



UMA
Universidad
María Auxiliadora

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“EFECTO DE ACEITES ESENCIALES EN
FORMULACIONES NANOTECNOLOGICAS EN EL
TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES BUCALES”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

AUTORES:

Bach. SILVA ARONI, HERBERT FRANCISCO
<https://orcid.org/0000-0001-7044-2144>

Bach. CHAVEZ QUISPE, JOEL ALBERTO
<https://orcid.org/0009-0008-7184-0273>

ASESOR:

Dr. SAMANIEGO JOAQUIN JHONNEL WILLIAMS
<https://orcid.org/0000-0002-0033-7119>

LIMA – PERÚ

2024

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **HERBERT FRANCISCO SILVA ARONI**, con DNI **09912011** en mi condición de autor(a) de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de **Químico Farmacéutico** (grado o título profesional que corresponda) de título **“EFECTO DE ACEITES ESENCIALES EN FORMULACIONES NANOTECNOLOGICAS EN EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES BUCALES”**, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud 1% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 26, de diciembre 2024.



Herbert Francisco Silva Aroni
DNI: 09912011

Firma del autor



Samaniego Joaquin, Jhonnell Williams
DNI: 40498127

Firma del Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **JOEL ALBERTO CHAVEZ QUISPE**, con DNI **72370044** en mi condición de autor(a) de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el presentada para optar el TITULO PROFESIONAL de **Químico Farmacéutico** (grado o título profesional que corresponda) de título **“EFECTO DE ACEITES ESENCIALES EN FORMULACIONES NANOTECNOLOGICAS EN EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES BUCALES”**, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud 1% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 26, de diciembre 2024.



**Joel Alberto Chávez Quispe
Williams**

DNI: 72370044

Firma del autor:



Samaniego Joaquin, Jhonnell

DNI: 40498127

Firma del Asesor:

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

ÍNDICE GENERAL

	Resumen	6
	Abstract	7
I	INTRODUCCIÓN	8
II	MÉTODO	12
III	RESULTADOS	13
IV	DISCUSIÓN	15
	4.1 Conclusión	21
	4.2 Recomendaciones	21
	Referencias bibliográficas	23

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de la investigación fue reunir y analizar estudios previos sobre características, actividad farmacológica y efectos terapéuticos de los aceites esenciales en forma de nanoemulsiones y nanoemulgeles, específicamente en el tratamiento de diversas afecciones bucales.

Método: La metodología empleada en este estudio se basó en una revisión bibliográfica exhaustiva. Se realizó una búsqueda en bases de datos reconocidos, se determinaron criterios de inclusión y exclusión. De un total de 390 registros iniciales, se eligieron 13 estudios que cumplieron con los criterios, abarcando diversos tipos de ensayos.

Resultados: Los resultados indican que los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales presentan una variedad notable de efectos beneficiosos para el tratamiento de enfermedades bucales. Las formulaciones nanotecnológicas, son efectivas para mejorar la solubilidad y estabilidad de estos aceites esenciales, optimizadas con surfactantes u otros fármacos que, mejoran la permeabilidad tisular, facilitando una liberación controlada del principio activo.

Conclusión: El estudio resalta que las formulaciones nanotecnológicas, representan una alternativa valiosa para el tratamiento de enfermedades bucales. A pesar de los desafíos asociados a su uso, como la solubilidad y estabilidad, estas innovaciones ofrecen mayor permeabilidad y difusión lo que permite una mejor administración de los principios activos.

Palabras Clave: Nanoemulsiones, gel, aceites esenciales, enfermedades bucales, salud bucal (DeCS)

ABSTRAC

Objective: The objective of the research was to gather and analyze previous studies on characteristics, pharmacological activity and therapeutic effects of essential oils in the form of nanoemulsions and nanoemulgels, specifically in the treatment of various oral conditions.

Method: The methodology used in this study was based on an exhaustive literature review. A search was carried out in recognized databases, inclusion and exclusion criteria were determined. From a total of 390 initial registrations, 13 studies that met the criteria were chosen, covering various types of trials.

Results: The results indicate that essential oils extracted from medicinal plants present a notable variety of beneficial effects for the treatment of oral diseases. Nanotechnological formulations are effective in improving the solubility and stability of these essential oils, optimized with surfactants or other drugs that improve tissue permeability, facilitating a controlled release of the active ingredient.

Conclusion: The study highlights that nanotechnological formulations represent a valuable alternative for the treatment of oral diseases. Despite the challenges associated with their use, such as solubility and stability, these innovations offer greater permeability and diffusion, which allows better administration of the active ingredients.

Keywords: Nanoemulsions, gel, essential oils, oral diseases, oral health (MeSH)

I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud oral como la ausencia de enfermedades orales que afectan las funciones básicas como masticar, hablar, sonreír y mantener una boca libre de dolor (1). Por otro lado a pesar que, la salud bucal ha sido reconocida como un componente esencial del bienestar general y de la calidad de vida, desempeñando un papel clave en la salud integral y que además juega un papel crucial en la salud general e integral (2), sigue siendo un área descuidada en la atención médica a nivel global, tal como lo demuestran las estadísticas mundiales, las cuales describen un alto número de personas que padecen enfermedades bucales comunes como la como caries y enfermedades periodontales (2).

En este contexto, las infecciones orales se han destacado como uno de los problemas de salud bucal más prevalentes y de mayor impacto a nivel mundial. Enfermedades como la gingivitis, la periodontitis, la candidiasis oral y la mucositis oral son provocadas por la proliferación de microorganismos en la cavidad bucal, como bacterias, hongos y virus (1). La cavidad oral, alberga una variada microbiota autóctona y su desequilibrio o disbiosis están asociadas con el aumento de patógenos como *Streptococcus mutans*, principal causante de caries, *Candida albicans*, responsable de la candidiasis y otros. (3), y también con afecciones sistémicas como diabetes, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer (4).

Uno de los principales desafíos en el tratamiento de enfermedades bucales es la creciente resistencia de los microorganismos a los agentes antimicrobianos. Los enjuagues bucales, por ejemplo, a menudo contienen compuestos sintéticos antimicrobianos como la clorhexidina y el cloruro de cetilpiridinio, que han sido efectivos para controlar la acumulación de placa bacteriana y prevenir enfermedades periodontales. Sin embargo, estos compuestos presentan limitaciones importantes, tales como la irritación oral y la tinción dental, lo que

limita su uso prolongado. Además, el uso extensivo de antimicrobianos ha contribuido al desarrollo de cepas bacterianas resistentes, lo que ha hecho que los tratamientos convencionales sean menos efectivos (5).

Esta interrelación entre la salud oral y las afecciones sistémicas ha motivado a la comunidad científica y médica a prestar mayor atención a las enfermedades orales, por lo que ha surgido una creciente demanda de alternativas más innovativas, eficaces y menos invasivas que puedan ofrecer un perfil de seguridad más favorable, así como la necesidad de tratamientos innovadores que sean eficaces contra las biopelículas bacterianas y que sean efectivas contra microorganismos resistentes a los tratamientos convencionales. Dentro de este panorama, los productos naturales han captado la atención de los investigadores como posibles soluciones para el tratamiento de infecciones orales (6).

Los aceites esenciales como el aceite de Cúrcuma, el timol y el aceite de orégano son ricos en compuestos fenólicos y terpenoides, han mostrado actividad antibacteriana, antioxidante y antiinflamatoria, lo que los convierte en prometedores candidatos para el tratamiento de infecciones orales (7). Así mismo, otros productos naturales presentes en plantas como el flavonoide quercetín, antiinflamatorio y antioxidante, ha mostrado ser efectivo en la mitigación de los efectos secundarios de la quimioterapia oncológica, particularmente en la prevención de la mucositis oral inducida por estos tratamientos agresivos, mitigando el dolor, que puede ser muchas veces causante del abandono del tratamiento (8, 9)

Uno de los principales retos para el uso de estos aceites esenciales, es su baja solubilidad en agua, lo que limita su biodisponibilidad y por ende, su eficacia clínica (6). En ese sentido, La implementación de tecnologías avanzadas, como la nanomedicina, ha permitido la exploración de nuevas vías para la entrega de fármacos con baja solubilidad, lo que abre la puerta a formulaciones más efectivas para tratar infecciones orales. Es así que han surgido las nanoemulsiones, gotas de aceite a nanoescala dispersas en un medio acuoso que, no solo mejoran la penetración y el área de superficie, sino también ofrecen estabilidad y protección frente a la descomposición. potenciando su eficacia. (6, 10)

La tecnología de nanoemulsificación ha surgido como una estrategia prometedora para mejorar la estabilidad y la solubilidad de los aceites esenciales, permitiendo una mayor eficacia en el tratamiento de infecciones orales. (11). En las nanoemulsiones, sistemas coloidales, en donde las gotas de aceite se dispersan en un medio acuoso a una escala nanométrica, lo que aumenta significativamente la superficie de contacto y la penetración en los tejidos bucales permitirían una acción más efectiva contra las enfermedades bucales. De igual manera su efecto sobre las complicaciones postoperatorias podría ser consideradas como alternativa junto al uso de analgésicos e antiinflamatorios convencionales (12).

A medida que avanzamos hacia un enfoque más holístico en el tratamiento de enfermedades orales, la investigación sobre los resultados antibacterianos, antiinflamatorios de los aceites esenciales y en particular los efectos antioxidantes incluidos su potencial en la mitigación de efectos secundarios de tratamientos más invasivos, se vuelve relevante. Estas innovaciones nanotecnológicas pueden optimizar la efectividad de los tratamientos al permitir una liberación controlada y sostenida de los principios activos, lo que es crucial para el manejo de enfermedades orales, como una manera de mejorar la administración de medicamentos y combatir la resistencia a los antibióticos. (10).

Otra de las maneras de mejorar los sistemas de liberación de fármacos, serán los nanoemulgeles, los cuales combinan las propiedades de las nanoemulsiones con las de los geles, lo que permite una mayor adherencia a las mucosas orales y una liberación sostenida del medicamento. Lo que lo podría hacer particularmente útiles en el tratamiento de enfermedades bucales, donde la capacidad de mantener la concentración del fármaco en el sitio de acción durante un período prolongado (3). Además, la incorporación de fármacos o compuestos bioactivos en estas formulaciones no solo mejorara su efecto sobre las enfermedades, sino que también acelerara la recuperación de los tejidos dañados. (13)

A medida que la resistencia antimicrobiana continúa siendo un desafío global, las alternativas naturales y las tecnologías emergentes se perfilan como las herramientas más prometedoras para mejorar la salud bucal, es por eso que el

objetivo de la presente investigación será reunir y analizar estudios previos sobre las características, la acción farmacológica y los efectos terapéuticos de los aceites esenciales en nanoemulsiones y nanoemulgeles, específicamente en diversas afecciones o enfermedades bucales, destacando los beneficios de estos tratamientos, así como los resultados mejorados al combinarlos con fármacos y compuestos bioactivos

II. MÉTODO

El presente estudio se centra en revisar el efecto beneficioso de los aceites esenciales de las plantas medicinales, en forma de nanoemulsiones y nanoemulgeles con o sin combinación de principios activos o compuestos bioactivos, frente a las enfermedades o afecciones que afectan la salud bucal.

Se realizó una búsqueda bibliográfica de los artículos científicos y revisión de artículos en bases de datos reconocidas como Scopus, PubMed, Science Direct y Google Scholar, utilizando las siguientes palabras clave en combinación con términos DeCS/MeSH: "essential oils", "aceites esenciales", "oral health", "salud oral", "nanoemulsions" "nanoemulsiones" "nanoemulgel", "nanoemulgeles" "oral cavity", "cavidad oral", "antimicrobial activity", "actividad antimicrobiana", "oral microbiota", "microbiota oral", "oral infections", "infecciones bucales", y "treatment", "tratamiento"; tanto en inglés como en español, en un periodo de búsqueda de los últimos 5 años, del año 2020 al 2024.

La elegibilidad de los estudios incluye los siguientes criterios de inclusión: se seleccionaron los estudios de aceites esenciales de las plantas medicinales en presentación de nanoemulsión y nanoemulgel que tenían literatura revisada; se incluyeron estudios publicados en idioma inglés; se seleccionaron estudios originales que examinaron el efecto de los aceites esenciales en la salud bucal; y se seleccionaron ensayos *In vitro*, *Ex vivo* y *In vivo* sobre la base de la autenticidad. Por otro lado, los criterios de exclusión: estudios no publicados en inglés; estudios *in vivo* que no siguieron las pautas éticas; y estudios no disponibles en texto completo.

La última búsqueda se realizó el 07 de octubre del año 2024. Se encontraron un total de 390 registros durante las búsquedas en bases de datos, encontrándose, 6 artículos en Scopus, 157 resultados en Science Direct, 6 artículos en Pub Med y 221 resultados en Google Scholar. En el primer filtro se eliminaron los

duplicados y posteriormente se seleccionaron los artículos que cumplían los criterios de elegibilidad siendo finalmente elegidos 13 estudios.

III. RESULTADOS

Artículos	Caracterización de la nanoemulsión	Acción farmacológica	Fármaco asociado	Potencial terapéutico en enfermedades bucales	Tipo de estudio
Mohammed et al. (2024)	Nanoemulgel Aceite esencial Caléndula	Antibacteriano y antifúngico	posaconazol	Gingivitis	Ensayo <i>In vitro</i>
Sindi et al. (2023)	Nanoemulgel Aceite esencial Cúrcuma - Curry	Antibacterianas y antiinflamatorias	no se incluyó en el estudio	Gingivitis	Ensayo no RTC en ratas
Sindi et al. (2023)	Nanoemulgel Aceite esencial Tomillo	Antibacterianas y antifúngicas	itraconazol	Candidiasis oral	Ensayo no RTC en ratas
Mohammed et al. (2023)	Nanoemulsión Aceite esencial Menta	Antimicóticas, hemostáticas, antimicrobianas y analgésicas.	metronidazol	Heridas post extracción dental	Ensayo <i>In vitro</i>
Saatkamp et al. (2023)	Nanoemulsión timol (<i>Thymus</i> , <i>Origanum</i> y <i>Monarda</i>)	Efectos antimicrobianos / permeabilidad y difusión mejorada	aceite de semilla de uva	Enfermedades bacterianas y fúngicas	Ensayo <i>in vitro</i> / <i>Ex vivo</i>
Cho et al. (2023)	Nano emulsión Aceite esencial <i>Curcuma xanthorrhiza</i>	Efectos antibacterianos	no se incluyó en el estudio	Bacterias del biofilm	Ensayo <i>In vitro</i> con saliva humana
Felimban et al. (2023)	Nanoemulsión Aceite esencial Pino	Antineoplásicas	pitavastatina	Cáncer gingival	Ensayo <i>In vitro</i>
Rizg et al. (2022)	Nanoemulsión Aceite esencial Geranio	Efectos antimicrobianos / permeabilidad cutánea mejorada	pravastatina	Heridas / quemaduras <i>Staphylococcus aureus</i>	Ensayo <i>In vitro</i>

Rizg et al. (2022)	Nanoemulgel Aceite esencial Eucalipto	Antitumoral efecto sinérgico	lovastatina	Cáncer de lengua	Ensayo <i>In vitro</i>
Lotfi et al. (2021)	Nanoemulsión de Quercetina	Efecto antiinflamatorio reduce la mucositis	no se incluyó en el estudio	Mucositis oral	Ensayo no RTC en ratas
Hosny et al. (2021)	Nanoemulsión Aceite esencial Orégano	Antibacterianas y antifúngicas	no se incluyó en el estudio	Ulceras por candidiasis oral	Ensayo no RTC en ratas
Hosny et al. (2021)	Nanoemulgel Aceite esencial canela	Antibacterianas, antifúngicas y analgésicas	no se incluyó en el estudio	Enfermedades ocasionadas por el microbiota oral	Ensayo en ratas/ <i>In vitro</i> / <i>Ex vivo</i>
Cho et al. (2020)	Nanoemulsión Aceite esencial <i>Curcuma xanthorrhiza</i>	Efectos antimicrobianos fuertes y estables	no se incluyó en el estudio	Caries/ <i>Streptococcus mutans</i> en biofilm	Ensayo <i>In vitro</i>

IV. DISCUSIÓN

Diversas investigaciones han demostrado una notable variedad de efectos biológicos beneficiosos asociados al uso de aceites esenciales extraídos de plantas medicinales, tanto en el tratamiento de enfermedades en general como en aquellas que afectan la salud bucal. Sin embargo, estos compuestos lipofílicos presentan desafíos en términos de solubilidad, estabilidad, disponibilidad y permeabilidad. Por esta razón, se están utilizando con éxito las presentaciones en nanoemulsiones, así como nanoemulgeles desarrollados a partir de estas, sistemas coloidales compuestos por gotitas de aceite dispersas en agua y estabilizadas mediante surfactantes. La caracterización de estos sistemas depende en gran medida de la composición de la planta medicinal utilizada, como en el caso del xantorizol, un sesquiterpenoide presente en el extracto de *Curcuma Xanthorrhiza*, que constituye casi la mitad de los compuestos activos del aceite analizados por Cho (2023), el cual indica que la estructura química del xantorizol favorece la disminución de la viabilidad celular en biopelículas bucales. Este descubrimiento complementa un estudio anterior del mismo Cho (2020), quien encontró que las nanoemulsiones sometidas a sonicación por ultrasonido presentaban una reducción en la turbidez y un tamaño promedio de gotitas significativamente menor en comparación con emulsiones no sonicadas, aspecto fundamental para la biodisponibilidad y la distribución del agente activo en los tejidos orales, particularmente en relación con *Streptococcus mutans* presente en el biofilm oral.

De acuerdo con Saatkamp (2023), las características físicas de estabilidad y eficacia de las nanoemulsiones son esenciales. En este contexto, en el estudio se utiliza timol, compuesto derivado de aceites esenciales de plantas de la familia *Lamiaceae*, como el tomillo, orégano o monarda, para mejorar la estabilidad de las nanoemulsiones en condiciones de pH bajo y esto es especialmente

relevante para aplicaciones bucales, donde el pH puede fluctuar con frecuencia. Además, el mismo autor incorporó aceite de semilla de uva, lo que optimizó aún más la estabilidad y mejoró la permeabilidad. Por su parte, Hosny (2021), en su investigación sobre el nanoemulgel de aceite de canela, corroboró que la eficacia de las nanoemulsiones está relacionada con el tamaño reducido y la estabilidad de las gotas, lo que impacta directamente en la biodisponibilidad y permeabilidad tisular, observando una liberación significativa del eugenol, un componente del aceite de canela.

Mohammed (2024), en su investigación sobre el diseño y la formulación optimizada del aceite de caléndula junto con Posaconazol, y Hosny (2021) en su estudio sobre la optimización del aceite de canela, afirman que el porcentaje de surfactante empleado en las nanoemulsiones tiene un impacto significativo en la reducción del tamaño de las gotas. Esto, a su vez, mejora las características esenciales necesarias para garantizar la eficacia del tratamiento, afirmación que se alinea con los hallazgos del mismo Hosny (2021), quien en otro estudio analizó una nanoemulsión de aceite de orégano y concluyó que el tamaño de las gotas afecta la estabilidad de la formulación. La optimización continua de estas formulaciones es crucial para maximizar su efectividad clínica, por lo tanto, los modelos estadísticos utilizados para predecir el comportamiento físico-químico se convierten en herramientas valiosas para guiar el desarrollo futuro de estas tecnologías, resaltando la importancia de seleccionar surfactantes adecuados como tensioactivos, lo cual contribuye a mejorar la solubilidad del principio activo presente en el nanoemulgel.

Varios estudios revisados, como el de Lofti (2021), que investiga la nanoemulsión de quercetina, un flavonoide conocido por su capacidad antioxidante, indican que las nanopartículas presentan una gran área superficial a pesar de su bajo peso, lo que les confiere una mayor actividad al combinarse con otras moléculas, como fármacos. En su investigación, Lofti demostró un efecto sinérgico al añadir 5-fluorouracilo a la nanoemulsión de quercetina, de manera similar, Sindi (2023) incorporó itraconazol en un nanoemulgel basado en aceite de tomillo, lo que resultó en una mejor permeabilidad y liberación del fármaco, por su parte Mohammed (2023) utilizó un nanoemulgel de aceite de menta junto con metronidazol, optimizando la formulación y logrando una mayor estabilidad y

biodisponibilidad del fármaco en los tejidos. Por su parte Rizg (2022) empleó un nanoemulgel de aceite de eucalipto como transportador para lovastatina, mejorando la estabilidad del fármaco, asimismo, Felimbam (2023) utilizó un nanoemulgel de aceite de pino, conocido por su efecto antiinflamatorio, como transportador, de pitavastatina, lo que favoreció la disolución y liberación del fármaco.

De la misma manera, Sindi (2023), en su estudio, también aplicó un nanoemulgel que contenía curcumina del aceite de cúrcuma y ácido hialurónico demostrando una mejora de la permeabilidad transmucosa, Rizg (2022) utilizó una nanoemulsión de aceite de geranio cargada con pravastatina para mejora de tratamiento transdérmico. Ambos autores concluyen que los sistemas de nanoemulsión y fármacos permiten una liberación controlada del principio activo y un aumento en la permeabilidad tisular, como se ha demostrado en sus estudios *ex vivo*. Esto implica que un tamaño adecuado de las gotas y una alta estabilidad en la nanoemulsión facilitan la permeación transmucosa y aumentan la biodisponibilidad en el sitio de acción, logrando además una sinergia, tal como evidencian sus investigaciones. En todos estos ejemplos, las características físicas de las nanoemulsiones y nanoemulgeles son altamente beneficiosas, lo que resulta crucial ya que influyen directamente en la absorción y el efecto farmacológico.

En relación a este tema, se han llevado a cabo numerosos estudios sobre el efecto farmacológico de las nanoemulsiones. Como se mencionó anteriormente, Cho (2020) demostró que la viabilidad celular en biopelículas tratadas con nanoemulsiones de xantorizol, era significativamente inferior a la observada en los grupos de control. Esto demostró un notable efecto inhibitor sobre el crecimiento bacteriano en el biofilm de la cavidad oral, evidenciando así un efecto antimicrobiano contra las bacterias responsables de patologías bucales que se encuentran en el microbiota. Este efecto antimicrobiano también fue corroborado por Hosny (2021), quien analizó la actividad antibacteriana de una nanoemulsión de aceite de orégano que contenía timol y carvacrol, contra *Streptococcus mutans* y *Candida albicans*, mostrando en sus resultados, zonas significativas de inhibición bacteriana en estudios *In vitro*, además de indicar que las

nanoemulsiones de aceite de orégano alteran la estructura del biofilm, al modificar las colonias bacterianas, alterando así el entorno propicio para el desarrollo también de hongos patógenos oportunistas, lo que demuestra un efecto antifúngico.

Asimismo, Cho (2023) observó una reducción significativa en el biovolumen celular de los patógenos orales al medir la maduración del biofilm oral, mediante estudios que observaron los cambios en la intensidad de fluorescencia, evidenciándose un decremento en el grupo tratado con aceite esencial de cúrcuma, lo que demuestra que estas formulaciones interfieren con la formación y maduración del biofilm oral, presentando así no solo una alta actividad antimicrobiana sino específicamente de antibiofilm. Estos hallazgos son consistentes con los estudios realizados por Saatkamp (2023), Sindi (2023) y Rizg (2022), quienes investigan diversas nanoemulsiones como la nanoemulsión de aceite de timol con aceite de semilla de uva, el nanoemulgel de aceite de cúrcuma y la nanoemulsión de aceite de geranio con pravastatina, respectivamente. Estos estudios confirman además la actividad antimicrobiana, y una acción antioxidante, contribuyendo a la disminución de radicales libres generados por infecciones en el primer estudio, así como efectos antibacterianos y antiinflamatorios en el segundo, y específicamente antimicrobianos contra *Staphylococcus aureus* en lesiones orales y quemaduras en el último estudio.

De los estudios precedentes, una de las acciones más destacadas de las nanoemulsiones es su actividad antimicrobiana mejorada por las características propias de la formulación, en este contexto, Hosny (2021) llevó a cabo un estudio en el que evaluó el nanoemulgel a base de aceite esencial de canela, sus hallazgos indican que los compuestos fenólicos presentes en esta formulación interfieren con las funciones celulares esenciales en los patógenos de la microbiota oral, afectando la integridad celular de los microorganismos, por lo que se evidencia así su capacidad antimicrobiana y antifúngica. Además, observó una notable actividad analgésica, con tiempos de reacción latente más prolongados. De manera similar, Mohammed (2024) utilizó un nanoemulgel de aceite de caléndula en combinación con posaconazol, demostrando una actividad antibacteriana significativa del aceite esencial y un efecto antifúngico sobre las membranas de los hongos en tratamientos tópicos de parte del

fármaco. Por su parte, Sindi (2023) empleó un nanoemulgel basado en miel, combinado con aceite de tomillo e itraconazol, demostrando actividad antifúngica al disminuir las úlceras causadas por candidiasis, en su estudio.

Por otro lado, los estudios realizados por Lotfi (2021) sobre la quercetina, un pigmento vegetal presente en diversos alimentos y plantas, sugieren que ciertos compuestos del pigmento pueden regular las vías inflamatorias, su investigación demostró que la quercetina puede reducir la inflamación asociada con infecciones bucales, como la mucositis, enfermedad relacionada con el cáncer. Este compuesto, junto con el 5-fluorouracilo, mostró ser útil para mitigar los efectos adversos de la quimioterapia al disminuir significativamente la lesión. En esta línea, Felimban (2022) investigó una nanoemulsión de aceite de pino y pitavastatina, evidenciando una liberación mejorada del fármaco gracias a la presencia de lípidos líquidos, demostrando, además, la efectividad del aceite esencial como un nanotransportador lipídico, logrando un efecto antineoplásico contra las células cancerosas. Finalmente, Rizg (2022) demostró que el sistema de nanoemulsión a base de aceite de eucalipto, en combinación con lovastatina, presenta un efecto citotóxico contra las células cancerosas de la lengua (HCS3), lo que respalda su acción antitumoral.

Las acciones farmacológicas asociadas a los aceites esenciales de plantas medicinales en forma de nanoemulsiones, se traducirán en un gran potencial terapéutico para diversas enfermedades bucales. Las evidencias sobre las propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias, antioxidantes y analgésicas de estas nanoemulsiones tienen importantes implicaciones clínicas en el tratamiento de problemas de salud bucal. Esto sugiere que tales formulaciones podrían ser utilizadas como tratamientos preventivos o terapéuticos para una variedad de afecciones bucales, tal como lo indican Cho (2023) respecto al impacto del biofilm oral del xantorrizol, y Saatkamp (2023) en relación con la eliminación de patógenos orales presentes en la saliva de parte del timol, lo que indica su potencial efecto terapéutico contra la caries y su capacidad para disminuir la formación de biopelículas microbianas puede prevenir infecciones orales, como la gingivitis o la inflamación de las encías. Particularmente, Hosny (2021) quien utilizó el aceite de canela y Cho (2020) con

el aceite de cúrcuma, demostraron el efecto inhibitor sobre *Streptococcus mutans*, uno de los principales causantes de la caries dental, por lo que tendrían un potencial anticariogénico.

Además, se han evidenciado efectos significativos en el tratamiento de la candidiasis oral, producido por un hongo oportunista en humanos, gracias a las nanoemulsiones de aceite de tomillo e itraconazol, según el estudio de Sindi (2023). este hallazgo coincide con el trabajo de Hosny (2021), quien utilizó una nanoemulsión de aceite esencial de orégano y además de obtener una reducción en los halos de crecimiento de *Streptococcus mutans*, logro demostrar una disminución en las úlceras causadas por candidiasis en ratas. Por otro lado, Saatkamp (2023) investigó el timol combinado con aceite de semilla de uva y encontró un potencial significativo contra enfermedades bacterianas y fúngicas en la cavidad oral mediante análisis *In vitro*, como la caries, la gingivitis y candidiasis. Más recientemente, Mohammed (2024) examinó el efecto del nanoemulgel de aceite de caléndula y posaconazol, hallando también un impacto sobre *Streptococcus* y *Candida albicans*, componentes del microbiota oral que demuestran su efecto sobre enfermedades como la caries dental y la candidiasis oral.

Los descubrimientos relacionados sobre las propiedades antioxidantes de las nanoemulsiones tienen importantes repercusiones clínicas. Lotfi (2021) evidencia que la administración de quercetina puede disminuir los niveles de malondialdehído y aumentar la actividad del superóxido dismutasa, lo que genera un efecto protector frente al daño oxidativo en la mucosa oral, destacando así su potencial antiinflamatorio, por lo que podría mejorar los efectos terapéuticos al mitigar las lesiones por mucositis e infecciones orales observadas en pacientes con cáncer oral, debido a la quimioterapia. De manera análoga, Felimban (2023) resalta el uso de sistemas nanotransportadores lipídicos basados en aceite esencial de pino para potenciar la estabilidad y eficacia de la pitavastatina en el tratamiento del cáncer oral, en específico sobre cancer de la las encías, mostrando una actividad citotóxica contra células de carcinoma gingival. Rizg (2022), al investigar el uso de nanoemulsiones de aceite de eucalipto y lovastatina, evidenció un potencial efecto terapéutico antitumoral en

casos de cáncer de lengua, uno de los cánceres orales más frecuentes, a través de un estudio *In vitro*.

Por último, otros potenciales efectos terapéuticos fueron demostrados por Rizg (2022) quien empleó nanoemulsiones de aceite de geranio cargadas con pravastatina para tratamientos transdérmicos, encontrando que representan una combinación terapéutica innovadora para lesiones bucales ocasionadas por quemaduras, inhibiendo al *Staphylococcus aureus*, que puede causar infecciones significativamente graves. Asimismo, Mohammed (2023), en su investigación sobre un nanoemulgel que combina aceite de menta y metronidazol, no solo observó acción antibacteriana gracias a la sinergia del antibiótico presente en el nanoemulgel, sino también encontró una reducción en el tiempo de coagulación y un aumento en los niveles de Interleucina-6, lo que favorece la curación de heridas postquirúrgicas tras extracciones dentales o cirugías bucales.

4.1 CONCLUSIÓN

La presente investigación, demostró que los aceites esenciales en nanoemulsiones o nanoemulgeles presentan características como una mayor biodisponibilidad y efectividad en comparación con sus formas tradicionales, debido a la mejor penetración y distribución de los compuestos en los tejidos, expresando así su eficacia farmacológica, así mismo presentan una sinergia al ser combinados con otros fármacos. En ese sentido, las formulaciones nanotecnológicas representan un gran potencial de opción terapéutica para combatir las diversas enfermedades bucodentales.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más investigaciones que analicen y desarrollen formulaciones que combinen aceites esenciales en nanoemulsiones con antibióticos y otros compuestos bioactivos. Estas combinaciones podrían maximizar la eficacia del tratamiento y reducir la necesidad de dosis más altas de fármacos.

- Es fundamental llevar a cabo estudios clínicos controlados para evaluar la seguridad y eficacia de estas nanoemulsiones en poblaciones diversas. La validación en entornos clínicos permitirá establecer pautas claras para su uso en tratamientos de enfermedades bucodentales y garantizando que los beneficios observados en estudios previos se mantengan en aplicaciones prácticas.
- Se sugiere implementar programas de educación y capacitación para profesionales de la salud, que incluya médicos y odontólogos, sobre el uso de aceites esenciales en nanoemulsiones. Esto incluiría información sobre su aplicación, beneficios, posibles interacciones con otros tratamientos y cómo integrarlos en las prácticas clínicas diarias para mejorar la salud bucal de los pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hosny K, Asfour H, Rizg W, Alhakamy NA, Sindi A, Alkhalidi H, Abualsunun W, Bakhaidar R, Almehmady AM, Akeel S, Ali S, Alghaith A, Alshehri S, Khallaf R. Formulation, optimization, and evaluation of oregano oil nanoemulsions for the treatment of infections due to oral microbiota. *Int J Nanomedicine*. 2021; 16:5465-78. DOI: 10.2147/IJN.S325625.
2. Hosny KM, Khallaf RA, Asfour HZ, Rizg WY, Alhakamy NA, Sindi AM, Alkhalidi HM, Abualsunun WA, Bakhaidar RB, Almehmady AM, Abdulaal WH, Bakhrebah MA, Alsuabeyl MS, Kammoun A, Alghaith AF, Alshehri S. Development and optimization of cinnamon oil nanoemulgel for enhancement of solubility and evaluation of antibacterial, antifungal and analgesic effects against oral microbiota. *Pharmaceutics*. 2021;13(7):1008. DOI: 10.3390/pharmaceutics13071008.
3. Sindi AM, Hosny KM, Rizg WY, Sabei FY, Madkhali OA, Bakkari MA, Alfayez E, Alkharobi H, Alghamdi SA, Banjar AA, Majrashi M, Alissa M. Utilization of experimental design in the formulation and optimization of hyaluronic acid-based nanoemulgel loaded with a turmeric-curry leaf oil nanoemulsion for gingivitis. *Drug Deliv*. 2023;30(1):2184311. DOI: 10.1080/10717544.2023.2184311.
4. Sindi AM, Rizg WY, Khan MK, Alkhalidi HM, Alharbi WS, Sabei FY, Alfayez E, Alkharobi H, Korayem M, Majrashi M, Alharbi M, Alissa M, Safhi AY, Jali AM, Hosny KM. Tailoring and optimization of a honey-based nanoemulgel loaded with an itraconazole-thyme oil nanoemulsion for oral candidiasis. *Drug Deliv*. 2023;30(1):2173337. DOI: 10.1080/10717544.2023.2173337.

5. Cho MY, Kang SM, Lee ES, Kim BI. Antimicrobial activity of Curcuma xanthorrhiza nanoemulsions on Streptococcus mutans biofilms. *Biofouling*. 2020;36(7):825-33. DOI: 10.1080/08927014.2020.1823376.
6. Cho MY, Lee ES, Jung HI, Kim BI. Anti-biofilm activity of a novel nanoemulsion containing Curcuma xanthorrhiza oil. *J Dent*. 2023 Oct;137:104647. DOI: 10.1016/j.jdent.2023.104647.
7. Saatkamp H, Sanches M, Gambin JP, Amaral B, Farias N, Caon T, Müller C, Parize A. Development of thymol nanoemulsions with potential application in oral infections. *J Drug Deliv Sci Technol*. 2023;87:104855. DOI: 10.1016/j.jddst.2023.104855.
8. Lotfi M, Kazemi S, Ebrahimpour A, Shirafkan F, Pirzadeh M, Hosseini M, Moghadamnia AA. Protective effect of quercetin nanoemulsion on 5-fluorouracil-induced oral mucositis in mice. *J Oncol*. 2021;2021:5598230. DOI: 10.1155/2021/5598230.
9. Rizg WY, Hosny KM, Eshmawi BA, Alamoudi AJ, Safhi AY, Murshid SSA, Sabei FY, Al Fatease A. Tailoring of geranium oil-based nanoemulsion loaded with pravastatin as a nanopatform for wound healing. *Polymers (Basel)*. 2022;14(9):1912. DOI: 10.3390/polym14091912.
10. Mohammed A, Hjazi A, Abusalim GS, Aloraini GS, Alghamdi SA, Alharthi NS, Rizg WY, Hosny KM, Binmadi N. Utilization of nanotechnology and experimental design in the development and optimization of a posaconazole–calendula oil nanoemulgel for the treatment of mouth disorders. *Front Pharmacol*. 2024 Feb 15;15:1347551. DOI: 10.3389/fphar.2024.1347551.
11. Rizg WY, Hosny KM, Mahmoud SS, Kammoun AK, Alamoudi AJ, Tayeb HH, Bukhary HA, Badr MY, Murshid SSA, Alfayez E, Ali SA, Mushtaq RY, Abualsunun WA. Repurposing Lovastatin Cytotoxicity against the Tongue Carcinoma HSC3 Cell Line Using a Eucalyptus Oil-Based Nanoemulgel Carrier. *Gels*. 2022 Mar 12;8(3):176. DOI: 10.3390/gels8030176.

12. Mohammed A, Hjazzi A, Abusalim GS, Aloraini GS, Alghamdi SA, Rizg WY, Hosny KM, Alblowi JA, Alkharobi H. Development and optimization of a novel lozenge containing a metronidazole-peppermint oil-tranexamic acid self-nanoemulsified delivery system to be used after dental extraction: *In vitro* evaluation and in vivo appraisal. *Pharmaceutics*. 2023;15(9):2342. DOI: 10.3390/pharmaceutics15092342.

13. Felimban RI, Tayeb HH, Chaudhary AG, Felemban MA, Alnadwi FH, Ali SA, Alblowi JA, Alfayez E, Bukhary D, Alissa M, Qahl SH. Utilization of a nanostructured lipid carrier encapsulating pitavastatin-Pinus densiflora oil for enhancing cytotoxicity against the gingival carcinoma HGF-1 cell line. *Drug Deliv*. 2023 Dec;30(1):83-96. DOI:10.1080/10717544.2022.2155269.