

**Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre los microorganismos
bucales más comunes: revisión sistemática**

Isabella Aranzazu Arenas, Juan Esteban Osorio Navas Santiago Sanmiguel

Armero

Trabajo de grado para optar el título de Odontólogo

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Facultad de Odontología

2025

Contenido

1.	Introducción.....	10
1.1	Planteamiento del problema.....	11
1.2	Justificación.....	13
2.	Marco teórico.....	15
2.1.1	Usos generales de los aceites esenciales.....	17
2.1.2	Usos de los aceites esenciales en odontología.....	18
2.2	Microorganismos de la cavidad oral	21
2.2.1	<i>Streptococcus mutans</i>	21
2.2.2	<i>Candida spp</i>	21
2.2.3	<i>Porphyromonas gingivalis</i>	22
2.2.4	<i>Streptococcus salivarius</i>	23
2.2.5	<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	23
2.2.6	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	24
2.2.7	<i>Enterococcus faecalis</i>	24
2.3	Concentraciones inhibitorias del crecimiento de microorganismos.....	25
2.3.1	Concentración mínima inhibitoria.....	26
2.3.2	Concentración mínima bactericida.....	26
2.3.3	Concentración mínima fungicida	26
2.4	Revisión sistemática.....	27
2.4.1	El paso a paso de una revisión sistemática	27
3.	Objetivos.....	28

3.1 Objetivo general	28
3.2 Objetivos específicos.....	28
4. Métodos	29
4.1 Tipo de estudio	29
4.2 Protocolo de estudio	29
4.2.1 Fuentes de información	29
4.2.2 Ecuación de búsqueda	30
4.3 Palabras clave.....	31
4.4 Criterios de selección	31
4.4.1 Criterios de inclusión.....	31
4.4.2 Criterios de exclusión.....	31
4.5 Variables.....	32
4.6 Instrumento.....	32
4.7 Procedimiento.....	32
4.7.1 Prueba piloto.....	33
4.8 Plan de análisis estadístico	33
4.9 Consideraciones éticas	34
5. Resultados.....	34
5.1 Caracterización de la literatura.....	34
5.2 Aceites esenciales más usados	36
5.3 Microorganismos estudiados según aceite esencial	37
5.4 <i>E. faecalis</i>	38

5.5 <i>C. albicans</i>	40
5.6 <i>P. gingivalis</i>	42
5.7 <i>A. actynomicetecomitans</i>	44
5.8 <i>S. mutans</i>	46
5.9 <i>S. salivarius</i>	48
5.9 <i>L. acidophilus</i>	50
5.10 Evaluación de la calidad.....	51
6. Discusión.....	52
6.1 Conclusiones	55
6.2 Recomendaciones.....	56
Referencias.....	58

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Bases de datos y ecuaciones utilizadas para la búsqueda de información de 2014-2024 excluyendo revisiones y metaanálisis.</i>	30
Tabla 2. <i>Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre E. faecalis.</i>	38
Tabla 3. <i>Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre C. albicans.</i>	41
Tabla 4. <i>Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre P. gingivalis.</i>	43
Tabla 5. <i>Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre A. actynomicetecomitans.</i>	45
Tabla 6. <i>Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre S. mutans.</i>	47
Tabla 7. <i>Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre S. salivarius.</i>	49
Tabla 8. <i>Efecto de los aceites esenciales sobre L. acidophilus.</i>	50
Tabla 9. <i>Cumplimiento criterios de calidad del reporte CRIS.</i>	52

Lista de figuras

Figura 1. <i>Flujograma PRISMA</i>	35
Figura 2. <i>Países con mayor número de aceites esenciales investigados</i>	36
Figura 3. <i>Top 10 países con mayor número de aceites esenciales estudiados</i>	36
Figura 4. <i>Top 10 aceites esenciales más utilizados</i>	37
Figura 5. <i>Microorganismos estudiados según aceite esencial</i>	38
Figura 6. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre E. faecalis según MIC</i>	40
Figura 7. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre C. albicans según MIC</i>	42
Figura 8. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre P. gingivalis según MIC</i>	44
Figura 9. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre A. actinomycetemcomitans según MIC</i>	46
Figura 10. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre S. mutans según MIC</i>	48
Figura 11. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre S. salivarius según MIC</i>	49
Figura 12. <i>Aceites esenciales más efectivos sobre L. acidophilus según MIC</i>	51

Lista de apéndices

Apéndice A. *Cuadro de operacionalización de variables.* **¡Error! Marcador no definido.**

Apéndice B. *Libro en Excel el que se registrará la información.* **¡Error! Marcador no definido.**

Apéndice C. *Análisis estadístico.*..... **¡Error! Marcador no definido.**

Resumen

Introducción: Los aceites esenciales pueden modificar la microbiota oral y contribuir a la reducción o inhibición del biofilm dental, ofreciendo una alternativa en salud oral, especialmente cuando los tratamientos tradicionales no son viables. **Objetivo:** Determinar el efecto de los aceites esenciales sobre los microorganismos patógenos en la cavidad oral in vitro a partir de una revisión sistemática, recopilando trabajos previos de los últimos 10 años. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio documental de fuente secundaria tipo revisión sistemática, se aplicaron los criterios de inclusión, exclusión y una ecuación de búsqueda utilizada en las bases de datos seleccionadas (Pubmed, Google Scholar, Scopus, EBSCO, Science Direct), se encontraron 2727 artículos a los que como último filtro se les evaluó su calidad a través de la lista de chequeo CRIS para estudios in vitro, para finalmente contar con 144 artículos. Se analizaron las concentraciones mínimas inhibitorias (MIC) reportadas, lo que permitió identificar los aceites esenciales más efectivos. **Resultados:** Los aceites esenciales más efectivos fueron el Arrayán frente *E. faecalis*, Canela frente a *C. albicans*, Orégano frente *A. actynomicetecomitans*, Hipérico frente *P. gingivalis*, Canela frente *S. mutans*, Haritaki frente a *L. acidophilus* y el Eugenol frente a *S. salivarius*. India fue el país donde más se publicaron artículos con 89, seguido por Irán con 37 y Brasil con 29, de un total de 144 artículos recopilados. **Conclusiones:** Se encontró tras revisar la literatura de los últimos 10 años, que los aceites esenciales tienen una correlación positiva con la inhibición del crecimiento de los microorganismos estudiados. Según el microorganismo, los aceites esenciales lograron reducir el recuento bacteriano o fúngico de los microorganismos.

Palabras clave: Aceites esenciales, concentración inhibitoria mínima, revisión sistemática, Biofilm Dental, agentes antimicrobianos.

Abstract

Introduction: Essential oils can modify the oral microbiota and contribute to the reduction or inhibition of dental biofilm, offering an alternative in oral health, especially when traditional treatments are not viable. **Objective:** Determine the effect of essential oils on pathogenic microorganisms in the oral cavity in vitro through a systematic review, compiling previous works from the last 10 years. **Materials and methods:** A documentary study of secondary sources was carried out, a systematic review, using inclusion and exclusion criteria and using a search equation in the selected databases (Pubmed, Google Scholar, Scopus, EBSCO, Science Direct) where 2727 articles were found, which as a last filter, their quality was evaluated through the CRIS checklist for in vitro studies, finally presenting 144 articles. The reported minimum inhibitory concentrations (MIC) were analyzed, which allowed to identify the most effective essential oils. **Results:** The most effective essential oils were myrtle against *E. faecalis*, cinnamon against *C. albicans*, oregano against *A. actinomycetecomitans*, hypericum against *P. gingivalis*, cinnamon against *S. mutans*, haritaki against *L. acidophilus*, and eugenol against *S. salivarius*. India had the most published articles, with 89, followed by Iran with 37 and Brazil with 29, out of a total of 144 articles collected. **Conclusions:** A literature review from the last 10 years found that essential oils have a positive correlation with growth inhibition of the studied microorganisms. Depending on the microorganism, essential oils were able to reduce bacterial or fungal counts.

Keywords: Essential oils, minimum inhibitory concentration, systematic review, dental biofilm, antimicrobial agents.

1. Introducción

Los aceites esenciales son sustancias capaces de alterar el comportamiento de la microbiota oral. Esta capacidad propia de los aceites esenciales puede utilizarse dentro del campo de la salud oral, enfocada en la reducción o inhibición del biofilm dental; además, los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos volátiles que han demostrado actividad antiviral, antiparasitaria y antifúngica (Aires et al., 2020). Esto los hace útiles en situaciones como abordajes quirúrgicos o en caso de una proliferación anormal de hongos como lo puede ser la *C. albicans* que produce diversas complicaciones en la cavidad oral de los pacientes que la padecen. Es así como, estos aceites pueden usarse como tratamiento alternativo o complementario (Tampieri et al., 2005).

Por otro lado, frente a la consulta odontológica, los aceites esenciales son ahora un hecho y una manera alternativa e innovadora de abordar las necesidades de los pacientes, especialmente cuando los tratamientos tradicionales no están indicados o por complicaciones externas a la consulta no se pueden realizar (Thosar et al., 2013). Trabajos anteriores y revisiones sistemáticas previas a este trabajo han demostrado tanto su eficacia como sus contraindicaciones, dándonos un amplio espectro de información y perspectivas diferentes frente a los aceites esenciales y sus características (Dagli et al., 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo ofrecerá al odontólogo una revisión sistemática completa, haciendo énfasis y una síntesis de los efectos de estos ante los microorganismos orales más comunes, relacionados con las enfermedades bucales más frecuentes (enfermedad periodontal, caries y enfermedad pulpar).

1.1 Planteamiento del problema

La cavidad bucal es uno de los entornos del cuerpo humano que posee mayor diversidad microbiana. En boca hay condiciones específicas, como una temperatura entre 35-36°C y un flujo de saliva constante que permiten la interacción de estos microorganismos (Aires et al., 2020). Las variaciones en los niveles de oxígeno y pH conducen al establecimiento de microhábitats y cultivos de microorganismos. Las superficies mucosas y los dientes son ambientes muy diversos, que albergan más de 700 especies de bacterias, hongos, virus y arqueas (Aires et al., 2020).

Los microorganismos más comunes presentes en la cavidad oral son *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Candida albicans*. (Metwalli et al., 2013). El tratamiento de las enfermedades que derivan de estos microorganismos puede variar según el profesional, puesto que hay distintas intervenciones; hay maneras mecánicas de tratar la periodontitis como el detartraje supragingival o el curetaje a campo cerrado o abierto (Fischer et al., 2020), así como el tratamiento antibiótico y antifúngico para combatir la proliferación de patógenos como la *C. albicans*, y finalmente, el tratamiento no operatorio, operatorio, endodóntico o quirúrgico para tratar la caries dental que es resultado de la proliferación de *S. mutans* (MacHiulskiene et al., 2020).

El tratamiento terapéutico con compuestos que contienen aceites esenciales para la reducción y/o eliminación de la carga microbiana en la cavidad oral se ha reconocido que funciona como adyuvante. Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos volátiles que han demostrado actividad antimicrobiana, antiviral, antiparasitaria y antifúngica (Aires et al., 2020). El conocimiento sobre los mecanismos específicos por los que actúan estos compuestos complejos es aún limitado; hasta ahora, dichos mecanismos han descrito interferencia con la bicapa fosfolipídica, diferentes funciones enzimáticas y la inactivación/destrucción del material genético.

Más recientemente se ha observado otra propiedad, no relacionada con la actividad biocida de dichos compuestos (Freires et al., 2015).

Un estudio realizado por Azizan et al, probó la actividad antibacteriana de dos aceites y sus compuestos principales contra siete especies de bacterias orales patógenas, indicando que no hay diferencias en la actividad antibacteriana de ciertos aceites esenciales contra todas las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas y que además, la actividad antibacteriana de los aceites esenciales estándares como trans-cariofileno, α -humuleno, eugenol y germacreno D fue mayor contra las bacterias Gram-negativas en comparación con las bacterias Gram-positivas (Azizan et al., 2017).

Por otro lado, todas las biopelículas monoespecie de las bacterias orales probadas en el estudio fueron resistentes tanto a los aceites como a los tratamientos estándar. El estudio también mostró que las bacterias aerobias como *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *S. mitis* y *S. salivarius*, fueron moderadamente susceptibles a todos los aceites y los estándares. Sin embargo, las bacterias anaerobias Gram-negativas como *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Fusobacterium nucleatum*, fueron ligeramente susceptibles a los estándares de aceites esenciales (Azizan et al., 2017).

Además, la actividad antimicrobiana de aceites esenciales generalmente depende de su composición química y las cantidades de cada componente activo, una característica común a todos los extractos naturales de las plantas (Marchese et al., 2017). El control de la placa no mecánica o química está basado en las posibles deficiencias que ofrece la limpieza mecánica de la cavidad oral y puede ser beneficioso como complemento de una restricción o un no uso de fluoruro (Wikén Albertsson et al., 2013).

Por esto mismo, la necesidad mundial de opciones y productos alternativos de prevención y tratamiento para las enfermedades bucales que sean seguros, eficaces y económicos proviene del aumento de la incidencia de enfermedades, particularmente en los países en vía de desarrollo (Palombo, 2011). Por ejemplo, la experiencia de caries en Colombia en el grupo de adultos de entre 35 a 44 años es de un 96.75%, lo que evidencia que sigue siendo un problema de salud bucal relevante al que debemos seguir investigando con el propósito de identificar metodologías que permitan reducir las cifras de enfermedades bucales, sin afectar la salud general de los individuos (Gaviria Uribe et al., 2024)

Por lo tanto, esta investigación buscó analizar de manera objetiva y científica cómo los aceites esenciales son una opción efectiva para el control de microorganismos en la cavidad oral y así, poder determinar cuáles son los tipos de aceites esenciales más eficaces y las concentraciones óptimas para su uso, resaltando que la misma no es la primera revisión sobre el tema en los repositorios internacionales donde se evidencian múltiples revisiones narrativas y algunas sistemáticas generales para algunas condiciones bucales, pero sí la primera que incluya microorganismos específicos relacionados con condiciones bucales comunes. En este contexto, el planteamiento del problema se centró en responder la siguiente pregunta: A través de una revisión en la literatura en los últimos 10 años, ¿Cuál es el efecto de los aceites esenciales en la reducción de microorganismos patógenos en la cavidad oral?

1.2 Justificación

Se ha descubierto que los enjuagues con aceites esenciales son igualmente eficaces para inhibir la placa bacteriana (Singh et al., 2022). Esto siempre y cuando vayan preparados en

alcoholes y en presentaciones aplicables para el uso diario como en el Listerine que contiene eucaliptol y el mentol, que son aceites esenciales derivados de las plantas y muestran una eficacia ante una amplia variedad de microorganismos (Lynch et al., 2018).

Los aceites esenciales han demostrado una presencia importante en la consulta odontológica y en los distintos elementos que hacen parte de esta; a su vez tienen la capacidad de alterar la microbiota oral y combatir ciertos grupos de microorganismos, ayudando a reducir la carga bacteriana de los aerosoles en la consulta y a una mejor higiene oral en casa para los pacientes (Lee et al., 2009).

Es así como la información recopilada y su posterior síntesis sobre el tema cobra entonces importancia para el profesional clínico puesto que va a ofrecer un espectro de tratamientos alternativos para sus pacientes, partiendo de la estabilidad que ofrecen estos compuestos y los beneficios que se obtienen al reducir la carga microbiana que existe en la cavidad oral y la viabilidad de su uso y administración. Ofrece también una guía de los microorganismos más comunes que encontramos en el medio oral, que corresponden en este trabajo a *S. mutans*, *P. gingivalis* y *C. albicans*, *A. Actynomicetecomitans*, *S. salivarius*, *E. faecalis* y *L. acidophilus*, conocidas ya por el profesional tanto en su consulta particular como por el estudiante en su práctica clínica. Su conocimiento permitirá generar líneas de investigación que promuevan el desarrollo de formulaciones que reduzcan los patógenos sin afectar la viabilidad celular.

Además, teniendo en cuenta lo anterior, el mayor beneficiario de este tipo de tratamientos es el paciente que, dependiendo de múltiples factores como presupuesto, condición tanto oral como sistémica, lugar de la atención, entre otros, va a elegir el plan de tratamiento que más se acomode a su necesidad. Es entonces como el paciente, a través del profesional, puede recibir esta síntesis

sobre un tratamiento alternativo como lo son los aceites esenciales para combatir, mejorar y prevenir aspectos generales y específicos de su salud oral de una manera alternativa y poco invasiva.

Para la investigación, el conocimiento sobre los usos de los aceites esenciales como tratamiento antimicrobiano en odontología es importante puesto que apunta al futuro como materia de investigación, al tener estos compuestos un amplio espectro y distintos componentes y combinaciones químicas que aún no se han estudiado en su totalidad y todavía no se conocen sus usos y beneficios para la cavidad oral.

2. Marco teórico

2.1 Aceites esenciales

Las plantas producen una variedad de metabolitos secundarios que se han utilizado desde el comienzo de la historia humana para diferentes propósitos. Entre ellos están los aceites esenciales, metabolitos secundarios volátiles derivados de las plantas. Son responsables del olor y sabor distintivo de las mismas. Estos compuestos se pueden extraer de varias partes de la planta, como raíces, hojas o la planta entera (Aires et al., 2020).

Los aceites esenciales son una mezcla de diversas sustancias químicas que pertenecen a diferentes familias que incluyen: terpenos, aldehídos, alcoholes, ésteres, fenólicos, éteres y cetonas (Dobler et al., 2020). Varios profesionales han investigado el impacto antimicrobiano de los aceites esenciales y sus componentes químicos en el pasado. El más conocido es Listerine, que contiene como principios activos eucaliptol (0,092%), mentol (0,042%), salicilato de metilo (0,060%) y

timol (0,064%). El eucaliptol actúa como agente antibacteriano y antifúngico, el timol tiene propiedades antisépticas y el mentol es conocido por su actividad anestésica local y contrairritante (Dobler et al., 2020).

La reactividad de un aceite esencial depende de su naturaleza, composición y orientación de grupos funcionales. Su caracterización química revela dos o tres componentes principales en una alta concentración (20%-80%) comparada con otros componentes que también están presentes, pero en cantidades mínimas (Dobler et al., 2020). Es así como las propiedades biológicas de los aceites esenciales están determinadas por sus componentes principales. Los ingredientes inactivos de estos aceites esenciales incluyen agua, alcohol agentes aromatizantes y tensioactivos. En los enjuagues bucales con aceites esenciales, el alcohol sirve como conservante, pero también solubiliza los aceites esenciales, manteniendo así su biodisponibilidad (Lynch et al., 2018).

A través de los años estas sustancias han despertado la atención entre los agentes bioactivos naturales con actividad antimicrobiana prometedora. Los aceites esenciales son una mezcla de constituyentes volátiles producidos por plantas aromáticas como metabolitos secundarios, como mecanismo de protección contra depredadores, microorganismos o adversidades climáticas. Las diversas estructuras químicas de los mismos abarcan dos grupos con distintos orígenes biosintéticos: terpenos y terpenoides, y otro grupo de compuestos alifáticos y aromáticos. Los monoterpenos son los principales compuestos que se encuentran en los AE y se ha descubierto que muestran una potente actividad antibacteriana contra los microorganismos relacionados con la caries (Ardizzoni et al., 2018).

Los compuestos fenólicos, importantes en la composición de los aceites esenciales, poseen importantes actividades antimicrobianas. Su grupo hidroxilo del fenol interactúa con la membrana celular, provocando una fuga de componentes celulares, un cambio en los ácidos grasos y fosfolípidos y una influencia en la síntesis del material genético. Al igual que los compuestos fenólicos, el lugar de acción de los terpenos es la membrana celular, atravesándola y provocando turgencia, inhibición de las enzimas respiratorias (Dobler et al., 2020).

2.1.1 Usos generales de los aceites esenciales

Entre los usos más comunes está el tratamiento tópico, es decir, la aplicación de aceites esenciales en uñas, piel, dientes, boca, cabello y otras mucosas del cuerpo, refiriéndose a una aplicación directa sobre el cuerpo, ya sea por medio de masajes, compresas calientes y la incorporación de aceites al agua del baño. Otra técnica es el proceso perfumado, o lo que conocemos como aromaterapia con aceites como la lavanda que, cuando se utiliza en las salas de espera de los hospitales tiene eficacia como herramienta ansiolítica y también se demostró que puede utilizarse para tratamientos periodontales (Dobler et al., 2020). Los aceites esenciales no tienen efectos adversos significativos, en comparación con otros medicamentos y productos tradicionales, pero es prudente reconocer que, aunque son seguros cuando se usan adecuadamente, los aceites esenciales pueden causar reacciones adversas en ciertas circunstancias, especialmente si se aplican sin diluir o ingieren sin ningún tipo de preparación.

La eficacia de varios aceites esenciales se ha estudiado ampliamente para la higiene bucal. El aceite de menta verde es el aceite esencial más utilizado en tratamientos de cuidado bucal. El de lavanda también contribuye a las enfermedades bucales, seguido del aceite de canela. También

se utilizan para este fin el aceite de coco y el de eucalipto. Los aceites de limón, clavo y árbol de té se utilizan menos que otros (Singh et al., 2022).

2.1.2 Usos de los aceites esenciales en odontología.

Se ha descubierto que los enjuagues con aceites esenciales son igualmente eficaces para inhibir la placa bacteriana (Singh et al., 2022). Se ha reportado que los microorganismos y patógenos perisubgingivales exhiben actividad antimicrobiana contra los aceites esenciales. También, se ha observado que determinados aceites esenciales presentan cierta eficacia anti-biopelícula, ya que se ha encontrado que es posible utilizarlos en procedimientos de implantología dental, evitando complicaciones como la periimplantitis. Se ha encontrado que el uso de aceites esenciales en las superficies de los implantes dentales previene el desarrollo de biopelículas (Singh et al., 2022). Es posible obtener mejores resultados de curación con apósitos para heridas que contienen aceites esenciales, por lo tanto, durante los procedimientos de cirugía oral estos se pueden utilizar para lograr una recuperación más rápida, lo que mejora los efectos terapéuticos y el tiempo de curación (Singh et al., 2022).

2.1.2.1 Aceite de clavo. Dentro de los aceites esenciales más utilizados en la práctica odontológica están el Aceite de clavo, que al igual que el aceite de menta verde, se puede utilizar para mejorar el dolor de dientes y el mal aliento, ayudar a prevenir enfermedades de las encías. El aceite esencial de clavo comprende una mezcla de 23 componentes identificados, donde el eugenol tiene la proporción más alta (76,8%), seguido del β -cariofileno (17,4%), el α -humuleno (2,1%) y el acetato de eugenilo (1,2%). Se debe recordar que el eugenol tiene muchas aplicaciones

farmacológicas reportadas, como propiedades analgésicas, antibacterianas y antioxidantes. También pueden limitar el crecimiento de bacterias y puede ayudar a controlar enfermedades de la boca y la garganta (Li et al., 2021) .

Para el tratamiento de la odontalgia aguda, en el ámbito de los servicios de urgencias, el aceite esencial de clavo aplicado de manera tópica resulta tan eficiente como los medicamentos analgésicos y antiinflamatorios como el metamizol, los AINES, fármacos asociados o no a diazepam y los utilizados de manera intramuscular. Teniendo en cuenta las contraindicaciones y efectos secundarios atribuibles a estos fármacos, podemos considerar al aceite esencial de clavo como un tratamiento seguro y eficiente en estas situaciones (Marín et al., 2021)

2.1.2.2 Eugenol. El eugenol es un componente del aceite de clavo y otros aceites esenciales. Este componente juega un papel destacado en las preparaciones de higiene bucal y dental ya que el eugenol se usa como saborizante, irritante, sensibilizante y puede ser utilizado como anestesia local. Otras propiedades que posee son efectos antiinflamatorios y anestésicos locales en la pulpa dental cuando se habla de eugenol en propiedades más bajas (Pavithra, 2014).

El eugenol es un anfipático hidroxifenilpropeno que está presente en una variedad de plantas. Una fuente en particular de este propeno es *S. aromaticum*, también conocido como clavo, que es producido en distintos países del sur de Asia. Los clavos son una importante planta medicinal muy utilizada en la medicina tradicional en varios países debido a su amplia gama de efectos farmacológicos. También es utilizado como analgésico, antiespasmódico y antiséptico general en la práctica odontológica. (Marchese et al., 2017)

2.1.2.3 Aceite de canela. El aceite de canela tiene propiedades antibacterianas, antisépticas y antifúngicas, lo que la convierte en un limpiador importante para la necesidad de un tratamiento de salud bucal (Singh et al., 2022); además Wiwattanarattanabut y colaboradores informaron buenas propiedades antimicrobianas del aceite esencial de canela (*C. zeylanicum*) contra dos bacterias cariogénicas: *S. mutans* KPSK y *Lactobacillus casei*. El aceite de canela exhibió una concentración bactericida mínima contra *S. mutans* de 0,08% (v/v), y reportó efectos aún mayores contra *L. casei* (0,16 % (v/v), lo que indica que el aceite de canela tiene una de las mayores propiedades antimicrobianas contra las bacterias responsables de las caries dentales (Yanakiev, 2020a).

Para la preparación de este extracto se utilizan la destilación al vapor o disolventes orgánicos y alcoholes, por lo que la composición del aceite de canela depende del método de extracción y del protocolo utilizado. (Yanakiev, 2020)

2.1.2.4 Origanum syriacum. Origanum syriacum se extrae del orégano, una planta caracterizada por una amplia variedad morfológica y química. Comparando otros aceites como el de clavo, cilantro, canela, tomillo, menta, romero, mostaza o salvia, el orégano demuestra una mayor eficacia antibacteriana (Nieto, 2017), pues contiene dos tipos de monoterpenos principales: timol y carvacrol. Los altos contenidos de estos monoterpenos fenólicos oxigenados explican su potente capacidad antimicrobiana. El efecto antimicrobiano sinérgico contra *S. aureus* y *C. albicans* se ha demostrado mediante la acumulación de compuestos activos en mezclas de AE con diferentes proporciones que tienen componentes principales individuales (Shamseddine & Chidiac, 2021).

2.2 Microorganismos de la cavidad oral

Es bien sabido y documentado que la cavidad oral es un ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos, incluyendo bacterias y hongos, donde estas pueden causar distintas enfermedades bucales como caries dental, gingivitis, periodontitis, candidiasis u otras infecciones fúngicas. Aunque existen métodos de higiene oral convencionales, como el cepillado y el uso de enjuagues bucales, se ha demostrado que los aceites esenciales tienen propiedades antimicrobianas y son ahora una alternativa natural para el tratamiento y prevención de enfermedades como la caries, la periodontitis o la candidiasis, y pueden ser incluidos en productos como cremas, enjuagues y sedas dentales (Majumdar et al., 2014).

2.2.1 *Streptococcus mutans*

El *S. mutans* está presente de forma natural en la cavidad bucal. Para sobrevivir en el entorno de la boca humana hace parte de la comunidad microbiana altamente organizada denominada biopelícula. La biopelícula es una estructura compleja compuesta de células microbianas agregadas y sustancias poliméricas extracelulares (Lu et al., 2023). Las proteínas de superficie del *S. mutans*, está demostrado pueden unirse selectivamente al biofilm dental, y este proceso de unión permite que haya una colonización inicial. El *S. mutans* promueve la aparición de caries dental, incluida la caries de la infancia temprana, al generar ácidos orgánicos a través de la metabolización de carbohidratos (Lu et al., 2023).

2.2.2 *Candida spp*

La *Candida* es la especie de hongos superficiales más frecuente que crece en levaduras o filamentos de hongos o pseudohifas (Lu et al., 2023). La transformación de la levadura a su forma de hifa, esta influenciada por factores ambientales externos e internos. Los factores incluyen: temperatura, pH, concentración de CO₂, o estados inmunosuprimidos del huésped. *C. albicans* se adhiere al esmalte dental y la adhesión inicial se produce mediante una fuerte interacción entre la película salival y las adhesinas de la pared celular de la levadura (Lu et al., 2023).

C. albicans es afín al biofilm de la cavidad bucal, lo que se ha evidenciado a través del uso del microscopio electrónico. *C. albicans* se adhiere a la hidroxiapatita mediante interacción electrostática (Lu et al., 2023). La capacidad de adhesión de este microorganismo es uno de los mayores factores predisponentes a las infecciones bucales, debido a los diferentes materiales usados en las restauraciones dentales. Esto explica la alta prevalencia de estomatitis relacionada con *Candida* que llega a ser del 67% de los usuarios de prótesis totales (Ardizzoni et al., 2018).

2.2.3 *Porphyromonas gingivalis*

La *P. gingivalis* es una de las múltiples bacterias patógenas causantes de las periodontitis (Chow et al., 2022). Es una bacteria anaeróbica gram-negativa con una capacidad única para modular y alterar el sistema inmunológico. Es una especie Gram negativa, asacrolítica, que requiere condiciones específicas para su crecimiento, junto a la presencia de hemina y vitamina K en su medio nutritivo. Obtiene su energía metabólica mediante la fermentación de aminoácidos, propiedad que permite su supervivencia en las bolsas periodontales profundas, donde los azúcares son extremadamente escasos (Bostanci & Belibasakis, 2012). Se considera uno de los principales factores etiológicos en la progresión y propagación de la periodontitis, ya que secreta varios

factores de virulencia y proteasas extracelulares, que destruyen los tejidos blandos que rodean los dientes (Gasmi Benahmed et al., 2022).

Si bien la enfermedad periodontal (periodontitis) se ve exacerbada por una gran variedad de microorganismos patógenos que residen en las encías, estudios lo señalan como un patógeno muy importante en esta enfermedad bucal. Es un colonizador tardío y, por lo tanto, se encuentra muy cerca del tejido gingival yuxtapuesto e interactúa con él (Bostanci & Belibasakis, 2012). La producción de biofilm de *P. gingivalis* se ha relacionado con la formación de placas bacterianas en el tejido gingival, lo que promueve aún más la lesión de las encías por otras bacterias bucales. Estudios recientes también asocian a *P. gingivalis* con varias otras enfermedades sistémicas, como el Alzheimer, los cánceres orodigestivos y la artritis reumatoide (Chow et al., 2022).

2.2.4 *Streptococcus salivarius*

El *S. salivarius* es un microorganismo anaerobio facultativo de la familia de *S. viridans*, y está presente en la cavidad oral específicamente en el dorso de la lengua, en la mucosa de la faringe y el tracto respiratorio, esta bacteria pocas veces se tiene un comportamiento patógeno en el cuerpo y es una de las bacterias más presentes en la caries dental (Rozo-Ortiz et al., 2020). Dentro de las patologías que pueden provocar el microorganismo se pueden reportar caries, septicemia en pacientes neutropénicos y algunos casos aislados de meningitis, absceso cerebral, endoftalmitis, endocarditis, neumonía y osteomielitis, ya que se ha descubierto que afecta las respuestas inmunitarias al inhibir las vías inflamatorias (Knudtzen et al., 2015).

2.2.5 *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*

El organismo causal más importante en la periodontitis agresiva es *A. actinomycetemcomitans* (Wakabayashi et al., 2010). Hace parte de las bacterias del complejo rojo junto con *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* y *Treponema denticola*. Estos microorganismos, según Ardila et.al, se eliminan de manera más efectiva con agentes antimicrobianos sistémicos. Su virulencia se debe en gran parte a su habilidad para producir leucotoxinas, proteasas proteolíticas, enolasas y fibronectinas, lo que provoca inflamación e impide la respuesta inmune (Ardila & Bedoya-García, 2020). Estudios indican que los niveles de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* son significativamente más altos en el suero y la saliva de los pacientes con periodontitis (Martu et al., 2023). Además, el mismo estudio observó un aumento de la resistencia in vitro de *A. actinomycetemcomitans* a la amoxicilina, azitromicina y metronidazol, los antibióticos más frecuentemente prescritos en pacientes con periodontitis (Martu et al., 2023).

2.2.6 *Lactobacillus acidophilus*

Se trata de bacilos Gram positivos, con forma de bastón, anaeróbicos facultativos, no formadores de esporas. El *Lactobacillus* fue el primer microorganismo asociado con el desarrollo de la caries dental. Aparece durante los primeros años de vida y está presente en gran número en la saliva, en el dorso de la lengua, las mucosas, el paladar duro, en la placa dental y, en menor número, en las superficies de los dientes (Ahirwar et al., 2019).

2.2.7 *Enterococcus faecalis*

Las bacterias de género *Enterococcus* corresponden a bacterias cocáceas, Gram positivas y de tipo anaerobias facultativas; estas se encuentran como flora normal de la cavidad oral, del tracto gastrointestinal humano y del tracto genital femenino. Además, de encontrarse como causa reconocida de fracaso de tratamiento endodóntico y de algunas afecciones sistémicas, como infecciones del tracto urinario, infecciones de heridas quirúrgicas, bacteriemia y endocarditis bacteriana. (Rodríguez-Niklitschek & Oporto, 2015). Este microorganismo en particular también puede estar presente en cavidad oral en momentos de hospitalizaciones, siendo un importante patógeno nosocomial, generalmente resistente a beta-lactámicos, aminoglucósidos, glucopéptidos, fluoroquinolonas, oxazolidinonas y otras terapias antibióticas (Cercenado, 2011).

La presencia frecuente de *Enterococcus faecalis* en canales radiculares donde hay tratamientos de endodoncia fallidos apunta que es un microorganismo oportunista cuya persistencia en los canales representa un problema terapéutico significativo. Una vez instalado en los conductos, el *Enterococcus faecalis* se enfrenta a varios desafíos para asegurar su supervivencia, incluyendo la capacidad de soportar la acción de los agentes antimicrobianos utilizados durante el tratamiento endodóntico y resistir a la falta de nutrientes en canales limpios y obturados (Rodríguez-Niklitschek & Oporto, 2015).

2.3 Concentraciones inhibitorias del crecimiento de microorganismos

2.3.1 Concentración mínima inhibitoria

La CMI (o MIC por sus siglas en inglés) corresponde a la concentración mínima de un agente antibacteriano, expresada en mg/L (g/mL), que, en condiciones in vitro estrictamente controladas, impide completamente el crecimiento visible de la cepa de prueba de un organismo (Kowalska-Krochmal & Dudek-Wicher, 2021). Para determinar mediante laboratorio la CMI se utilizan diferentes métodos como el de dilución en agar en medio líquido, micrométodo/microdilución, macrométodo/macrodilución.

2.3.2 Concentración mínima bactericida

La concentración mínima bactericida (CMB o MBC) se define como la menor concentración de un agente antimicrobiano capaz de eliminar al menos el 99.9% de una población bacteriana en un periodo de tiempo determinado. Se obtiene a partir de pruebas de concentración inhibitoria mínima (CIM o MIC), realizando subcultivos en medios sin antibiótico para verificar la capacidad bactericida del compuesto evaluado (Rodríguez-Melcón et al., 2023). La CMB es un parámetro e indicador fundamental en la microbiología clínica, ya que permite diferenciar entre agentes bacteriostáticos y bactericidas, lo cual es esencial en el tratamiento de infecciones graves (Martínez-Martínez, 2008).

2.3.3 Concentración mínima fungicida

Por otro lado, la concentración mínima fungicida (CMF) corresponde a la menor concentración de un antifúngico que elimina completamente la viabilidad de un hongo específico. Se determina mediante la siembra de los hongos en medios de cultivo sin antifúngico después de

su exposición al tratamiento, donde se evalúa su crecimiento. Al igual que la CMB, la CMF es un parámetro crucial en la selección de tratamientos antimicóticos efectivos, pues permite establecer dosis necesarias para erradicar infecciones fúngicas previniendo resistencia en los microorganismos patógenos.

2.4 Revisión sistemática

La revisión sistemática es un método de investigación que consiste en elaborar un resumen claro y estructurado de la información disponible orientada a responder una pregunta clínica específica. Este tipo de resumen está constituido por la recopilación de múltiples artículos y fuentes de información, y representan el más alto nivel de evidencia dentro de la jerarquía de esta. Las revisiones sistemáticas pueden responder preguntas de tratamiento, diagnóstico o pronóstico, donde la diferencia radica en los estudios primarios que se incluirán y evaluarán (Moreno et al., 2018).

Las revisiones sistemáticas se caracterizan por un proceso de elaboración minucioso, que se presenta de manera transparente y comprensible para poder recolectar, seleccionar, evaluar críticamente y así poder resumir la evidencia disponible sobre la efectividad de un tratamiento, diagnóstico, pronóstico; pueden responder preguntas al respecto. Además, existen revisiones de tipo cualitativas, que corresponden a cuando se presenta la evidencia sin un análisis estadístico, y por otro lado las cuantitativas o Metaanálisis: cuando mediante el uso de técnicas estadísticas, se combinan cuantitativamente los resultados en un sólo estimador puntual (Letelier et al., 2005).

2.4.1 El paso a paso de una revisión sistemática

Una revisión sistemática inicia con el planteamiento de una pregunta problema clínica específica y bien estructurada, la cual determina los términos que serán utilizados en la ecuación de búsqueda y el tipo de artículos útiles para responder la misma. Los autores del trabajo deben realizar a su vez una búsqueda en las distintas bases de datos disponibles. Una vez recopilada la información se realiza un análisis crítico de esta exponiendo los resultados del trabajo (Moreno et al., 2018).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de los aceites esenciales sobre los microorganismos patógenos en la cavidad oral *in vitro* a partir de una revisión sistemática, recopilando trabajos previos de los últimos 10 años (2014-2024).

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la literatura encontrada en la revisión sistemática.
- Reconocer cuáles son los aceites esenciales más usados como tratamiento terapéutico en la consulta odontológica.

- Documentar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales mencionados sobre los microorganismos a estudiar.
- Evaluar la calidad de los artículos de la revisión sistemática según la lista de chequeo Checklist for Reporting In-vitro Studies, CRIS.

4. Métodos

4.1 Tipo de estudio

Estudio documental de fuente secundaria tipo revisión sistemática debido a que la mecánica de trabajo fue la revisión de artículos previos y su posterior síntesis (Letelier et al., 2005.) y de esta manera resumir el efecto de los aceites esenciales en la reducción de microorganismos patógenos en la cavidad oral. Se tomaron artículos científicos de los últimos 10 años de publicación de las diferentes bases de datos.

4.2 Protocolo de estudio

4.2.1 Fuentes de información

La búsqueda se realizó en las bases de datos disponibles en la web y en Centro de referenciación e información CRAI –USTA, como Pubmed, Google Scholar, Scopus, EBSCO, Science Direct teniendo en cuenta artículos publicados entre los años 2014 a 2024.

La pregunta PICOS que se planteó para determinar los artículos es la siguiente:

P: Modelos *in vitro* reportados en las bases de datos publicados hasta agosto de 2024 en los últimos 10 años a cerca de los efectos de los aceites esenciales y su acción sobre los microorganismos orales más comunes.

I: Uso de aceites esenciales y su efecto sobre los microorganismos orales *in vitro*.

C: Resultados obtenidos con sustancias antimicrobianas convencionales.

O: Recuento unidades formadoras de colonia de *S. mutans*, *P. gingivalis*, *C. albicans*, *E. faecalis*, *A. actynomicetecomitans*, *S. salivarius*, *L. acidophilus in vitro*

S: Estudios experimentales *in vitro*.

4.2.2 Ecuación de búsqueda

A continuación, se describen las ecuaciones y las diferentes bases de datos utilizadas para la búsqueda (Tabla 1).

Tabla 1. Bases de datos y ecuaciones utilizadas para la búsqueda de información de 2014-2024 excluyendo revisiones y metaanálisis.

Ecuación	Pubmed	Scopus	Ebsco	Google Scholar	Science Direct
(Essential oils OR extracts oil) AND (candida albicans OR enterococcus faecalis) AND “root canal” AND effectiveness	22	42	2	1000	47
(Essential oils OR extracts oil) AND (porphyromonas gingivalis OR aggregatibacter) AND effectiveness	39	6	1	883	39
(Essential oils OR extracts oil) AND (streptococcus mutans OR streptococcus salivarius OR lactobacillus acidophilus) AND caries AND effectiveness	41	102	3	1000	110

4.3 Palabras clave

Aceites esenciales, *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Candida albicans*, *Lactobacillus acidophilus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus salivarius*, microbiota oral, Essential oils, oral microbiome, Concentración Mínima Inhibitoria (MIC).

4.4 Criterios de selección

4.4.1 Criterios de inclusión

- Artículos en inglés, portugués y español.
- Artículos publicados hasta agosto de (2024) en los últimos 10 años
- Artículos que reporten estudios experimentales *in vitro*.

4.4.2 Criterios de exclusión

- Artículos encontrados que no respondan a la pregunta formulada, después de leer título y resumen.
- Documentos identificados en la búsqueda que no hagan referencia a la efectividad y acción de los aceites esenciales en los microorganismos orales.
- Artículos de revisión de tema, reportes de caso, revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- Artículos que no den como resultado la mínima concentración inhibitoria (MIC) del aceite esencial sobre el microorganismo.

4.5 Variables

Se tendrán en cuenta las variables año de publicación, tipo de estudio, base de datos, aceite esencial, idioma, microorganismo, concentración, primer autor, afiliación institucional del primer autor, resultados y concentración mínima inhibitoria. (Apéndice A).

4.6 Instrumento

Se creó un instrumento de recolección un libro en Excel para registrar las variables y los resultados encontrados en el estudio (Apéndice B).

4.7 Procedimiento

La búsqueda se realizó en las bases de datos Pubmed, Google Scholar, EBSCO, Science Direct y Scopus durante el mes de agosto del año 2024. La estrategia de búsqueda fue utilizar las palabras clave dentro de las ecuaciones de búsqueda anteriormente propuestas, teniendo en cuenta también los criterios de inclusión y exclusión.

Para la recolección de los datos, las ecuaciones de búsqueda se distribuyeron entre los tres investigadores, quienes tuvieron una hoja en Excel individual para realizar la recolección; de tal manera que todos los investigadores utilizaron todas las bases de datos. Luego de escoger los artículos se listaron en una base de datos para eliminar repeticiones, revisar títulos para garantizar cumplimiento de los criterios, y se leyó el resumen; los documentos que cumplieron los criterios se listaron en la base de datos de Excel y a partir de allí se inició el proceso de lectura del documento completo, el cual se recuperó utilizando las bases de datos pagas registradas en el CRAI de la Universidad Santo Tomás, y de ser necesario, se pagó la descarga del artículo.

4.7.1 Prueba piloto

Luego de que los 3 investigadores organizaron su hoja de Excel correspondiente, se eliminaron repeticiones, artículos de revisión, libros y capítulos de libros, y se juntó en una sola hoja de Excel filtrada por orden alfabético, donde se incluyeron las bases de datos. Se encuentran 358 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. Un investigador experto, revisó todos los títulos y resúmenes para verificar cumplimiento de criterios de inclusión. Para la prueba piloto se calculó el 10% (36 artículos) que fueron revisados por los investigadores y el experto, para garantizar la extracción adecuada de los datos en archivo Excel.

Como resultado de la prueba piloto, se determinó que se debía añadir en el instrumento el tamaño de la muestra, utilizar columnas diferentes para cada microorganismo debido a que hay artículos que incluyen varios de los microorganismos y añadir la concentración en la que fue efectivo el aceite esencial para cada microorganismo. Así mismo, se definió la lista CRIS como instrumento de evaluación de calidad de reporte para los estudios.

Una vez realizados los ajustes se inició la recuperación de los documentos completos para iniciar la lectura o eliminación según el cumplimiento de los criterios de inclusión.

Los datos fueron recolectados y analizados a través de gráficos de Excel.

4.8 Plan de análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo y se realizaron gráficos de Excel para identificar los aceites más nombrados en la literatura junto a los países donde se publicaron los mismos. Se hizo

un análisis cualitativo de la información reportada según las variables establecidas. Finalmente se evaluó la calidad del reporte con la lista de chequeo para estudios in vitro CRIS.

4.9 Consideraciones éticas

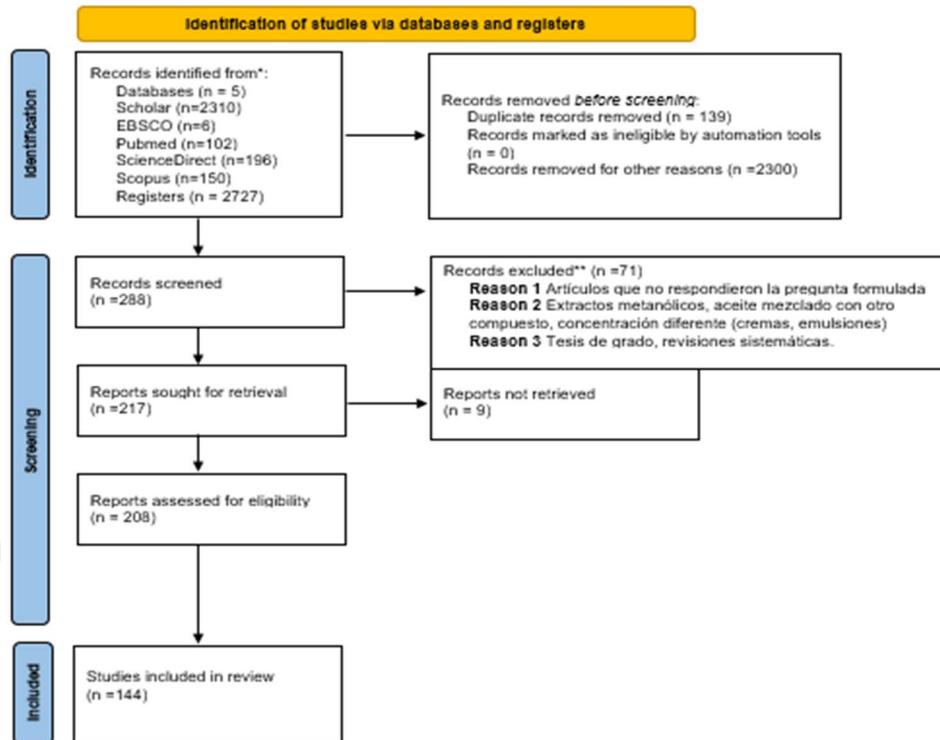
Según la Resolución 008430 de 1993, este estudio se clasifica como una “*investigación sin riesgo*” debido a que en el estudio se emplean métodos y técnicas de investigación documental que no requieren intervención biológica, fisiológica o social. Así mismo, se respetará la autoría y se extraerá la información de forma fiable.

5. Resultados

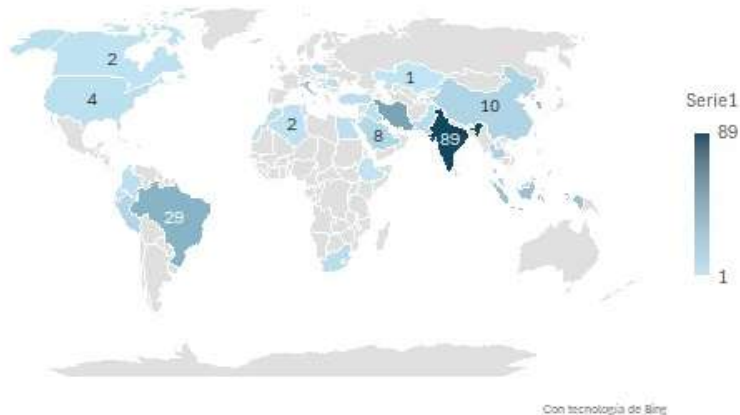
5.1 Caracterización de la literatura.

Al iniciar la investigación se recopilaron 2.727 artículos de todas las bases de datos elegidas, luego de revisar a fondo se eliminaron 2.439 entre duplicados y artículos diferentes a la temática de investigación, por lo que se inició la lectura con 288 artículos restantes y en este proceso se eliminaron otros 80 artículos que no cumplían con los criterios de inclusión; finalmente se aplicó un último filtro que fue la evaluación de la calidad por lo que fueron 144 artículos los incluidos en la revisión sistemática (Figura 1).

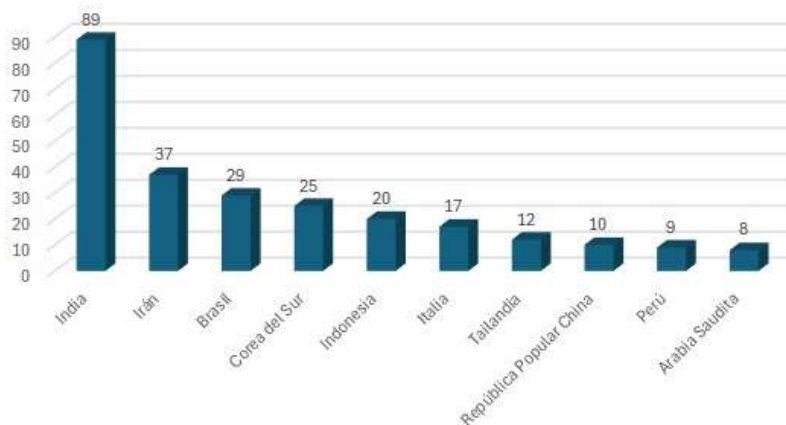
Figura 1. Flujograma PRISMA.



Según el país de publicación de cada artículo se determinaron los países con el mayor número de investigaciones en aceites esenciales, siendo India el país que lidera la lista con 89 publicaciones, seguido de Irán con 37 y Brasil con 29 (Figura 2 y 3).

Figura 2. Países con mayor número de aceites esenciales investigados.

De la literatura revisada en países de América del Sur, excluyendo Brasil, se identificaron un total de 14 artículos relevantes. La distribución de estos hallazgos varió entre las distintas naciones, con Colombia registrando un total de 3 artículos, Ecuador con 2 artículos y Perú con la mayor cantidad, alcanzando un total de 9 artículos.

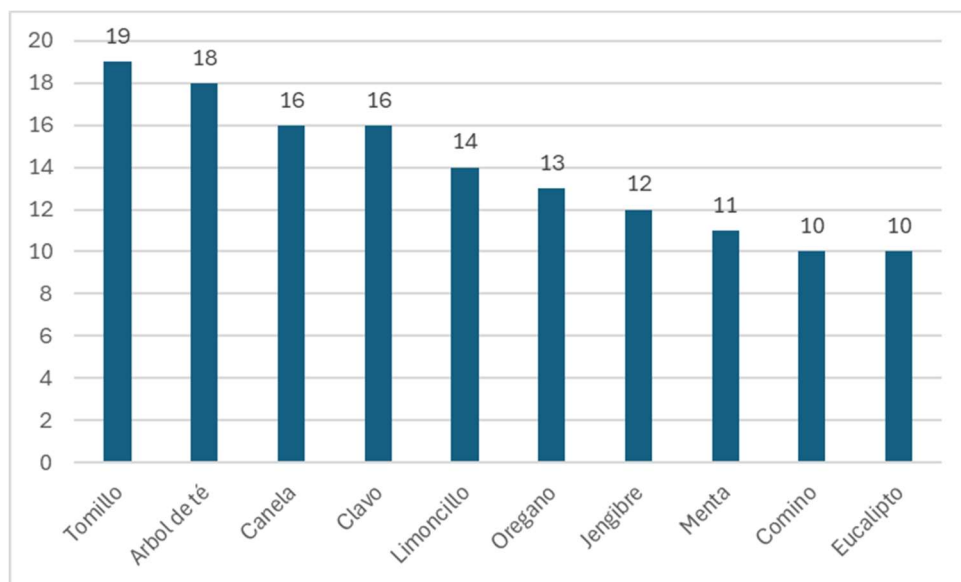
Figura 3. Top 10 países con mayor número de aceites esenciales estudiados.

5.2 Aceites esenciales más usados

El estudio identificó los aceites esenciales más observados y con más frecuencia se estudiaron frente a los microorganismos orales seleccionados. Entre ellos, el tomillo fue trabajado en la mayor cantidad de artículos con 19, seguido por el árbol de té con 18 (figura 4). También,

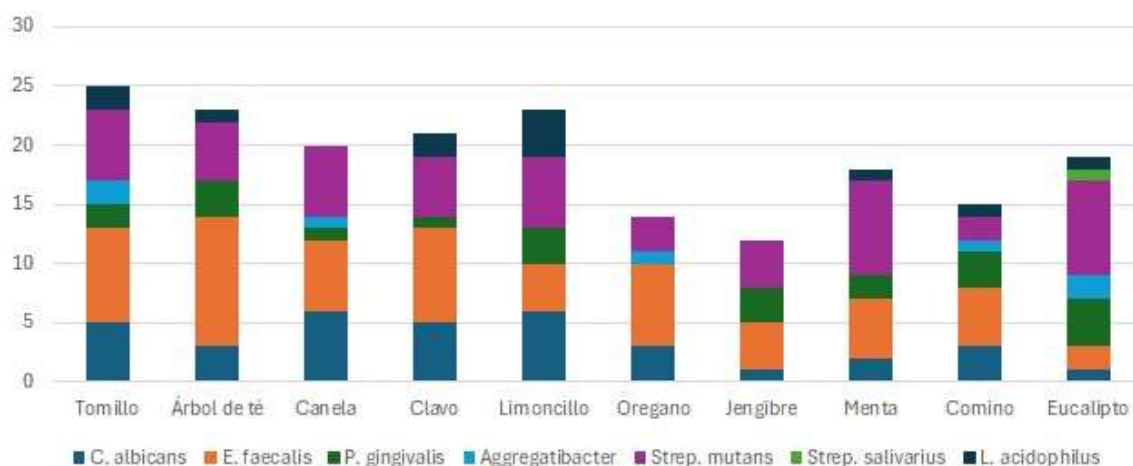
ambos aceites fueron probados como efectivos contra los microorganismos estudiados. El aceite esencial de canela y clavo le siguen con 16 artículos, por encima de los demás que corresponden a Limoncillo (14), Orégano (13), Jengibre (12), Menta (11), Comino y Eucalipto (10). Ver figura 4.

Figura 4. Top 10 aceites esenciales más utilizados.



5.3 Microorganismos estudiados según aceite esencial

El microorganismo más estudiado para fue *E. faecalis* y el aceite más estudiado con este microorganismo fue el árbol de té. El eucalipto fue el aceite más usado para *S. mutans* al igual que la menta. La canela y el limoncillo fueron los más utilizados para estudiar *C. albicans*. Ver figura 5.

Figura 5. *Microorganismos estudiados según aceite esencial*

5.4 E. faecalis

Se encontraron 54 estudios siendo el microorganismo bucal más estudiado, estos estudios evaluaron el efecto de 49 aceites esenciales sobre *E. faecalis*. El aceite esencial de Árbol de té fue el más investigado al ser mencionado por 9 autores como (Borges, 2022) y (Al-Badr, 2017) seguido del aceite esencial de Clavo, Orégano y Tomillo que fueron mencionados por 6 autores cada uno.

La concentración mínima inhibitoria más baja se encontró en el aceite esencial de Arrayán siendo 0,00032 mg/mL reportado por (Nabavizadeh, 2014), así mismo, el aceite menos efectivo parece ser el aceite esencial de Copaiba. Ver tabla 2.

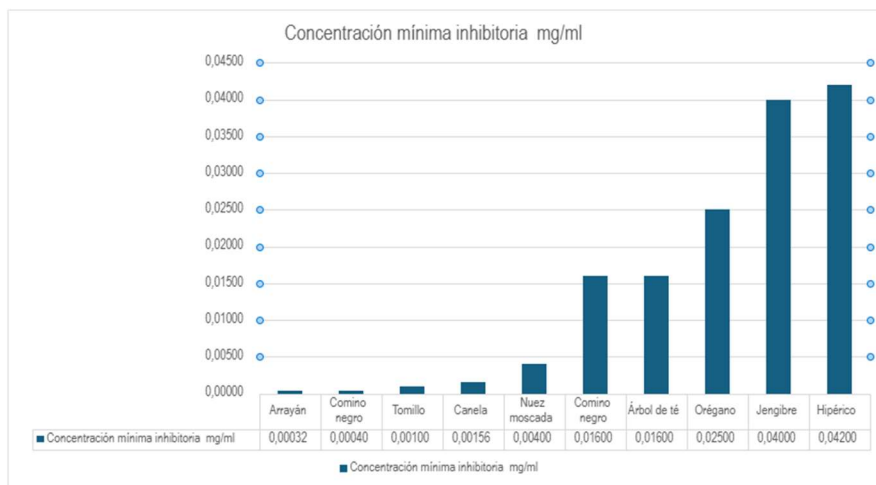
Tabla 2. *Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre E. faecalis.*

Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Nabavizadeh, 2014)	Arrayán	0,32µg/mL	0,00032

(Neha Jain, 2019)	Comino negro	0,4 µl/ml.	0,00040
(Al-Badr, 2017)	Tomillo	1µl/mL.	0,00100
(Marcoux, 2020)	Canela	1,56 µg/mL.	0,00156
(Satty, 2020)	Nuez moscada	4 µg/ml	0,00400
(Al-Badr, 2017)	Comino negro	16 µl/mL.	0,01600
(Al-Badr, 2017)	Árbol de té	16 µl/mL	0,01600
(Janani, 2020)	Orégano	25 µg/ml.	0,02500
(Mohd-Said, 2018)	Jengibre	0,04mg/mL.	0,04000
(Bagheri, 2022)	Hipérico	42,67 ± 18,48 µg/mL.	0,04200
(Abbaszadegan, 2015)	Galbanum	50 µg/mL.	0,05000
(Benjemaa, 2022)	Sabina negral	0,09±0,01 mg/mL.	0,09000
(Marinković, 2020)	Palmarosa	0,25 mg/mL ⁻¹	0,09100
(Benjemaa, 2022)	Tetracclinis	0,10±0,00 mg/mL.	0,10000
(Benjemaa, 2022)	Pino	0,10±0,01 mg/mL.	0,10000
(Abbaszadegan, 2016)	Comino	185,91 µg/mL.	0,18500
(Gonçalves, 2017)	Sauzgatillo	200 µg/mL	0,20000
(Zainal-Abidin, 2017)	Jengibre	0,31mg/ml.	0,31000
(Marinković, 2020)	Tomillo	1 mg/mL ⁻¹	0,36700
(Benjemaa, 2022)	Enebro	0,39±0,00 mg/mL.	0,39000
(Azizan, 2017)	Té de java	1,25 mg/mL.	1,25000
(Azizan, 2017)	Higo malayo	1,25 mg/mL	1,25000
(Łysakowska, 2015)	Geranio	1,8 /mg/mL	1,80000
(Qadi, 2024)	Guayaba	3,125 mg/ml	3,12500
(Silva, 2023)	Capirona	6,25 mg/mL	6,25000
(Mohammed, 2024)	Árbol de té	12,5 mg/mL.	12,5000
(Sánchez, 2022)	Orégano	13,566 mg/µl.	13,5660
(Piasecki, 2023)	Lúpulo	16 mg/mL	16,0000
(Zainal-Abidin, 2017)	Té de java	25mg/ml	25,0000
(Silva, 2019)	Romero	114.87 mg/ml	114,8700
(Silva, 2019)	Bergamota	219,25 mg/ml	219,2500
(Silva, 2019)	Jengibre	219,5 mg/ml.	219,5000
(Silva, 2019)	Copaiba	223,75 mg/mL.	223,7500

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Arrayan, seguido del comino negro y el tomillo tienen la mayor efectividad. Así mismo los 10 primeros incluyen también AE de Canela, Nuez moscada, Árbol de té, Orégano, Jengibre e Hipérico. Ver figura 6.

Figura 6. Aceites esenciales más efectivos sobre *E. faecalis* según MIC.

5.5 *C. albicans*

Se encontraron 35 artículos donde se evaluó el efecto de 39 aceites esenciales sobre *C. albicans*. El aceite esencial de Limoncillo fue el más investigado al ser mencionado por 7 diferentes autores, seguido del aceite esencial de Canela y el de Tomillo evaluados por 4 autores cada uno.

Los artículos más recientes tienden a evaluar aceites esenciales no tan comunes como la Palmarosa, evaluada por (Khaliq, 2024) o Geranio evaluado por (Yapar, 2024), mientras los aceites esenciales de plantas más comunes si mantienen rangos de año desde 2014 hasta la fecha. La concentración mínima inhibitoria más baja se encontró en el aceite esencial de Canela con una concentración de 0,00039 mg/ml reportado por (Marcoux, 2020), seguida por el aceite esencial de Cilantro 0,007 mg/ml reportado por (Bersan, 2014).

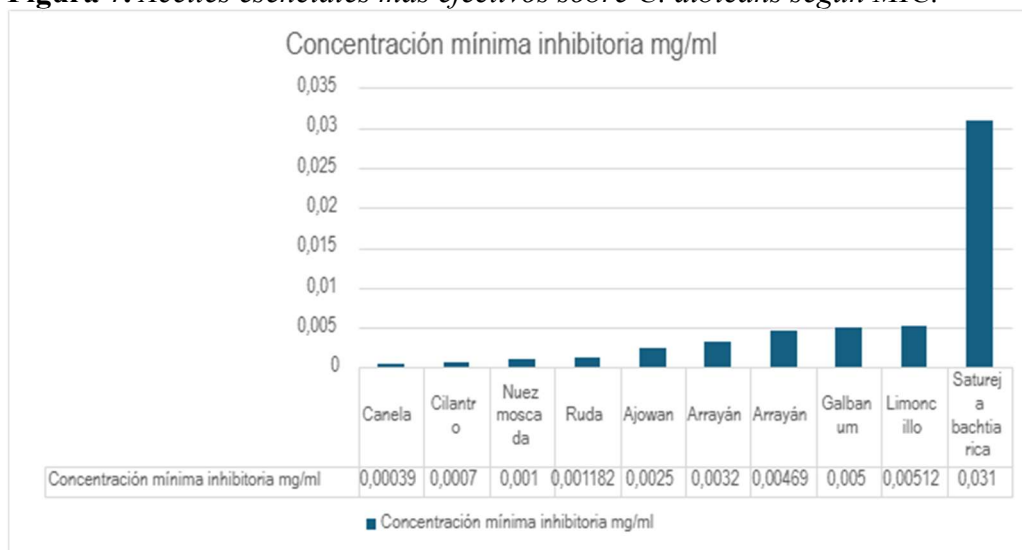
Tabla 3. Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre *C. albicans*.

Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Marcoux, 2020)	Canela	0,39 µg/mL	0,00039
(Bersan, 2014)	Cilantro	0,007 mg/mL.	0,0007
(Satty, 2020)	Nuez moscada	1 µg/ml.	0,001
(Agour, 2020)	Ruda	11,82 µg/ml.	0,001182
(Dadpe, 2018)	Ajowan	250 µg/ml.	0,0025
(Nabavizadeh, 2014)	Arrayán	de 3,2µg/mL	0,0032
(Fani, 2014)	Arrayán	46,9±16 µg/ml	0,00469
(Abbaszadegan, 2015)	Galbanum	50 µg/mL	0,005
(Garcia, 2023)	Limoncillo	512->2,048 µg/mL	0,00512
(Zomorodian, 2015)	Satureja bachtiarica	0,031 µL/mL	0,031
(Zomorodian, 2015)	Satureja khuzestanica	0,031 µL/mL	0,031
(Benjemaa, 2022)	Enebro	0,05±0,00 mg/mL.	0,05
(Benjemaa, 2022)	Sabina negral	0,05±0,00 mg/mL.	0,05
(Benjemaa, 2022)	Tetraciclina Articulata	0,05±0,00 mg/mL.	0,05
(Zomorodian, 2015)	Zataria multiflora	0,062 µL/mL.	0,062
(Benjemaa, 2022)	Pino	0,10±0,00 mg/mL.	0,1
(Bersan, 2014)	Canutillo	0,125 mg/ml	0,125
(Zomorodian, 2015)	Carum copticum	0,125 µL/mL	0,125
(Zomorodian, 2015)	Ocimum sanctum (Tulsí)	0,125 µL/mL	0,125
(Baj, 2020)	Tomillo	125 – 500 mg/L.	0,125
(Baj, 2020)	Orégano	250 – 500 mg/L	0,25
(Yapar, 2024)	Salvia officinalis	0,3 mg/ml.	0,3
(Shah, 2023)	Canela	0,625 mg/ml	0,625
(Yapar, 2024)	Lentisco	0,63 mg/ml.	0,63
(Zomorodian, 2015)	Artemisia sieberi	1 µL/mL	1
(Zomorodian, 2015)	Salvia mirzayanii	1 µL/mL	1
(Shah, 2023)	Ajowan	1,25 mg/ml.	1,25
(Yapar, 2024)	Geranio	2,50 mg/ml.	2,5
(Shah, 2023)	Orégano	2,5 mg/ml MFC 4,17 mg/ml.	2,5
(Shah, 2023)	Limoncillo	5 mg/ml	5
(Qadi, 2024)	Guayaba	12,5 mg/ml	12,5
(Fani, 2017)	Tomillo	16 mg/mL	16
(Kiari, 2018)	Comino	16,500 µL/mL	16,5

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Canela, seguido del Cilantro y la Nuez moscada tienen la mayor efectividad. Así mismo, los 10 primeros incluyen también AE de Ruda, Ajowan, Arrayán, Galbanum, Limoncillo y Satureja bachtiarica.

Figura 7. Aceites esenciales más efectivos sobre *C. albicans* según MIC.



5.6 *P. gingivalis*

Contra el microorganismo *P. gingivalis* se estudiaron 24 aceites esenciales diferentes, y se obtuvo que el aceite esencial con la menor Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) es el de Hipérico (Bagheri, 2022) con 0,00533 mg/mL, el Clavo (Zhang, 2017) con 0,00625 mg/mL, seguido por la Hierba cidrón (Juiz, 2015) con 0,0125 mg/mL. En especial, se destaca el Hipérico como el más efectivo, seguido muy de cerca por el Clavo, ambos con amplias propiedades antimicrobianas a una concentración muy baja.

Los estudios sobre los aceites esenciales que más fueron reportados fueron sobre árbol de té con 3 autores: Jasmine 2021, Hans 2017, Afrah 2017, Comino, Eucalipto y Tomillo con 2

autores: Hussein (2023) y Warris (2017), (Hans 2017) y (Madouri 2021), y (Fani 2017) y (Rasheed 2022) respectivamente. El Árbol de té es el más investigado con tres estudios distintos, reflejando su amplio interés en la investigación contra *P. gingivalis*. Los demás aceites esenciales solo reportaron un solo estudio.

Los aceites esenciales con estudios más recientes fueron el de Geranio (Yapar 2024), que no tuvo efecto antimicrobiano, Gentisco (Yapar 2024), kaempferol (Rajeswari 2024) y Pirul (Cadena-Viteri 2024). Estos estudios, al ser los más recientes, pueden indicar una tendencia actual en la investigación sobre aceites esenciales y su potencial aplicación. Sin embargo, el aceite esencial de Geranio destaca negativamente, ya que no presentó inhibición del crecimiento bacteriano.

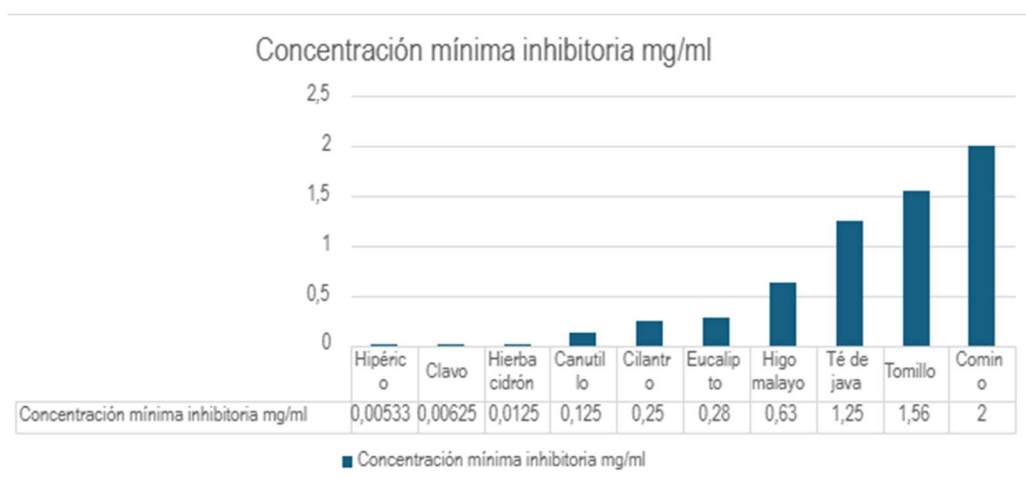
Tabla 4. Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre *P. gingivalis*.

Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Bagheri, 2022)	Hipérico	MIC 53,33 ± 18,48 µg/mL.	0,00533
(Zhang, 2017)	Clavo	MIC: 6,25 µg/mL	0,00625
(Juiz, 2015)	Hierba cidrón	MIC 0,0125 mg/ml	0,0125
(Bersan, 2014)	Canutillo	MIC 0,125mg/ml	0,125
(Bersan, 2014)	Cilantro	MIC 0,250mg/ml	0,25
(Madouri, 2021)	Eucalipto	MIC 0,28mg/ml	0,28
(Azizan, 2017)	Higo malayo	MIC 0,63mg/ml	0,63
(Azizan, 2017)	Té de java	MIC 1,25mg/ml	1,25
(Rasheed, 2022)	Tomillo	MIC de 1,56 µL/mL.	1,56
(Warris, 2017)	Comino	MIC de 2-4 mg/ml.	2
(Hussein, 2023)	Comino	MIC 3,125µL/mL.	3,125
(Yapar, 2024)	Salvia	MIC de 5mg/ml.	5
(Rajeswari, 2024)	Kaempferol	MIC 6,25 µL/mL	6,25
(Afrah, 2017)	Árbol de té	MIC 12,5mg/ml	12,5
(Ghareeb, 2022)	Lavanda	MIC 30µl/ML.	30
(Wongsariya, 2018)	Limón	MIC 44,62 (mg/ml)	44,62

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Hipérico, seguido del Clavo y Hierba Cidrón tienen la mayor efectividad. Así mismo, los 10 primeros incluyen también AE de Canutillo, Cilantro, Eucalipto, Higo, Té de java, Tomillo y Comino.

Figura 8. Aceites esenciales más efectivos sobre *P. gingivalis* según MIC.



5.7 A. actynomicetecomitans

De los 11 aceites usados contra el microorganismo, el aceite esencial de orégano (Akkaoui 2020) presentó el MIC más bajo, con $0,09 \pm 0,00 \mu\text{g/mL}$, lo que indica una alta efectividad antimicrobiana con una mínima concentración sobre los demás aceites; le siguen el vetiver (Oliveira 2022) con $22,0 \pm 6,25 \mu\text{g/mL}$, y la hierba cidrón (Juiz 2015) con $250 \mu\text{g/mL}$. Estos resultados sugieren que el orégano destaca como una de las opciones más potentes en

términos de inhibición microbiana con menor concentración requerida para inhibir el crecimiento de *A. actynomicetecomitans*.

En cuanto a los aceites con más de un autor, solo el tomillo cuenta con dos estudios (Fani 2017 y Ridwan 2021). Fani reporta una MIC de $32,7 \pm 0,7$ mg/mL, mientras que Ridwan registra el halo de inhibición de $13,83 \pm 0,54$ mm, lo que sugiere que su eficacia depende de la concentración y del método empleado en los estudios. Los demás aceites solo fueron reportados en un solo artículo.

El aceite esencial que más recientemente fue estudiado en la tabla es el kaempferol por Rajeswari en 2024, que al igual demostró capacidades antimicrobianas, complementando los estudios sobre *P. gingivalis*, que son los dos microorganismos más comunes encontrados en el ámbito de la periodoncia junto a *A. actynomicetecomitans*.

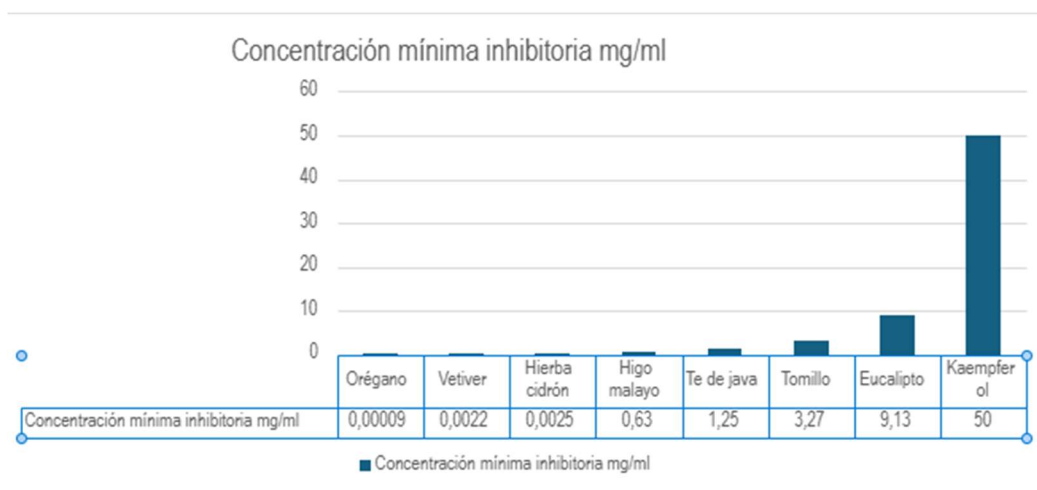
Tabla 5. Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre *A. actynomicetecomitans*.

Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Akkaoui, 2020)	Orégano	MIC $0,09 \pm 0,00$	0,00009
(Oliveira, 2022)	Vetiver	MIC de $22,0 \pm 6,25$ µg/mL	0,0022
(Juiz, 2015)	Hierba cidrón	MIC 250 µg/mL	0,0025
(Azizan, 2017)	Higo malayo	MIC 0,63mg/ml	0,63
(Azizan, 2017)	Te de java	MIC 1,25mg/ml	1,25
(Fani, 2017)	Tomillo	MIC $32,7 \pm 0,7$ mg/mL.	3,27
(Madouri, 2015)	Eucalipto	MIC 9,13mg/ml	9,13
(Rajeswari, 2024)	Kaempferol	MIC 50µL/mL	50
(Lotfy, 2023)	Canela	MIC 421,5mg/ml	421,5

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Orégano, seguido de Vetiver y Hierba Cidrón tienen la mayor efectividad. Así mismo, los más efectivos incluyen también AE de Higo malayo, Té de java, Tomillo, Eucalipto, Kaempferol.

Figura 9. Aceites esenciales más efectivos sobre *A. actynomicetecomitans* según MIC.



5.8 *S. mutans*

Los valores de MIC (Concentración Mínima Inhibitoria) analizados en la tabla muestran que algunas sustancias presentan una alta efectividad contra *S. mutans* en bajas concentraciones. Entre las más potentes se encuentran la Canela, Menta y el Orégano, lo que indica que pueden inhibir el crecimiento bacteriano con pequeñas cantidades. Otras sustancias como el eucalipto y el limoncillo también presentan actividad antimicrobiana destacada. En contraste, compuestos como la nuez moscada (31,25 µg/mL) requieren concentraciones más altas para lograr el mismo efecto,

lo que sugiere una menor eficacia relativa. En general, los resultados resaltan que ciertos aceites esenciales y extractos naturales pueden ser alternativas prometedoras para el control de *S. mutans*, especialmente aquellos con MIC más bajas.

Tabla 6. Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre *S. mutans*.

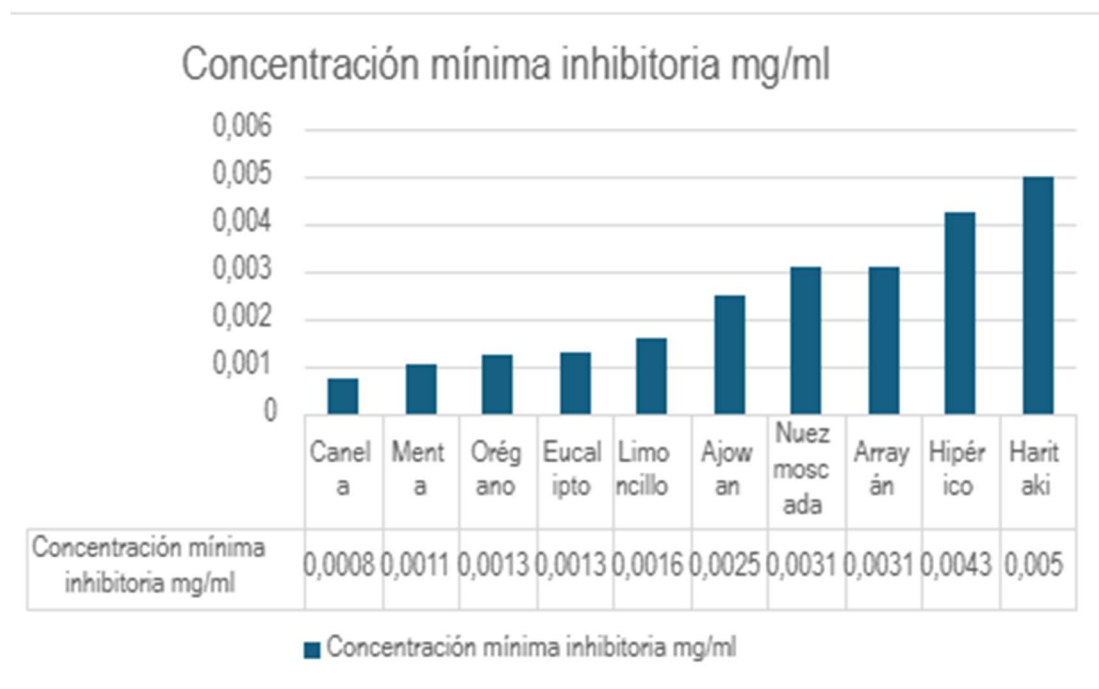
Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Marcoux, 2020)	Canela	MIC 0,78 µg/mL	0,00078
(Navid Mojtahed, 2016)	Menta	MIC 10,5 µg/ml	0,00105
(Santos, 2016)	Orégano	MIC 128 µg/mL -	0,00128
(Zahra, 2015)	Eucalipto	MIC 13,2 µg/ml	0,00132
(Garcia, 2023)	Limoncillo	MIC: 16 µg/mL	0,0016
(Dadpe, 2018)	Ajowan	MIC 250 µg/ml.	0,0025
(Satty, 2020)	Nuez moscada	MIC 31,25 µg/ml	0,00312
(Fani, 2014)	Arrayán	MIC 31,25±0 µg/ml	0,003125
(Bagheri, 2022)	Hipérico	MIC 42,67 ± 18,48 µg/mL.	0,004267
(Rekha, Vidhya, 2014)	Haritaki	MIC 50 µg/ml	0,005
(Gonçalves R, 2017)	Sauzgatillo	MIC 5,6 µg/mL	0,0056
(Pereira, 2022)	Arrayán	MIC 62,5 µg/mL	0,00625
(Navid Mojtahedi, 2016)	Hinojo	MIC 8,4 µg/ml.	0,0084
(Yuan, 2023)	Orégano	MIC 0,625 µL/mL	0,625
(Fani, 2022)	Tomillo	MIC 4 mg/MI	4
(Shuwei, 2023)	Nuez areca	MIC 8,0 µL/mL	8
(Baradaji, 2016)	Canela	MIC 200 mg/mL	200

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Canela, seguido de Menta y Orégano tienen la mayor efectividad. Así mismo, los más

efectivos incluyen también AE de Eucalipto, Limoncillo, Ajowan, Nuez moscada, Arrayán, Hipérico, Haritaki.

Figura 10. Aceites esenciales más efectivos sobre *S. mutans* según MIC.



5.9 *S. salivarius*

La tabla muestra datos de la concentración mínima inhibitoria (MIC) de varios aceites esenciales según el estudio de Zomorodian (2015). Se presentan seis aceites esenciales: eugenol, zataria, satureja, cariofileno, awjain y tulsí, con valores de MIC que van desde 0,062 hasta 0,5 $\mu\text{L}/\text{mL}$. El eugenol tiene la concentración mínima más baja (0,062 $\mu\text{L}/\text{mL}$), lo que sugiere una mayor eficacia antimicrobiana en comparación con los demás aceites. En contraste, el aceite de tulsí presenta el valor más alto (0,5 $\mu\text{L}/\text{mL}$), lo que indica una menor potencia en términos de

inhibición. Estos datos resaltan la variabilidad en la efectividad de los aceites esenciales como agentes antimicrobianos y su posible aplicación en el control de microorganismos.

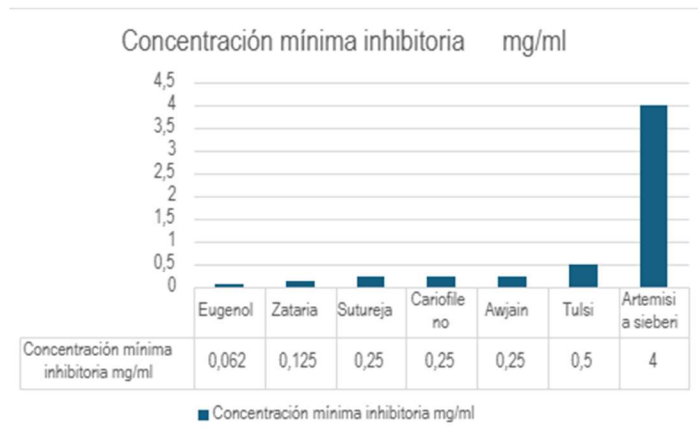
Tabla 7. *Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre S. salivarius.*

Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Zomorodian, 2015)	Eugenol	MIC 0,062-4 µL/mL	0,062
(Zomorodian, 2015)	Zataria	MIC 0,125 µL/MI	0,125
(Zomorodian, 2015)	Satureja	MIC 0,25 µL/MI	0,25
(Zomorodian, 2015)	Cariofileno	MIC 0,25 µL/mL	0,25
(Zomorodian, 2015)	Awjain	MIC 0,25 µL/MI	0,25
(Zomorodian, 2015)	Tulsi	MIC 0,5 µL/mL	0,5
(Zomorodian, 2015)	Artemisia sieberi	MIC 4 µL/MI	4

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Eugenol, seguido de Zataria y Satureja tienen la mayor efectividad. Así mismo, los más efectivos incluyen también AE de Cariofileno, Awjain, Tulsi, Artemisia sieberi.

Figura 11. *Aceites esenciales más efectivos sobre S. salivarius según MIC.*



5.9 L. acidophilus

La tabla presenta datos sobre el efecto de diversos aceites esenciales en la concentración mínima inhibitoria (MIC) contra E. coli. Se incluyen estudios de diferentes autores y años, indicando el MIC reportado en µg/ml o mg/ml y su conversión en mg/ml. Los aceites evaluados incluyen Haritaki, Hierba doncella, Sello de oro, Peyote y Guayaba. Se observa que el aceite de Guayaba tiene la MIC más alta (3,125 mg/ml), mientras que Haritaki presenta la más baja (0,001 mg/ml), sugiriendo una mayor eficacia antimicrobiana en concentraciones menores. El aceite esencial que tuvo el estudio más reciente fue el de guayaba realizado por Qadi en 2024

Tabla 8. Efecto de los aceites esenciales sobre L. acidophilus.

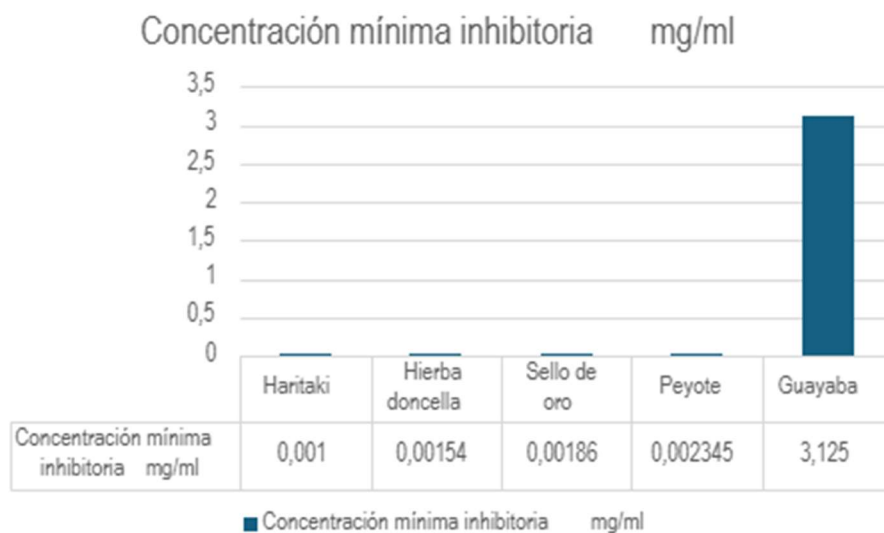
Autor y año	Aceite esencial	CMI reportada	CMI mg/ml
(Rekha, 2014)	Haritaki	MIC 100 µg/ml	0,001
(Ahmad, 2022)	Hierba doncella	MIC 15,4 µg/ml.	0,00154

(Ahmad, 2022)	Sello de oro	MIC 18,6 µg/ml.	0,00186
(Ahmad, 2022)	Peyote	MIC 23,45 µg/ml.	0,002345
(Qadi, 2024)	Guayaba	MIC 3,125 mg/ml	3,125

Nota. CMI concentración mínima inhibitoria

Al considerar la concentración mínima inhibitoria más baja, se evidencia que el aceite esencial de Haritaki, seguido de Hierba doncella y Sello de oro tienen la mayor efectividad. Así mismo, los más efectivos incluyen también AE de Peyote, guayaba.

Figura 12. Aceites esenciales más efectivos sobre *L. acidophilus* según MIC.



5.10 Evaluación de la calidad

Para evaluar la calidad de los artículos revisados, se aplicó la lista de chequeo para estudios in vitro CRIS, la cual consiste en 12 criterios diferentes sobre la estructura y construcción del documento a evaluar, como filtro se estableció que se tendrían en cuenta los estudios que

cumplieran con 8 de 12 criterios de la lista. Se encontró que los criterios que menos cumplieron fueron que el título especificara que es un estudio *in vitro* y que el estudio evidenciara fuentes de financiación de los productos utilizados; por el contrario, los criterios que más se cumplieron fueron que el estudio indique los métodos estadísticos y que estos fueran adecuados, criterio que se cumplió en su totalidad, y que el estudio reportara el tamaño del efecto o los intervalos de confianza.

Tabla 9. *Cumplimiento criterios de calidad del reporte CRIS.*

Criterio	Cumplimiento
Estudios que cumplieron con la totalidad de los aspectos evaluados	14
Estudios que cumplieron con el corte establecido	144
Estudios que no cumplieron con el corte establecido	34

6. Discusión

El propósito del trabajo fue determinar el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre los microorganismos orales más comunes. Dentro de los trabajos revisados se tuvieron en cuenta únicamente estudios *in vitro*, descartando revisiones de tema, reportes de caso, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Se encontraron 144 trabajos que evaluaron 113 aceites esenciales diferentes. Por esto mismo, se encontró que los protocolos de terapia basados en el uso de aceites esenciales generan la inhibición del crecimiento de los microorganismos.

Independientemente del microorganismo, la mayoría de los aceites lograron reducir el recuento bacteriano total de los microorganismos adherentes. Entre los aceites probados con

propiedades confirmadas de eliminación de biopelículas, consistente con los resultados obtenidos por (Karygianni, 2016) donde obtuvo resultados similares con granos de café, Manuka, árbol de té y algunas especies brasileñas que también se incluyeron en el presente estudio.

Así mismo, el aceite árbol de té fue el segundo aceite más estudiado y efectivo en este estudio, y también está reportado en otros estudios como (Mahant & Thakur, 2020) donde lista y reconoce sus propiedades antimicrobianas junto con otros aceites esenciales de uso común, como el ajo, clavo, cúrcuma y albahaca, que son consistentes con esta revisión. Sin embargo, en contraste con este estudio, también se revisó el efecto antimicrobiano de otros compuestos de uso común como lo son el vinagre de cidra de manzana, cebolla, agua con sal o inclusive el hielo, que, si bien probaron tener cierto efecto antimicrobiano, no eran aceites esenciales.

También, (Mahant & Thakur, 2020) estudiaron aceites esenciales de hierbas primitivas, donde destacaron el Ajowan y el Neem, que en el presente estudio fueron referenciados como eficaces en la inhibición de *S. mutans* y *C. albicans*, respectivamente. El Ajowan fue también reportado como inhibidor de *S. mutans*, incluso inhibiendo el crecimiento de biopelícula de este. Mientras que el Neem no fue efectivo contra *S. mutans*, (Mahant & Thakur, 2020) reporta su eficacia contra este e incluso otro microorganismo, *L. acidophilus*, sin embargo, no se reportó actividad contra *C. albicans*.

Según (Askari et al., 2023) el *Cinnamomum zeylanicum* ha sido ampliamente estudiado por sus efectos terapéuticos. Los mismos autores encontraron numerosos estudios que han confirmado los efectos antibacterianos y antifúngicos de la canela en enfermedades bucales predominantes, como la caries dental y la enfermedad periodontal.

Los aceites esenciales se presentan como alternativas seguras y efectivas para el desarrollo de nuevos agentes antibiofilm, los cuales podrían desempeñar un papel importante en las industrias médica y alimentaria en el control de infecciones. La revisión de (Nuță et al., 2021) revela que al igual que en esta revisión, la mayoría de los estudios se llevaron a cabo in vitro, lo que indica la necesidad de realizar más investigaciones in vivo. Estos autores también encontraron fundamental aclarar diversos aspectos terapéuticos adicionales, tales como la formulación de los aceites esenciales, la frecuencia y duración del tratamiento, así como las consideraciones de seguridad.

Microorganismos como *L. acidophilus*. reportaron resultados como en estudios como el de (Ahmad, 2022) donde estudio el comportamiento de *L. acidophilus* bajo el efecto de tres aceites distintos, peyote, sello de oro además de la hierba doncella en los tres casos se reporta la medida de concentración mínima inhibitoria, los resultados en comparación con otro estudio como el de (Qadi, 2024) donde estudia el aceite de guayaba donde los resultados fueron mejores dado que el MIC es más bajo.

Respecto a las concentraciones de los aceites esenciales, se conoce que las altas concentraciones suelen ser tóxicas a nivel celular, en este sentido se han identificado estudios como el de (Abbaszadegan A, 2016) quienes determinaron que las concentraciones superiores a 0.1% del árbol de té tuvieron efectos tóxicos sobre los queratinocitos, que mueren por apoptosis celular.

Se han realizado estudios de biocompatibilidad (Paduch et al., 2024) del aceite de canela, donde se identificó efectividad antibiótica mayor que la pasta triantibiótica de uso común en endodoncia y mayor biocompatibilidad para el mismo aceite. En conclusión, los aceites esenciales con un menor valor MIC pueden ser considerados más efectivos y biocompatibles.

Una de las principales fortalezas de este estudio radica en la solidez de su fundamentación teórica, respaldada por una revisión sistemática de la literatura que abarcó un amplio conjunto de artículos científicos. Este enfoque permitió analizar de manera rigurosa y objetiva la evidencia disponible, garantizando un marco de referencia sólido y actualizado para la discusión de los hallazgos. Además, la diversidad de fuentes consultadas contribuyó a una comprensión integral del tema, lo que fortalece la validez y fiabilidad de las conclusiones obtenidas.

Una de las principales limitaciones de este estudio fue la heterogeneidad en las metodologías empleadas para el análisis en los estudios revisados, lo que dificultó la estandarización de los datos recopilados. Esta variabilidad metodológica pudo haber influido en la comparabilidad de los resultados, representando un desafío para la síntesis de la información y la extracción de conclusiones generalizables.

6.1 Conclusiones

- Se encontró tras revisar la literatura de los últimos 10 años, que los aceites esenciales tienen una correlación positiva entre el uso de aceites esenciales y la inhibición del crecimiento de los microorganismos estudiados. Según el microorganismo, los aceites esenciales lograron reducir el recuento bacteriano o fúngico de los microorganismos.
- India fue el país donde más se publicaron artículos con 89, seguido por Irán con 37 y Brasil con 29, de un total de 144 artículos recopilados tras filtrar mediante los criterios de inclusión y exclusión y la implementación de la lista de chequeo CRIS.

- El Tomillo fue el aceite esencial más estudiado, por encima del Árbol de té, la Canela y el Clavo, que fueron mencionados en al menos 16 artículos cada uno, lo que los posiciona como los aceites esenciales de mayor interés en investigación.
- El aceite esencial de Arrayán fue el más efectivo sobre *E. faecalis* presentando la MIC más baja entre todos los aceites utilizados, bajo el mismo criterio, el aceite esencial más efectivo sobre *C. albicans* fue el aceite esencial de Canela. El aceite esencial de Orégano fue el más efectivo contra *A. actynomicetecomitans* con la MIC más baja; así mismo, el aceite esencial de Hipérico fue el más efectivo contra *P. gingivalis*. El aceite de Canela tuvo el MIC más bajo para *S. mutans* con; para *L. acidophilus* se encontró que el aceite esencial de Haritaki tuvo el MIC más bajo, y por último, el Eugenol reportó el MIC más bajo para *S. salivarius*.
- La lista de chequeo CRIS para estudios in vitro funciona como una herramienta eficaz al momento de evaluar la calidad de los artículos recopilados, puesto que y gracias a la misma, se redujo el número de artículos usados para el presente trabajo de 2727 a 144, primando la calidad de estos.

6.2 Recomendaciones

- Enfocar la investigación en un solo microorganismo en específico, al igual que en un mismo aceite esencial para estudiar su efecto antimicrobiano sobre el mismo.
- Revisar otras propiedades de los aceites esenciales, como su composición química, su mínima concentración bactericida (MBC), o su uso como terapias antibióticas y/o osteoregenerativas.

- Realizar estudios de biocompatibilidad, donde se determinaría a qué concentración llegan a ser tóxicos los aceites esenciales frente a las células humanas.
- Realizar estudios ex vivo donde se evalúe la eficacia de los aceites esenciales en cultivos celulares de células de la cavidad oral.

Referencias

- Ahirwar, S. S., Kumar Gupta, M., Kumar Snehi, S., Singh Ahirwar, S., Gupta, M. K., Snehi, S. K., & Dadasaheb Kalmegh, S. (2019). DENTAL CARIES AND LACTOBACILLUS: ROLE AND ECOLOGY IN THE ORAL CAVITY. *Article in International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(11), 4818. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(11\).4818-29](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(11).4818-29)
- Aires, A., Barreto, A. S., & Semedo-Lemsaddek, T. (2020). *Antimicrobial Effects of Essential Oils on Oral Microbiota Biofilms: The Toothbrush In Vitro Model*. <https://doi.org/10.3390/antibiotics>
- Ardila, C. M., & Bedoya-García, J. A. (2020). Antimicrobial resistance of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* and *Tannerella forsythia* in periodontitis patients. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 22, 215–218. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2020.02.024>
- Ardizzoni, A., Pericolini, E., Paulone, S., Orsi, C. F., Castagnoli, A., Oliva, I., Strozzi, E., & Blasi, E. (2018). In vitro effects of commercial mouthwashes on several virulence traits of *Candida albicans*, viridans streptococci and *Enterococcus faecalis* colonizing the oral cavity. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207262>
- Askari, V. R., Najafi, Z., & Rahimi, V. B. (2023). *Cinnamomum zeylanicum* - A Review for Its Role in Oral Health and Dental Care. In *Pharmacological Studies in Natural Oral Care* (pp. 577–595). Wiley. <https://doi.org/10.1002/97811394167197.ch30>
- Azizan, N., Mohd Said, S., Abidin, Z. Z., & Jantan, I. (2017). Composition and antibacterial activity of the essential oils of *Orthosiphon stamineus* Benth and *Ficus deltoidea* Jack

- against pathogenic oral bacteria. *Molecules*, 22(12).
<https://doi.org/10.3390/molecules22122135>
- Bostanci, N., & Belibasakis, G. N. (2012). Porphyromonas gingivalis: An invasive and evasive opportunistic oral pathogen. In *FEMS Microbiology Letters* (Vol. 333, Issue 1, pp. 1–9). <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2012.02579.x>
- Cercenado, E. (2011). Enterococcus: resistencias fenotípicas y genotípicas y epidemiología en España. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29(SUPPL. 5), 59–65.
[https://doi.org/10.1016/S0213-005X\(11\)70045-3](https://doi.org/10.1016/S0213-005X(11)70045-3)
- Chow, Y. C., Yam, H. C., Gunasekaran, B., Lai, W. Y., Wo, W. Y., Agarwal, T., Ong, Y. Y., Cheong, S. L., & Tan, S. A. (2022). Implications of Porphyromonas gingivalis peptidyl arginine deiminase and gingipain R in human health and diseases. In *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* (Vol. 12). Frontiers Media S.A.
<https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.987683>
- Dagli, N., Dagli, R., Mahmoud, R., & Baroudi, K. (2015). Essential oils, their therapeutic properties, and implication in dentistry: A review. In *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* (Vol. 5, Issue 5, pp. 335–340). Wolters Kluwer (UK) Ltd. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.165933>
- Dobler, D., Runkel, F., & Schmidts, T. (2020). Effect of essential oils on oral halitosis treatment: a review. In *European Journal of Oral Sciences* (Vol. 128, Issue 6, pp. 476–486). Blackwell Munksgaard. <https://doi.org/10.1111/eos.12745>
- Fischer, R. G., Lira Junior, R., Retamal-Valdes, B., de Figueiredo, L. C., Malheiros, Z., Stewart, B., & Feres, M. (2020). Periodontal disease and its impact on general health in

- Latin America. Section V: Treatment of periodontitis. *Brazilian Oral Research*, 34.
<https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2020.VOL34.0026>
- Freires, I. A., Denny, C., Benso, B., De Alencar, S. M., & Rosalen, P. L. (2015). Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: A systematic review. In *Molecules* (Vol. 20, Issue 4, pp. 7329–7358). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/molecules20047329>
- Gasmi Benahmed, A., Kumar Mujawdiya, P., Noor, S., & Gasmi, A. (2022). Porphyromonas Gingivalis in the Development of Periodontitis: Impact on Dysbiosis and Inflammation. *Archives of Razi Institute*, 77(5), 1533–1545.
<https://doi.org/10.22092/ARI.2021.356596.1875>
- Gaviria Uribe, A., Muñoz Muñoz, N., Ruiz Gomez, F., Burgos, B. G., Ospina Martinez, M., Osorio Saldarriaga, E., Arias Duarte, J., Ortiz Monsalve, L. C., Huertas Vega, N., Ortiz Hoyos, J., Nates Solano, F., Dávila Guerrero, C., & Bonilla Rincón, J. (2024). *IV ESTUDIO NACIONAL DE SALUD BUCAL, ENSAB IV*.
- Knudtzen, F. C., Lynge, M., & Gaini, S. (2015). *Pontine abscess with initial treatment failure following infectious endocarditis with Streptococcus salivarius*.
<https://doi.org/10.1136/bcr-2014>
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The minimum inhibitory concentration of antibiotics: Methods, interpretation, clinical relevance. In *Pathogens* (Vol. 10, Issue 2, pp. 1–21). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>
- Lee, S. Y., Kim, J. G., Baik, B. J., Yang, Y. M., Lee, K. Y., Lee, Y. H., & Kim, M. A. (n.d).
 구강 내 세균에 대한 Essential oil의 항균효과에 관한 연구

이선영·김재곤·백병주·양연미·이경열·이용훈·김미아 전북대학교 치과대학
 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소.

Letelier, L. M., Manríquez, J. J., & Rada, G. (n.d.). *MEDICINA BASADA EN EVIDENCIA*
Revisiones sistemáticas y metaanálisis: ¿son la mejor evidencia?

Li, A., Khan, I. N., Khan, I. U., Yousaf, A. M., & Shahzad, Y. (2021). Gellan gum-based
 bilayer mucoadhesive films loaded with moxifloxacin hydrochloride and clove oil for
 possible treatment of periodontitis. *Drug Design, Development and Therapy*, 15, 3937–
 3952. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S328722>

Lu, Y., Lin, Y., Li, M., & He, J. (2023). Roles of Streptococcus mutans-Candida albicans
 interaction in early childhood caries: a literature review. In *Frontiers in Cellular and*
Infection Microbiology (Vol. 13). Frontiers Media S.A.
<https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1151532>

Lynch, M. C., Cortelli, S. C., McGuire, J. A., Zhang, J., Ricci-Nittel, D., Mordas, C. J.,
 Aquino, D. R., & Cortelli, J. R. (2018). The effects of essential oil mouthrinses with or
 without alcohol on plaque and gingivitis: A randomized controlled clinical study. *BMC*
Oral Health, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0454-6>

MacHiulskiene, V., Campus, G., Carvalho, J. C., Dige, I., Ekstrand, K. R., Jablonski-
 Momeni, A., Maltz, M., Manton, D. J., Martignon, S., Martinez-Mier, E. A., Pitts, N. B.,
 Schulte, A. G., Splieth, C. H., Tenuta, L. M. A., Ferreira Zandona, A., & Nyvad, B.
 (2020). Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus
 Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. In

- Caries Research* (Vol. 54, Issue 1, pp. 7–14). S. Karger AG.
<https://doi.org/10.1159/000503309>
- Mahant, S., & Thakur, S. K. (2020). Home remedies for dental diseases in the Pandemic of COVID-19-A Systematic Review. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research |Vol. 8|Issue, 6.* <https://doi.org/10.21276/jamdsr>
- Majumdar, S., Bhagat Singh, A., & Author, C. (2014). 10. Normal Microbial Flora of Oral Cavity. In *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research |Vol* (Vol. 2, Issue 4).
- Marchese, A., Barbieri, R., Coppo, E., Orhan, I. E., Daglia, M., Nabavi, S. F., Izadi, M., Abdollahi, M., Nabavi, S. M., & Ajami, M. (2017). Antimicrobial activity of eugenol and essential oils containing eugenol: A mechanistic viewpoint. In *Critical Reviews in Microbiology* (Vol. 43, Issue 6, pp. 668–689). Taylor and Francis Ltd.
<https://doi.org/10.1080/1040841X.2017.1295225>
- Marín, F., Sotres, S., Uрпиñas, R., Ramon, A., Gutiérrez, A., Lorenzo, P., Poch, M., Domínguez, S., & Ruiz, E. (2021). *Aceite esencial de clavo en las consultas de urgencias por odontalgia aguda.* www.fitoterapia.net
- Martínez-Martínez, L. (2008). Muerte bacteriana y heterorresistencia a los antimicrobianos. In *Enferm Infecc Microbiol Clin* (Vol. 26, Issue 8).
- Martu, M. A., Luchian, I., Mares, M., Solomon, S., Ciurcanu, O., Danila, V., Rezus, E., & Foia, L. (2023). The Effectiveness of Laser Applications and Photodynamic Therapy on Relevant Periodontal Pathogens (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*) Associated

- with Immunomodulating Anti-rheumatic Drugs. *Bioengineering*, 10(1).
<https://doi.org/10.3390/bioengineering10010061>
- Metwalli, K. H., Khan, S. A., Krom, B. P., & Jabra-Rizk, M. A. (2013). Streptococcus mutans, Candida albicans, and the Human Mouth: A Sticky Situation. *PLoS Pathogens*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003616>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisión Sistemática: definición y nociones básicas. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 11(3), 184–186. <https://doi.org/10.4067/s0719-01072018000300184>
- Nieto, G. (2017). Biological Activities of Three Essential Oils of the Lamiaceae Family. *Medicines*, 4(3), 63. <https://doi.org/10.3390/medicines4030063>
- Nuță, D. C., Limban, C., Chiriță, C., Chifiriuc, M. C., Costea, T., Ioniță, P., Nicolau, I., & Zarafu, I. (2021). Contribution of essential oils to the fight against microbial biofilms—a review. In *Processes* (Vol. 9, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/pr9030537>
- Paduch, R., Matysik-Woźniak, A., Jünemann, A. G., & Rejdak, R. (2024). Tea tree oil influence on human keratocytes growth and viability. *Experimental Eye Research*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2024.110013>
- Palombo, E. A. (2011). Traditional medicinal plant extracts and natural products with activity against oral bacteria: Potential application in the prevention and treatment of oral diseases. In *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* (Vol. 2011). <https://doi.org/10.1093/ecam/nep067>
- Pavithra, B. (2014). *Eugenol-A Review*.

- Rodríguez-Niklitschek, C., & Oporto, G. (2015). Implicancias clínicas de la contaminación microbiana por *Enterococcus faecalis* en canales radiculares de dientes desvitalizados: Revisión de la literatura. *Revista Odontológica Mexicana*, *19*(3), 181–186.
- Rozo-Ortiz, E. J., Vargas-Rodríguez, L. J., Martínez-Bautista, S. M., & Bolívar-Córdoba, P. A. (2020). Endocarditis por *Streptococcus salivarius*: caso clínico. *Archivos de Cardiología de Mexico*, *91*(3), 383–384. <https://doi.org/10.24875/ACM.20000121>
- Shamseddine, L., & Chidiac, J. J. (2021). Composition's effect of *Origanum Syriacum* essential oils in the antimicrobial activities for the treatment of denture stomatitis. *Odontology*, *109*(2), 327–335. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00547-3>
- Singh, I., Kaur, P., Kaushal, U., Kaur, V., & Shekhar, N. (2022). Essential oils in treatment and management of dental diseases. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, *12*(6), 7267–7286. <https://doi.org/10.33263/BRIAC126.72677286>
- Tampieri, M. P., Galuppi, R., Macchioni, F., Carelle, M. S., Falcioni, L., Cioni, P. L., & Morelli, I. (2005). *The inhibition of Candida albicans by selected essential oils and their major components*.
- The European Union One Health 2022 Zoonoses Report. (2023). *EFSA Journal*, *21*(12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8442>
- Thosar, N., Basak, S., Bahadure, R. N., & Rajurkar, M. (2013). Antimicrobial efficacy of five essential oils against oral pathogens: An in vitro study. *European Journal of Dentistry*, *7*(5 SUPPL.). <https://doi.org/10.4103/1305-7456.119078>

- Wakabayashi, H., Kondo, I., Kobayashi, T., Yamauchi, K., Toida, T., Iwatsuki, K., & Yoshie, H. (2010). Periodontitis, periodontopathic bacteria and lactoferrin. *BioMetals*, 23(3), 419–424. <https://doi.org/10.1007/s10534-010-9304-6>
- Wikén Albertsson, K., Persson, A., & Van Dijken, J. W. V. (2013). Effect of essential oils containing and alcohol-free chlorhexidine mouthrinses on cariogenic micro-organisms in human saliva. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3–4), 883–891. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.734414>
- Yanakiev, S. (2020a). Effects of Cinnamon (*Cinnamomum* spp.) in Dentistry: A Review. In *Molecules* (Vol. 25, Issue 18). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules25184184>
- Yanakiev, S. (2020b). Effects of Cinnamon (*Cinnamomum* spp.) in Dentistry: A Review. In *Molecules* (Vol. 25, Issue 18). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules25184184>