

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología



Efecto Antibacteriano in vitro del Latex de *Croton lechleri* (Sangre de Grado) frente al *Streptococcus mutans* en el laboratorio de la UCSM de Arequipa, 2024

Tesis presentada por el Bachiller:

Valcarcel Vera, Angelo Rodrigo

ORCID: 0009-0006-8322-1707

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

Dr. Figueroa Banda, Rufo Alberto

ORCID: 0000-0001-7249-0270

Arequipa - Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 13 de Julio del 2025

Dictamen: 013609-C-EPO-2025

Visto el borrador del expediente 013609, presentado por:

2019818261 - VALCARCEL VERA ANGELO RODRIGO

Titulado:

**EFECTO ANTIBACTERIANO IN VITRO DEL LATEX DE CROTON LECHLERI (SANGRE DE GRADO)
FRENTE AL STREPTOCOCCUS MUTTANS EN EL LABORATORIO DE LA UCSM, 2024**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

**29231712 - VASQUEZ HUERTA ELSA CARMELA
DICTAMINADOR**



**29547819 - ALVAREZ MONGE RUTH
DICTAMINADOR**



**29649041 - ZEVALLOS CHAVEZ MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**



Efecto Antibacteriano in vitro del Latex de Croton lechleri (Sangre de Grado) frente al Streptococcus muttans en el laboratorio de la UCSM, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	14%	9%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	2%
6	link.springer.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorioinstitucional.uaslp.mx Fuente de Internet	1%
9	Hui-juan Zhang, Kai-xuan Lin, Li-dan Fu, Francis Chanda et al. "Pharmacological effects of dragon's blood from Dranaena cochinchinensis (Lour.) S.C. Chen and its	1%

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza para seguir adelante y alcanzar este importante logro en mi carrera profesional.

A mis padres, Cecilia y René, por ser raíz, impulso, refugio y apoyo incondicional en mi formación.

Este trabajo está dedicado a cada persona que formó parte de mi vida y que hizo posible este logro académico.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica de Santa María, por formarme como profesional e inculcarme valores que hoy orientan mi vocación.

A mis docentes, por cada clase exigente, por compartir su conocimiento y por cada palabra que sembró en mí el compromiso de cuidar la salud oral.

A mi familia, por su amor incondicional, por esperarme con cariño tras cada jornada larga y por ser siempre mi mayor motivación.

RESUMEN

El *Streptococcus mutans* es uno de los principales agentes etiológicos en el desarrollo de caries dental, siendo relevante la búsqueda de alternativas terapéuticas para su control. En tal sentido, el objetivo principal de la investigación fue determinar el efecto antibacteriano del látex de *Croton lechleri* (sangre de grado) frente al *Streptococcus mutans* in vitro en la UCSM, 2024.

Se trató de un estudio experimental de tipo cuantitativo, prospectivo, transversal, comparativo y explicativo. La muestra estuvo conformada por seis grupos experimentales con distintas concentraciones del látex (3%, 6%, 12%, 25%, 50% y 100%) y un grupo control (0%), cada uno con tres mediciones. Se utilizó la técnica de observación mediante espectrofotometría a 500 nm para medir la absorbancia como indicador indirecto del crecimiento bacteriano.

Los resultados mostraron mayor crecimiento en concentraciones más bajas del látex, siendo el grupo de concentración de *Croton lechleri* al 100% el que presentó el menor crecimiento. El análisis ANOVA reveló diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p=0.000$), y la prueba de Tukey identificó que las concentraciones de *Croton lechleri* del 12%, 25%, 50% y 100% presentaron un efecto inhibitorio significativamente mayor frente al grupo control (0%).

Finalmente, se concluyó que el látex de *Croton lechleri* presenta efecto antibacterianos frente al *Streptococcus mutans*, confirmando su potencial como alternativa natural en la prevención de caries dental.

Palabras clave: *Croton lechleri*, *Streptococcus mutans*, caries dental.

ABSTRACT

Streptococcus mutans is one of the main etiological agents in the development of dental caries, and the search for therapeutic alternatives for its control is relevant. In this sense, the main objective of the research was to determine the antibacterial effect of *Croton lechleri* (sangre de grado) latex against *Streptococcus mutans* in vitro at UCSM, 2024.

This was a quantitative, prospective, cross-sectional, comparative and explanatory experimental study. The sample consisted of seven experimental groups with different concentrations of latex (0%, 3%, 6%, 12%, 25%, 50% and 100%), each with three replicates. Spectrophotometric observation at 500 nm was used to measure absorbance as an indirect indicator of bacterial growth.

The results showed higher growth at lower latex concentrations, with the 100% *Croton lechleri* concentration group showing the lowest growth. ANOVA analysis revealed statistically significant differences between groups ($p=0.000$), and Tukey's test identified that *Croton lechleri* concentrations of 12%, 25%, 50% and 100% had a significantly greater inhibitory effect compared to the control group (0%).

Finally, it was concluded that *Croton lechleri* latex has an antibacterial effect against *Streptococcus mutans*, confirming its potential as a natural alternative in the prevention of dental caries.

Key words: *Croton lechleri*, *Streptococcus mutans*, dental caries.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO TEÓRICO	2
1. Determinación del problema	3
1.1. Enunciado del problema.....	4
1.2. Descripción del problema.....	4
2. Pregunta de investigación.....	5
3. Justificación.....	6
4. Objetivos.....	7
5. Marco conceptual y antecedentes investigativos.....	8
5.1. Marco conceptual	8
5.2. Antecedentes investigativos	17
6. Hipótesis	24
CAPÍTULO II.....	25
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	25
1. Diseño metodológico.....	26
2. Población y muestra	26
3. Tabla de variables.....	27
4. Técnicas y procedimientos	27
4.1. Técnicas.....	27
4.2. Procedimientos	27
5. Plan de análisis	31

6. Consideraciones éticas.....	32
7. Recursos	32
7.1. Recursos humanos.....	32
7.2. Recursos físicos.....	32
7.3. Recursos económicos	33
7.4. Recursos institucionales	33
CAPÍTULO III	34
RESULTADOS	34
1. Resultados.....	35
2. Discusión.....	40
3. Conclusiones.....	42
4. Recomendaciones	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1:	Operacionalización de variables	5
TABLA N° 2:	Tabla de variables	27
TABLA N° 3:	Concentración estimada de <i>Streptococcus mutans</i> en función de las mediciones de turbidez.....	29
TABLA N° 4:	Efecto antibacteriano del látex de <i>Croton Lechleri</i> según diferentes concentraciones frente al <i>Streptococcus mutans</i>	35
TABLA N° 5:	Prueba de normalidad para determinar el estadístico que evalúe el efecto antibacteriano del látex de <i>Croton Lechleri</i> según diferentes concentraciones frente al <i>Streptococcus mutans</i>	36
TABLA N° 6:	Análisis de varianza de un factor para comprobar el efecto antibacteriano del látex de <i>Croton Lechleri</i> según diferentes concentraciones frente al <i>Streptococcus mutans</i>	37
TABLA N° 7:	Comparaciones múltiples entre las medias para comprobar el efecto antibacteriano del látex de <i>Croton Lechleri</i> según diferentes concentraciones frente al <i>Streptococcus mutans</i> mediante prueba HSD de Tukey.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1	Cinetica bacteriana de <i>Streptococcus mutans</i> estimada a partir de mediciones de turbidez.....	30
FIGURA N° 2	Preparación e inoculación de <i>Streptococcus mutans</i> en medio BHI con solución de látex.....	31
FIGURA N° 3	Efecto antibacteriano del látex de <i>Croton Lechleri</i> según diferentes concentraciones frente al <i>Streptococcus mutans</i>	35



INTRODUCCIÓN

La caries es causada por diversos factores, pero uno de los principales responsables es el *Streptococcus mutans*, una bacteria capaz de adherirse a las superficies dentales, formar biopelículas y metabolizar azúcares para producir ácidos que desmineralizan el esmalte dental, favoreciendo la aparición de lesiones cariosas.

En respuesta a la creciente prevalencia de este problema, la odontología sigue buscando alternativas terapéuticas innovadoras que puedan prevenir o tratar de manera efectiva las caries dentales. En este contexto, los avances en la investigación de compuestos naturales han abierto nuevas perspectivas. El látex de *Croton lechleri*, conocido comúnmente como “sangre de grado”, ha ganado interés por sus propiedades antimicrobianas, cicatrizantes y antiinflamatorias, las cuales se han documentado en diversas disciplinas de la salud. Tradicionalmente utilizado en la medicina natural para tratar diversas afecciones, este látex ha mostrado un potencial considerable para el tratamiento de infecciones bacterianas, incluido su uso en enfermedades periodontales y en la cicatrización de tejidos orales.

A pesar de su uso histórico y los resultados preliminares prometedores, el efecto antibacteriano del látex de *Croton lechleri* específicamente frente al *Streptococcus mutans* no ha sido suficientemente explorado ni confirmado en el ámbito de la odontología moderna. La falta de evidencia sólida en este campo abre una oportunidad para investigar sus posibles aplicaciones en el tratamiento de las caries dentales, una de las enfermedades más comunes en la población mundial.

Este estudio busca evaluar, bajo condiciones controladas, el efecto antibacteriano in vitro del látex de *Croton lechleri* frente al *Streptococcus mutans*. La investigación tiene como objetivo aportar evidencia científica sobre su potencial como un agente terapéutico alternativo, lo que podría representar un avance significativo en las estrategias de prevención y tratamiento de las caries, contribuyendo a mejorar la salud bucal de la población.



CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Determinación del problema

Las enfermedades bucodentales representan un grave problema de salud pública y están entre las más comunes a nivel global. Dentro de estas, las caries son la afección más frecuente en la cavidad bucal, ocupando el primer puesto en términos de prevalencia, y siendo la principal causa de pérdida de dientes y dolor en cualquier etapa de la vida (1).

En un último informe sobre el estado de la salud bucodental, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que cerca de 3500 millones de personas sufren de enfermedades bucodentales, donde 3 de cada 4 de ellas pertenecen a países de ingresos medios (2). Además, se calcula que 2000 millones de personas padecen caries en dientes permanentes, mientras que 514 millones de niños presentan caries en los dientes de leche (2). En el Perú, el Ministerio de Salud indica que 9 de cada 10 niños sufren de caries dental (3), mientras que en adultos y adolescentes el porcentaje es similar, con el 90.4% de casos (4) (5).

El *Streptococcus mutans*, es una de las bacterias más importantes en la formación de caries, ya que cuenta con varios factores de virulencia esenciales para el desarrollo de la caries dental, como lo es su habilidad para adherirse a las superficies dentales, generar glucanos que forman biopelículas y convertir azúcares en ácido láctico favorece la desmineralización del esmalte y el inicio de lesiones cariosas (6). Igualmente, se resalta su capacidad para tolerar ambientes ácidos y producir bacteriocinas, permitiéndole prosperar en entornos ácidos y dominar en los diversos microambientes bucales, lo cual les da una ventaja competitiva frente a otras bacterias (6).

La odontología, como disciplina y profesión, cuenta con el objetivo de buscar nuevos enfoques y desarrollar nuevas perspectivas en los tratamientos para las afecciones dentales más comunes (7) (8), caso de las caries la cual es originada por la bacteria *Streptococcus mutans*.

El látex de *Croton lechleri*, o “sangre de grado” en su acepción más común, es una especie que ha demostrado propiedades bactericidas, cicatrizantes, antivirales y fungicidas, y por lo mismo ha sido utilizado históricamente en tratamientos naturalista de afecciones como las quemaduras, gastritis, tuberculosis, etc. (9).

En el marco odontológico, el látex de *Croton lechleri* demostró efectos positivos sobre la velocidad de cicatrización de la mucosa alveolar post exodoncia (10), tuvo efectos antiinflamatorios en pacientes con enfermedad periodontal y gingivitis (9) (11), y antibacterianos sobre diferentes concentraciones de cepas de *Staphylococcus aureus* (12).

En el caso específico de las caries, se señala que el látex de *Croton lechleri* tiene un efecto favorable en la prevención de las caries, sin embargo, una revisión sistémica sobre la literatura asociada a esta no toma al látex *Croton lechleri* como un tratamiento eficaz sobre las caries y el *Streptococcus mutans* (13).

Es debido a esta falta de consenso sobre los efectos antibacterianos del látex de *Croton lechleri* para tratar el *Streptococcus mutans*, cómo surge una oportunidad de estudio para dar respuesta y nuevas perspectivas de tratamiento sobre esta problemática tan común en la comunidad.

1.1. Enunciado del problema

Efecto antibacteriano in vitro de *Croton lechleri* (sangre de grado) frente al *Streptococcus mutans* en el laboratorio de la UCSM, 2024.

1.2. Descripción del problema

1.2.1. Área del conocimiento

- a) **Campo** : Ciencias de la salud
- b) **Área específica** : Odontología
- c) **Área de especialidad** : Cariología
- d) **Línea** : Microbiología

1.2.2. Operacionalización de Variables

TABLA N° 1:
Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador	Subindicador	Escala
Variable independiente: Látex de <i>Croton lechleri</i>	Secreción vegetal proveniente de <i>Croton lechleri</i> , (muestra proveniente de Loreto), cuyo principal componente activo es la tarpina.	Concentración del látex	3%, 6%, 12%, 25%, 50% y 100%	Nominal
Variable dependiente: <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175	Bacteria gram-positiva anaerobia facultativa, principalmente responsable de la formación de caries dental.	Crecimiento o inhibición	Absorbancia	Razón

2. Pregunta de investigación

- ¿Cuál es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 3% frente al *Streptococcus mutans*?
- ¿Cuál es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 6% frente al *Streptococcus mutans*?
- ¿Cuál es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 12% frente al *Streptococcus mutans*?
- ¿Cuál es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 25% frente al *Streptococcus mutans*?
- ¿Cuál es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 50% frente al *Streptococcus mutans*?

- ¿Cuál es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 100% frente al *Streptococcus mutans*?

3. Justificación

Relevancia científica: La investigación busca dar respuesta y evidenciar los efectos de una alternativa de medicina natural muy utilizada en el medio, el látex de *Croton lechleri*, el cual se dice tiene un efecto antibacteriano sobre el *Streptococcus Mutans*, organismo causante de caries. De este modo, mediante el sometimiento de los datos cuantificables que se obtendrán en la experimentación y comparación de un grupo control y experimental, se podrá concluir un efecto predictivo de una variable sobre otra. Este descubrimiento, ya sea mediante la aceptación o rechazo de la hipótesis de estudio, servirá para la discusión de futuras investigaciones que también aborden los efectos del látex de *Croton lechleri* en el marco de la odontología, así como brindará literatura científica confiable en el medio local.

Relevancia social: Las caries son una de las enfermedades bucodentales de mayor incidencia actualmente, y debido a esto, integran un problema de salud pública en múltiples niveles de la sociedad. Según diversos estudios, son las poblaciones con un menor nivel socioeconómico las que sufren en una mayor magnitud las consecuencias adversas de las caries (2), obligando a este sector a buscar alternativas de tratamiento más accesibles a su realidad. Por este motivo, dar estudio a los efectos del látex de *Croton lechleri*, brindará a la comunidad una nueva alternativa de prevención frente a las caries con una evidencia científica sólida, mejorando en el camino su salud bucal en general.

Originalidad: El efecto antibacteriano del látex de *Croton lechleri* ha sido evidenciado contra diversos microorganismos, no obstante, su implicación sobre el *Streptococcus Mutans* todavía no encuentra resultados concluyentes en las bases investigativas actuales sobre el tema. Igualmente, en la revisión de la literatura, no se han encontrado estudios similares sobre el tema en los últimos 6 años tanto a nivel nacional como internacional, resaltando la originalidad de este estudio.

Actualidad: La prevalencia de caries en la región Arequipa es alta, al igual que en todo el país (3). De la misma manera, el uso del látex de *Croton lechleri* está ampliamente extendido por ciertos grupos sociales y tradicionales en la región, siendo un remedio utilizado para múltiples fines curativos. Es así como ambas variables de análisis se mantienen presentes en la actualidad, siendo necesario su

estudio para un mejor entendimiento de sus consecuencias y/o propiedades asociadas.

Interés personal: La motivación principal para la realización de la investigación es el interés en el estudio de nuevas perspectivas de tratamiento para las caries, ahondando en una alternativa naturalista la cual puede estar al acceso de muchas personas. De este modo también, el profesional odontólogo tendrá un mejor entendimiento de las propiedades de ciertas medicinas naturales, pudiendo ser un complemento al tratamiento especializado que brinda este, otro de los motivos principales de esta investigación fue la obtención de mi título profesional.

Viabilidad: La investigación es factible debido a que se sustenta en las bases metodológicas de la investigación científica, dando respuesta una hipótesis de estudio mediante un método confiable y válido en la materia. Asimismo, se hace mención de que se cuentan con los recursos institucionales (laboratorio), humanos (investigador), económicos, temporales y materiales para la aplicación y conclusión de la investigación.

4. Objetivos

- Determinar es el efecto del látex de *Croton lechleri* al 0% frente al *Streptococcus mutans*.
- Determinar el efecto del látex de *Croton lechleri* al 3% frente al *Streptococcus mutans*.
- Determinar el efecto del látex de *Croton lechleri* al 6% frente al *Streptococcus mutans*.
- Determinar el efecto del látex de *Croton lechleri* al 12% frente al *Streptococcus mutans*.
- Determinar el efecto del látex de *Croton lechleri* al 25% frente al *Streptococcus mutans*.
- Determinar el efecto del látex de *Croton lechleri* al 50% frente al *Streptococcus mutans*.
- Determinar el efecto del látex de *Croton lechleri* al 100% frente al *Streptococcus mutans*.

5. Marco conceptual y antecedentes investigativos

5.1. Marco conceptual

5.1.1. *Croton lechleri*

El *Croton lechleri* es un árbol que pertenece a la familia Euphorbiaceae y se encuentra principalmente en la región amazónica de Brasil. La savia roja que exuda cuando se corta la corteza del árbol ha sido usada durante siglos como una medicina holística popular (14,15).

Croton lechleri presenta sinónimos botánicos como *C. draconoides*, y comparte similitudes con especies afines como *C. palanostigma* y *C. erythrochilus*, ampliamente distribuidas en Perú, Ecuador y otras zonas de América del Sur. Entre sus nombres comunes destacan “sangre de grado”, “sangre de dragón” y múltiples denominaciones en lenguas indígenas como el quechua y el ashaninka (16).

Se trata de un árbol mediano, de rápido crecimiento, característico de áreas perturbadas de la Amazonía entre los 100 y 1000 m s.n.m. Al cortar su corteza, exuda un látex rojo brillante. Las hojas son cordadas y alternas; sus flores pequeñas se agrupan en espigas de 30 a 50 cm (16).

5.1.2. *Látex de Croton lechleri*

El látex de *Croton lechleri*, obtenida del árbol *Croton lechleri*, es un exudado rojo ampliamente utilizado en la medicina tradicional debido a sus propiedades curativas (14,15).

La mayor producción de látex ocurre en temporada de lluvias. Para uso industrial, se prefiere talar y escoriar el árbol, lo cual puede generar hasta 6 litros de savia. No obstante, su extracción excesiva conlleva altos niveles de mortalidad arbórea, ya que los lactíferos no se regeneran (16).

5.1.2.1. Composición química

La composición química del látex de *Croton lechleri* es compleja y se caracteriza principalmente por la presencia de alcaloides, compuestos fenólicos y terpenoides. Entre los alcaloides, destaca la taspina, reconocida por su potente actividad cicatrizante, así como la sinoacutina, glaucina, magnoflorina, isoboldina y norisoboldina, identificadas en hojas y savia. En cuanto a los compuestos fenólicos, predominan los proantocianidoles (también llamados procyanidinas), que constituyen hasta el 90% del peso seco del látex, siendo el SP-303 su fracción más activa (16); entre estos destacan las proantocianidinas, la catequina, epicatequina, galocatequina y epigalocatequina, reconocidas por sus propiedades antioxidantes (17); estos polifenoles poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas (16). Asimismo, se han identificado lignanos como el 39,4-O-dimetilcedrusin. Por otro lado, los terpenoides hallados incluyen diterpenos como el bincatriol, crolechinol, crolequinic acid, hardwickiic acid y las koberinas A y B, además de esteroides como el β -sitosterol y su glucósido. Esta compleja composición química es la base de las múltiples actividades farmacológicas atribuidas al látex de *Croton lechleri* (16).

5.1.2.2. Propiedades bioactivas

El látex de *Croton lechleri* ha sido estudiado por sus propiedades antioxidantes, siendo un tema de creciente interés en el ámbito de la investigación nutracéutica y farmacéutica. Se ha demostrado que los compuestos bioactivos presentes en su resina tienen propiedades antioxidantes, antibacterianas, antivirales y antiinflamatorias, las cuales son clave para su uso en tratamientos medicinales y cosméticos (18,19,20)

Entre los compuestos bioactivos más destacados se encuentra la taspina, un alcaloide que ha demostrado ser el principal compuesto activo responsable de la cicatrización de heridas, ya que promueve la formación de colágeno y la migración de fibroblastos al sitio de la lesión (21,22). Además de la taspina, los compuestos flavonoides presentes en el látex de *Croton lechleri* actúan como agentes

antioxidantes, eliminando radicales libres y contribuyendo a la prevención de enfermedades asociadas al estrés oxidativo, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (19).

5.1.2.3. Usos tradicionales

El látex de *Croton lechleri*, ha sido empleado tradicionalmente en la medicina popular de la Amazonía para una amplia variedad de afecciones. Su uso interno incluye el tratamiento de diarrea, disentería, úlceras gástricas, infecciones respiratorias, tuberculosis (23). En comunidades indígenas se utiliza en lavados vaginales postparto o después de un aborto, así como en el tratamiento de cáncer y tuberculosis (17).

Externamente, el látex se aplica directamente sobre heridas, cortes, picaduras de insectos, herpes, infecciones bucales, fracturas, hemorroides y afecciones inflamatorias de la piel, debido a su capacidad para detener el sangrado, aliviar el dolor, reducir la inflamación y acelerar la cicatrización. Esta versatilidad terapéutica ha llevado a que el látex se conozca popularmente como “vendaje líquido” y sea un elemento común en botiquines tanto rurales como urbanos en países como Perú y Ecuador (23).

5.1.2.4. Propiedades antivirales y antibacterianas

El látex de *Croton lechleri* también presenta propiedades antivirales y antibacterianas, evidenciadas en diversos estudios experimentales. Se ha identificado que sus metabolitos secundarios, entre ellos fenoles, terpenoides y alcaloides, ejercen efectos inhibidores sobre distintos tipos de virus, como el virus del herpes simple, el virus de la hepatitis y el virus de la influenza (24,25). Uno de los compuestos más estudiados, el SP-303 —una fracción rica en proantocianidinas poliméricas— ha demostrado actividad antiviral significativa contra el virus del herpes simple tipo 1 y 2, así como frente al virus respiratorio sincitial (26).

Además, el látex de *Croton lechleri* ha demostrado un efecto antibacteriano significativo, especialmente frente a bacterias patógenas

para el ser humano, como *Staphylococcus aureus* (27,28). Estudios in vitro han evidenciado su capacidad para inhibir el crecimiento de bacterias grampositivas y gramnegativas, entre ellas *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, lo que respalda su uso tradicional en el tratamiento de infecciones cutáneas y de mucosas (26).

5.1.2.5. Toxicidad y seguridad

A pesar de sus numerosos beneficios, es fundamental tener en cuenta los aspectos relacionados con la seguridad y la toxicidad del látex de *Croton lechleri*. Diversos estudios señalan que, si bien su uso prolongado no parece generar daños graves, su potencial citotóxico y mutagénico exige precaución en su aplicación terapéutica (29). Se han documentado efectos adversos leves asociados a su uso excesivo o continuado, tales como irritación gástrica y reacciones alérgicas cutáneas. Asimismo, no se recomienda su administración en mujeres embarazadas ni en personas con hipersensibilidad a alguno de sus componentes (26). No obstante, se requieren investigaciones adicionales que permitan establecer directrices de seguridad más precisas para su uso clínico (30).

5.1.3. *Streptococcus mutans*.

Streptococcus mutans es un microorganismo que ha sido ampliamente estudiado debido a su relevancia en la etiología de la caries dental, una de las enfermedades infecciosas más prevalentes en el mundo. La identificación de *Streptococcus mutans* se remonta a 1924 cuando J. Clarke aisló este organismo de lesiones cariosas, denominándolo *Streptococcus mutans* debido a la forma ovalada de sus células, que se pensó eran formas mutantes de estreptococos (31). Sin embargo, fue en la década de 1950 cuando *Streptococcus mutans* ganó atención dentro de la comunidad científica, y para mediados de la década de 1960, estudios clínicos y de laboratorio en animales destacaron a *Streptococcus mutans* como un agente etiológico importante en la caries dental (32).

5.1.3.1. Hábitat y Características Cariogénicas

El hábitat natural de *Streptococcus mutans* es la cavidad oral humana, específicamente la placa dental, que es un biofilm multispecies formado en las superficies duras del diente. La capacidad cariogénica de *Streptococcus mutans* se basa en tres atributos principales: la capacidad de sintetizar grandes cantidades de polímeros extracelulares de glucano a partir de la sacarosa, lo que facilita la colonización permanente de superficies duras y el desarrollo de la matriz polimérica extracelular in situ; la capacidad de transportar y metabolizar una amplia gama de carbohidratos en ácidos orgánicos (acidogenicidad); y la capacidad de prosperar bajo condiciones de estrés ambiental, particularmente en pH bajo (aciduricidad) (33). Además, aunque *Streptococcus mutans* no actúa solo en el desarrollo de la caries dental, se ha demostrado que puede alterar el entorno local formando un ambiente rico en polímeros extracelulares y con bajo pH, creando así un nicho favorable para otras especies acidogénicas y acidúricas (34).

5.1.3.2. Diversidad Genética y Fenotípica

El primer genoma secuenciado de *Streptococcus mutans*, correspondiente a la cepa UA159 de serotipo c, contenía aproximadamente 2.0 Mb de ADN y codificaba aproximadamente 2,000 genes (35). Estudios genómicos comparativos han revelado que el pangenoma de *Streptococcus mutans* contiene un mínimo de aproximadamente 3,300 genes posibles y un genoma central (genes comunes a todas las cepas) de 1,490 genes (36). Esto implica que cada cepa puede poseer hasta 500 genes únicos, lo que influye significativamente en su virulencia, adaptación al medio y capacidad de formar biopelículas. Algunas de estas diferencias están relacionadas con genes exclusivos como *SMu.1147*, que regula la competencia genética, o genes no nucleares como *cnm* y *cbm*, que codifican proteínas de unión al colágeno y están vinculados a infecciones sistémicas como endocarditis e incluso afecciones neurológicas. Esta diversidad genética se traduce en una amplia variabilidad fenotípica entre cepas, que explica

la dificultad de correlacionar directamente genotipos específicos con la incidencia de caries dental (32).

5.1.3.3. Metabolismo de Carbohidratos

El *Streptococcus mutans* obtiene su energía exclusivamente a través de la glucólisis y se caracteriza por su capacidad para metabolizar una amplia variedad de carbohidratos. Su genoma codifica numerosos sistemas de transporte, como 14 sistemas fosfotransferasa (PTS) dependientes de fosfoenolpiruvato y dos transportadores tipo ABC, que le permiten internalizar monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos (32). Entre los carbohidratos más relevantes se encuentra la sacarosa, considerada el más cariogénico, ya que *Streptococcus mutans* no solo la metaboliza para producir ácido, sino que también emplea enzimas como las glucosiltransferasas (GtfB, GtfC y GtfD) para convertirla en glucanos extracelulares que favorecen la formación de biopelículas (32,37). La sacarosa, un disacárido compuesto por glucosa y fructosa, es metabolizada por varias vías en *Streptococcus mutans* para producir ácido y polímeros extracelulares que promueven la formación de biofilms, los cuales son esenciales para su virulencia (38). Además, presenta un sistema particular de regulación conocido como represión por catabolito de carbono (CCR), en el cual el sistema PTS de glucosa/mannosa (EII^{Man}) desempeña un papel central, regulando la expresión de operones como *fruAB* y *levDEFG* en función del tipo y concentración de carbohidratos disponibles. Este sistema le permite a *Streptococcus mutans* utilizar estrategias eficientes como la expulsión y reabsorción transitoria de azúcares como fructosa o maltosa, lo cual optimiza su metabolismo y fomenta relaciones cooperativas con otros microorganismos del biofilm oral (32).

5.1.3.4. Formación de Biofilms

Streptococcus mutans vive principalmente en biofilms en las superficies dentales, conocidos como placa dental. Produce hasta tres tipos de glucosiltransferasas (GtfB, GtfC y GtfD) que utilizan la glucosa de la sacarosa para sintetizar glucanos, los cuales son componentes

clave de la matriz de la placa dental (38). Estos polímeros facilitan la acumulación local de células microbianas y la formación de una matriz polimérica que protege a las bacterias incrustadas, contribuyendo a la cariogenicidad de *Streptococcus mutans* (38).

5.1.3.5. Interacciones Ecológicas

Streptococcus mutans mantiene interacciones ecológicas complejas dentro del biofilm dental, que pueden ser tanto antagonistas como mutualistas. Compite con especies como *Streptococcus gordonii* y *Streptococcus sanguinis*, miembros del grupo mitis, los cuales secretan peróxido de hidrógeno (H_2O_2), una sustancia inhibidora para *Streptococcus mutans*. Sin embargo, *Streptococcus mutans* contrarresta esta competencia mediante la producción de mutacinas y su alta tolerancia a ambientes ácidos. En cuanto a las relaciones mutualistas, *Streptococcus mutans* forma asociaciones con bacterias como *Veillonella spp.*, que utilizan el ácido láctico producido por *Streptococcus mutans* como fuente de carbono, actuando como sumideros de ácido y modulando el pH del biofilm. Además, interactúa con el hongo *Candida albicans*, cuyas superficies de manano son reconocidas por la enzima GtfB de *Streptococcus mutans*, lo que potencia la adhesión y formación de biopelículas mixtas altamente cariogénicas, especialmente en la caries de la infancia, aumentando la resistencia a antimicrobianos y la severidad del daño (32).

5.1.3.6. Factores de patogenicidad

Streptococcus mutans posee diversas estructuras biológicas de superficie que desempeñan un papel central en su capacidad patogénica tanto en enfermedades orales como sistémicas. Entre ellas destacan los polisacáridos de rhamnosa y las cadenas laterales de glucosa, cuya composición permite clasificar a *Streptococcus mutans* en los serotipos c, e, f y k. El serotipo c predomina en la cavidad oral, mientras que los serotipos e y k tienen menor frecuencia. Estos polisacáridos, particularmente el polímero de rhamnosa-glucosa (RGP), contribuyen a la evasión del sistema inmune mediante la resistencia a la fagocitosis

por leucocitos polimorfonucleares, y permiten la adhesión a componentes de la matriz extracelular como fibronectina, colágeno tipo I y laminina, favoreciendo la colonización del endocardio y aumentando la virulencia en infecciones como la endocarditis (39).

Las glucosiltransferasas (GTFs) también son fundamentales en la patogenicidad de *Streptococcus mutans*. Estas enzimas, especialmente Gtf-B, Gtf-C y Gtf-D, están involucradas en la adhesión dependiente de sacarosa a las superficies dentales. Se ha observado que mutantes isogénicos carentes de estas enzimas tienen una virulencia significativamente reducida. Además, la inserción de genes de resistencia antibiótica en los loci de las GTFs no solo inhibe su expresión, sino que también podría conferir resistencia bacteriana, lo cual podría agravar su potencial patógeno en el contexto cardiovascular. Complementariamente, las proteínas de unión a glucanos (GBPs) actúan en conjunto con las GTFs para facilitar la formación de caries. No obstante, en la sangre, la deficiencia de GBPs ha mostrado prolongar la bacteriemia por *Streptococcus mutans* (39).

Los antígenos proteicos (PA) son adhesinas multifuncionales que permiten la unión bacteriana a la membrana salival a través de interacciones con receptores como gp340 o DMBT-1. Las cepas deficientes en PA exhiben una mayor resistencia a la fagocitosis, una mayor hidrofobicidad celular y una duración prolongada de la bacteriemia, acompañadas de una respuesta inflamatoria exacerbada en modelos animales (39).

Otro grupo importante lo constituyen las proteínas de unión al colágeno (CBPs), entre las que se destacan Cnm y Cbm. Estas proteínas están más comúnmente presentes en cepas de los serotipos e, f y k, y se han aislado con mayor frecuencia en pacientes con bacteriemia y endocarditis infecciosa. La proteína Cnm, de 120 kDa, permite la adhesión a colágeno tipo I y laminina, facilitando la invasión endotelial y el daño vascular. La Cbm, por su parte, presenta una mayor afinidad por el colágeno y puede inducir la agregación plaquetaria en presencia

de fibrinógeno, actuando este como una molécula puente para facilitar la adhesión bacteriana (39).

Finalmente, las proteínas de unión a fibronectina, como AtlA, RgpG, BrpA y Psr, también están implicadas en la patogenicidad sistémica de *Streptococcus mutans*. Estas proteínas median la adhesión específica a fibronectina y células endoteliales, y su deficiencia ha demostrado aumentar la resistencia a la fagocitosis y prolongar la bacteriemia. En particular, AtlA se asocia con la formación de biopelículas y la supervivencia bacteriana en el torrente sanguíneo, y su expresión se ve favorecida por las concentraciones fisiológicas de calcio en suero. En conjunto, estas estructuras y mecanismos de adhesión convierten a *Streptococcus mutans* en un microorganismo altamente adaptado no solo al entorno oral, sino también a la colonización y daño en tejidos sistémicos (39).

5.1.3.7. Tolerancia al Estrés

La capacidad de *Streptococcus mutans* para adaptarse a cambios ambientales repentinos y sustanciales dentro de la placa dental es una característica clave que contribuye a su estatus como el principal agente etiológico de la caries dental. Para sobrevivir en condiciones de bajo pH, *Streptococcus mutans* despliega una respuesta de tolerancia al ácido (ATR), que incluye la alteración de la composición de los ácidos grasos de la membrana y la producción de moléculas neutralizantes, como amoníaco y CO₂ (32,40,41).

5.1.3.8. Vías de señalización

Streptococcus mutans emplea diversas vías de señalización que le permiten adaptarse a cambios ambientales y regular funciones clave para su virulencia. Los sistemas de dos componentes (TCSTSs), como ComDE, VicRK, LevRS y CovR, responden a estímulos externos modulando procesos como la formación de biopelículas, la tolerancia al estrés y la adquisición de nutrientes. En particular, ComDE regula la producción de mutacinas y activa la competencia genética a través del sistema ComRS, el cual induce genes mediante la señalización de

péptidos como CSP y XIP. Además, *Streptococcus mutans* utiliza mecanismos de quorum sensing para coordinar la expresión génica en función de la densidad poblacional, destacando también la participación del sistema LuxS/AI-2 en la comunicación inter-especies. Por otro lado, los nucleótidos reguladores como (p)ppGpp y el AMP cíclico di-AMP influyen en la formación de biopelículas, la respuesta al estrés y la señalización de competencia, estableciendo una red de control integrada que fortalece la adaptación y persistencia del microorganismo en el ambiente oral (32).

5.2. Antecedentes investigativos

5.2.1. Antecedentes internacionales

- a. **Título:** “Formulation of Lemongrass Extract Mouthwash (*Cymbopogon Citratus*) as a Non-Pharmacological Effort in Inhibiting The Growth of Bacteria That Cause Dental Caries”

Autor: Fitri P et al.

Fuente: Journal Research of Social Science, Economics, and Management

Resumen: El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de la hierba de limón o hierba luisa en la inhibición del crecimiento de las bacterias responsables de la caries dental. Fue una investigación de tipo experimental con un diseño pretest-postest, en el cual se formaron dos grupos: uno de intervención, que utilizó un enjuague bucal con hierba de limón en concentraciones del 33%, 36% y 39%, y otro grupo de control que empleó clorhexidina. En los resultados de la prueba pareada se encontró diferencias significativas entre los grupos de intervención con concentraciones de 36% ($p=0.017$) y 39% ($p=0.006$), mientras que el grupo control con clorhexidina no mostró una diferencia significativa ($p=0.091$). En los resultados de las pruebas organolépticas se determinó que la concentración más aceptable para el enjuague bucal de limoncillo es del 36%. Sin embargo, el enjuague bucal de limoncillo al 39% durante 2 minutos demostró ser más eficaz en la reducción de colonias bacterianas causantes de caries dental en comparación con el control de

clorhexidina, aunque la concentración del 36% no mostró una diferencia significativa respecto a la clorhexidina. (42)

- b. Título:** “Potencial antimicrobiano del latex de *Croton gossypifolius* (*Euphorbiaceae*) sobre especies asociadas a infecciones en humanos”

Autor: Godoy G et al.

Fuente: Arnaldoa

Resumen: Este estudio tiene por objetivo investigar el potencial antimicrobiano del látex, o savia, del *Croton gossypifolius* (familia Euphorbiaceae) frente a microorganismos que causan infecciones en humanos. Se utilizaron las bacterias *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y el hongo *Aspergillus niger* para esta evaluación. Se emplearon métodos tradicionales de microbiología para evaluar si el extracto tenía un impacto en el crecimiento de las bacterias seleccionadas. El estudio se realizó en dos fases: la primera fue cualitativa e implicó la preparación de dos placas de Petri con agar nutritivo para cada tipo de bacteria. Una placa se impregnó con látex de *Croton lechleri*, mientras que la otra no recibió tratamiento con el extracto, permitiendo así comparar el crecimiento bacteriano. Las bacterias fueron cultivadas mediante la técnica de hisopado. La segunda etapa fue cuantitativa, en la cual eligieron bacterias susceptibles al látex y se cultivaron en un medio líquido con distintas concentraciones del extracto durante un periodo determinado. Luego, se sembraron en placas de agar para cuantificar el número de células viables. Este procedimiento se llevó a cabo para evaluar si el efecto del látex dependía de la concentración empleada. Como resultado, el látex no mostró efecto inhibitorio sobre las bacterias *E. coli*, *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*, ni sobre el hongo *A. niger*. Sin embargo, sí inhibió el crecimiento de *Staphylococcus aureus* de manera dependiente de la dosis. (43)

5.2.2. Antecedentes nacionales

- a. Título:** “Actividad antibacteriana del colutorio a base de latex de *croton lechleri* frente al *Streptococcus Mutans* ATCC 25175”

Autor: Astudillo R.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Norbert Wiener

Resumen: El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad del colutorio a base de látex de *Croton lechleri* para inhibir la proliferación de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 en condiciones "in vitro". Fue un trabajo de tipo experimental, para el cual se usó se utilizó látex de *Croton lechleri* en concentraciones del 100%, 75% y 50% para llevar a cabo el método de difusión en agar. Se prepararon 20 placas de Petri con agar BHI, distribuidas en 4 placas por cada grupo de estudio. Las muestras se incubaron a 37°C y se midieron los halos de inhibición después de 24 y 72 horas. Como control positivo se empleó clorhexidina al 0.12% para *Streptococcus mutans* ATCC 25175, y agua destilada se utilizó como control negativo. Como resultado el colutorio a base de látex de *Croton lechleri* exhibe actividad inhibitoria "in vitro" contra cultivos de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 a las 24 y 48 horas, y la clorhexidina al 0.12% mostró una actividad antibacteriana superior. (44)

b. **Título:** “Efecto inhibitorio del látex de *croton lechleri* y el extracto acuoso de *cymbopogon citratus* (hierba luisa), sobre *streptococcus mutans* attc 25175, distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad – 2019”

Autor: Cerin Y.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

Resumen: El objetivo del estudio fue comparar el efecto inhibitorio del látex de *Croton lechleri* y del extracto acuoso de *Cymbopogon citratus* (Hierba Luisa) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Fue un trabajo de tipo experimental in vitro, de nivel explicativo, transversal, prospectivo; para ello se realizaron 10 repeticiones de pruebas biológicas utilizando extractos acuosos de *Croton lechleri* y *Cymbopogon citratus* en concentraciones del 75% y 100%, evaluando su efecto contra una cepa de *Streptococcus mutans*. Como resultado se obtuvo que el látex de *Croton lechleri* a una concentración del 75% produjo un halo de inhibición de 9.81 mm, mientras que al 100% generó

un halo de 16.86 mm. Por otro lado, el extracto acuoso de *Cymbopogon citratus* (Hierba Luisa), tanto al 75% como al 100%, no mostró efecto inhibitorio. La combinación del látex de *Croton lechleri* con el extracto acuoso de *Cymbopogon citratus* en la concentración del 75% presentó un halo de inhibición de 8.75 mm y al 100% un halo de 10.11 mm. La clorhexidina al 0.12% mostró el mayor halo de inhibición, con 17.57 mm. (45)

- c. **Título:** “Efecto antibacteriano de tres concentraciones de látex de sangre de grado sobre cepas de *Streptococcus Mutans* ATCC 25175, Chiclayo 2019”

Autor: Guevara K.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán

Resumen: El propósito principal de este estudio es evaluar la efectividad antibacteriana de tres concentraciones de látex de *Croton lechleri* contra cepas de *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Se emplearon concentraciones de 100%, 75% y 50% de látex de *Croton lechleri*, utilizando clorhexidina al 0,12% como control positivo y agua destilada como control negativo. Se midieron los halos de inhibición generados por discos impregnados con estas concentraciones sobre cultivos de *Streptococcus mutans* en agar Muller-Hinton. Como resultado, las concentraciones de látex de *Croton lechleri* al 100% y al 75% mostraron un efecto inhibitor frente a *Streptococcus mutans*, mientras que la concentración al 50% mostró una menor sensibilidad. En el grupo control, se verificó que la clorhexidina al 0,12% presentó un mayor efecto de inhibición en comparación con todas las concentraciones de *Croton lechleri* evaluadas. (46)

- d. **Título:** “Efecto del *Croton lechleri* en la cicatrización de la mucosa alveolar post exodoncia en consultorio particular Juliaca, agosto - noviembre 2021”

Autor: Paccosoncco R et al.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Continental

Resumen: El propósito de este estudio fue evaluar el efecto de *Croton lechleri* en la cicatrización de la mucosa alveolar después de una extracción dental. Fue un estudio de tipo aplicada, alcance explicativo y diseño cuasiexperimental; se hizo seguimiento a la evolución de la cicatrización usando *Croton lechleri* en 30 pacientes evaluándose aspectos como el color, tamaño, consistencia, textura superficial y sangrado de la mucosa alveolar. Como resultado se encontró que la aplicación de *Croton lechleri* tiene un efecto positivo en la cicatrización de la mucosa alveolar, ya que acelera el proceso de recuperación postexodoncia. (47)

e. **Título:** “Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcohólico de *Schinus molle* L. (molle) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175”

Autor: Alzamora E.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo

Resumen: El propósito de este estudio fue analizar el efecto antibacteriano in vitro de distintas concentraciones del extracto hidroalcohólico de *Schinus molle* L. (molle) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Fue una investigación de tipo experimental verdadero, evaluándose el efecto antibacteriano mediante el método de difusión en disco, mientras que la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) se evaluaron mediante el método de microdilución. En los resultados se observó que todas las concentraciones del extracto evaluadas exhibieron un efecto antibacteriano sobre *S. mutans*. No obstante, solo las concentraciones de 70 µg/mL ($17,00 \pm 0,501$ mm), 80 µg/mL ($19,89 \pm 0,638$ mm), 90 µg/mL ($22,09 \pm 0,431$ mm) y 100 µg/mL ($24,37 \pm 0,568$ mm) produjeron halos de inhibición promedio que superaron al del control positivo ($15,42 \pm 0,370$ mm) realizado con clorhexidina 0,12%. Además, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre todos los tratamientos evaluados ($p < .05$). (48).

f. **Título:** “Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroetanólico de *Cymbopogon Citratus* (hierba luisa) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175”

Autor: Cardenas A y Farfán P.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo

Resumen: El propósito de esta investigación fue comparar el efecto antibacteriano *in vitro* de distintas concentraciones del extracto hidroetanólico de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) con el de un control de clorhexidina al 0,12% sobre el *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Fue un estudio de tipo experimental verdadero, en el cual se evaluó la actividad antibacteriana mediante el método de difusión en disco y el método de microdilución para la evaluación de la concentración mínima inhibitoria y bactericida (CMI y CMB). Como resultado, el extracto hidroetanólico de *Cymbopogon citratus* mostro un efecto antibacteriano superior al del control positivo, que tenía halos de inhibición de $14,48 \pm 0,413$ mm. Los halos de inhibición del extracto variaron entre $16,37 \pm 0,485$ mm a $10 \mu\text{g/mL}$ y $25,47 \pm 0,362$ mm a $100 \mu\text{g/mL}$. La Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) se establecieron en $10 \mu\text{g/mL}$. Además, los efectos de las concentraciones de $40 \mu\text{g/mL}$ y $50 \mu\text{g/mL}$ fueron estadísticamente equivalentes entre sí, al igual que las concentraciones de $80 \mu\text{g/mL}$ y $90 \mu\text{g/mL}$ ($p > .05$). (49).

g. Título: “Efecto antibacteriano *in vitro* del extracto hidroetanólico de *Erythroxylum coca* (coca) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175”

Autor: Delgado C y Quispe K.

Fuente: Tesis de Licenciatura. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo

Resumen: El propósito de este estudio fue analizar el efecto antibacteriano *in vitro* de diferentes concentraciones del extracto hidroetanólico de *Erythroxylum coca* (coca) en *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Fue una investigación de tipo experimental *in vitro*, para la cual se evaluó 5 concentraciones en mg/mL del extracto hidroetanólico, un control positivo clorhexidina 0,12% y un control negativo dimetilsulfóxido 1%, utilizado el método de difusión en disco para determinar el efecto antibacteriano y el método de microdilución para determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y

bactericida (CMB). Como resultado, se observó que la concentración de 5 mg/mL produjo un halo de inhibición de $16,37 \pm 0,485$ mm; la de 10 mg/mL, un halo de $18,45 \pm 0,384$ mm; la de 15 mg/mL, un halo de $20,13 \pm 0,245$ mm; la de 20 mg/mL, un halo de $22,62 \pm 0,312$ mm; y la de 25 mg/mL, un halo de $24,22 \pm 0,365$ mm. El control positivo generó un halo de $14,55 \pm 0,896$ mm. Tanto la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) como la Concentración Mínima Bactericida (CMB) se determinaron en 5 mg/mL. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre todos los tratamientos evaluados ($p < .05$). (50)

h. Título: “Efecto antiinflamatorio de la Sangre de Drago en pacientes con enfermedad periodontal atendidos en el hospital III Essalud, distrito de Chimbote, provincia Del Santa, departamento de Áncash – 2018”

Autor: Soles G.

Fuente: Biblioteca Digital de la Organización de las Universidades Católicas de América Latina y el Caribe

Resumen: El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto antiinflamatorio del látex de *Croton lechleri* en pacientes que padecen enfermedad periodontal. Fue una investigación de tipo cuantitativo, experimental, de nivel explicativo y diseño experimental pre-experimento, para la cual se evaluó a 100 personas con enfermedad periodontal, empleándose una ficha de recolección de datos como instrumento para registrar la edad de los pacientes, los niveles de inflamación y el tipo de enfermedad periodontal. Como resultado, después de 15 días de tratamiento con látex de *Croton lechleri*, se observó que, en pacientes con gingivitis, el 37% no presentó inflamación y solo el 17% mostró inflamación leve. En pacientes con periodontitis, el 22% no mostró inflamación, mientras que el 17% presentó inflamación leve. En aquellos con otras formas de enfermedad periodontal, el 5% no tuvo inflamación y solo el 2% presentó inflamación leve. En términos de género, en los pacientes masculinos, el 33% no mostró inflamación y el 31% presentó inflamación leve. Entre las pacientes femeninas, el 33% no presentó inflamación y el 25% mostró inflamación moderada. Se encontró una significancia estadística

indicando que el látex de *Croton lechleri* tiene un efecto antiinflamatorio en pacientes con enfermedad periodontal ($p= .001$).
(51)

6. Hipótesis

Dado que el látex de *Croton lechleri* ha sido tradicionalmente utilizada en la medicina natural por sus propiedades curativas, incluyendo su actividad antimicrobiana, es probable que presente un efecto inhibitor significativo sobre el crecimiento del *Streptococcus mutans*, una bacteria asociada a la formación de caries dentales.

H1: El látex de *Croton lechleri*, a medida que incrementa su concentración presenta un efecto antibacteriano significativo frente al *Streptococcus mutans* en condiciones de laboratorio en la UCSM.

H0: El látex de *Croton lechleri* a medida que incrementa su concentración no presenta un efecto antibacteriano significativo frente al *Streptococcus mutans* en condiciones de laboratorio en la UCSM.



CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Diseño metodológico

El estudio realizado corresponde a una investigación de enfoque cuantitativo, de tipo observacional y de nivel explicativo y descriptivo. Se aplicó un diseño prospectivo, transversal y comparativo en un entorno de laboratorio. Se recolectaron datos mediante observación directa, utilizando técnicas espectrofotométricas para evaluar el efecto antibacteriano del látex purificado de *Croton lechleri* frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175.

2. Población y muestra

La población del estudio estuvo constituida por cepas de *Streptococcus mutans* ATCC 25175. La muestra incluyó siete grupos experimentales: seis con diferentes concentraciones del látex (100%, 50%, 25%, 12%, 6%, 3%) y un grupo control (0%), cada uno con tres réplicas, sumando un total de 24 unidades experimentales.

- **Criterios de inclusión:** cepas con crecimiento homogéneo y sin signos de contaminación.
- **Criterios de exclusión:** cepas contaminadas.

Las cepas fueron obtenidas en formato liofilizado de un laboratorio certificado y estandarizadas a 0.5 en la escala de McFarland.

3. Tabla de variables

TABLA N° 2:
Tabla de variables

Variable	Indicador	Unidad de medida/ categoría	Escala
Variable independiente: Látex de <i>Croton lechleri</i>	Concentración del látex	3%, 6%, 12%, 25%, 50%, 100%	Razón
Variable dependiente: <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175	Crecimiento bacteriano	Absorbancia (nm a 500)	Razón

4. Técnicas y procedimientos

4.1. Técnicas

Se empleó la técnica de observación para recoger información sobre el efecto antibacteriano del látex purificado de *Croton lechleri* en distintas concentraciones frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175, utilizando mediciones espectrofotométricas como indicador del crecimiento bacteriano. La observación se basó en tres mediciones espectrofotométricas por concentración, evaluando la absorbancia a una longitud de onda de 500 nm, posterior a un periodo de incubación de 24 horas a 36.5 grados.

4.2. Procedimientos

Para llevar a cabo el presente estudio, en primer lugar, se gestionaron los permisos necesarios para el uso del Laboratorio de Química de proteínas y toxicología de la Universidad Católica de Santa María. Una vez obtenido el acceso, se procedió con la planificación y organización de los recursos materiales, físicos y humanos necesarios para la ejecución del estudio.

Obtención y purificación del extracto de *Croton lechleri*

La purificación de la sangre de grado inició con la maceración de la muestra en alcohol al 90% durante 24 horas, lo que facilitó la disolución de impurezas. Posteriormente, la mezcla fue sometida a centrifugación a 5000 rpm durante 5 minutos, permitiendo la sedimentación de impurezas en el fondo de los microtubos y la recolección del sobrenadante. Este proceso se repitió dos veces para asegurar una mayor pureza. Finalmente, se procedió a la evaporación total del alcohol en un agitador orbital a 50 rpm por 12 horas a temperatura ambiente obteniendo un látex limpio y libre de contaminantes.

A continuación, se prepararon diluciones secuenciales del látex purificado en concentraciones del 100%, 50%, 25%, 12%, 6%, 3% y 0%, utilizando agua destilada estéril como disolvente. La elección de este solvente se debió a su pureza e inercia química, garantizando que no interfiera con la actividad antimicrobiana del extracto. El control consistió únicamente en agua destilada, para atribuir cualquier cambio observado exclusivamente al efecto del látex de *Croton lechleri*.

Obtención de la cepa *Streptococcus mutans*

Se utilizó la cepa estándar ATCC 25175 de *Streptococcus mutans*, en forma liofilizada y adquirida de un laboratorio certificado, la cual fue reconstituida y estandarizada a 0.5 en la escala de McFarland para garantizar una carga bacteriana homogénea y controlada en todas las muestras experimentales. El proceso de estandarización se realizó mediante el método de turbidez, iniciando con un cultivo en medio sólido agar BHI (MERCK). Luego de 18 horas de incubación a 36.5°C, se seleccionaron las colonias con mejor crecimiento y se transfirieron a cuatro tubos de ensayo, cada uno con 25 ml de caldo BHI (medio líquido). La suspensión bacteriana fue monitoreada con un turbidímetro AKSO Analizar para determinar su crecimiento en función de la cinética bacteriana, se tomaron 10 ml para realizar cada medición.

Las mediciones de turbidez mostraron un incremento progresivo: a las 9 NTU en la primera medición, 95 NTU a las 15 horas, 120 NTU a las 18 horas, y 121 NTU a las 22 horas, indicando la transición a la fase estacionaria de

crecimiento. Posteriormente, a las 32 horas, la turbidez descendió a 75 NTU, reflejando el inicio de la fase de muerte bacteriana. Para asegurar la estabilidad del inóculo, las cepas bacterianas utilizadas en los ensayos fueron tomadas a las 22 horas de crecimiento, dentro de la fase estacionaria, a fin de obtener una suspensión homogénea y consistente para las pruebas de actividad antibacteriana.

Para determinar las Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/mL) estimamos la correlación entre la turbidez en Unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU) / (UFC/mL) esto ha sido establecida en diversos estudios microbiológicos. Por ejemplo, en un estudio sobre *Streptococcus dentisani*, se reportó que una turbidez de 90 ± 5 NTU corresponde a una concentración bacteriana de 1.5×10^8 UFC/mL (52,53).

Para estimar la concentración de *S. mutans* en las mediciones de turbidez proporcionadas (95 NTU a las 15 h, 120 NTU a las 18 h, 121 NTU a las 22 h y 75 NTU a las 32 h), se puede aplicar una extrapolación basada en la relación previamente mencionada. Si 90 NTU corresponden a 1.5×10^8 UFC/mL, entonces:

$$\text{Concentración estimada} \left(\frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = \left(\frac{\text{NTU medida}}{90 \text{ NTU}} \right) * 1.5 * 10^8 \frac{\text{UFC}}{\text{mL}}$$

Aplicando esta fórmula a cada medición:

TABLA N° 3:
Concentración estimada de *Streptococcus mutans* en función de las mediciones de turbidez

Hora	Concentración Estimada (UFC/mL)
15 h	1.583×10^8 UFC/mL
18 h	2.0×10^8 UFC/mL
22 h	2.017×10^8 UFC/mL
32 h	1.25×10^8 UFC/mL

Estas estimaciones indican un aumento en la concentración bacteriana desde las 15 h hasta las 22 h, seguido por una disminución a las 32 h.

FIGURA N° 1

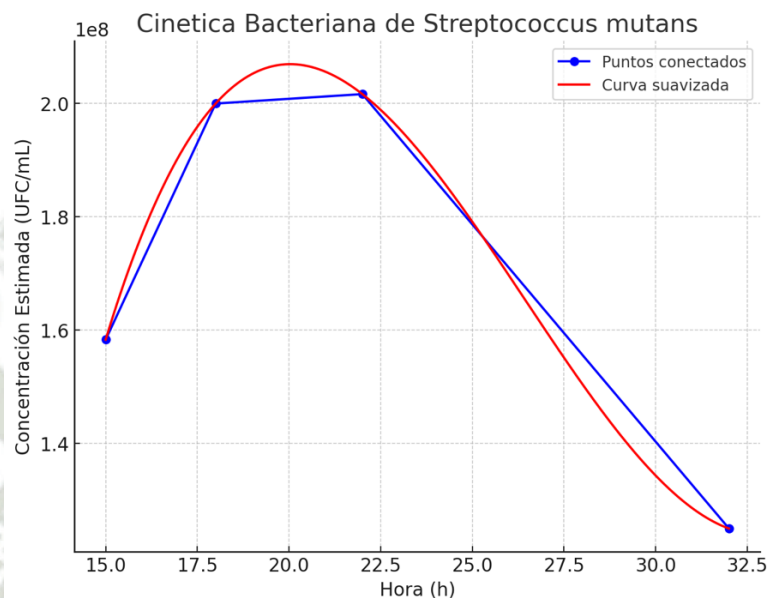
Cinética bacteriana de *Streptococcus mutans* estimada a partir de mediciones de turbidez

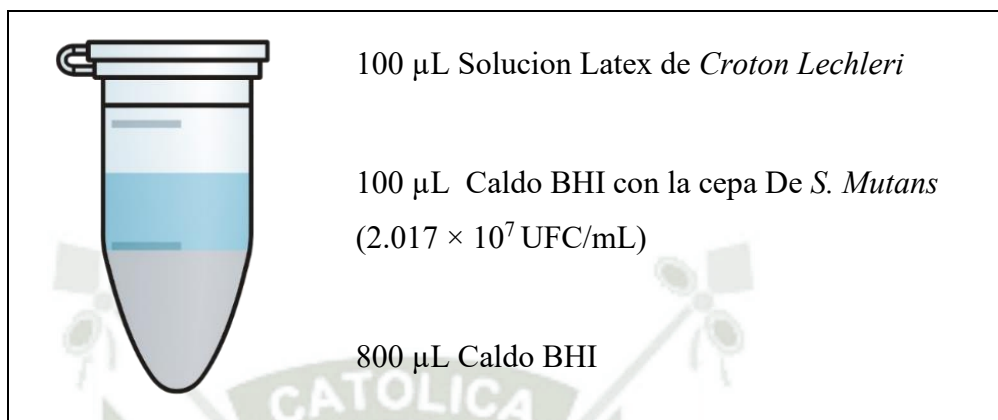
Gráfico N°1. Cinética bacteriana de *Streptococcus mutans*, estimada a partir de las mediciones de turbidez en Unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU) a lo largo de diferentes horas de incubación. El eje horizontal representa el tiempo en horas (h), desde la hora 0 hasta las 32 horas. El eje vertical muestra la concentración estimada de bacterias en Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/mL), que se calcula a partir de la turbidez medida.

Preparación del medio de cultivo

Se utilizó caldo BHI (Brain Heart Infusion, REF 1104930500, Millipore Merck), preparado según especificaciones del fabricante se pesaron 5.3 gramos de medio de cultivo para la preparación de 100 ml de caldo en el autoclave a 200 grados por 20 minutos.

Preparación e inoculación de *Streptococcus mutans*

En tubos Eppendorf estériles de 1000 μ L de capacidad se añadieron 100 μ L de la solución de látex en cada concentración, 800 μ L de caldo BHI y 100 μ L de BHI con la cepa estandarizada (2.017×10^7 UFC/mL). Las muestras fueron incubadas a 37°C durante 24 horas.

FIGURA N° 2**Preparación e inoculación de *Streptococcus mutans* en medio BHI con solución de látex****Medición del crecimiento bacteriano**

Tras la incubación, las muestras fueron centrifugadas a 5000 rpm durante 3 minutos, lo que permitió la sedimentación de las partículas más pesadas en el fondo del tubo, mientras que las partículas más ligeras permanecieron en suspensión, facilitando así su lectura. Posteriormente, se midió la turbidez de las muestras utilizando un espectrofotómetro EC-9005 EXCBIO a una longitud de onda de 500 nm. La turbidez se empleó como indicador indirecto del crecimiento bacteriano, dado que las bacterias, al llevar a cabo su metabolismo, secretan sustancias de baja densidad que permanecen suspendidas en el medio líquido. Esta técnica se fundamenta en el principio de dispersión de la luz por las partículas bacterianas en suspensión, donde una mayor absorbancia indica una mayor proliferación bacteriana.

Para el recojo de información se empleó una ficha de observación diseñada para este estudio, la cual contempló los datos por tratamiento, concentración, réplica y valor de absorbancia. Este proceso riguroso aseguró la trazabilidad, objetividad y confiabilidad de los datos recolectados para su posterior análisis estadístico.

5. Plan de análisis

La información recolectada fue inicialmente organizada en una hoja de cálculo de Excel 2024 y posteriormente transferida al software estadístico SPSS versión 27,

donde se realizó el análisis correspondiente. En el análisis descriptivo se calcularon frecuencias, porcentajes y desviaciones estándar para cada una de las concentraciones evaluadas.

Para el análisis inferencial, se aplicó en primer lugar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras menores de 30 unidades. Los resultados indicaron que los datos seguían una distribución normal, por lo que se procedió a utilizar el análisis de varianza de un factor (ANOVA de una vía) para comparar las medias entre los grupos. Esta prueba fue complementada con el análisis post hoc de Tukey para identificar diferencias significativas entre las concentraciones evaluadas.

6. Consideraciones éticas

Al tratarse de una investigación in vitro, sin involucramiento de seres humanos ni animales, no fue necesario pasar por un comité de ética. No obstante, se garantizó la rigurosidad metodológica, la veracidad de los resultados y el cumplimiento de principios de integridad científica.

7. Recursos

7.1. Recursos humanos

- Investigador: Angelo Rodrigo Valcarcel Vera
- Asesor: Dr Rufo Alberto Figueroa Banda

7.2. Recursos físicos

- Espectrofotómetro EC-9005 EXCBIO.
- Turbidímetro AKSO
- Centrífuga con capacidad de 5000 rpm.
- Micropipetas de 100–1000 μ L.
- Incubadora calibrada a 37°C.
- Vortex.
- Microtubos Eppendorf estériles.
- Látex purificado de Croton lechleri.
- Alcohol al 90%.
- Caldo BHI (Brain Heart Infusion).
- Agua destilada estéril.

- Equipo de protección personal (guantes, bata y mascarilla).

7.3. Recursos económicos

- Propios del investigador

7.4. Recursos institucionales

- Laboratorios de la Universidad Católica de Santa María





CAPÍTULO III
RESULTADOS

1. Resultados

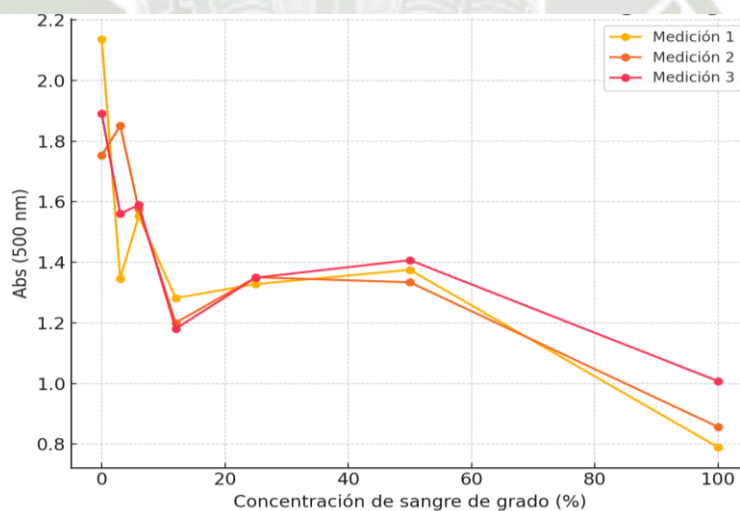
TABLA N° 4:

Efecto antibacteriano del látex de *Croton Lechleri* según diferentes concentraciones frente al *Streptococcus mutans*

Concentración de <i>Croton</i> <i>Lechleri</i>	Mediciones de absorbancia			DE (+/-)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	
0%	2,1365	1,7535	1,89	0,194
3%	1,3455	1,8505	1,5604	0,253
6%	1,5529	1,5765	1,589	0,018
12%	1,2818	1,2003	1,1808	0,053
25%	1,328	1,3504	1,3492	0,012
50%	1,3749	1,334	1,4069	0,036
100%	0,7897	0,8565	1,0078	0,111

FIGURA N° 3

Efecto antibacteriano del látex de *Croton Lechleri* según diferentes concentraciones frente al *Streptococcus mutans*



En la Tabla 4 y el Figura N°3 se observa una tendencia decreciente en los valores de absorbancia conforme aumenta la concentración del extracto, lo cual sugiere una posible actividad antimicrobiana frente a *Streptococcus mutans*. En la medición 1, la absorbancia disminuye progresivamente de 2.1365 (0%) a 0.7897 (100%). En la medición 2, los valores oscilan entre 1.7535 y 0.8565, mientras que en la medición 3 varían de 1.89 a 1.0078. Esta tendencia descendente se mantiene de manera consistente en las tres mediciones, aunque con ligeras variaciones intermedias.

TABLA N° 5:

Prueba de normalidad para determinar el estadístico que evalúe el efecto antibacteriano del látex de *Croton Lechleri* según diferentes concentraciones frente al *Streptococcus mutans*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concentracion de <i>Croton Lecheri</i>	0,926	21	0,115
Mediciones de absorbancia	0,971	21	0,745

Nota. gl= grados de libertad; sig= significancia

La tabla 5 muestra los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la cual se aplicó debido a que el tamaño de la muestra fue menor a 50 casos. Esta prueba evalúa si los datos se ajustan a una distribución normal. Según los criterios establecidos, un valor de significancia (p) mayor a 0.05 indica que los datos siguen una distribución normal, lo que permite el uso de pruebas paramétricas. Por el contrario, un valor p menor a 0.05 sugiere que los datos no siguen una distribución normal, por lo que corresponde aplicar pruebas no paramétricas.

En este caso, tanto para las concentraciones de *Croton lechleri* ($p = 0.115$) como para las mediciones de absorbancia ($p = 0.745$), los valores de significancia son mayores a 0.05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal, por lo que se justifica el uso de una prueba paramétrica, específicamente el ANOVA de una vía.

TABLA N° 6:

Análisis de varianza de un factor para comprobar el efecto antibacteriano del látex de *Croton Lechleri* según diferentes concentraciones frente al *Streptococcus mutans*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	1,925	6	0,321	18,860	0,000
Dentro de grupos	0,238	14	0,017		
Total	2,164	20			

La Tabla 6 el valor de significancia obtenido ($p=0.000$) demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de absorbancia entre al menos dos de las concentraciones evaluadas del látex de *Croton lechleri*. Esto indica que la concentración del látex influye de manera significativa en la absorbancia, lo cual refleja un efecto diferencial sobre el crecimiento bacteriano.

TABLA N° 7:

Comparaciones múltiples entre las medias para comprobar el efecto antibacteriano del látex de *Croton Lechleri* según diferentes concentraciones frente al *Streptococcus mutans* mediante prueba HSD de Tukey

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	3%	0,34120	0,10650	0,073	-0,0225	0,7049
	6%	0,35387	0,10650	0,059	-0,0098	0,7175
	12%	,70570*	0,10650	0,000	0,3420	1,0694
	25%	,58413*	0,10650	0,001	0,2205	0,9478
	50%	,55473*	0,10650	0,002	0,1911	0,9184
	100%	1,04200*	0,10650	0,000	0,6783	1,4057
3%	0%	-0,34120	0,10650	0,073	-0,7049	0,0225
	6%	0,01267	0,10650	1,000	-0,3510	0,3763
	12%	,36450*	0,10650	0,049	0,0008	0,7282
	25%	0,24293	0,10650	0,317	-0,1207	0,6066
	50%	0,21353	0,10650	0,453	-0,1501	0,5772
	100%	,70080*	0,10650	0,000	0,3371	1,0645
6%	0%	-0,35387	0,10650	0,059	-0,7175	0,0098
	3%	-0,01267	0,10650	1,000	-0,3763	0,3510
	12%	0,35183	0,10650	0,061	-0,0118	0,7155
	25%	0,23027	0,10650	0,372	-0,1334	0,5939
	50%	0,20087	0,10650	0,519	-0,1628	0,5645
	100%	,68813*	0,10650	0,000	0,3245	1,0518
	12%	-0,70570*	0,10650	0,000	-1,0694	-0,3420
12%	3%	-0,36450*	0,10650	0,049	-0,7282	-0,0008
	6%	-0,35183	0,10650	0,061	-0,7155	0,0118
	25%	-0,12157	0,10650	0,904	-0,4852	0,2421
	50%	-0,15097	0,10650	0,784	-0,5146	0,2127
	100%	0,33630	0,10650	0,079	-0,0274	0,7000
	25%	-0,58413*	0,10650	0,001	-0,9478	-0,2205
	3%	-0,24293	0,10650	0,317	-0,6066	0,1207
25%	6%	-0,23027	0,10650	0,372	-0,5939	0,1334
	12%	0,12157	0,10650	0,904	-0,2421	0,4852
	50%	-0,02940	0,10650	1,000	-0,3931	0,3343
	100%	,45787*	0,10650	0,010	0,0942	0,8215
	50%	-0,55473*	0,10650	0,002	-0,9184	-0,1911
	3%	-0,21353	0,10650	0,453	-0,5772	0,1501
50%	6%	-0,20087	0,10650	0,519	-0,5645	0,1628
	12%	0,15097	0,10650	0,784	-0,2127	0,5146
	25%	0,02940	0,10650	1,000	-0,3343	0,3931
	100%	,48727*	0,10650	0,006	0,1236	0,8509
	100%	-1,04200*	0,10650	0,000	-1,4057	-0,6783
	3%	-0,70080*	0,10650	0,000	-1,0645	-0,3371
100%	6%	-0,68813*	0,10650	0,000	-1,0518	-0,3245
	12%	-0,33630	0,10650	0,079	-0,7000	0,0274
	25%	-0,45787*	0,10650	0,010	-0,8215	-0,0942
	50%	-0,48727*	0,10650	0,006	-0,8509	-0,1236

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La Tabla 7 se muestran los resultados de las comparaciones múltiples mediante la prueba HSD de Tukey, con el objetivo de determinar diferencias estadísticamente significativas

entre las medias de absorbancia según las distintas concentraciones de látex de *Croton lechleri*, considerando un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$).

Los resultados evidencian que la concentración del 0% (grupo control) difiere significativamente de las concentraciones del 12%, 25%, 50% y 100%, con valores de significancia iguales o menores a 0.002. Esto indica que dichas concentraciones presentaron un efecto antibacteriano significativamente mayor, al reducir de forma notable el crecimiento de *Streptococcus mutans* en comparación con el grupo control.

Asimismo, se observaron diferencias significativas entre el grupo del 3% y los grupos del 12% y 100%, con una menor absorbancia en estos últimos, lo cual refuerza el efecto inhibitorio de las concentraciones más elevadas. En el caso de la concentración del 6%, solo se identificó una diferencia significativa frente al grupo del 100%, sin presentar diferencias relevantes frente a los grupos del 3%, 12%, 25% ni 50%.

Por su parte, las comparaciones entre las concentraciones intermedias (12%, 25% y 50%) no revelaron diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que, dentro de este rango, el efecto antibacteriano del látex podría ser similar.

Finalmente, la concentración del 100% mostró diferencias altamente significativas con casi todos los demás grupos, excepto con el del 12%, consolidándose como la concentración con el mayor efecto inhibitorio frente al *Streptococcus mutans*.

2. Discusión

Los resultados evidenciaron que, a medida que se incrementó la concentración del látex de *Croton lechleri*, se redujo significativamente el crecimiento de *Streptococcus mutans*, medido a través de la absorbancia. Las concentraciones del 12%, 25%, 50% y 100% presentaron una menor turbidez respecto al grupo control, siendo la del 100% la que mostró la mayor reducción en el crecimiento bacteriano. La prueba ANOVA arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones evaluadas ($p=0.000$), y el análisis post hoc de Tukey confirmó que las concentraciones más altas fueron más efectivas en inhibir el crecimiento de la bacteria. En particular, la concentración del 100% presentó diferencias significativas con casi todos los demás grupos, salvo con el 12%, mientras que entre las concentraciones intermedias (12%, 25% y 50%) no se identificaron diferencias significativas, lo cual sugiere un efecto antibacteriano comparable dentro de ese rango.

Al comparar estos hallazgos con estudios previos, se observa que los resultados coinciden con lo reportado por Astudillo (44), quien encontró actividad antibacteriana del látex de *Croton lechleri* a concentraciones del 50%, 75% y 100% frente a *Streptococcus mutans*, así como con Cerin (45), quien observó halos de inhibición al 75% y 100%. De manera similar, Guevara (46) reportó actividad antibacteriana en las concentraciones del 50%, 75% y 100%, lo que se asemeja a los efectos observados en este estudio a partir del 12%. En cambio, el estudio de Paccosoncco et al. (47), que evaluó el efecto del látex en la cicatrización de la mucosa alveolar postexodoncia, y el de Soles (51), centrado en su efecto antiinflamatorio en enfermedad periodontal, abordaron objetivos distintos y utilizaron métodos clínicos, por lo que no permiten una comparación directa con los resultados microbiológicos obtenidos en este estudio. Del mismo modo, Godoy et al. (43) analizaron otra especie vegetal (*Croton gossypifolius*) frente a microorganismos diferentes, encontrando efecto solo frente a *Staphylococcus aureus*, lo cual impide establecer equivalencias con el presente trabajo.

En cuanto a los estudios de Fitri et al. (42), Alzamora (48), Cárdenas y Farfán (49), y Delgado y Quispe (50), si bien reportaron efectos antibacterianos frente a *Streptococcus mutans* utilizando extractos de otras plantas como *Cymbopogon citratus*, *Schinus molle* y *Erythroxylum coca*, emplearon principios activos, métodos y unidades de medida diferentes (halos de inhibición, CMI y CMB), lo cual no permite comparaciones directas

con los resultados expresados en valores de absorbancia. Por tanto, los hallazgos del presente estudio guardan similitud con los antecedentes que evaluaron el látex de *Croton lechleri* frente a *Streptococcus mutans* y complementan la evidencia existente al analizar concentraciones más bajas no abordadas previamente.



3. Conclusiones

PRIMERA:

Látex de *Croton lechleri* al 3% presenta efecto antibacteriano leve frente al *Streptococcus mutans*.

SEGUNDA:

Se determinó que el látex de *Croton lechleri* al 6% evidencia un efecto antibacteriano leve frente al *Streptococcus mutans*.

TERCERA:

El látex de *Croton lechleri* al 12% presentó un efecto antibacteriano leve frente a *Streptococcus mutans*.

CUARTA:

El látex de *Croton lechleri* al 25% presentó un efecto antibacteriano leve frente a *Streptococcus mutans*.

QUINTA:

El látex de *Croton lechleri* al 50% presentó un efecto antibacteriano moderado frente a *Streptococcus mutans*.

SEXTA:

El látex de *Croton lechleri* al 100% presentó un efecto antibacteriano significativo frente a *Streptococcus mutans*.

4. Recomendaciones

PRIMERA:

Se recomienda al tesista seguir investigando el efecto antibacteriano del látex de *Croton lechleri* frente al *Streptococcus mutans* a través de estudios in vivo, considerando condiciones fisiológicas reales como el pH salival, la interacción con otras bacterias de la microbiota oral y la frecuencia de uso. Estas variables permitirán valorar su aplicabilidad clínica y fortalecer la evidencia científica en entornos más próximos a la realidad del paciente.

SEGUNDA:

Se sugiere al tesista replicar y ampliar el estudio en otras regiones del país con alta prevalencia de caries dental, incorporando distintas cepas de *Streptococcus mutans* y analizando además variables como la resistencia antimicrobiana y la composición química del látex según origen geográfico. Esta ampliación permitiría consolidar la validez externa de los hallazgos y contribuir a la construcción de una base de datos científica más robusta sobre el uso de medicinas tradicionales en la odontología moderna.

TERCERA:

Se sugiere al tesista comparar la eficacia del látex de *Croton lechleri* frente a otros agentes antimicrobianos convencionales, como la clorhexidina, mediante ensayos controlados que permitan establecer diferencias significativas en términos de potencia y duración del efecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guadalupe L, Andrade C, Paola O. Genes y proteínas involucradas en la virulencia de *Streptococcus mutans*. *Revista Científica Universidad Odontológica Dominicana*. 2024; 12(1).
2. Organización Mundial de la Salud. Salud bucodental. [Online].; 2022 [cited 2024 08 19. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>.
3. Ministerio de Salud. Día Nacional de la Promoción y Protección Bucal Infantil en el Perú. [Online].; 2024 [cited 2024 08 19. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/936091-dia-nacional-de-la-promocion-y-proteccion-bucal-infantil-en-el-peru-9-de-cada-10-ninos-sufren-de-caries-dental>.
4. Ministerio de Salud. El 90.4% de los peruanos tiene caries dental. [Online].; 2019 [cited 2024 08 19. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/45475-el-90-4-de-los-peruanos-tiene-caries-dental>.
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles 2022. [Online].; 2023 [cited 2024 08 19. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1899/libro.pdf.
6. Ye D, Liu Y, Li J, Zhou J, Cao J, Wu Y, et al. Competitive dynamics and balance between *Streptococcus mutans* and commensal streptococci in oral microecology. *Critical Reviews in Microbiology*. 2024; 1(12).
7. Sánchez GI, Tigse AC, Paredes JC, Zúñiga MA. Interpretación del manejo odontológico en la enfermedad periodontal y caries dental en pacientes con síndrome de Down. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2023; 42(2925): p. 1-15.
8. Ponce NS. La Odontología en el desarrollo social. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida*. 2023 diciembre; 7(14): p. 1-3.
9. Castro L, Varela RA, Moreno MC, Mayorga DF. Análisis de las propiedades de la uña de gato y de la sangre de drago y diseño de un equipo para su industrialización en las comunidades Warints y Yawi. *Polo del Conocimiento*. 2022 junio; 7(6): p. 1664-1697.
10. Paccosoncco R, Quispe A, Subia BC. Efecto del croton lechleri en la cicatrización de la mucosa alveolar post exodoncia en consultorio particular Juliaca, agosto - noviembre 2021. [Tesis de Licenciatura]. [Huancayo]: Universidad Continental.; 2022.
11. Soles GN. Efecto antiinflamatorio de la Sangre de Drago (Croton Draco, Croton Lechleri) en pacientes con enfermedad periodontal atendidos en el hospital III Essalud, distrito de Chimbote, provincia Del Santa, departamento de Áncash – 2018. [Tesis de Licenciatura]. [Áncash]: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.; 2021.
12. Guerrero MA. Publicación: Efecto inhibitorio de sangre de drago (Croton lechleri) con tomillo (*Thymus vulgaris*) a diferentes concentraciones sobre cepas de *Staphylococcus Aureus*. Estudio in-vitro. [Tesis de Licenciatura]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador.; 2019.

13. Girón C, Sosa D, Ciacia F, Morales OA. Prevención de la caries dental. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Venezolana de Investigación Odontológica de la IADR*. 2020; 8(2): p. 49-77.
14. Sun J, Liu JN, Fan B, Chen XN, Pang DR, Zheng J, et al. Phenolic constituents, pharmacological activities, quality control, and metabolism of *Dracaena* species: A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2019; 244.
15. Salazar-Gómez A, Alonso-Castro AJ. Medicinal Plants from Latin America with Wound Healing Activity: Ethnomedicine, Phytochemistry, Preclinical and Clinical Studies—A Review. *Pharmaceuticals*. 2022; 15(9).
16. Jones K. Review of sangre de drago (*Croton lechleri*)--a South American tree sap in the treatment of diarrhea, inflammation, insect bites, viral infections, and wounds: traditional uses to clinical research. *J Altern Complement Med*. 2003; 9(6).
17. Lopes M, Saffi J, Echeverrigaray S, Henriques J, M S. Mutagenic and antioxidant activities of *Croton lechleri* sap in biological systems. *J Ethnopharmacol*. 2004;(95): p. 2-3.
18. Durazzo A. Study Approach of Antioxidant Properties in Foods: Update and Considerations. *Foods*. 2017; 6(3): p. 17.
19. Escobar JD, Prieto C, Pardo-Figuerez M, Lagaron JM. Dragon's Blood Sap: Storage Stability and Antioxidant Activity. *Molecules*. 2018; 23(10): p. 2641.
20. Pona A, Cline A, Kolli SS, Taylor SL, Feldman SR. Review of future insights of Dragon's Blood in dermatology. *Dermatologic Therapy*. 2018; 32(2): p. 12786.
21. Canedo-Téxon A, Ramón-Farías F, Monribot-Villanueva JL, Villafán E, Alonso-Sánchez A, Pérez-Torres CA, et al. Novel findings to the biosynthetic pathway of magnoflorine and taspine through transcriptomic and metabolomic analysis of *Croton draco* (Euphorbiaceae). *BMC Plant Biology*. 2019; 19(560).
22. Namjoyan F, Kiashi F, Moosavi ZB, Saffari F, Makhmalzadeh BS. Efficacy of Dragon's blood cream on wound healing: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2016; 6(1).
23. Jones K. Review of sangre de drago (*Croton lechleri*)--a South American tree sap in the treatment of diarrhea, inflammation, insect bites, viral infections, and wounds: traditional uses to clinical research. *J Altern Complement Med*. 2003; 9(6): p. 877-96.
24. Olson S. An Analysis of the Biopesticide Market Now and Where it is Going. *Outlooks on Pest Management*. 2015; 26(5): p. 203-206.
25. Chininin Vélchez JJ, Cisneros Hilario CB. Evaluación del efecto antibacteriano in vitro del látex de *Croton lechleri* "sangre de grado" frente a *Staphylococcus aureus* atcc 25923. *Conocimiento para el desarrollo*. 2018; 9(1): p. 129-136.
26. Risco E, Ghia F, Vila R, Iglesias J, Alvarez E, Cañigüeral S. Immunomodulatory activity and chemical characterisation of sangre de drago (dragon's blood) from *Croton lechleri*. *Planta Med*. 2003; 69(9): p. 785-794.
27. Silva Ferreira EM, Maracaípe Corrêia TMdSJF, Sanzio Pimenta R. Endophytic Fungi Associated with Medicinal Plants of Amazonian Forest. In (ed) RL. *Neotropical endophytic fungi: diversity, ecology, and biotechnological applications.*: Springer International Publishing p. 177-197.

28. Sebastiao L, Erlan K, Sandra A, Atilon V, Renildo M, MC C. Antibacterial activity of endophytic fungi isolated from *Croton lechleri* (Euphorbiaceae). *J Med Plants Res.* 2018; 12(15): p. 170-178.
29. Almeida FKV, Novais VP, Salvi JdO, Marson RF. Avaliação tóxica, citotóxica e mutagênica/genotóxica de um extrato comercial de sangue do dragão (*croton lechleri*). *Fitos.* 2019; 13(1): p. 29-37.
30. Fan JY, Yi T, Sze-To CM, Zhu L, Peng WL, Zhang YZ, et al. A Systematic Review of the Botanical, Phytochemical and Pharmacological Profile of *Dracaena cochinchinensis*, a Plant Source of the Ethnomedicine “Dragon’s Blood”. *Molecules.* 2014 19.
31. Clarke JK. On the Bacterial Factor in the Ætiology of Dental Caries. *Br J Exp Pathol.* 1924; 5(3): p. 141–147.
32. Lemos JA, Palmer SR, Zeng L, Wen ZT, Kajfasz JK, Freires IA, et al. The Biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr.* 2019; 7(1).
33. Lemos JA, Burne RA. A model of efficiency: stress tolerance by *Streptococcus mutans*. *Microbiology.* 2008; 154(11): p. 3247-3255.
34. Nakano K, Ooshima T. Serotype classification of *Streptococcus mutans* and its detection outside the oral cavity. *Future Microbiol.* 2009; 4(7): p. 891-902.
35. Ajdić D, McShan WM, McLaughlin RE, Savić G, Chang J, Carson MB, et al. Genome sequence of *Streptococcus mutans* UA159, a cariogenic dental pathogen. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2002; 9(22): p. 14434-14439.
36. Cornejo OE, Lefébure T, Bitar PD, Lang P, Richards VP, Eilertson K, et al. Evolutionary and population genomics of the cavity causing bacteria *Streptococcus mutans*. *Mol Biol Evol.* 2013; 30(4): p. 881-893.
37. Zeng L, Burne RA. Comprehensive Mutational Analysis of Sucrose-Metabolizing Pathways in *Streptococcus mutans* Reveals Novel Roles for the Sucrose Phosphotransferase System Permease. *J Bacteriol.* 2013; 195(4): p. 833-843.
38. WH B, H. K. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Res.* 2011; 45(1): p. 69-86.
39. Fang Y, Chen X, Chu CH, Yu OY, He J, Li M. Roles of *Streptococcus mutans* in human health: beyond dental caries. *Frontiers in Microbiologi.* 2024; 15.
40. Baker J, Faustoferri R, Quivey R. Acid-adaptive mechanisms of *Streptococcus mutans*—the more we know, the more we don’t. *Oral Microbiol.* 2017; 32(2).
41. Matsui R, Cvitkovitch D. Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiol.* 2010; 2(3): p. 403-417.
42. Fitri P, Rasipin R, Suwondo A. Formulation of Lemongrass Extract Mouthwash (*Cymbopogon Citratus*) as a Non-Pharmacological Effort in Inhibiting The Growth of Bacteria That Cause Dental Caries. *Journal Research of Social Science, Economics, and Management.* 2022 Sep 21; 2(2): p. 260-278.
43. Godoy G, Ojeda L, Fermin V, Mansilla D, Brewer M, Noguera N. Antimicrobial potential of *Croton Gossypiifolius* (Euphorbiaceae) latex on species associated with human infections. *Arnaldoa.* 2020 Apr; 27(1).
44. Astudillo R. Actividad antibacteriana del colutorio a base de latex de *croton lechleri* frente al *Streptococcus Mutans* ATCC 25175. [Tesis de licenciatura]. Lima: Universidad Norbert Wiene.; 2022.

45. Cerin Y. Efecto inhibitorio del látex de croton lechleri (sangres de grado) y el extracto acuoso de cymbopogon citratus (hierba luisa), sobre streptococcus mutans attc 25175, distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad - 2019. [Tesis de licenciatura]. Trujillo: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote;; 2021.
46. Guevara K. Efecto antibacteriano de tres concentraciones de látex de sangre de grado (Croton Lechleri) sobre cepas de Streptococcus Mutans ATCC 25175, Chiclayo 2019. [Tesis de licenciatura]. Pimentel: Universidad Señor de Sipán;; 2020.
47. Paccosoncco R, Quispe A, Subia B. Efecto del croton lechleri en la cicatrización de la mucosa alveolar post exodoncia en consultorio particular Juliaca, agosto - noviembre 2021. [Tesis de licenciatura]. Huancayo: Universidad Continental;; 2022.
48. Alzamora E. Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcohólico de Schinus molle L. (molle) sobre Streptococcus mutans ATCC 25175. [Tesis de licenciatura]. Piura: Universidad César Vallejo;; 2021.
49. Cardenas A, Farfán P. Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroetanólico de Cymbopogon Citratus (hierba luisa) sobre Streptococcus mutans ATCC 25175. [Tesis de licenciatura]. Piura: Universidad César Vallejo;; 2021.
50. Delgado C, Quispe K. Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroetanólico de Erythroxylum coca (coca) sobre Streptococcus mutans ATCC 25175. [Tesis de licenciatura]. Piura: Universidad César Vallejo;; 2021.
51. Soles G. Efecto antiinflamatorio de la Sangre de Drago (Croton Draco, Croton Lechleri) en pacientes con enfermedad periodontal atendidos en el hospital III Essalud, distrito de Chimbote, provincia Del Santa, departamento de Áncash – 2018. [Tesis de bachillerato]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles;; 2021.

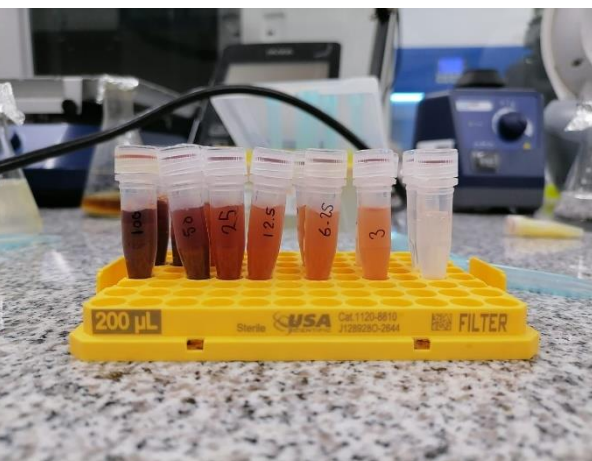


Anexo 1
Ficha de datos

N° de muestra	Concentración (%)	Medición N°	Absorbancia (500 nm)	Observaciones
1		1		
		2		
		3		
2		1		
		2		
		3		
3		1		
		2		
		3		
4		1		
		2		
		3		
5		1		
		2		
		3		
6		1		
		2		
		3		
7		1		
		2		
		3		

Anexo 2 Evidencias

Purificación de Sangre De Grado
Sangre de Grado



Inoculación del Streptococcus mutans

Medición de turbidez

