their promising bactericidal, fungicidal and virucidal effects. Plants as the basis of the traditional medicinal systems of cultures, but which are still used, since ancient records have established the use of oils from different species. In the food industry, interest in plants and spices has been of great interest for scientific research due to their antioxidant and antimicrobial properties. The objective of the research was to critically and systematically analyze the scientific evidence available on the *Thymus vulgaris* L. plant and its potential use as an antioxidant and antimicrobial agent in the food industry. The applied methodology was based on a bibliographic literature review. 16 national and international studies were found about the importance of *Thymus Vulgaris* in the food industry. It was found in the investigations that the essential use of thyme is applied in the food industry specifically in meat and sausages, reducing diseases due to its antimicrobial activity, anti-inflammatory analgesic, and the power to preserve food. Through the antioxidant and antimicrobial properties that are present in thyme, it can be mentioned that it not only has its effects on food, but also behaves as a medicinal product, acting on different bacteria in the body.

Keywords: *Thymus vulgaris*, food industry, antimicrobial properties.

Tabla de Contenido

Introducción	13
1. Metodología	22
1.1. Diseño de investigación	22
1.2. Tipo de Investigación	22
1.3. Búsqueda de la literatura en diferentes bases de datos:	23
1.4. Estrategias de búsqueda	24
1.5. Especificación de los criterios de selección de los artículos científicos	24
1.6. Recopilación y organización de la información.	26
2. Análisis de Resultados	27
Capitulo I. Propiedades antioxidantes y antimicrobianas que estén presentes en el tomillo (<i>Thymus vulgaris L.</i>).....	45
2.1. Tomillo (<i>thymus vulgaris L.</i>).....	46
2.1.1. Historia.....	49
2.1.2. Descripción general de la planta.	50
2.1.3 Clasificación taxonómica.....	51
2.1.4. Habitat.....	54
2.1.5. Composición química	55
2.1.6. Uso potencial del aceite esencial del tomillo	56
2.1.7. Quimiotipos de <i>Thymus vulgaris</i>	57

Capitulo II. Tomillo (<i>Thymus vulgaris L.</i>) y su uso en la industria alimentaria para preservar los alimentos	60
3.1. Uso en la industria alimentaria	61
3.2. Métodos para preservar los alimentos.....	63
3.3. Beneficios de su uso.....	68
3.4. Evidencia científica existente sobre el tomillo (<i>Thymus vulgaris L.</i>) y su capacidad como agente antioxidante y antimicrobiano en la conservación de los alimentos	69
Capitulo III. Novedades del uso de <i>Thymus Vulgaris</i>	72
5.1. Efectos de los aceites esenciales sobre la viabilidad celular de las células BV-2	72
5.2. Conservación de los alimentos.....	75
5.3. <i>Thymus Vulgaris</i> en la medicina popular y tradicional.....	76
Conclusiones	79
Bibliografía	82

Lista de Tablas

Tabla 1. Combinación de palabras claves.....	27
Tabla 2. Artículos por base de datos.....	28
Tabla 3. <i>Bases de datos consultados para la revisión sistemática literaria</i>	30
Tabla 4. Tabla de estudios incluidos.....	32
Tabla 5. Porcentaje (%) y concentraciones relativas ($\mu\text{g}/\text{mL}$) de los principales compuestos de los diferentes aceites de tomillo quimiotípico utilizados en los experimentos y la dilución de los principales compuestos del aceite sin efecto citotóxico	73
Tabla 5. Porcentaje (%) y concentraciones relativas ($\mu\text{g}/\text{mL}$) de los compuestos de diferentes aceites de tomillo quimiotipo.....	73
Tabla 6. Compuestos dominantes del aceite esencial de <i>Thymus vulgaris</i>	77

Lista de Figuras

Figura 1. Flujograma Base de datos.....	29
Figura 2. Comportamiento del número de documentos publicados por año.	31
Figura 3. <i>Dendrograma obtenido del análisis de conglomerados jerárquicos aglomerativos de 85 composiciones de aceite esencial de Thymus vulgaris.</i>	58
Figura 4. Extractor Soxhlet.....	64
Figura 5. Equipo de Destilación por arrastre de vapor: 1) Canastos Materia Prima, 2) Condensador, 3) Hervidor y 4) Decantador	66

Introducción

Actualmente la industria farmacéutica ha adquirido un gran interés, así como la industria alimenticia en el uso de aceites esenciales debido a prometedores efectos bactericidas, fungicidas y viricidas (Nguefack, 2009). En un estudio desarrollado a nivel internacional, específicamente en Chile, se desarrollaron aplicaciones para la industria salmonera nacional de aceites y extractos antioxidantes, donde se desarrolló una primera etapa para la evaluación de nuevas técnicas de extracción de aceites esenciales a escala de laboratorio, de tal manera que se pueda implementar a la escala semi industrial.

En este orden de ideas, se han considerado las plantas como la base de los sistemas medicinales tradicionales de las culturas, pero que aún se siguen utilizando, desde los registros ancestrales se ha establecido el uso de aceites de diferentes especies (Gurib-Fakim, 2006). Además de plantas que contienen sustancias amargas que estimulan la digestión, antioxidantes y antimicrobianos. Se ha demostrado que los aceites esenciales tienen una gran capacidad antimicrobiana y son de mucho valor para la industria alimenticia por la eficacia en la conservación y seguridad que estos brindan a los alimentos; el timol es quien conforma más del 50% del aceite esencial del tomillo y ha sido reportado como potente agente antimicrobiano y antioxidante, con la capacidad de desintegrar la membrana externa de las bacterias y el enlace que forma con la membrana bacteriana dada por la unión hidrofóbica por medio de puentes de hidrogeno, provocando cambios en la permeabilidad de la membrana citoplasmática y permitiendo la salida del material intracelular y por consiguiente la muerte celular de los microorganismos en los alimentos (Alonso, 2004; García, 2008; Nikolić et al., 2014).

La acción antimicrobiana se considera como el resultado de la alteración de la función de la membrana, es decir, que haya interrupción en el transporte de nutrientes a la membrana celular y esto permita la coagulación en el contenido de las células microbianas (Burt, 2004). El uso de los agentes microbianos en los alimentos se debe a dos principales razones: controlan el proceso de deterioro natural y evitan el crecimiento de microorganismos.

El *Thymus vulgaris* L. (tomillo) es una planta muy conocida por las características aromáticas que posee y porque es utilizada desde la antigüedad muy frecuentemente como una especia para condimentar los alimentos y una hierba. El género *Thymus* es caracterizado por estar altamente enriquecido de aceites esenciales y bioactivos aromáticos como lo son el timol, el carvacrol, p-cimeno y γ -terpineno, estos componentes bioactivos no solo están involucrados en la actividad antimicrobiana, sino que también contienen compuestos fenólicos que se consideran los responsables de la alta capacidad antioxidante que posee el tomillo (Marino, Bersani y Comi, 1999).

Actualmente ha incrementado el interés en las PAM, como el tomillo (*Thymus vulgaris* L.), ya que sus aceites tienen actividad biológica y capacidad antioxidante con amplias aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética, agroalimentaria, agrícola, avícola y ganadera. También son ampliamente usados en aromaterapia y como productos alternativos de la salud (Amad et al., 2011; Juárez-Rosete, 2013). La demanda de ingredientes naturales ha impulsado la producción de aceite esencial (AE) de acuerdo a Normas Internacionales que para el caso del tomillo es la ISO 6754:1996, que fija las hojas frescas de tomillo deben contener un mínimo de 0.5% de AE y molidas al menos 0.2%, y el timol debe ser el componente mayoritario.

Si bien es cierto, el antioxidante natural se forma de plantas que son frecuentemente usadas en diversas etapas de la industria farmacéutica como son preservantes de alimentos y medicinas (Organización Mundial de la Salud, 2003). Actualmente se han considerado los productos naturales de las plantas, valorados por el ser humano para satisfacer las necesidades de subsistencia, dándole a ellos, el uso medicinal, causado por una baja seguridad en cuanto al consumo de antioxidantes sintéticos, eficacia de los antioxidantes de la variedad de agentes fitoquímicos y generalmente la idea de consumo de este agente que afecta de forma positiva a las enfermedades crónicas (Flóres, 2010).

En este orden de ideas, es necesario mencionar el estrés oxidativo, conocido como una condición del cuerpo causada por las excesivas concentraciones de radicales libres que altera la función celular, lo que contribuye al desarrollo de enfermedades degenerativas como aterosclerosis, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurológicas y cáncer. Dentro de los principales ingredientes de los alimentos se encuentran los antioxidantes, cuyas sustancia actúan para proteger el organismo de los radicales libres, que provocan diferentes enfermedades, además del envejecimiento (Figuerola, s/f).

En la industria alimentaria el interés por las plantas y las especias ha tenido un interés elevado para investigación científica dado por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, dichas propiedades son dadas en gran parte por los aceites esenciales y los compuestos fenólicos de estas plantas que aportan grandes beneficios frente a los efectos adversos de los radicales libres y del estrés oxidativo (Suhaj, 2006; Calucci et al., 2003; Carlsen et al., 2010).

En la actualidad un variado número de plantas son utilizadas como antioxidantes y antimicrobianas en la industria farmacéutica y alimentaria; debido a este gran auge que se ha tenido. Algunos estudios demuestran la eficacia que tienen las especies como el romero, tomillo,

orégano y clavo para mantener la calidad del producto (Kähkönen et al., 1999). Los antioxidantes son considerados sustancias que tienen la capacidad de prevenir los efectos adversos que pueden ser causados por los radicales libres y el estrés oxidativo (Patthamakanokporn, Puwastien, Nitithamyong y Sirichakwal, 2009); en busca de disminuir los efectos adversos que son causados, la capacidad está dada por los mecanismos por los cuales la célula puede anular o inhibir la reactividad y generación de radicales libres, por lo tanto, el estrés oxidativo (Avello y Suwalsky, 2006).

Por otra parte, el *Thymus vulgaris L.* conocido comúnmente como Tomillo, es una planta aromática que pertenece al género *Thymus* y es de la familia de las labiadas, englobando 928 especies que son nativas de Europa en la región mediterránea y actualmente se encuentra distribuida en Asia, Sur América y Australia (Morales, 2002); el tomillo es un arbusto con porte pequeño, de hojas perenne, que hacen la formación de una mata leñosa bastante tupida alcanzando hasta unos 15-30cm de altura, tiene tallos ramificados de color gris y de aspecto leñoso y es una especie que es frecuente encontrar en suelos pedregosos o grietas de rocas, normalmente en las temporadas de marzo a junio (Rivas, 2004).

Diversas investigaciones hacen referencia a la utilización de la planta como una actividad antioxidante, en la investigación de la, “La actividad antioxidante de extractos y aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis L.*), tomillo (*Thymus vulgaris L.*) y menta (*Mentha spicata L.*) como aditivo funcional en aceites comestibles”. Cuando se irradia con UV-B, el UV-B se considera un antioxidante para su uso en la industria alimentaria, especialmente en la industria de grasas y aceites. Para el caso de *Mentha spicata L.*, el uso de radiación UV en conjunto con el tiempo de ajuste permitió un aumento en la cantidad de aceite esencial en aproximadamente un 18% en comparación con el control sin ningún tipo de tratamiento, mientras que su poder

antioxidante fue similar al proporcionado por BHA. (Butilhidroxianisol) BHT (butilhidroxitolueno), los antioxidantes sintéticos comúnmente utilizados en la industria alimentaria se utilizan como referencia en las pruebas de oxidación.

En *Thymus vulgaris L.*, el tratamiento aumentó la cantidad total de fenoles, lo que a su vez aumentó la capacidad antioxidante, que bajo la influencia del material irradiado puede extender la vida útil del aceite vegetal casi dos veces más que cualquier antioxidante sintético (Ortiz, 2016).

Otra investigación sobre “Comparación de actividad antibacteriana del aceite esencial *Schinus molle L.* (molle) y *Thymus vulgaris* (tomillo) con el gluconato de clorhexidina al 0,12% frente a *Porphyromona gingivalis*, estudio in vitro” lo cual se comparó con el gluconato de clorhexidina al 0,12% y teniendo como control negativo el DMSO (dimetilsulfoxido), donde se empleó el método de difusión con discos y se incubaron por 15 días a 37°C, los halos de inhibición son retirados por única vez en el momento de la medición. El análisis de los datos se realizó mediante la prueba estadística Pos Hoc de Scheffer de los dos aceites resultantes, el que tuvo el mayor efecto sobre *Porphyromona gingivalis* fue el de tomillo y, en menor medida, el mol, los aceites esenciales de tomillo mayor actividad antibacteriana que el gluconato de clorhexidina al 0,12% (Neira, 2019).

Del mismo modo es necesario mencionar que el aumento en las enfermedades relacionadas con la alimentación ha permitido que la población demuestre un alto interés en el estudio de la relación alimentación y salud; la forma de vida y la preferencia de los consumidores a la hora de elegir los alimentos se basa principalmente en aquellos que tengan un buen tiempo de conservación, que sean frescos o mínimamente procesados y que puedan aportar grandes beneficios a la salud o con algunas funcionalidades terapéuticas (Ness y Powles, 1997). Todo lo

expuesto anteriormente nos indica que el proceso de la conservación de los alimentos desarrolla la necesidad de poder prolongar la vida útil de los alimentos y evitar que los microorganismos y la oxidación deterioren y causen inseguridad para el consumo de los mismos (Dobre, Gagiú y Niculiță 2011).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), afirma que debido a la oxidación de los alimentos y los microorganismos que pueden estar presentes en ellos cada año se enferman aproximadamente unos 600 millones de personas en el mundo que equivalen a 1 de cada 10 habitantes, y se asegura de que por lo menos 420.000 habitantes fallecen por la ingesta de alimentos contaminados y a raíz de esto, se puede inferir que el 40% de esta población corresponde a niños menores de 5 años (Organización Mundial de la Salud, 2020). Es por esto, que la descompensación o deterioro de un alimento es aquel que según la conformidad con los hábitos, costumbres y diferencias individuales no resulte ser apropiado para el consumo humano (Caballero, 2008).

La calidad de los alimentos, se ve afectada por factores tales como físicos, químicos y microbiológicos, por lo cual es de gran importancia tener un control de ellos para la preservación de los alimentos. Se calcula, que alrededor del 20% de este conjunto de grupos alimenticios que son producidos a nivel mundial, se llegan a deteriorar como consecuencia de la presencia de microorganismos o por la oxidación de la mayoría de sus componentes (Batllori, 2004). Después de las alteraciones que se dan en los alimentos por los microorganismos, la oxidación es la segunda causa más importante del deterioro de los alimentos, tanto a nivel comercial como nutricional por las secuelas toxicológicas que dejan los fenómenos oxidativos (Yu et al., 2006).

Según este orden de ideas, se plantea que la industria alimentaria actualmente tiene un gran reto para evitar o contrarrestar la oxidación y el deterioro por microorganismos en los alimentos,

por ello se han empleado diferentes técnicas dentro del proceso de calidad como lo son la limpieza, el envasado y el empaque de los productos, utilizando como ejemplo el envase al vacío, el uso de recipientes opacos y una marcada tendencia por el uso de antioxidantes teniendo que los de origen natural, son los de mayor preferencia para la industria debido a los grandes beneficios que estos aportan a la salud (Barboza-Corona et al., 2004). Estudios epidemiológicos han demostrado que una dieta rica en antioxidantes podría retrasar el proceso de envejecimiento. Dicho esto, se estima que de las 500 000 especies de plantas que puedan existir en el mundo del 1% al 10% tienen usos alimenticios (López-Ambrocio, Ruiz-Posadas y Delgadillo-Martínez, 2016).

Con el fin de eliminar la oxidación, los microorganismos y la gran tendencia de sustituir los conservantes sintéticos es la razón por la cual nos permite estudiar el Tomillo (*Thymus vulgaris* L.) siendo esta una planta conocida desde hace mucho tiempo por variantes como su excelente aroma y las propiedades antioxidantes y antimicrobianas que este contiene. Además de esto, es utilizado de manera abundante en la industria alimenticia como potente conservante de los alimentos debido a que este bio- sintetiza la alta cantidad de compuestos volátiles como el aceite esencial, y otros por el contrario no volátiles como el timol, carvacrol y flavonoides (López-Ambrocio, Ruiz-Posadas y Delgadillo-Martínez, 2016).

El estudio sobre Determinación de la capacidad antioxidante de *Thymus vulgaris*, se emplearon técnicas de extracción sobre los compuestos fenólicos para determinar la capacidad antioxidante del tomillo, que fueron la extracción asistida por ultrasonidos y la extracción mediante calentamiento. El tratamiento estadístico de los resultados ha revelado que la técnica más conveniente para extraer los compuestos fenólicos en *Thymus vulgaris* (tomillo), es la infusión, proporcionando valores superiores en un 25.7 % y 28.3 % con respecto a la extracción asistida por

ultrasonidos mediante un baño en la determinación del contenido total de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, respectivamente.

Se considera que esto puede ser debido a que los compuestos fenólicos que constituyen la planta de tomillo, son más solubles en agua que en disolventes alcohólicos. No obstante, no se pudo comprobar mediante técnicas como la cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas (HPLC-MS) ya que esto no formaba parte de los objetivos de esta memoria. Los resultados también han ofrecido información para saber que, en esta memoria, las condiciones de extracción asistida por ultrasonidos de forma indirecta han beneficiado la extracción de compuestos fenólicos de la materia vegetal con respecto a la extracción de la misma de forma directa.

De esta manera, este proyecto investigativo podrá servir de base para futuras investigaciones en el aprovechamiento de recursos naturales como las plantas medicinales, las cuales son producidas en el territorio colombiano y que sus derivados (aceites esenciales, oleorresinas) puedan ser utilizados en el desarrollo de nuevos aditivos y/o conservantes para la industria alimentaria.

Los objetivos que persigue esta monografía, se establecen los siguientes:

Objetivo General.

Analizar crítica y sistemáticamente la evidencia científica disponible sobre la planta *Thymus vulgaris L.* y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimenticia.

Objetivos Específicos

Describir las propiedades antioxidantes y antimicrobianas presentes en el Tomillo (*Thymus vulgaris L.*) para la conservación de los alimentos.

Conocer el uso del aceite esencial de tomillo (*Thymus Vulgaris L.*) en la industria alimentaria.

Analizar los resultados de la evidencia científica acerca del tomillo y la importancia para la conservación de los alimentos en la industria.

1. Metodología

En el presente trabajo monográfico se realizará una revisión sistemática para analizar y evaluar críticamente investigaciones científicas disponibles sobre la capacidad antioxidante y antimicrobiana del tomillo (*Thymus vulgaris L*) entre los años (2010-2020).

La revisión sistemática tendrá como finalidad recolectar artículos científicos de interés, analizarlos, comparar sus resultados, evidencias y resumir la información existente respecto al tema de la monografía. Por consiguiente, para el desarrollo de esta revisión se tendrá en cuenta los siguientes pasos:

1.1. Diseño de investigación

Se realizará un diseño de investigación cualitativa mediante una revisión sistemática de documentos, a través de diferentes bases de datos indexadas que permitan obtener información acerca de la planta *Thymus vulgaris L.* (tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria.

1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizar es una investigación documental conocida como una técnica de investigación cualitativa que se encarga de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, etc. Además, se utilizará un corte transversal, donde los datos son estudiados en un momento dado.

1.3. Búsqueda de la literatura en diferentes bases de datos:

Para darle cumplimiento a los objetivos propuestos en este trabajo de investigación, se realizará una búsqueda exhaustiva de información existente relacionada con la capacidad antioxidante y antimicrobiana del tomillo (*Thymus vulgaris L.*), en distintas fuentes bibliográficas.

- **PUBMED:** Es una base de datos elaborada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) de los Estados Unidos (USA) que contiene referencias bibliográficas y resúmenes de revistas biomédicas publicadas en USA y en otros 70 países. Pubmed contiene las áreas de medicina, enfermería, odontología y veterinaria. La actualización de la base de datos es mensual y contiene un tesoro (diccionario controlado de términos) denominado MeSH (Medical Subjects Headings), que es un sistema arbóreo que proporciona un camino consistente para la búsqueda de información, usando diferente terminología para los mismos aspectos (Medical Subject Headings (MeSH), 2021).

- **GOOGLE SCHOLAR:** Google Académico es un buscador enfocado en el mundo académico que se especializa en literatura científica. El sitio indiza editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros; y entre sus resultados se pueden encontrar: citas, enlace a libros, artículos de revistas científicas, comunicaciones y ponencias a congresos, informes científicos-técnicos, tesis, tesinas, archivos depositados en repositorios (Scholar G, 2021).

- **SCIENCEDIRECT:** Creada por Elsevier BV. Es una base de datos online multidisciplinar que proporciona acceso a más de 16 millones de artículos, 2,500 revistas, 250 revistas de acceso abierto completo, 39,000 libros y 330,000 páginas temáticas para ayudar a los

investigadores a descubrir más ideas, lograr más avances y avanzar en su investigación (ScienceDirect, 2021).

- SCIELO: Es un proyecto de biblioteca electrónica, iniciativa de la Fundación para el Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo, Brasil (Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo — FAPESP) y del Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud (BIREME), permite la publicación electrónica de ediciones completas de revistas científicas, incluyendo listas de títulos y por materia, índices de autores y materias y un motor de búsqueda (Scielo, 2021).

1.4. Estrategias de búsqueda

Luego de seleccionar las bases de datos; se iniciará la búsqueda con palabras claves y el uso de operadores boléanos (AND, OR, NOT) en las diferentes bases de datos para obtener el material bibliográfico adecuado: tomillo, *Thymus vulgaris* L, actividad antioxidante, actividad antimicrobiana, capacidad antioxidante, capacidad antimicrobiana.

1.5. Especificación de los criterios de selección de los artículos científicos

Posterior a la búsqueda bibliográfica se aplicarán los criterios de selección que permitan una elección acertada del material bibliográfico que resulten pertinentes o apropiados para lograr los objetivos propuestos en la investigación. Los aspectos a tener en cuenta para la evaluación y selección de los artículos son los siguientes:

- **IDIOMA:** Para este proyecto se seleccionarán las publicaciones realizadas en el idioma inglés o español. Actualmente se ha evidenciado que el inglés se ha convertido en la lengua internacional de la ciencia, cada día son más los investigadores que publican sus trabajos en revistas especializadas en inglés, debido a que tienen un mayor factor de impacto y permitiendo una mayor visibilidad internacional (Buela, 2003; Testa, 2019). El español por su parte, ocupa el cuarto lugar como una lengua de difusión científica y tecnológica, lo que ha motivado a diferentes gobiernos latinoamericanos a desarrollar iniciativas como el acuerdo de Buenos Aires, que busca dar mayor visibilidad a la producción científica de sus países (Desarrollo Bid, 2012; Cervantes, 2015).

- **Ventana de observación:** Artículos publicados entre 2010 – 2020 (10 años).

- **Índice H o de Hirsch:** El índice H es un sistema propuesto por Jorge Hirsch, es uno de los indicadores más importante para evaluar la calidad y cantidad de la producción científica de un investigador. Según Hirsch, si el índice H vale n , entonces n publicaciones han sido citada n veces. Para hallarlo, solo requiere ordenar los documentos de un investigador en orden descendente del número de citas recibidas, numerándolos, e identificar el punto en que el número de orden coincide con el de citas recibidas por el documento. Este número constituye el índice h (Universidad de Chile, 2021; Costas y Bordons, 2007).

Como ventaja, es el índice h es un número que depende del tiempo, lo que permite evaluar grandes periodos que engloban toda la vida científica de un investigador. Es por ello, que se recomienda calcularlo para periodos de más de diez años, ya que, a mayor periodo evaluado, mayor exactitud, más y mejor valora la trayectoria del autor (Galvez y Amezcua, 2006).

Para este proyecto de investigación el índice H se aplicará como un criterio complementario para seleccionar artículos publicados en un lapso mayor a lo establecido en la ventana de observación, pero cuyo autor posee una alta relevancia en el tema.

1.6. Recopilación y organización de la información.

Una vez seleccionado todo el material bibliográfico para el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta los criterios de selección establecidos para este proyecto, se procedió a extraer la información esencial de cada uno de los estudios hallados de acuerdo con los objetivos planteados para esta revisión, para su posterior análisis e interpretación.

2. Análisis de Resultados

Se realizó una búsqueda en la literatura de estudios nacionales e internacionales sobre ejercicio físico como tratamiento en niños asmáticos entre enero de 2010 a diciembre de 2021. Se revisaron artículos publicados entre 2010 a 2021, en idiomas inglés y español. Los estudios fueron identificados por una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scielo, Dialnet, y Google Académico.

En la Tabla 1 se describen las combinaciones utilizadas para la búsqueda en inglés y español, con el conector booleano AND con las que se encontraron resultados incluidos en la presente revisión.

Tabla 1.
Combinación de palabras claves

Combinaciones de Palabras claves	
En español	En inglés
<i>Thymus vulgaris L.</i> AND Agente antioxidante	<i>Thymus vulgaris L.</i> AND Antioxidant agent
<i>Thymus vulgaris L.</i> AND Agente antimicrobiano	<i>Thymus vulgaris L.</i> AND Antimicrobial agent
<i>Thymus vulgaris L.</i> AND industria alimentaria	<i>Thymus vulgaris L.</i> AND food industry

Fuente: Propia de los autores.

Para la búsqueda, se utilizaron las palabras claves en español obtenidas del descriptor DeCS Bireme: *Thymus vulgaris L* AND Agente antioxidante, *Thymus vulgaris L.* AND Agente

antimicrobiano y *Thymus vulgaris L.* AND industria alimentaria. Además de las palabras claves en inglés, obtenidas del descriptor MeSH: *Thymus vulgaris L.* AND Antioxidant agent, *Thymus vulgaris L.* AND Antimicrobial agent y *Thymus vulgaris L.* AND food industry.

Luego de realizar la búsqueda, se descargaron los artículos y se eliminaron los duplicados. En primer lugar, se hizo un tamizaje del título y resumen de cada manuscrito; en segundo lugar, los estudios seleccionados de la primera etapa fueron estudiados en texto completo para definir si efectivamente cumplían con los criterios de selección.

Atendiendo a lo anterior, se tienen los resultados de la búsqueda en las diferentes bases de datos, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.
Artículos por base de datos

Base de datos	No. De artículos resultantes	No. De artículos con criterios de inclusión
Google Académico	3240 resultados	11 artículos
Scielo	50 Resultados	1 artículo
Dialnet	20 Resultados	0 articulo
Pubmed	50 resultados	4

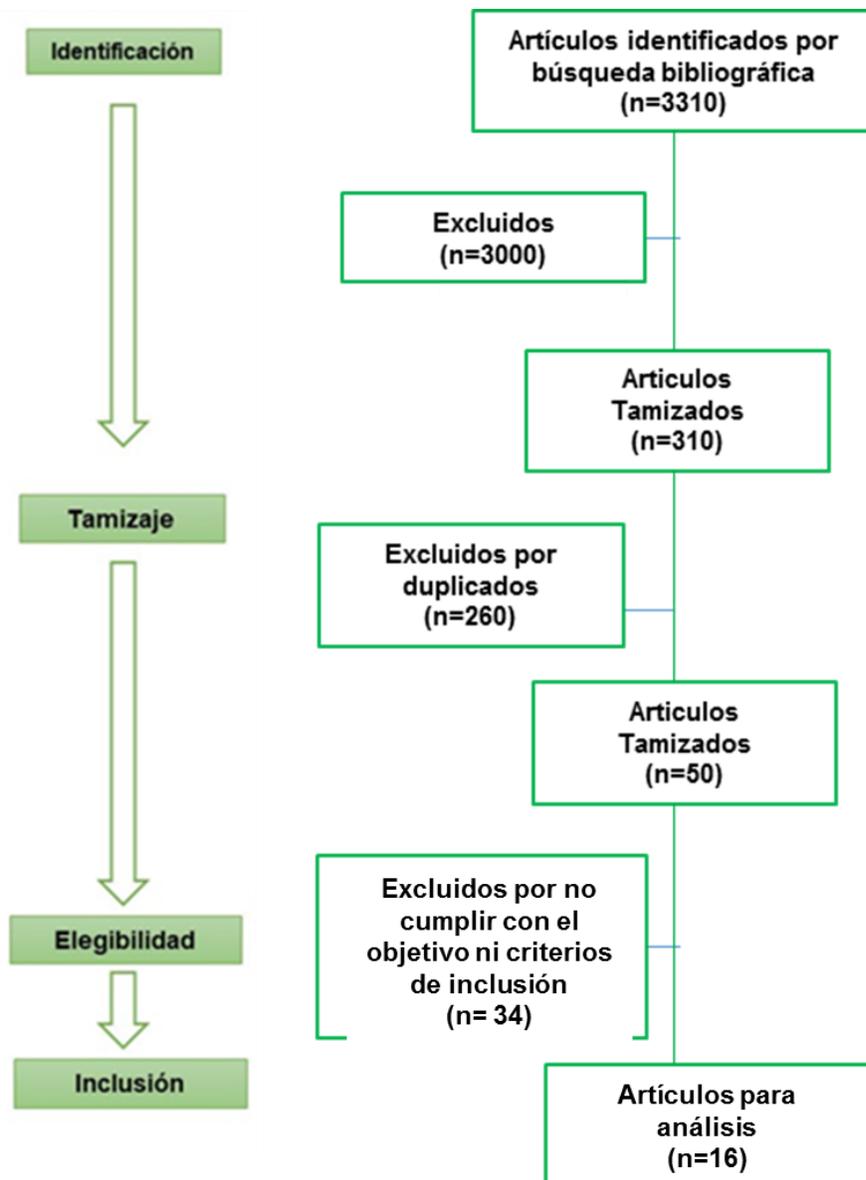
Fuente: Propia de los autores.

Con la lista final de artículos se procedió a extraer la información relevante, como: año de publicación, título, base de datos, país, idioma y link de publicación.

Inicialmente la búsqueda dio 3310 artículos, por medio de la lectura de los títulos se evidenció que en su mayoría los artículos no cumplían con los criterios de inclusión, el tamizaje

dio por resultado 310 artículos, de los cuales se llevó a cabo un proceso de elegibilidad, quedando excluidos 260 artículos por estar duplicados, quedando un total de 50. En este sentido, se llevó a cabo una lectura de resumen, donde se excluyeron 34 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión ni objetivos, quedando para su revisión un total de 16 artículos. La Figura 1 detalla el proceso de selección de los artículos.

Figura 1.
Flujograma Base de datos



El grupo investigador determinó las fuentes de consulta especializadas y sus respectivas bases de datos en las que se podría obtener información relacionada y relevante a la temática de escasez de talento humano joven en el sector transporte (Tabla 1).

Tabla 3.

Bases de datos consultados para la revisión sistemática literaria

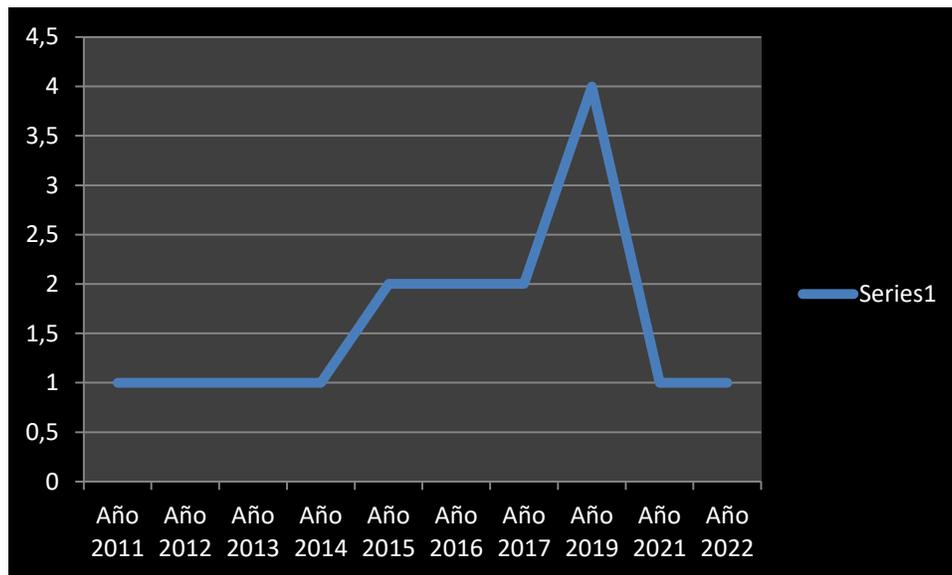
Base de datos	Número de consultas efectivas
Google academic	11
Scielo	1
Pubmed	4

Fuente: elaboración propia

Uno de los ejercicios realizado por el grupo investigador consistió en utilizar el *referenciador* «Google Académico» como fuente de Consulta Especializada y buscar artículos referentes a la investigación haciendo uso de las palabras claves *Thymus vulgaris L* AND Agente antioxidante, *Thymus vulgaris L.* AND Agente antimicrobiano y *Thymus vulgaris L.* AND industria alimentaria. Además de las palabras claves en inglés, obtenidas del descriptor MeSH: *Thymus vulgaris L.* AND Antioxidant agent, *Thymus vulgaris L.* AND Antimicrobial agent y *Thymus vulgaris L.* AND food industry., para lo cual se obtuvo un resultado de 3.310 documentos. Posterior a esto, se exportó todo el resultado de la información obtenida en *Google Académico* y se llevó a una base de datos con el propósito de poder observar más detalladamente la correlación entre las palabras con mayor número de repetición en los documentos.

Figura 2.

Comportamiento del número de documentos publicados por año.



Fuente: Propia de los autores.

Ahora bien, observando el comportamiento de los años de publicación de los documentos (Figura 4), resultado de la búsqueda en la fuente de consulta especializada *en Google Académico* y *Scielo* que fueron las bases de datos que arrojaron resultados con las palabras claves antes mencionadas. Constantando que, las investigaciones se han realizado entre los años 2011 y 2022, haciendo un mayor énfasis en el año 2019 con tres investigaciones sobre el tema.

Por otro lado, al hacer referencia de los países de origen de los documentos publicados, tal como se muestra en la Imagen anterior, los estudios han estado enfocados principalmente a la planta *Thymus vulgaris L.* (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria incluyen a Colombia, Ecuador, Perú y México, en donde la cantidad de número de documentos publicados es superior a 1. Así mismo, investigaciones en la India, Slovakia, Rusia y Suiza.

La Tabla 4 presenta los resultados de las investigaciones que tuvieron lugar al análisis de los capítulos descritos anteriormente.

Tabla 4.
Tabla de estudios incluidos

Autor	Título	Año	Base de datos	País	Idioma	Link
Guerrero-Lagunes, L. A., Ruiz-Posadas, L. D. M., Rodríguez-Mendoza, M. D. L. N., Soto-Hernández, M., & Castillo-Morales, A. (2011). Efecto del cultivo hidropónico de tomillo (<i>Thymus</i>	Efecto del cultivo hidropónico de tomillo (<i>Thymus vulgaris L.</i>) en la calidad y rendimiento del aceite esencial	2011	Google académico	México	Español	http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2011000200007&script=sci_arttext

<p><i>vulgaris L.) en la calidad y rendimiento del aceite esencial. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(2), 141-149.</i></p>						
<p>Aguilar-González, A., & López-Malo, A. (2013). Extractos y aceite esencial del clavo de olor (Syzygium aromaticum) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos en alimentos. Temas selectos de ingeniería de alimentos, 7(2), 35-41.</p>	<p>Extractos y aceite esencial del clavo de olor (Syzygium aromaticum) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos en alimentos</p>	<p>2013</p>	<p>Google académico</p>	<p>México</p>	<p>Español</p>	<p>https://www.researchgate.net/profile/Ana-Aguilar-9/publication/339310008_Extractos_y_aceite_esencial_del_clavo_de_olor_Syzygium_aromaticum_y_su_potencial_aplicacion_como_agentes_antimicrobianos_en_alimentos/links/5e68c3524585153fb3d602ae/Extractos-y-</p>

						aceite-esencial-del-clavo-de-olor-Syzygium-aromaticum-y-su-potencial-aplicacion-como-agentes-antimicrobianos-en-alimentos.pdf
Araujo, C. F. (2019). Efecto antimicrobiano de aceites esenciales de orégano (Origanum vulgare) y tomillo (Thymus vulgare) individuales y en combinación contra Salmonella Typhimurium.	Efecto antimicrobiano de aceites esenciales de orégano (Origanum vulgare) y tomillo (Thymus vulgare) individuales y en combinación contra Salmonella Typhimurium	2019	Google académico	Honduras	Español	https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6483/1/AGI-2019-T004.pdf

<p>Vidaurre Carlos, J. M., & Tello Jiménez, F. E. (2016). Extracción, caracterización y evaluación del efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en carne de pollo deshuesada almacenada en refrigeración.</p>	<p>Extracción, caracterización y evaluación del efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en carne de pollo deshuesada almacenada en refrigeración.</p>	<p>2016</p>	<p>Google académico</p>	<p>Perú</p>	<p>Español</p>	<p>http://repositorio.unprg.edu.pe:8080/bitstream/handle/20.500.12893/475/B-C-TES-4237.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>
<p>Chambi Contreras, L. E., & Quiroz Tito, K. M. (2017). Extracción de aceite esencial de tomillo (Thymus Vulgaris I.) y su evaluación aplicada a la conservación de</p>	<p>Extracción de aceite esencial de tomillo (Thymus Vulgaris I.) y su evaluación aplicada a la conservación de embutidos tipo chorizo.</p>	<p>2017</p>	<p>Google académico</p>	<p>Perú</p>	<p>Español</p>	<p>http://190.119.145.154/bitstream/handle/UNSA/2542/IAchcole.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>

embutidos tipo chorizo.						
Matiz Melo, G. E., Fuentes López, K., & León Méndez, G. (2015). Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en matrices poliméricas de almidón de ñame (Dioscorea rotundata) modificado. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 44(2), 189-207.	Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en matrices poliméricas de almidón de ñame (Dioscorea rotundata) modificado	2015	Scielo	Colombia	Español	http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182015000200005
Torres Avellán, D. A. (2019). Efecto de la concentración del aceite esencial de tomillo (thymus vulgaris) sobre la	Efecto de la concentración del aceite esencial de tomillo (thymus vulgaris)	2019	Google académico	Ecuador	Español	https://repositorio.espm.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1070/TTMA116.pdf?sequ

vida útil del queso fresco artesanal (Master's thesis, Calceta: ESPAM MFL).	sobre la vida útil del queso fresco artesanal					ence=1&isAllowed=y
Morales Castro, A. F. (2015). Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial del tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) sobre la contaminación de Listeria monocytogenes en queso Ricotta. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos.	Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial del tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) sobre la contaminación de Listeria monocytogenes en queso Ricotta.	2015	Google académico	Colombia	Español	https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55569/1044503145.2015.pdf?sequence=1
Bonifaz Nieto, J. D. (2019). Efecto de la inclusión de microencapsulados de tomillo en la elaboración de queso fresco (Master's thesis, Universidad	Efecto de la inclusión de microencapsulados de tomillo en la Elaboración de queso fresco.	2019	Google académico	Ecuador	Español	http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29721/1/09%20T.AL.pdf

<p>Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Maestría en Tecnología de Alimentos).</p>						
<p>Posgay, M., Greff, B., Kapcsándi, V., & Lakatos, E. (2022). Effect of Thymus vulgaris L. essential oil and thymol on the microbiological properties of meat and meat products: A review. Heliyon, 8(10), e10812. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10812</p>	<p>Effect of Thymus vulgaris L. essential oil and thymol on the microbiological properties of meat and meat products: A review</p>	<p>2022</p>	<p>Pubmed</p>		<p>Inglés</p>	<p>https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36247140/</p>
<p>Satyal, P., Murray, B. L., McFeeters, R. L., & Setzer, W. N.</p>	<p>Essential Oil Characterization of Thymus vulgaris from</p>	<p>2016</p>	<p>Pubmed</p>	<p>Suiza</p>	<p>Inglés</p>	<p>https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/art</p>

<p>(2016). Essential Oil Characterization of Thymus vulgaris from Various Geographical Locations. Foods (Basel, Switzerland), 5(4), 70. https://doi.org/10.3390/foods5040070</p>	<p>Various Geographical Locations</p>					<p>https://doi.org/10.3390/foods5040070</p>
<p>Horváth, G., Horváth, A., Reichert, G. et al. Three chemotypes of thyme (Thymus vulgaris L.) essential oil and their main compounds affect differently the IL-6 and TNFα cytokine secretions of BV-2 microglia by modulating the NF-κB and</p>	<p>Three chemotypes of thyme (Thymus vulgaris L.) essential oil and their main compounds affect differently the IL-6 and TNFα cytokine secretions of BV-2 microglia by modulating</p>	<p>2021</p>	<p>Pubmed</p>		<p>Inglés</p>	<p>https://bmccomplementmedtherapie.s-biomedcentral.com.translate.google/articles/10.1186/s12906-021-03319-w?x_tr_sl=auto&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es</p>

<p>C/EBPβ signalling pathways. BMC Complement Med Ther 21, 148 (2021). https://doi.org/10.1186/s12906-021-03319-w</p>	<p>the NF-κB and C/EBPβ signalling pathways</p>					
<p>Anžlovar, S., Baričević, D., Ambrožič Avguštin, J., & Dolenc Koce, J. (2014). Essential oil of common thyme as a natural antimicrobial food additive. Food Technology and Biotechnology, 52(2), 263-268.</p>	<p>Essential Oil of Common Thyme as a Natural Antimicrobial Food Additive</p>	<p>2014</p>	<p>Pubmed</p>	<p>Rusia</p>	<p>Inglés</p>	<p>https://hrcak.srce.hr/file/180901</p>
<p>Galovičová, L., Borotová, P., Valková, V., Vukovic, N. L., Vukic, M., Štefániková, J., ... & Kačániová, M.</p>	<p>Thymus vulgaris Essential Oil and Its Biological Activity</p>	<p>2019</p>	<p>Google Académico</p>	<p>Slovakia</p>	<p>Inglés</p>	<p>https://doi.org/10.3390/plants10091959</p>

(2021). Thymus vulgaris essential oil and its biological activity. Plants, 10(9), 1959.						
Gonçalves, N. D., de Lima Pena, F., Sartoratto, A., Derlamelina, C., Duarte, M. C. T., Antunes, A. E. C., & Prata, A. S. (2017). Encapsulated thyme (Thymus vulgaris) essential oil used as a natural preservative in bakery product. Food Research International, 96, 154-160.	Accelerating the world's research. Encapsulated thyme (Thymus vulgaris) essential oil used as a natural preservative in bakery product	2017	Google Académico		Inglés	doi: 10.1016/j.foodres.2017.03.006
Kon, K., & Rai, M. (2012). Antibacterial activity of Thymus vulgaris essential oil alone and in	Antibacterial activity of Thymus vulgaris essential oil alone and in combination	2012	Google Académico	India	Inglés	DOI: 10.13057/nusbiosci/n040205

combination with other essential oils. Nusantara Bioscience, 4(2).	with other essential oils					
---	---------------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Propia de los autores.

Los resultados de la revisión de literatura acerca del *Thymus Vulgaris*, permitieron identificar las propiedades y el uso en la industria alimentaria del tomillo, atendiendo a los efectos antimicrobianos, esto se menciona en la investigación de Guerrero–Lagunes et al., (2011), donde se muestra que el tomillo (*Thymus vulgaris* L.) es una especie aromática, cuyo consumo está aumentando a ritmos que duplican o triplican el crecimiento de la población mundial, generado en gran medida por el uso del aceite esencial en las industrias alimenticia, cosmética y farmacéutica. Bajo esta perspectiva y ante la necesidad de obtener rendimientos más altos de aceite esencial que los obtenidos en campo, se plantea el presente trabajo con el objetivo de evaluar el rendimiento y calidad del aceite esencial de tomillo cultivado en invernadero bajo un sistema hidropónico abierto. Se evaluaron tres densidades de siembra: D1, D2 y D3 (14, 28 y 71 plantas•m² respectivamente) y dos concentraciones de solución nutritiva Steiner (S1: 100 % y S2: 50 %). Se utilizó un arreglo factorial 3x2, con cuatro repeticiones por tratamiento. Los resultados muestran que los valores más altos para altura de planta se presentaron con S1 D2, S1 D2 y S2 D1, para el diámetro del tallo con S1 D2 y S1 D3; no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos para peso fresco y seco, aunque el mayor número de hojas se presentó con S1 D2 y S2 D1; la mayor área foliar sólo se alcanzó con S1 D2.

Además Aguilar Gonzalez y Lopez Malo (2013), destacan que su aceite esencial y extractos han sido analizados y caracterizados debido a que han demostrado tener amplio espectro de acción contra una gran variedad de microorganismos causantes de distintos padecimientos que afectan a humanos, animales y plantas. En este sentido, Araujo (2019), determinó el índice de concentración fraccional inhibitoria mediante el uso de una ecuación, y luego mediante una tabla se determinó el efecto de la interacción. En conclusión, se determinó tomando las 24 horas como resultado de inhibición, que la interacción de aceite esencial de orégano y tomillo es de efecto aditivo o sinérgico. Se recomienda realizar interacciones con diferentes aceites esenciales o entre sus componentes aislados.

También Chambi y Quiroz (2017), evaluaron la potencial del aceite esencial de diferentes partes de la planta (hojas, tallos y flores) como posibles conservantes y antioxidantes naturales en un producto cárnico como el chorizo que permitan sustituir aditivos como los nitritos nitratos y butilhidroxianisol por la adición de aceite esencial extraído de tomillo (*Thymus Vulgaris L.*). Se obtuvo aceite esencial de tomillo siguiendo las siguientes operaciones recepción de la materia prima, selección, limpieza, secado, destilación, decantación, filtración., y envasado obteniendo (35.8 mL) con excelentes cualidades sensoriales.

Los aceites esenciales (AE) de plantas representan un enfoque alternativo para combatir la resistencia a los antibióticos. Uno de los AE con probadas propiedades antibacterianas es el AE de *Thymus vulgaris*. El propósito del presente trabajo fue investigar actividad antibacteriana in vitro del AE de *T. vulgaris* solo y en combinación con otros AE. La actividad de *T. vulgaris* EO se evaluó en combinación con 34 AE contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* por método de difusión en disco; entonces lo mas efectivo. Las combinaciones se evaluaron por el método de microdilución en caldo. Contra *S. aureus* se encontró el efecto sinérgico en combinación con T.AE

vulgaris y *Cinnamomum zeylanicum* con un índice de concentración inhibitoria fraccional (FIC) de 0,26; *Juniperus communis* y *Picea*.

Los AE de abies mostraron un efecto aditivo (los índices FIC fueron 0,74 y 0,78, respectivamente). Combinación de AE de *T. vulgaris* con Aniba Los AE *rosaefodora* y *Melissa officinalis* demostraron un efecto sinérgico contra *E. coli* (los índices FIC fueron 0,23 y 0,34, respectivamente); la combinación de AE de *T. vulgaris* y *Mentha piperita* fue aditiva (índice FIC 0,55). Por lo tanto, la combinación de AE de *T. vulgaris* con otros. Los aceites esenciales tienen potencial para mejorar aún más sus propiedades antibacterianas.

Al respecto Goncalves et al., (2017), diseñaron una partícula utilizando tomillo (*Thymus vulgaris*) aceite esencial a través de coacervación compleja. Actividad in vitro contra bacterias y mohos Se verificó tanto el aceite libre como el aceite encapsulado y luego se realizó un ensayo in situ. El aceite de tomillo libre presentó alta actividad in vitro, con valores por debajo de 0,50 mg/mL para casi todos los microorganismos analizados. Además, los valores de MIC para el aceite encapsulado fueron menor que para el aceite libre, probablemente debido al microambiente protector promovido por la pared de partículas. Las micropartículas aplicadas a muestras de tortas confirieron protección contra la volatilización del aceite encapsulado y promovió una vida útil mínima de 30 días sin el uso de conservantes sintéticos.

Todas estas investigaciones, destacan la importancia del *Thymus Vulgaris* en la industria alimentaria utilizando experimentos químicos para probar sus hipótesis y demostrar el potencial natural que tiene el aceite.

Capítulo I. Propiedades antioxidantes y antimicrobianas que estén presentes en el tomillo (*Thymus vulgaris L.*).

Se ha pensado que el tomillo es antiséptico, antimicrobiano, medicamento, astringente, fármaco medicinal, carminativo, desinfectante, fármaco medicinal y tónico. El tomillo es increíblemente útil en casos de diversas infecciones e infestaciones intestinales, como anquilostomas, bacterias grampositivas y gramnegativas. Su componente activo, el timol, es activo contra bacterias cóccidas. El tomillo también puede mejorar el funcionamiento del hígado y actuar como un estimulante del apetito. Se utilizará en el tratamiento de infecciones del tubo cartilaginoso, bronquiales y urinarias (Amiri, 2012).

El tomillo es útil en el tratamiento de la laringitis y la inflamación. El componente principal del aceite volátil del tomillo, el timol, es activo contra las bacterias cóccidas. Se utiliza para problemas de la piel como piel grasa, ciática, acné, dermatitis, afecciones de la piel y picaduras de insectos. En la aromaterapia, se utilizan los distintos tipos, timol, “aceite de tomillo rojo”, tipo linalol por su acción extremadamente ligera y suave por sus propiedades antivirales. También se utiliza un producto corregido, el “aceite de tomillo blanco”, más suave con la piel. Aplicado sobre la piel, el tomillo alivia las mordeduras y picaduras, y alivia la neuralgia y los dolores y molestias reumáticos (ESCOP, 2007).

Un antioxidante es una molécula que inhibe la oxidación de diferentes moléculas. La oxidación es un proceso químico que transfiere electrones o hidrógeno de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación producirán radicales libres. A su vez, estos radicales comenzarán reacciones en cadena. Una vez que la reacción en cadena ocurre en una célula, causará daño o muerte a la célula. Los antioxidantes detienen estas reacciones en cadena al eliminar los

intermediarios de radicales libres e inhiben diferentes reacciones de oxidación. Las partes frondosas de *Thymus vulgaris* y su aceite esencial se han utilizado en alimentos para el sabor, aroma y conservación y también en medicinas populares. Los componentes del aceite esencial de *Thymus vulgaris* y los efectos protectores de este aceite contra el estrés oxidativo inducido por aflatoxinas han sido estudiados en algunas investigaciones (El-Nekeety et al., 2011).

Sin embargo, se encontraron α y β -pineno, mirceno, α -tijona, triciclono, 1, 8-cineol y β -sabineno en concentraciones muy bajas. El tratamiento con aflatoxinas solas altera el perfil de lípidos en el suero sanguíneo, disminuye la capacidad antioxidante total, aumenta el ácido úrico y el óxido nítrico en el suero sanguíneo y la peroxidación de lípidos en el hígado y el órgano excretor acompañada de cambios histológicos severos dentro de los tejidos hepáticos. El aceite solo en las 2 dosis probadas no indujo cambios importantes en los parámetros bioquímicos ni en la imagen histológica. El tratamiento combinado mostró mejoras importantes en todos los parámetros probados y la edad histológica del pie dentro de los tejidos del hígado. Además, esta mejora fue aún más pronunciada en el grupo que recibió la dosis alta del aceite (Nickavar, Mojab y Dolat-Abadi, 2005).

2.1. Tomillo (*thymus vulgaris* L.)

Thymus: nombre genérico que deriva de las palabras griegas: *thymon*, *thymos*, que es el nombre dado a estas plantas. Probablemente deriva de *thyein*, que significa olor, aroma, aludiendo a una característica de estas plantas.

Escalante (2018) lo define como:

Una planta aromática que se usa como condimento en el norte de África y el Mediterráneo. Pero más allá de su función culinaria, esta hierba también tiene propiedades medicinales que combaten cólicos, dolores de estómago o gases, entre otras cosas (p.10).

Es una planta que refleja hermosura, gusto al paladar, por su aroma, además debido a su composición química puede utilizarse con fines terapéuticos. La hierba del tomillo proviene de un arbusto perenne y leñoso que suele crecer silvestre en condiciones de sol, no necesita gran cantidad de agua para sobrevivir, puede soportar periodos prolongados de sequía, aunque también es resistente a fuertes tormentas eléctricas o caídas inminentes de granizo. El tomillo (*thymus vulgaris L*) es una especie muy variable, tanto en el estudio de su ciclo biológico que lo produce o afecta, como en la composición química de su aceite esencial, en el que ya se han detectado 7 quimiotipos. Lo que produce confusión con respecto a otras especies del género como el romero, por ejemplo.

Tiene un gran valor nutricional, ya que cada 100gramos de tomillo contiene; calorías: 369 kcal, proteínas: 9,11 grasas: 7,43 gr, hidratos de carbono: 57,1 gr fibra: 18, 6 gr calcio: 1890 mg hierro: 123 mg magnesio: 220 mg potasio: 814 mg fósforo, además de sus propiedades químicas que lo hace tema de estudio científicos, en el mundo terapéutico.

Escalante (2018) destaca sus propiedades aromáticas, antisépticas, antibacterianas y antioxidantes, así como un alto contenido en fibra, calcio y fosforo. En un estudio realizado por Aragón Camacho, et al (2017) basado en la propiedad antiespasmódica del tomillo con la finalidad de conocer que parte de la planta tenía mayor acción terapéutica, determinaron que debido a su composición química, posee acción antiespasmódica, producida por el timol, carvacrol y los flavonoides al actuar inhibiendo los canales de calcio en la musculatura lisa. Por tanto ejerce un efecto relajante del músculo liso digestivo y bronquial, produciendo también un efecto antitusígeno.

Sus componentes fenólicos le dan la propiedad de actuar como desinfectante, antibacteriano y anti fúngico, es decir que actúa sobre la membrana bacteriana de hongos y bacterias, al ser eliminado por vía respiratoria y renal, produce acción bactericida en los mismos.

El tomillo tiene la capacidad de estimular la formación y desarrollo de los leucocitos y plaquetas en la sangre, potenciando su acción bactericida.

También posee efecto Antihelmíntico, frente a *Ankylostoma duodenale*. Por otra parte el carvacrol, presente en el tomillo inhibe la biosíntesis de prostaglandinas. Ello justifica la inclusión de la esencia de tomillo en linimentos y otros preparados para el tratamiento de dolores musculares y osteoarticulares.

Su acción antioxidante la producen el timol y el carvacrol de la esencia, así como los flavonoides y otros polifenoles al reaccionar con otros radicales libres, inhibiendo la degradación oxidativa. Gracias a su fuerte presencia de timol, el Tomillo es altamente beneficioso en asuntos odontológicos, ya que actúa directamente contra la caries y todo tipo de infecciones ubicadas en la boca.

Por sus propiedades terapéuticas la Comisión del Ministerio de Sanidad Alemán aprobó su indicación en los síntomas de bronquitis, tos ferina y catarros de las vías respiratorias superiores. También es útil en el tratamiento de las estomatitis y otras afecciones de la cavidad bucal, como aftas y piorrea. En gargarismos resulta muy efectivo para tratar las faringitis y amigdalitis.

Por sus propiedades antibacterianas, antifúngicas y antivíricas, su uso, por vía tópica, también está indicado en el tratamiento de infecciones en los órganos genitales externos, tanto femeninas (vaginosis, cistitis y vulvitis) como masculinas (uretritis y prostatitis). Además, debido a estas mismas propiedades, el tomillo es útil en el lavado de heridas y llagas.

En cuanto al uso en la cocina, se emplea para realizar ciertas comidas, así como aditivo para la preservación de algunos alimentos y licores.

2.1.1. Historia

El tomillo es una hierba descubierta en Egipto y el mediterráneo y se utilizaba en el Antiguo Egipto, para purificar el aire como sahumero y como ungüento para embalsamar, y lo ofrecían como ramilletes para solicitar milagros. Los griegos también la usaron al darse cuenta que al quemarse, el humo producía descongestión y en sus baños para los dolores articulares, significaba fuerza y valentía para cada uno de ellos. Los romanos limpiaban sus viviendas con él, lo dieron a conocer por toda Europa durante la conquista, los médicos de la época lo indicaban para sus afecciones pulmonares. En el Antiguo Bizancio, era muy importante en el arte culinario, especialmente como aderezo en las diferentes comidas. Posteriormente en 1725, un importante boticario de origen alemán llamado Newmann, obtuvo mediante un proceso de destilación, del Tomillo un aceite importante con fines antisépticos; y lo llevó a una farmacia para verificar sus fines terapéuticos, y a partir de ese momento se introduce en el ámbito farmacéutico por sus propiedades medicinales. Cobrando gran importancia por lo que muchas personas dejaban zonas desforestadas de tan preciado arbusto. Actualmente es explotado en forma legal, de acuerdo a las normas del ministerio de agricultura.

Alrededor de esta planta se construyeron muchos mitos y leyendas a lo largo del tiempo tales como: que sus propiedades terapéuticas son por una lagrima que brota de él y da fortaleza, al que la lleva consigo, palabras de Helena de Troya. Por lo que los soldados romanos la utilizaban con el fin de ser fuertes y ganar las batallas; también contiene un trasfondo cristiano, ya que por la

similitud de la flor con el Santo Grial curo muchas personas cuando se desato una epidemia al momento que José de Arimatea lleva el Cáliz a una de las Montañas más sagradas llamada Montserrat

En la Edad Media, representó un amuleto de la buena suerte, o como protección de todo mal y peligro, las mujeres lo daban a sus caballeros y a los guerreros en los regalos, ya que creían que con esto aumentaban el coraje del portador. También es utilizado por la cultura gitana, se para protegerse de las tormentas eléctricas, especialmente de los rayos que caen en los cultivos hasta crear incendios.

Actualmente se utiliza con fines culinarios, antisépticos, antiespasmódicos, antitusígeno, bactericida, anti fúngico y antioxidante.

2.1.2. Descripción general de la planta.

La planta de tomillo es una planta aromática (su nombre genérico proviene del verbo griego Thym, en alusión a su intenso y agradable aroma), *Thymus vulgaris*, es una planta pequeña, perenne, compuesta de muchos tallos leñosos cubiertos de pelos pequeños, muy ramificada, de 10-40 cm de altura.

Hojas

Las hojas de la planta de tomillo son ovadas y están ligeramente enrolladas en los bordes. de 3-8 mm, son lineares, oblongas, brevemente pediceladas, opuestas, tomentosas, sin cilios, con el pecíolo o sus márgenes revueltos hacia abajo y blanquecinas en su envés por su lana.

Flores

Las pequeñas flores de la planta son de color púrpura azulado a rosa, tiene una forma continua, su cáliz es variable en el pedicelo son axilares y están agrupadas en la extremidad de las ramas, formando una especie de capítulo terminal. Las brácteas son verde-grisáceas, La corola, un poco más larga que el cáliz, el cual contiene dos labios, el superior erguido, con un color verde rojizo y el inferior formado por tres lóbulos del mismo tamaño y de color blanquecino o rosado. Los 4 estambres sobresalen de la corola, son de color blanco, los dos anteriores son un poco más largos que los otros y el fruto es un tetraquenio, lampiño, de color marrón, parecidas a semillas.

Raíz

Vásquez Chacón (2019), describe la planta del tomillo con una raíz que se hunde, en forma vertical en la tierra, cubierta por muchas raíces secundarias, que se adhieren al terreno, con un tallo en forma de hierba, de aspecto leñoso, que puede llegar hasta 50cm de alto, con muchas ramas, con hojas de 3,5mm de largo por 0,5-1,5mm de ancho.

Polinización

La realizan insectos que buscan alimentarse y es fundamental para su cultivo, sin embargo dicha polinización es escasa, ya que producen poco nectar. Mas que todo los insectos son atraídos por su olor y color. Según Domme, et al (citado por Morales, 1986)”la polinización es realizada en mayor parte por abejas”.

2.1.3 Clasificación taxonómica

Taxonomía

Thymus o tomillo es un género con alrededor de 215 a 350 especies de hierbas yarbustos perennes de la familia de las lamiaceas(antes, labiadas, fue descrito por Carlos Lineo, pertenece:

Reino: plantae

División: Magnoliophyta

Clase: magnoliopsida

Orden: lamiales

Familia: lamiaceae

Subfamilia: nepetoideae

Tribu: Mentheae

Género: Thymus L. 1753

Thymus proviene del vocablo griego “thymon” y “thymos” y se designa “thyein” por su aroma y olor; y *vulgaris*: epíteto latino que significa "vulgar, común”.

Variedades

Thymus vulgaris subsp. *aestivus*

Thymus vulgaris subsp. *vulgaris*

Sinonimia

Masticina Mill.

Serpyllum Mill

Cephalotos Adans

subsp. *aestivus*

Origanum aestivum

Origanum micromerioides

Origanum valentinum

Thymus aestivalis

Thymus aestivus

Thymus barrelieri

Thymus oriolanus

Thymus valentinus Rouy

subsp. vulgaris

Origanum webbianum

Thymus chinensis

Thymus ilerdensis

Thymus micromerioides

Thymus sublaxus

Thymus webbianus

Nombres comunes

Boja, bojas, estremoncello, estremoncillo, thymo con hojas más anchas, timoncillo, tomello, tomillo, tomillo alcanforado, tomillo ansero, tomillo blanco, tomillo borde, tomillo borriquero, tomillo caliza, tomillo común, tomillo de San Antonio, tomillo de a pie, tomillo de primavera, tomillo de un pie solo, tomillo fino, tomillo hediondo, tomillo limonero, tomillo negral, tomillo negrilla, tomillo royo, tomillo salsero, tomillo verde, tomillo vulgar, tremoncillo, tumillo.

Varios miembros del género son plantas aromáticas, entre los cuales el más conocido y especie tipo es *Thymus vulgaris*, que se cultiva como condimento, planta medicinal y planta ornamental.

2.1.4. Habitat

El tomillo es una planta que pertenece a la familia de las labiadas, la cual puede ser distribuida en muchas partes del mundo. Tiene diferentes usos, tanto culinarios, para saborizar alimentos y también medicinales, con fines curativos. En su estado silvestre, el Tomillo puede crecer sin mayores dificultades en un suelo calcáreo. Vive en toda Europa, Asia desde la península del Sinaí, hasta el norte de la India, Tíbet, y al este de Himalaya, China y Japón, parte de África y Groenlandia.

Son en su mayoría plantas que se originan en lugares remotos, inhóspitos, su hábitat natural se encuentra en países de la cuenca mediterránea occidental, especialmente sobre suelos soleados y secos, calizos, arcillosos y menos frecuentemente en los silíceos, sin embargo en la actualidad su cultivo se cultiva en todos los países del mundo. Algunas especies de este género crecen en bajas temperaturas, como el *Thymus Camosus* y el *Thymus sepylloide* subsiste en una altitud mayor a los 3400 metros sobre el nivel del mar, según Morales (1986) el resto del género se compone de plantas típicamente mediterráneas, adaptadas a periodos de sequia y pluviosidad alternantes, se colonizan rápidamente en lugares abiertos y desprovistos de vegetación, como matorrales quemados, rozados, barbechos, cultivos abandonados y terrenos removidos. Sin embargo estos suelos deben tener buen drenaje, ya que mucha agua produce pudrición de sus raíces.

Sus cultivos deben recogerse entre abril y junio. En primer lugar, Puede encontrarse en una altitud entre 0 y 2.000 m. Sus especies perviven bajo temperaturas muy variadas e incluso extremas. Crece en climas templados, templado-cálidos y de montaña. Resiste bien las heladas y sequías, pero no el encharcamiento ni el exceso de humedad ambiente. Aunque se adapta bien a los suelos ricos en aluvi3n y calcáreos, se adapta a los arcillosos, ligeros y silíceos. Prefiere la exposici3n a mediodía. Normalmente, se disponen en forma de matorral bajo en zonas de sol directo e intenso, que soportan gracias a la impregnaci3n oleosa de sus hojas.

2.1.5. Composici3n química

El tomillo está compuesto por Aceites esenciales: timol (20-55%), p-cimeno (14-45%), carvacrol (1-10%), gamma-terpina (5-10%), borneol (8%) y linalol (8%)
 Flavonoides: luteolina, apigenina, naringenina, eriodictol, cirsilineol, salvigenina, cirsimaritina, timonina y timusina. Ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico. Ácido cafeico y rosmarínico (0.15-1.35%)
 Triterpenos: ácido ursólico (1.9%) y ácido oleanólico (0.6%).
 Saponinas. Taninos. los principales son: timol, para-cimeno, γ -terpinene

El principal componente químico del aceite esencial de tomillo es el timol. El timol tiene un esqueleto monoterpeno y es parte del grupo funcional fenoles. El timol contiene propiedades de calentamiento.

Gallego Iradi, (2016) “El número de sesquiterpenos detectado es de 12 en las hojas, 16 en las flores y 9 en los tallos, y el principal componente es el trans-cariofileno. La planta contiene además ácidos fenólicos: ácido cafeico, clorogénico, cinámico, quínico y ferúlico; flavonoides: apigenina, derivados de la luteolina y quercetina; saponinas triterpénicas (n-triacontano) y los

ácidos ursólico y oleanólico”(p.33) es decir que esta planta posee gran variedad en su composición química y de gran utilidad en el mundo científico de la medicina.

Posee grupos aromaticos -OH.como radicales libres. polifenoles, como el ácido rosmanírico, carvacrol, ácido cafeico, ácido ferúlico y timol

Otros componentes también destacables son los ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico (ácidos cafeico y rosmarínico), triterpenos (ácidos ursólico y oleanólico), saponinas, taninos y un principio amargo (serpilina).

2.1.6. Uso potencial del aceite esencial del tomillo

El fármaco está constituido por las sumidades aéreas desecadas de *Thymus vulgaris* L. y *Thymus zygis* L. En su composición química destacan el aceite esencial y los flavonoides. Según prescripción de la Real Farmacopea Española, el fármaco oficial debe contener un mínimo de 1,2 % (v/p) de aceite esencial y un 0,5 % (v/p) de fenoles volátiles (respecto al fármaco desecado).

El aceite esencial está constituido principalmente por fenoles monoterpénicos, como timol, carvacrol, p-cimeno, gammaterpineno, limoneno, borneol y linalol. Sin embargo, esta composición varía según la época y lugar de la cosecha, además de la bien conocida existencia de diferentes quimiotipos, tanto de *T. vulgaris* como de *T. zygis*. Por este motivo, la Farmacopea Francesa exige que la esencia tenga un mínimo del 30% de fenoles totales. Entre ellos, los principales son el timol y el carvacrol.

El fármaco también contiene flavonoides, como luteolina, apigenina, naringenina, eriodictol, cirsilineol, salvigenina, cirsimaritina, timonina y timusina, carvacolo, borneol, geraniol y timol. Estos elementos funcionan como antisépticos genuinos, capaces de actuar como

entes antibacteriales a la hora de ingerir cualquier tipo de alimentos. Si bien el *Thymus* contiene fuertes cantidades de grasa, estas no son dañinas para el organismo, sino todo lo contrario

Para extraer el aceite se utiliza un proceso de destilación y decantación; colocando la planta en agua hirviendo para extraer su esencia a través del vapor y luego se refrigera. Luego se separa el líquido, donde el de mayor densidad se queda en el fondo, en este caso el aceite con las partículas más pesadas y el de menor densidad queda arriba. De esta manera el aceite de tomillo es extraído.

Aceite esencial: el aceite esencial se puede administrar por vía oral (1-5 gotas por dosis, sobre un terrón de azúcar o en solución acuosa), en forma de inhalaciones secas (5 gotas sobre un pañuelo), inhalaciones húmedas o vahos (5-10 gotas en 0,5 l de agua hirviendo), cápsulas entéricas (25-50 mg por cápsula), entre otras. Tomado internamente, el aceite de Tomillo puede ayudar a protegernos de las amenazas del medio ambiente, especialmente durante los meses fríos de año. Agrega dos gotas de aceite esencial de Tomillo a una cápsula vegetal o dilúyelo en cuatro onzas de agua, por cada gota de aceite.

Se usa en comidas, limpieza, purificación de la piel, como repelente para insectos

Gallego Iradi (2016) afirma que: “el aceite de tomillo y sus extractos tienen una fuerte actividad bactericida contra agentes patógenos portadores de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) y organismos causantes de deterioro, como la *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis*”. Sin embargo, en el mismo estudio se detectó que tiene un mayor efecto contra los hongos que contra las bacterias. Además, su efecto antioxidante ayuda en la conservación de los alimentos.

2.1.7. Quimiotipos de *Thymus vulgaris*

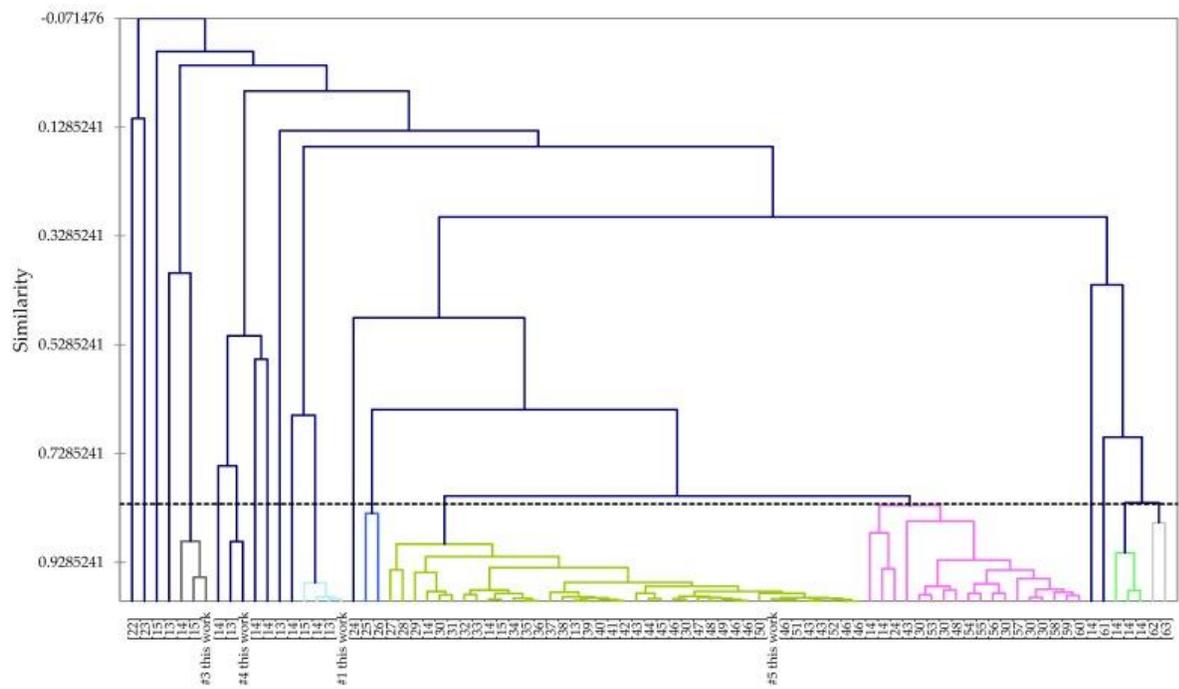
En el estudio de Parbod et al., (2016), se utilizaron un total de 85 *T. vulgaris* para llevar a cabo un análisis de conglomerados jerárquico. El análisis de conglomerados reveló hasta 20

quimiotipos diferentes. El quimiotipo con más muestras fue el quimiotipo timol, que había sido reconocido previamente. Otros quimiotipos previamente reconocidos fueron el quimiotipo geraniol, con tres muestras representativas (incluyendo la muestra #3 de Serbia en este estudio); el quimiotipo linalool, con cuatro muestras (incluyendo la muestra #1 de Francia en este estudio); el quimiotipo carvacrol, con dos muestras; el quimiotipo borneol, solo una muestra; el quimiotipo hidrato de sabineno/terpineno-4-ol, con dos muestras (incluida la muestra #4 de Serbia en este estudio); y el quimiotipo ciclocitral/verbenol, con una sola muestra. El segundo quimiotipo más poblado en el análisis de conglomerados fue un tipo p -cimeno/timol representado por 18 muestras.

El quimiotipo α -terpineol no se encontró en el presente estudio; sólo tres *T. vulgaris*. Las muestras (todas de Austria) mostraron concentraciones de α -terpineol de alrededor del 10 %, pero las tres tenían concentraciones más altas de otros componentes. Otros quimiotipos identificados incluyen carvacrol/ γ -terpineno/timol, que se describió previamente como carvacrol y timol/carvacrol; linalool/carvacrol/ p -cymene, previamente etiquetado como carvacrol/linalool; sabineno hidrato/geraniol/geranil acetato/ α -terpineol, descrito anteriormente como geraniol/ α -terpineol/sabineno hidrato; sabineno hidrato/ α -terpinil acetato/timol, descrito anteriormente como α -terpineol/sabineno hidrato/timol; hidrato de sabineno/linalool; acetato de α -terpinilo/carvacrol, descrito previamente como α -terpineol/carvacrol; carvacrol/ α -terpineol/borneol; hidrato de sabineno/terpinen-4-ol, que incluye una de las muestras de Francia en este estudio; formiato de geranilo/geraniol, anteriormente llamado geraniol; p -cimeno/timol/carvacrol; terpineno-4-ol/ p -cimeno; alcanfor/canfeno; y acetato de 1,8-cineol/ α -terpinilo.

Figura 3.

*Dendrograma obtenido del análisis de conglomerados jerárquicos aglomerativos de 85 composiciones de aceite esencial de *Thymus vulgaris*.*

Thymus vulgaris Dendrogram

Capítulo II. Tomillo (*Thymus vulgaris L.*) y su uso en la industria alimentaria para preservar los alimentos

En los últimos 20 años las investigaciones con plantas aromáticas y sus aceites esenciales, han sido objeto de estudio centrándose principalmente en la genuinidad, los efectos biocidas y su actividad antioxidante y farmacológica. En tanto, las industrias alimentarias han mostrado un gran interés en la seguridad de los aditivos sintéticos, incrementando la demanda de las investigaciones en este campo y los productos naturales que pueden tener beneficios para la salud (Amadio y Medina, 1997).

En la actualidad las empresas se encuentran en un entorno cambiante en todos sus aspectos, la tecnología y la innovación han sido dos factores importantes para que las empresas evolucionen en la medida que estas se van actualizando, específicamente en los métodos de conservación, haciendo uso de los aditivos químicos que son sustancias añadidas a los alimentos durante el proceso de elaboración de pequeñas proporciones para cumplir la función tecnológica específica, dándole a los alimentos las características, que sin ese aditivo no se preservarían en un tiempo previamente estimado (Lawrie, 1995).

De acuerdo con Vásquez (2001), el problema de deterioro microbiano de los alimentos tiene sus implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes como para los distribuidores y consumidores, calculando que el 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de microorganismos. Por tanto, el uso de aditivos sintéticos como conservantes se considera una práctica que es común en las industrias de alimentos, en años anteriores se ha investigado como el tema de antimicrobianos y antioxidantes sintetizados químicamente, que en algunos casos ha causado daños en los consumidores.

Atendiendo a ello, el poder conservante del aceite de tomillo, se encuentra relacionado con los principales componentes, los cuales se denominan como timol, el cual tiene efectos antibacterianos, antifúngicos y antihelmínticos. Por tanto, el mecanismo mediante el cual son por compuestos fenólicos incluye la sensibilización de la bicapa fosfolípida de la membrana celular, causando un incremento en la permeabilidad y daño de las enzimas bacterianas (Alzate et al., 2009).

3.1. Uso en la industria alimentaria

Las plantas y las especies, en especial las aromáticas y sus extractos han tenido un creciente interés en la investigación científica y en la industria alimentaria, basado en las propiedades antioxidantes, que permiten competir con otros antioxidantes naturales y sintéticos que se utilizan en la actualidad (Suhaj, 2006). Dichas propiedades se deben a la cantidad de sustancias como los compuestos fenólicos, las hierbas y las especies usadas, por lo general se usa para condimentar platos, se ha caracterizado por su gran cantidad de compuestos fenólicos que aportan grandes beneficios frente a los efectos adversos de los radicales libres y estrés oxidativo regular (Carlsen et al., 2010).

Hoy en día, un gran número de plantas se utilizan como antioxidantes en la industria alimentaria. Los estudios que se realizan en la búsqueda de antioxidantes seguros van en aumento para mantener la calidad del producto. La eficacia antioxidante de especies como el romero, tomillo, orégano y clavo se han experimentado en diversos alimentos e incluso se han usado en el desarrollo de complementos alimenticios; por todo ello también representan un rol importante en la industria farmacéutica (Berdahl, Nahas, Barren, 2010).

El sector cárnico es el más apetecido por los consumidores al igual que las diferentes líneas de sus derivados, especialmente el chorizo, por su costo y características organolépticas. En Colombia, el consumo de productos cárnicos en el grupo poblacional de 5 a 64 años alcanzó frecuencias de 7% diariamente y 50,7% de forma semanal, en el período 2005-2010, otros estudios reflejan que el consumo de embutidos en universitarios es alto, especialmente en varones de universidades públicas (Rodríguez, Restrepi y Urango, 2015). Algunos de los efectos adversos sobre la salud humana relacionados con este tipo de productos y sus aditivos químicos incluyen cáncer, diabetes, Parkinson, Alzheimer, hipertensión, accidentes cardiovasculares, enfermedades del corazón , lo cual ha exigido la búsqueda de alternativas naturales para la conservación de alimentos (Vargas, López y Flores, 2014).

Actualmente, la industria prefiere la utilización de conservantes químicos en embutidos cárnicos como los nitritos por su potencial inhibitorio frente al crecimiento de patógenos como *Clostridium botulinum*, Aunque su aplicación en alimentos ha sido controversial para la salud de los consumidores, no ha sido posible eliminar su uso, puesto que en muchos países se evidencia la permisibilidad de la legislación con respecto al uso y fácil accesibilidad. Incluso se estipulan límites permisibles amparados en su función como barrera para disminuir o eliminar las enfermedades de transmisión alimentaria (Tirado, Acevedo y Montero, 2015).

Sin embargo, la industria alimentaria a la vanguardia de la innovación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de los productos, ha propuesto métodos y técnicas eco amigables. Los aceites esenciales (AE) derivados de las plantas son una opción viable y prometedora en el mercado de los conservantes eco amigables (Olmedilla y Jimenez, 2014). Estos productos naturales logran la misma acción microbiciada y disminuyen el riesgo de enfermedades no infecciosas al consumidor. Los AE se utilizan por su actividad antimicrobiana, analgésica, anti-

inflamatoria, espasmolítico y conservantes de alimentos; están aprobados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) como sustancia generalmente reconocida como seguras o Generally Recognized as Safe (GRAS) (Ganjali et al., 2015).

Adicionalmente, investigaciones previas han determinado que AE de tomillo (*Thymus vulgaris*) así como el de clavo (*E. caryophyllanta*) presentan actividad antioxidante, por su acción de inhibición de la peroxidación de ácido linoleico, conservante y antibacteriana en derivados cárnicos como se demostró en salami en el estudio realizado por Ardila, Vargas y Mejía (Ardila, Vargas y Mejía, 2009). El AE de clavo posee propiedad antioxidante, conservante sin efecto notorio sobre las características sensoriales del salami, y en salchicha tipo bologna, en la que además se registra conservación de las propiedades organolépticas y químicas según Viuda et al. (2009) citado por Ganjali et al.. Se ha relacionado que estos aceites también poseen actividad antimicrobiana sobre cepas de *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhimurium*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli* y *Klebsiella oxytoca*.

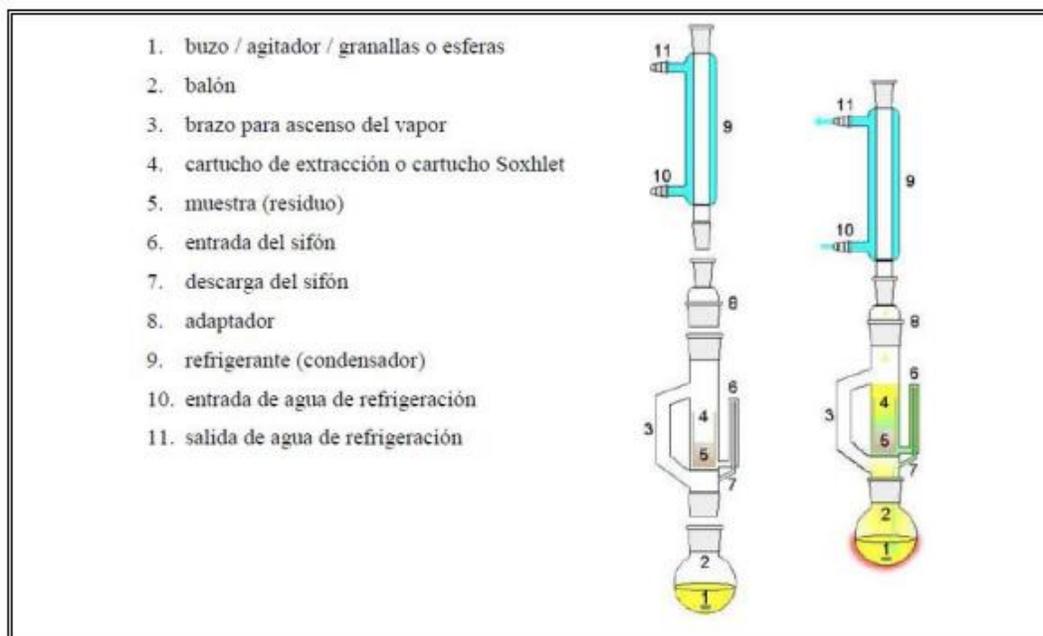
Estas especies aromáticas son introducidas en Colombia y aunque el clavo no se cultiva en el país, el tomillo es ampliamente cultivado en Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca y Cauca (Cardona y Barrientos, 2011). Por tanto, la bioprospección de la segunda especie, dinamizaría las economías regionales asociadas a la cadena productiva de plantas aromáticas y condimentarias. La diversificación del uso de los AE permitiría aumentar las posibilidades de ingreso económico del productor y un mayor aprovechamiento de la capacidad instalada regional con beneficio a la calidad de productos accesibles a los estratos más vulnerables de la población (Mier, 2015).

3.2. Métodos para preservar los alimentos

Las nuevas aplicaciones para los aceites esenciales en saborizantes y aromatizantes de distintos productos que se comercializan en la industria hoy en día han sido obligadas a optar por ingredientes cada vez más naturales debido a la creciente demanda mundial para minimizar el empleo de productos sintéticos. De esta manera se puede obtener productos más saludables es así como se presentan a continuación diversos métodos de extracción de los aceites esenciales ya que se trata de algo nuevo para las industrias alimentarias.

Primeramente, se encuentra el método de extracción con solvente donde la Matriz vegetal es contactada con un solvente ya sea orgánico o a polar tales como acetona éter o petróleo alta solubilidad es para aumentar la recuperación de compuestos oxigenados este procedimiento se realiza mediante la utilización de un Soxhlet (Figura 4).

Figura 4.
Extractor Soxhlet



Fuente: (Toraño, 2009).

En este equipo se carga la matriz sólida en cartuchos dentro de una cámara de extracción y el solvente en el balón, luego mediante una fuente de calor en específico un manto calefactor se lleva el solvente hasta un punto de ebullición el gas que se genera sube por el extractor calentando la cámara de extracción y luego se condensa y se deposita en éste, una vez que la cámara se encuentra llena de solvente, la acción de un sifón vacía su contenido al balón y de esta manera se repite el proceso hasta agotar la matriz. Para finalizar, se retira el solvente mediante evaporación, el principal problema en este proceso es que siempre quedan trazos de esto en el producto final disminuyendo su valoración.

Otro proceso de extracción es por prensado. En este método, la matriz vegetal es aplastada golpeada y comprimida hasta que libera aceite esencial contenido en sus glándulas oleíferas. Algunos equipos apropiados para realizar este proceso son: tornillo sin fin de alta o baja presión extractor centrífugo y presencia de rodillos (Lawrence, 2005).

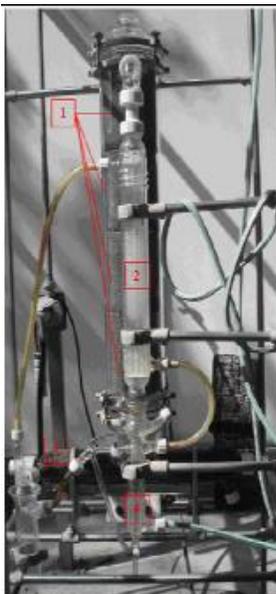
Por su parte, se encuentra la hidrodestilación directa, cuya función es la más antigua para obtener los aceites esenciales. En este tipo de destilación, la matriz vegetal se encuentra sumergida en el agua, que servirá como agente extractor, una vez cargado el equipo, el contenido se lleva a ebullición y el vapor que genera arrastra consigo el aceite esencial disponible seguidamente el vapor condensado para luego separar el aceite de los hidrosolubles generado mediante decantación, el proceso se realiza en alambiques o escala laboratorio en dispositivos de tipo Clevenger. Sin embargo, existen complicaciones en este método pues uno de ellos es el daño del material vegetal que se encuentra muy próximo a la fuente de calor sufriendo degradación térmica al estar en contacto con superficies calientes además el descenso del pH del agua puede producir la hidrólisis de ciertos compuestos, el proceso es demorado y se considera energicamente ineficiente. En

contraposición la ventaja que tiene es que se trata de un equipo cuyo costo es mas no manufactura y puesta en marcha a escala industrial es considerablemente menor al de otros.

Existe la destilación por arrastre de vapor, donde el aceite esencial es extraído mediante la utilización de vapor el cual es generado en un hervidor externo al recipiente en el cual se mantiene la matriz vegetal, para luego hacerlo pasar por ésta de forma que arrastre consigo el aceite esencial. Tras esto el vapor es condensado y entonces el aceite es separado del hidrosoluble, también llamado agua floral, por diferencia de densidad. Una vez agotada la matriz, esta debe ser reemplazada y el proceso reiniciado nuevamente; se trata de una técnica inherentemente batch. En la Figura se presenta un equipo acondicionado para la realización de este proceso. En ella se distingue la columna de vidrio con 4 canastos para cargar el material a extraer, el rehervidor, el condensador y el decantador. Este proceso es el que tiene mayor presencia en la industria y sus productos son la base para los estándares de calidad utilizados en la actualidad.

Figura 5.

Equipo de Destilación por arrastre de vapor: 1) Canastos Materia Prima, 2) Condensador, 3) Hervidor y 4) Decantador



Un estudio de Posgay et al., (2022), da importancia a la preservación de los alimentos, ya que existen enfermedades transmitidas a menudo considerado como una de las mayores amenazas para la salud pública en todo el mundo, se necesitan estrategias de conservación eficaces para inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables en los productos alimenticios. Hasta ahora, se han adoptado varias técnicas para la producción de productos seguros y de alta calidad. Aunque los métodos tradicionales pueden mejorar la confiabilidad, la seguridad y la vida útil de los alimentos, algunos de ellos no se pueden aplicar sin aumentar los problemas de salud. Por lo tanto, la adición de varios fitoquímicos ha llamado mucho la atención durante las últimas décadas, especialmente para los productos cárnicos que pueden estar contaminados con organismos patógenos y de deterioro.

Tomillo (*Thymus vulgaris*L.), como importante hierba medicinal y culinaria, es una fuente prometedora de compuestos bioactivos que tienen un gran impacto en la estabilidad microbiológica de la carne al suprimir la microflora indeseable. Sin embargo, el uso de estos antimicrobianos todavía enfrenta dificultades debido a sus propiedades aromáticas y su eficacia variable contra las especies objetivo. En este artículo, proporcionamos una descripción general de los efectos potenciales del aceite esencial de tomillo (AE) y el timol como agentes bioconservadores en productos cárnicos. Además, este documento proporciona información sobre las limitaciones y los desafíos actuales de la adición de aceites esenciales y sus componentes a los productos cárnicos y sugiere soluciones viables que pueden mejorar la aplicabilidad de estos fitoquímicos.

3.3. Beneficios de su uso

La creciente demanda de aceite esencial de tomillo obliga a obtener altos rendimientos. Las prácticas agrícolas intensivas dirigidas a los cultivos demandan el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, que además de ser caros, tienen impactos negativos al ambiente. La tendencia de una alimentación dirigida hacia lo sano ha incrementado la demanda de los alimentos orgánicos, y a este respecto, el uso de fitorreguladores de crecimiento, así como, microorganismos del suelo es una alternativa económica y sustentable para incrementar el rendimiento.

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) juegan un papel importante en la mejora crecimiento de las plantas, y en los últimos años han sido utilizados como inoculantes bajo condiciones controladas y naturales. Con base en lo anterior, se evaluó el efecto de un fitorregulador, rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento, rendimiento y calidad de aceite de tomillo (López, Delgadillo y Ruiz, 2015).

Además tienen el potencial de transportar compuestos bio redundará en nuevas propiedades funcionales y beneficios para el consumidor activos, (Wang Silva et al. , 2010) , los aceites esenciales; tienen la capacidad de generar matrices poliméricas, mediante el entrecruzamiento de sus cadenas adyacentes a través de las uniones con iones bivalentes como el calcio. Por tanto, ha sido utilizado en la elaboración de RC destinados a conferir protección a los productos alimentarios (Méndez, 2015).

Se puede aseverar que la aplicación de recubrimientos comestibles es una excelente alternativa de conservación para la cadena hortofrutícola, ya que además de ser un envasado natural y biodegradable, aporta beneficios en pro de la preservación de las cualidades del alimento

y a su vez extendiendo la vida de anaquel de este. Son usados como alimentos funcionales, aportando sus cualidades nutraceúticas además de contribuir en la aceptabilidad visual del producto al darle mayor brillo y verse apetecible para la aprobación de los consumidores.

3.4. Evidencia científica existente sobre el tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y su capacidad como agente antioxidante y antimicrobiano en la conservación de los alimentos

Existen diferentes estudios, que confirman la evidencia científica del tomillo como agente antioxidante y antimicrobiano en la conservación de los alimentos. En la industria alimentaria, se han llevado a cabo diferentes investigaciones en cuanto a la calidad e inocuidad de los productos, proponiendo nuevos métodos y técnicas. Considerando que los aceites esenciales derivados de las plantas son una opción viable para el mercado de los conservantes, logran una acción microbiana y disminuyen el riesgo de enfermedades no infecciosas en el consumidor (Ganjali, 2015).

Un estudio de Ardila, Vargas y Mejía (2009), han determinado que AE de tomillo (*Thymus vulgaris*) así como el de clavo (*E. caryophyllanta*) presentan actividad antioxidante, por su acción de inhibición de la peroxidación de ácido linoleico, conservante y antibacteriana en derivados cárnicos como se demostró en salami.

Por su parte, Morales (2015) analizó el efecto antimicrobiano del aceite esencial del Tomillo sobre la contaminación de *Listeria monocytogenes* en queso Ricotta y concluyó que las propiedades organolépticas del queso tratado con aceites esenciales de tomillo a concentraciones menores de 1,6% no afecta de manera significativa los aspectos sensoriales del queso.

Además se puede mencionar que los compuestos con mayor actividad antimicrobiana en el aceite esencial de tomillo, son el timol y el carvacrol, el segundo que ha tenido mayor atención por la comunidad científica, debido a la elevada actividad individual. Sin embargo, el timol ha

resultado comparable con el carvacrol. Agregado a esto se encuentran aspectos sinérgicos antagónicos como factores antimicrobianos. Un ejemplo de esto es el p-cimeno, el precursor del carvacrol, cuyo efecto antimicrobiano individual es casi inexistente pero que al combinarse con carvacrol la acción conjunta es mayor que la del compuesto fenólico puro (Utleet et al, 2000).

En este orden de ideas, el timol y carvacrol mantienen una particularidad al igual que los componentes fenólicos, es decir, poseen un grupo hidróxilo en su estructura, que les permite actuar como portadores de cationes entre el interior y exterior de la célula, afectando la fuerza motriz de los protones y con ello reduciendo la producción de ATP hasta provocar la muerte de la célula. Este efecto se ve aumentado en presencia de p-cimeno el cual, al ser más hidrofóbico, se incorporaría con mayor facilidad a la pared celular facilitando el transporte del carvacrol a través de la membrana citoplasmática (Lambert et al, 2001; Burt, 2004).

Dentro de las especificaciones se tienen las siguientes:

- Inhibición de la *Saprolegnia* parasítica, una de las causas más importantes de las pérdidas económicas en la industria salmonera y de la piscicultura en general. En este caso el mayor efecto lo mostró el carvacrol y en menor medida la presencia de p-cimeno, pero este último siempre acompañando al primero (Tampieri, 2003).
- Preservación de alimentos inhibiendo el crecimiento de hongos micotoxigénicos tales como *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium expansum* y *P. verrucosum* (Nguefack et al, 2009).

Por su parte Sabina et al., (2014), desarrollaron un estudio “Essential Oil of Common Thyme as a Natural Antimicrobial”, donde destacan el efecto antimicrobiano. La eficacia del aceite esencial de tomillo se determinó mediante ensayos de difusión en pozos de agar. El crecimiento de todas las bacterias analizadas fue inhibida en fracciones de aceite esencial de tomillo superiores

al 1 %, mientras que una Se necesitó una fracción del 10 % para inhibir el crecimiento de hongos. Demostraron que el tomillo es el aceite esencial tiene una actividad prometedora contra las bacterias que deterioran los alimentos, y también contra cepas bacterianas productoras de AmpC y ESBL persistentes aisladas de los alimentos, que recientemente han sido reconocidos como problemas de salud pública. Sobre la base de nuestros datos, el aceite esencial de tomillo tiene potencial para su uso como inhibidor del crecimiento de bacterias multirresistentes.

Capítulo III. Novedades del uso de *Thymus Vulgaris*

5.1. Efectos de los aceites esenciales sobre la viabilidad celular de las células BV-2

Según la GC-MS, el geraniol (54,9 %), el tujanol (33,9 %) y el linalol (69,2 %) se detectaron como compuestos principales en los tres quimiotipos de aceite de tomillo. Los tratamientos con aceites esenciales pueden ser dañinos para las células, por lo que se examinaron sus efectos sobre la viabilidad celular en diferentes diluciones (200 veces, 500 veces y 1000 veces) en tratamientos de 6 h y 24 h de duración. Se usó DMSO como vehículo en las soluciones madre, por lo tanto, también se determinó el efecto del DMSO en las células. DMSO no afectó significativamente la viabilidad celular (Fig. 1). Los tres quimiotipos diferentes del aceite esencial de tomillo actuaron de manera similar sobre las células BV-2, no causaron cambios significativos en la viabilidad.

La única excepción fue el linalol que disminuyó significativamente la viabilidad a las 6 h en cada dilución. Por el contrario, los patrones de aceite esencial provocaron alteraciones notables en la viabilidad celular. Tanto el linalool como el geraniol aumentaron la viabilidad de las células BV-2 a las 6 h y a las 24 h, en el último momento la elevación fue significativa. Mientras tanto, el estándar de tujanol disminuyó la viabilidad a las 6 h, pero la aumentó a las 24 h. En base a los resultados parece que ni los estándares ni los quimiotipos fueron tóxicos para las células a las 24 h. Por lo tanto, elegimos la dilución de 200 veces de quimiotipos y estándares de aceites esenciales para estudios posteriores. El porcentaje (%) y las concentraciones relativas ($\mu\text{g/mL}$) de los principales compuestos de los diferentes aceites de tomillo de quimiotipo se pueden ver en la Tabla 5.

Tabla 5.

Porcentaje (%) y concentraciones relativas ($\mu\text{g/mL}$) de los principales compuestos de los diferentes aceites de tomillo quimiotípico utilizados en los experimentos y la dilución de los principales compuestos del aceite sin efecto citotóxico

esto	LRI	Porcentaje de compuesto en el aceite ^a	Concentración relativa de compuesto en los experimentos ^b ($\mu\text{g/mL}$)	Dilución del compuesto sin efecto citotóxico.
Geraniol	1253	54,9	2.1	200
Linalol	1104	69.2	2.7	200
Thujanol	1154	33,9	0.6	200

a LRI - índice de retención lineal en la columna SLB-5MS

b Las concentraciones relativas se eligieron en base al cálculo como si las células se trataran con 200 μL de aceite esencial

Las composiciones de los quimiotipos de aceites esenciales examinados se pueden ver en la tabla 5.

Tabla 5.

Porcentaje (%) y concentraciones relativas ($\mu\text{g/mL}$) de los compuestos de diferentes aceites de tomillo quimiotipo

Compuesto	LRI	Porcentaje de compuesto en los quimiotipos de tomillo ^a			Concentración relativa de compuesto en los experimentos ^b ($\mu\text{g/mL}$)		
		Geraniol	Thujanol	Linalol	Geraniol	Thujanol	Linalol
α-tujeno	930	DAKOTA	0.4	0.6	DAKOTA	0.018	0.028
		DEL			DEL		
α-pineno	939	NORTE	1.2	1.4	NORTE	0.051	0.061
		0.1			0.004		
canfeno	951	0.3	0.2	0.4	0.012	0.0084	0.017
		DAKOTA			DAKOTA		
1-octen-3-ol	978	0.1	DEL	DEL	0.004	DEL	DEL
		DAKOTA	NORTE	NORTE	0.004	NORTE	NORTE
β-mirceno	979	0.1	0.7	1.0	0.004	0.028	0.04
β-pineno	992	DAKOTA	0.4	0.1	DAKOTA	0.017	0.004
		DEL			DEL		
α-felandreno	1003	NORTE	1.2	0.1	NORTE	0.051	0.004
		DAKOTA			DAKOTA		
α-terpineno	1017	DEL	1.4	0.1	DEL	0.059	0.004
		NORTE			NORTE		
p-cimeno	1026	0.2	2.1	4.2	0.009	0.090	0.18
limoneno	1029	0.1	1.8	1.3	0.004	0.076	0.055

1,8-cineol	1046	0.2	0.4	0.9	0.009	0.018	0.041
γ-terpineno	1060	0.1	2.9	1.3	0.004	0.123	0.055
		DAKOTA			DAKOTA		
terpinoleno	1093	DEL NORTE	0.7	1.2	DEL NORTE	0.031	0.052
Linalol	1104	3.0	8.4	69.2	0.128	0.361	2.736
				DAKOTA			DAKOTA
mircenol	1123	0.1	3.2	DEL NORTE	0.004	0.136	DEL NORTE
			DAKOTA			DAKOTA	
cis-β-terpineol	1144	0.2	DEL NORTE	1.5	0.009	DEL NORTE	0.007
		DAKOTA			DAKOTA		
verbenol	1145	DEL NORTE	0.2	0.1	DEL NORTE	0.001	0.001
Alcanfor	1146	0.1	0.1	1.2	0.005	0.005	0.059
		DAKOTA		DAKOTA	DAKOTA		DAKOTA
trans-tujanol	1154	DEL NORTE	33,9	DEL NORTE	DEL NORTE	0.616	DEL NORTE
		DAKOTA		DAKOTA	DAKOTA		DAKOTA
cis-tujanol	1159	DEL NORTE	6.5	DEL NORTE	DEL NORTE	0.033	DEL NORTE
		DAKOTA			DAKOTA		
trans-β-terpineol	1163	DEL NORTE	0.8	0.1	DEL NORTE	0.037	0.005
Borneo	1169	1.5	0.4	2.3	0.008	0.002	0.012
Terpinen-4-ol	1177	0.6	11.9	8.3	0.028	0.555	0.373
		DAKOTA			DAKOTA		
α-terpineol	1190	DEL NORTE	4.3	1.8	DEL NORTE	0.204	0.084
		DAKOTA			DAKOTA		
trans-piperitol	1208	DEL NORTE	0.1	0.5	DEL NORTE	0.005	0.024
Nerol	1230	1.9	4.2	0.1	0.084	0.185	0.004
			DAKOTA	DAKOTA		DAKOTA	DAKOTA
Neral	1238	0.8	DEL NORTE	DEL NORTE	0.035	DEL NORTE	DEL NORTE
				DAKOTA			DAKOTA
Geraniol	1253	54,9	1.9	DEL NORTE	2.193	0.083	DEL NORTE
Acetato de linalilo	1257	0.3	2.9	0.6	0.013	0.130	0.027
			DAKOTA	DAKOTA		DAKOTA	DAKOTA
Geranial	1267	1.3	DEL NORTE	DEL NORTE	0.058	DEL NORTE	DEL NORTE
			DAKOTA	DAKOTA		DAKOTA	DAKOTA
Acetato de bornilo	1289	0.2	DEL NORTE	DEL NORTE	0.010	DEL NORTE	DEL NORTE
timol	1297	1.4	0.7	0.9	0.067	0.034	0.043

Carvacrol	1299	0.7	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.034	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
acetato de nerilo	1365	0.2	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.009	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
Acetato de geranilo	1381	18.6	0.7	DAKOTA DEL NORTE	0.851	0.032	DAKOTA DEL NORTE
β-cariofileno	1417	5.7	4.0	0.6	0.3	0.180	0.027
α-humuleno	1452	0.1	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.004	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
propionato de geranilo	1486	2.2	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.099	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
Germacreno D	1486	DAKOTA DEL NORTE	0.8	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.032	DAKOTA DEL NORTE
isobutirato de geranilo	1515	0.3	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.013	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
Elemol	1550	2.2	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.103	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
Óxido de cariofileno	1583	1.4	0.6	DAKOTA DEL NORTE	0.067	0.029	DAKOTA DEL NORTE
β-eudesmol	1651	0.4	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE	0.019	DAKOTA DEL NORTE	DAKOTA DEL NORTE
Total:		99.3	99.0	99.8			

a LRI - índice de retención lineal en la columna SLB-5MS

b Las concentraciones relativas se eligieron en base al cálculo como si las células se trataran con 200 μ L de aceite esencial.

5.2. Conservación de los alimentos

La atención por el uso de la conservación de alimentos aumenta continuamente debido a las demandas de los consumidores de reemplazar los conservantes de alimentos con materiales naturales con un efecto tangible. Desde el punto de vista tecnológico, la aplicación de los aceites esenciales como conservante de alimentos presenta algunas desventajas debido al fuerte sabor y

olor, lo que podría alterar las características sensoriales del producto. Además, los aceites esenciales se degradan fácilmente con el calentamiento y la exposición a la luz y la oxidación, y son difíciles de disolver en el medio acuoso. Por lo tanto, para superar estas imperfecciones, se han proyectado técnicas de nanoemulsión, ya que durante el almacenamiento mejoran la estabilidad química, aumentan la distribución de los aceites esenciales en formulaciones acuosas, reducen el cambio en los procesos sensoriales y, en algunos casos, mejoran su actividad antimicrobiana. Proporcionando sus pequeñas partículas, las nanoestructuras pudieron fomentar dispositivos de absorción celular inertes, lo que reduce la transferencia de masa y aumenta la actividad antimicrobiana. Asimismo, las nanoemulsiones se pueden diseñar para una buena estabilidad y baja turbidez, y son adecuadas para una amplia gama de aplicaciones comerciales, como en alimentos como agentes conservantes. En consecuencia, existe un desafío cada vez mayor en la industria alimentaria para desarrollar la confianza del consumidor en el uso de ingredientes nanoalimentarios (El Sayed, 2021).

5.3. *Thymus Vulgaris* en la medicina popular y tradicional

Hoy en día, los consumidores modernos exigen alimentos mínimamente procesados y que contengan, en la medida de lo posible, aditivos de origen natural que, a diferencia de los sintéticos, sean seguros y ecológicamente aceptables. Asimismo, el enfoque en la crianza de ganado y producción de alimentos de origen vegetal está cambiando hacia el uso de métodos tradicionales en la protección contra plagas y enfermedades. Además, el uso irracional de antibióticos no solo en medicina humana y veterinaria, sino también para promover el crecimiento en la agricultura, ha llevado a que la resistencia a los antibióticos convencionales de algunos microorganismos patógenos como la *Escherichia coli* sea más frecuente. , *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.*,

Salmonella spp. y Campylobacter spp. Además, es importante tener en cuenta la posible acción sinérgica de diferentes productos naturales y antibióticos convencionales para afectar la resistencia emergente

Las plantas aromáticas como *Thymus vulgaris* L. (tomillo común) y muchos otros representantes de la familia Lamiaceae tienen una larga tradición de uso tanto en la medicina popular y convencional como en la industria farmacéutica. El tomillo común es autóctono de Europa, especialmente de la región mediterránea, y se cultiva ampliamente en todo el mundo. Es una hierba pequeña y tupida, con hojas pequeñas, elípticas, de color gris verdoso y de tallo corto. El tomillo tiene un olor característico a timol y se usa como hierba culinaria. El principio activo es el aceite esencial (*Thymi aetheroleum*), con timol (25%-50%) y carvacrol (3%-10%) como compuestos dominantes.

Tabla 6.

Compuestos dominantes del aceite esencial de Thymus vulgaris.

Compounds	Percentage (%)	References
Monoterpene Hydrocarbons		
α-Terpinene	1.25–3.17	17
<i>p</i>-Cimene	0.8–16.13	16, 17
γ-Terpinene	7.3–1.87	12, 16, 17
Oxygenated Monoterpenes		
1, 8-Cineole	0.8–2.17	16, 17
Linalool	2.03–6.8	12, 16, 17
Menthone	2.2	16
Borneol	2.6–8.9	12, 16
Neomenthol	2.8	16

Terpinen-4-ol	1–2.63	16 , 17
Aromatic Oxygenated Monoterpenes		
Carvacrol methyl ether	3.9	12
Thymol	35.51–47.9	12 , 16 , 17
Carvacrol	4.43–12	
Sesquiterpene Hydrocarbons		
<i>trans</i>-Caryophyllene	1.13–5.1	12 , 17
β-Cubebene	2.4	16
Oxygenated Sesquiterpenes		
Caryophyllene oxide	0.33–4.6	12 , 17
Aliphatic compounds		
1-Octen-3-ol	2.8	12

El porcentaje de los constituyentes principales varía mucho, dependiendo de numerosos factores complejos, tanto endógenos como exógenos, tales como: quimiotipo, ontogénesis, condiciones geográficas y climáticas, métodos utilizados para el procesamiento del material vegetal y aislamiento del aceite esencial. Además, al igual que otras plantas medicinales, la droga podría ser adulterada o reemplazada por otros representantes del género *Thymus*, como *T. serpyllum*, *T. marschallianus*, *T. pannonicus*, etc., que afectan las diferencias en composición química y actividades biológicas. Sin embargo, se requiere que un mínimo del 40% del aceite esencial de tomillo sean monoterpenos aromáticos oxigenados (Gavarić et al., 2015).

Conclusiones

Partiendo de los resultados de la investigación se puede mencionar que se alcanzó el objetivo general de la investigación que consistió en analizar crítica y sistemáticamente la evidencia científica disponible sobre la planta *Thymus vulgaris* L. y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimenticia. Se dio paso a realizar una revisión de literatura aplicando los criterios de inclusión y exclusión planteados en la metodología de estudio, de las cuales se obtuvieron 9 investigaciones que permitieron analizar las propiedades antioxidantes y antimicrobianas que estén presentes en el tomillo (*Thymus vulgaris* L), como son el timol, carvatrol y los flavonoides como factores esenciales dentro de las propiedades antimicrobianas de los aceites esenciales de la planta. En los estudios se encontró que el tomillo es altamente beneficioso para la salud y para la industria alimentaria. Esta última de gran importancia en la utilización de ciertas comidas o como aditivo para la preservación de algunos alimentos.

Además, se establece la relevancia en la industria en la actualidad a través de aspectos en tecnología e innovación que han sido importantes para evolucionar y actualizarse en los diferentes métodos de conservación, donde se hace uso de los aditivos químicos, en las sustancias añadidas a los alimentos, como el aceite esencial del tomillo para cumplir con funciones específicas preservando los alimentos en un tiempo previamente estimado. También se encontró en las investigaciones que el uso esencial de tomillo se aplica en la industria alimentaria específicamente en la carne y embutidos, disminuyendo enfermedades debido a su actividad antimicrobiana, analgésica antiinflamatoria, y el poder de conservar los alimentos.

A pesar de ser poca las investigaciones encontradas, Colombia es uno de los países en América dónde se han hecho estudios con el aceite esencial de tomillo, aportan al desarrollo de formulaciones farmacéuticas, cosméticas y alimentarias estables y funcionales de aceites esenciales, al protegerlos de la evaporación y degradación. Sin embargo, la investigación de Morales (2015), donde se adicionó aceite esencial de tomillo al queso Ricotta afecta de manera significativa una de las principales características de aceptación de un producto, al cambiar algunos matices sensoriales del queso, no siendo igual para la composición físico química.

A través de las propiedades antioxidantes y antimicrobianas que se encuentran presentes en el tomillo, se puede mencionar que no solamente tiene sus efectos en los alimentos, sino que también se comporta como un producto medicinal, actuando en diferentes bacterias en el organismo. En cuanto a los alimentos, las partes frondosas de *Thymus vulgaris* y su aceite esencial se han utilizado en alimentos para el sabor, aroma y conservación y también en medicinas populares. Los componentes del aceite esencial de *Thymus vulgaris* y los efectos protectores de este aceite contra el estrés oxidativo inducido por aflatoxinas han sido estudiados en algunas investigaciones.

Por su parte, el uso del aceite esencial de tomillo (*Thymus Vulgaris* L.) en la industria alimentaria, se encontraron diferentes investigaciones donde se usa la planta de tomillo debido a los componentes fenólicos que aportan grandes beneficios frente a los efectos adversos de los radicales libres y estrés oxidativo regular. También es importante mencionar que el aceite esencial del tomillo, se utiliza como conservante en los productos cárnicos ya que posee una actividad microbiana que permite comercializar los productos.

Por lo extraído en los diferentes estudios de investigación se pudo recopilar la información entre las bases de datos sobre el *Thymus Vulgaris* es de extensa información y estudios lo que deja

en claro su utilidad en los alimentos y en la industria farmacéutica demostrando tener propiedades farmacológicas para alcanzar las necesidades científicas actuales.

Bibliografía

- Aguilar-González, A., & López-Malo, A. (2013). Extractos y aceite esencial del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos en alimentos. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 7(2), 35-41.
- Alonso J. (2004). *Tratado de fitofármacos y nutraceuticos* Buenos Aires : Editorial Corpus.
- Alzate, O. (2009). Evaluación de La Fitotoxicidad y La Actividad Antifúngica Contra *Colletotrichum Acutatum* de Los Aceites Esenciales de Tomillo (*Thymus Vulgaris*), Limoncillo (*Cymbopogon Citratus*), y Sus Componentes Mayoritarios. Universidad de Antioquia. Colombia
- Amad A., Männer K., Wendler K.R., Neumann K., Zentek J. (2011). Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science* 90: 2811-2816.
- Amadio, C y Medina, R. (1997). Efectos de distintos antioxidantes sobre la rancidez oxidativa de hamburguesas de nutria. Res. X Seminario Latinoamericano y del caribe de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Bs. As.
- Amiri, H. (2012) Composición de aceites esenciales y propiedades antioxidantes de tres especies de timo. *Medicina alternativa y complementaria basada en la evidencia*, 2012, ID del artículo: 728065. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/728065>
- Anžlovar, S., Baričević, D., Ambrožič Avguštin, J., & Dolenc Koce, J. (2014). Essential oil of common thyme as a natural antimicrobial food additive. *Food Technology and Biotechnology*, 52(2), 263-268.

- Aragon Camacho, Barberena Sibajo, Arguedis Chaverri Y Rodriguez Yebra, (2017). “estudio taxonómico de la planta tomillo(*thymus vulgaris*) con el fin de identificar su acción antiespasmódica” publicada por farmacia uribe actualidades en el mundo farmacéutico(p2) <https://unibe.ac.cr/revistafarmacia>)1107-estudio-tax....
- Araujo, C. F. (2019). Efecto antimicrobiano de aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y tomillo (*Thymus vulgare*) individuales y en combinación contra *Salmonella Typhimurium*.
- Ardila, Q.M., Vargas, A.A. y Mejía, G.L. (2009). Evaluación de aceites esenciales del *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eugenia Caryophyllata*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris* como posibles antioxidantes y conservantes en el salami. *Vector*, 4, 2009, p. 95-106.
- Avello M, Suwalsky M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea.
- Barboza- Corona, J. E.; Vázquez- Acosta, H.; Salcedo Hernández, R.; Bautista- Justo, M. (2004). Probióticos y Conservadores Naturales en Alimentos. *Acta Universitaria*. 2004 Septiembre ; 14(3).
- Batllori P. (2004). Antioxidantes naturales en alimentacion animal. [Online].; 2004 [cited 2021 Octubre 18. Available from: <https://www.racve.es/publicaciones/antioxidantes-naturales-en-alimentacion-animal/>.
- Berdahl, D. R.; Nahas, R. I.; Barren, J. P. (2010). *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications*; Elsevier.

- Berendsohn, W.G. & A.E. Araniva de González. 1989. Listado básico de la Flora Salvadorensis: Dicotyledonae, Sympetalae (pro parte): Labiatae, Bignoniaceae, Acanthaceae, Pedaliaceae, Martyniaceae, Gesneriaceae, Compositae. *Cuscatlania* 1(3): 290–1–290–13.
- Bonifaz Nieto, J. D. (2019). Efecto de la inclusión de microencapsulados de tomillo en la elaboración de queso fresco (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Maestría en Tecnología de Alimentos).
- Buela G. (2003). Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad. *Psicothema*. 2003; 15(1).
- Burt, S. (2004). Aceites esenciales: sus propiedades antibacterianas y posibles aplicaciones en los alimentos: una revisión. *Revista Internacional de Microbiología de Alimentos*.
- Caballero A. (2008). Temas de Higiene de los Alimentos: Catalogación Editorial Ciencias Médicas.
- Calucci L, Pinzino C, Zandomenighi M, Capocchi A, Ghiringhelli S, Saviozzi F, et al. (2003). Effects of gamma-irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. *J Agric Food Chem*.
- Cardona, J.O. y Barrientos, F.J. (2011). Producción, uso y comercialización de especies aromáticas en la región Sumapaz, Cundinamarca. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 2011, p. 114-129.
- Carlsen MH, Halvorsen BL, Holte K, Bøhn SK, Dragland S, Sampson L, et al. (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutr J*. 2010 Enero ; 9(3).
- Casermeyro, M. A., de la Cruz Caravaca, M. T., Costa, J. H., Hernando-Massanet, M. I., Abril, J. M., & Sánchez, P. (2002). El papel de los tomillares (*Thymus vulgaris* L.) en la protección

- de la erosión del suelo. In *Anales de Biología* (No. 24, pp. 81-87). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Cebrián, J. (2016). *Diccionario de plantas medicinales*. RBA Libros.
- Cervantes C. (2015). *El español en el mundo – Anuario Del Instituto Cervantes*. [Online].; 2015 [cited 2021 Octubre 15].
- Chambi Contreras, L. E., & Quiroz Tito, K. M. (2017). Extracción de aceite esencial de tomillo (*Thymus Vulgaris* L.) y su evaluación aplicada a la conservación de embutidos tipo chorizo.
- Chile Ud. (2021). Índice H. [Online].; En Línea [cited 2021 Octubre 18. Available from: http://www.uchile.cl/portal/informacion-y-bibliotecas/ayudas-y_tutoriales/100617/indice-h.
- Costas R, Bordons M. (2007). Una visión crítica del índice h: algunas consideraciones derivadas de su aplicación práctica. *Profesional de la Información*. 2007; 16(5).
- Desarrollo BID. (2012). *Acuerdo de Cooperación Entre Las Altas Autoridades De Ciencia, Tecnología e Innovación De América Para Latina para la Constitución de la Referencia* Buenos Aires.
- Dobre, A., Gagi, V, y Niculiță P. (2011). Preliminary Studies on the Antimicrobial Activity of Essential Oils Against Food-Borne Bacteria and Toxigenic Fungi. *Biology*.
- El-Nekeety, AA, Mohamed, SR, Hathout, AS, Hassan, NS, Aly, SE y Abdel-Wahhab, MA. (2011) Propiedades antioxidantes del aceite de *Thymus vulgaris* contra el estrés oxidativo inducido por aflatoxinas en ratas macho. *Toxicón*, 57, 984-991. <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2011.03.021>

- El-Sayed, S. M., & El-Sayed, H. S. (2021). Antimicrobial nanoemulsion formulation based on thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil for UF labneh preservation. *Journal of Materials Research and Technology*, 10, 1029-1041.
- Escalante J.L (2018) La Vanguardia.com/comer/materia-prima/201828/453781844474/tomillo-propiedades
- ESCOP (2007) *Monografías ESCOP: La base científica de los productos medicinales a base de hierbas. La Cooperativa Científica Europea sobre Fitoterapia en colaboración con Georg Thieme.*
- Figuerola S. Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* “pitahaya” e identificación de los fitoconstituyentes. Universidad Winer Facultad de Farmacia y Bioquímico.
- Flores M. (2010). Investigación de los aceites esenciales, sus características y finalidad de uso : análisis del estado de su regulación en Chile y el mundo. Repositorio Academico de la Universidad de Chile. 2010.
- Gallego, M. (2016). Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles (Doctoral dissertation).
- Galovičová, L., Borotová, P., Valková, V., Vukovic, N. L., Vukic, M., Štefániková, J., ... & Kačániová, M. (2021). *Thymus vulgaris* essential oil and its biological activity. *Plants*, 10(9), 1959.
- Galvez, A., Amezcua, M. (2006). El factor h de Hirsch: the h-index: Una actualización sobre los métodos de evaluación de los autores y sus aportaciones en publicaciones científicas. *Index Enferm.* 2006; 15(55).

- Ganjali, N. et al. (2015). Antioxidant Effect of Thyme Essential Oil on Oxidative Stability of Chicken Nuggets. *International Journal of Food Engineering*, 1(2), 2015, p. 115-120.
- García, P.(2008). Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos; 2008.
- Gavarić, N., Kovač, J., Kretschmer, N., Kladar, N., Možina, S. S., Bucar, F., ... & Božin, B. (2015). Natural products as antibacterial agents—antibacterial potential and safety of post-distillation and waste material from *Thymus vulgaris* L., Lamiaceae. *Concepts, Immunology and Microbiology: Compounds and the Alternatives of Antibacterials*. Rijeka, Croatia: InTech, 123-52.
- Gonçalves, N. D., de Lima Pena, F., Sartoratto, A., Derlamelina, C., Duarte, M. C. T., Antunes, A. E. C., & Prata, A. S. (2017). Encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil used as a natural preservative in bakery product. *Food Research International*, 96, 154-160.
- Guerrero-Lagunes, L. A., Ruiz-Posadas, L. D. M., Rodríguez-Mendoza, M. D. L. N., Soto-Hernández, M., & Castillo-Morales, A. (2011). Efecto del cultivo hidropónico de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en la calidad y rendimiento del aceite esencial. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(2), 141-149.
- Gurib-Fakim A. (2006). Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine* 27: 1-93
- Hablemos de Flores. (2021). Tomillo: ¿Qué es? historia, origen, taxonomía y mucho más. Recuperado de: <https://hablemosdeflores.com/tomillo/>
- Juárez-Rosete C. R., Aguilar-Castillo J. A., Juárez-Rosete M. E., BugarínMontoya R., Juárez-López P., Cruz E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: tradición e innovación. *Bio Ciencias* 2: 119-129.

- Kähkönen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala TS, et al. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agric Food Chem.* Octubre ; 47(10).
- Kon, K., & Rai, M. (2012). Antibacterial activity of *Thymus vulgaris* essential oil alone and in combination with other essential oils. *Nusantara Bioscience*, 4(2).
- Lawrie, R. (1995). *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia Zaragoza, SIP.
- López-Ambrocio, R., Ruiz-Posadas, L., Delgadillo-Martínez, J. (2016). Actividad Antimicrobiana del aceite esencial del tomillo (*Thymus vulgaris* L.). *Agroproductividad*. 2016 Noviembre ; 9(11).
- Marino, M., Bersani, C. y Comi, G. (1999). Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de *Thymus vulgaris* L. Medida mediante un método bioimpedométrico. *Journal of Food Protection*.
- Matiz Melo, G. E., Fuentes López, K., & León Méndez, G. (2015). Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en matrices poliméricas de almidón de ñame (*Dioscorea rotundata*) modificado. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 44(2), 189-207.
- Medical Subject Headings (MeSH). (2021). el Index Medicus (MeSH). [Online].; 2021 [cited 2021 Octubre 19. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>.
- Méndez, D. (2015). Méndez reyes Daniel Alexander, 2015. Alginato de sodio en el desarrollo de películas comestibles. *Revista, Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 5(2), pp. 91-106. Obtenido de <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495547761.pdf>

- Méndez, M. A. (2015). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. (Tesis Doctorado). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Mier, G. (2015). Acuerdo nacional de competitividad 2015-2025: Cadena plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines en Colombia. Recuperado de: <http://documentslide.com/documents/acuerdo-nacional-de-competitividad-cadena-plantas-aromaticas-y-mediconales.html>.
- Morales Castro, A. F. (2015). Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial del tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la contaminación de *Listeria monocytogenes* en queso Ricotta. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos.
- Morales Valverde, R. (1986). Taxonomía de los géneros *Thymus* (excluida de la sección *serpyllum*) y *Thymbra* en la Península Ibérica. CSIC-Real Jardín Botánico (RJB).
- Morales, A. 2015. Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial del tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la contaminación de *Listeria monocytogenes* en queso Ricotta (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín. Medellín, Colombia. 1-101
- Morales, R. (2002). The History, Botany and Taxonomy of the Genus *Thymus*. The Genus *Thymus*.
- Neira V. (2019). Comparacion de actividad antibacteriana del aceite esencial *Schinus molle* L.(molle) y *Thymus vulgaris* (tomillo) con el gluconato de clorhexidina al 0.12% frente a *Porphyromona gingivalis*". Estudio in vitro. Tesis de Grado. 2019 Enero ; 1(1).
- Ness, A., Powles J. (1997). Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *Int J Epidemiol.* 1997 Febrero ; 26(1).

- Nguefack, J., et al. (2009). "Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi." *International journal of food microbiology* 131.2-3 (2009): 151-156.
- Nickavar, B., Mojab, F. y Dolat-Abadi, R. (2005) Análisis de los aceites esenciales de dos especies de timo de Irán. *Química alimentaria*, 90, 609-611.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.020>
- Nikolić M, Glamočlija J, C.F.R.Ferreira I, C.Calhelha R, ÂngelaFernandes , Marković T, et al. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and *Reut* and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*. 2014 Enero ; 52.
- Olmedilla-Alonso, B. y Jiménez-Colmenero, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 2014, p. 1197-1209.
- Organización Mundial de la Salud (2020). Inocuidad de los alimentos. [Online].; 2020 [cited 2021 octubre 18. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
- Organización Mundial de la Salud. (2003). Medicina tradicional. OMS , Asamblea Mundial de la Salud.
- Ortiz Y. (2016). Aprovechamiento de la actividad antioxidante de extractos y aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis* L.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y menta (*Mentha spicata* L.) como aditivo funcional en aceites comestibles. Tesis de Postgrado. 2016.

- Patthamakanokporn O, Puwastien P, Nitithamyong A, Sirichakwal PP. (2009). Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009; 21(3).
- Posgay, M., Greff, B., Kapcsándi, V., & Lakatos, E. (2022). Effect of *Thymus vulgaris* L. essential oil and thymol on the microbiological properties of meat and meat products: A review. *Heliyon*, 8(10), e10812. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10812>
- Rivas S. (2004). *Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial*.
- Rodríguez-Espinosa, H., Restrepo-Betancur, L.F. Y Urango, L.A (2015). Preferencias y frecuencia de consumo de derivados cárnicos por parte de estudiantes universitarios de Medellín, Colombia. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(4), 2015, p. 204-211.
- Satyal, P., Murray, B. L., McFeeters, R. L., & Setzer, W. N. (2016). Essential Oil Characterization of *Thymus vulgaris* from Various Geographical Locations. *Foods (Basel, Switzerland)*, 5(4), 70. <https://doi.org/10.3390/foods5040070>
- Scholar G. Google Scholar. (2021). [Online].; 2021 [cited 2021 Octubre 21. Recuperado de: <https://scholar.google.com/>.
- Scielo. (2021). Scielo. [Online].; 2021 [cited 2021 Octubre 10. Recuperado de: <https://scielo.org/es/>.
- ScienceDirect. (2021). ScienceDirect. [Online].; 2021 [cited 2021 Octubre 22. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/>.
- Suhaj, M. (2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *J. Food Compos. Anal.* 2006, 19, 531–537.
- Testa, J. (2019). El proceso de selección de revistas en THOMSON REUTERS [Internet]. Clarivate Analytics. 2019.

- Tirado, D., Acevedo, D. y Montero, P. (2015). Calidad microbiológica, fisicoquímica, determinación de nitritos y textura de chorizos comercializados en cartagena (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 2015, p. 189-195.
- Torres Avellán, D. A. (2019). Efecto de la concentración del aceite esencial de tomillo (*thymus vulgaris*) sobre la vida útil del queso fresco artesanal (Master's thesis, Calcuta: ESPAM MFL).
- Tránsito, M., (2006). Tomillo Propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. *Ámbito farmacéutico. Offarm*, vol. 25 n° 1.
- Vargas-Velásquez, C., López-Reinoso, A.R. Y Flores-Artunduaga, L.M.B. (2014). Evaluación de la concentración de nitratos/ nitritos y cloruro de sodio en embutidos expendidos en la ciudad de Tarija. *Revista Ventana Científica*, 1(7), 2014, p. 1-8.
- Vásquez, J. (2019). Tomillo características, hábitat, propiedades, cultivo. Recuperado de: <https://www.lidefer.com/tomillo/>.
- Vidaurre Carlos, J. M., & Tello Jiménez, F. E. (2016). Extracción, caracterización y evaluación del efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite, esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo deshuesada almacenada en refrigeración.
- Wang, L. Z., Liu, L., Holmes, J., & Kerry, J. F. (2007). Assessment of filmforming potential and properties of protein and polysaccharidebased biopolymer films. *International Journal of Food Science & Technology*. *Revista, International Journal of Food Science & Technology.*, 2(42) , p.6 8. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365>
Obtenido 2621.2006.01440.x de 97
- Yu, L., Perret, J., Davy, B., Wilson, J. (2006). Antioxidant Properties of Cereal Products. *Food Science*. 2006 Julio.