

Efecto del cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el biofilm dental

Effect of cocoa (*teobroma cacao* l) on biofilm

Luz Amelia Granda Macías ^{1*} 

Diana Carolina Freire Villena ¹ 

Michelle Alexandra Sánchez Lascano ¹ 

¹ Universidad Autónoma Regional de Los Andes. Ambato, Ecuador.

* Autor para la correspondencia. Correo electrónico: ua.luzgranda@uniandes.edu.ec

Recibido: 08/02/2025.

Aprobado: 10/04/2025.

RESUMEN

Introducción: La alta organización de las comunidades microbianas en los biofilms les permite resistir condiciones adversas y defensas del sistema inmunitario, lo que los hace difíciles de erradicar. Entender cómo se forma y se desarrolla el biofilm es crucial para desarrollar estrategias efectivas a fin de prevenir su formación, y eliminarlo cuando sea necesario.

Objetivo: Describir el efecto del cacao sobre el desarrollo del biofilm dental.

Método: La metodología de la revisión sistemática se centra en un enfoque cualitativo; se recopilieron y analizaron datos cualitativos de los estudios seleccionados. Esto implicó identificar y seleccionar estudios relevantes, extraer datos cualitativos de los mismos y realizar un análisis temático o de contenido para identificar patrones, temas y relaciones entre las diferentes investigaciones.

Desarrollo: A través de la revisión bibliográfica de una serie de artículos se pudo evidenciar acciones sobre el potencial impacto del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la reducción y prevención del desarrollo del biofilm dental.

Conclusiones: Los hallazgos sugieren que tanto la

ABSTRACT

Introduction: The high organization of microbial communities in biofilms allows them to resist adverse conditions and immune system defenses, making them difficult to eradicate. Understanding how biofilm forms and develops is crucial to design effective strategies to prevent its formation and to remove them when necessary.

Objective: To describe the effect of cocoa on dental biofilm development.

Method: The methodology of the systematic review focuses on a qualitative approach; from the selected studies, qualitative data were collected and analyzed. This involved identifying and selecting relevant studies, extracting qualitative data from them and conducting a thematic or content analysis to identify patterns, themes and relationships among the different research.

Development: Through the bibliographic review of a series of articles, it was possible to demonstrate actions on the potential impact of cocoa (*Theobroma cacao* L.), in the reduction and prevention of dental biofilm development.

Conclusions: The findings suggest that both cocoa seed husk and oil have inhibitory properties against dental biofilm, on gram-positive and gram-negative bacteria, with particular effects on gram-negative bacteria.

Keywords: dental biofilm, cocoa, oral health

cáscara de semilla de cacao como el aceite poseen propiedades inhibitoras contra el biofilm dental, sobre bacterias gram positivas y gram negativas, con efectos particulares en bacterias gram negativas.

Palabras clave: biofilm dental, cacao, salud bucodental

Introducción

El desarrollo del biofilm es un fenómeno común en diversos entornos, como la industria alimentaria y la salud humana. Los biofilms son comunidades microbianas altamente organizadas y adheridas a superficies sólidas o interfaces líquido-aire. Estas estructuras están compuestas por microorganismos que se agrupan en una matriz extracelular de polímeros.⁽¹⁾

El estudio de los biofilms es de gran importancia debido a sus implicaciones en la salud bucal. Estos pueden formarse en diversas superficies, además, para la OMS el biofilm es un ecosistema bacteriano proliferante y activo enzimáticamente. Por lo cual una vez que se establece un biofilm, puede ser difícil de eliminar.⁽¹⁾

El biofilm dental es una matriz microbiana compleja que se forma en la superficie de los dientes y tejidos bucales, teniendo una actividad enzimática que se adhiere al diente, de esta manera es considerada una entidad bacteriana proliferante, causal del desarrollo de enfermedades bucales como la caries dental y la enfermedad periodontal.⁽¹³⁾ Estas enfermedades afectan a una gran parte de la población mundial, lo que genera un impacto negativo en la calidad de vida de las personas y en los sistemas de salud.⁽³⁾

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), hasta el 2019 entre el 60 % y el 90 % de los infantes y prácticamente el 100 % de los adultos presentan caries dental en todo el mundo, incluye así a unos 2400 millones de habitantes en dientes permanentes y 486 millones en dientes que son deciduos; además la enfermedad periodontal hasta el 2022 afecta a cerca del 19 % de los adultos, esto equivale a más de mil millones de casos en todo el mundo, según información proporcionada. Se busca de esta manera reducir la formación del biofilm ya que este es capaz de crear las condiciones requeridas para que los microorganismos patógenos se desarrollen, adaptándose a las propiedades físico-químicas del entorno en el que se encuentran.

Esta adaptación altera la homeostasis y como resultado, puede dar lugar a enfermedades, como la caries y la enfermedad periodontal.^(1,4,5,6)

El biofilm dental está conformado por dos matrices. La primera es una cutícula acelular, también conocida como película adquirida, compuesta principalmente de proteínas y glucoproteínas.

La segunda capa consiste en microorganismos y polímeros extracelulares como glucanos, dextranos, mutanos y dextrasacarasos. Estos polímeros extracelulares desempeñan dos funciones clave: facilitar la adherencia bacteriana y servir como fuente de nutrición para los microorganismos presentes. Se describe como una estructura asociativa compuesta por una o varias especies bacterianas, enclavadas en una matriz extracelular de polisacáridos autoproducida y adherida a una superficie o sustrato. Se puede considerar como un ecosistema bacteriano activo y enzimáticamente prolífico.^(1,7)

Varios estudios han dado a conocer sobre el biofilm dental, el mismo que mediante varios análisis ha demostrado que está compuesto por varios microorganismos tanto gram positivos como gram negativos, entre estos los más conocidos son el *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, *Fusobacterium Nucleatum*, *Enterococcus Faecalis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.^(8,9)

En los últimos años, ha surgido un creciente interés en el uso de compuestos naturales para controlar el desarrollo y la formación de biofilms. Uno de estos compuestos es el cacao (*Theobroma cacao* L.), ampliamente conocido por su uso en la producción de chocolate. Sin embargo, además de su valor culinario, el cacao también ha sido objeto de investigaciones a causa de sus posibles propiedades antimicrobianas.^(9,10,11,12)

Se ha demostrado que ciertos componentes del cacao, como los flavonoides y los polifenoles, tienen actividad antimicrobiana contra diferentes especies bacterianas. Estos compuestos pueden interferir con la formación del biofilm al inhibir la adhesión bacteriana a las superficies o al interrumpir la comunicación entre las células bacterianas.^(11,12)

Además, se ha observado que el cacao puede influir en la expresión de genes relacionados con la formación del biofilm, lo que sugiere su potencial efecto modulador en este proceso. Estos hallazgos han despertado el interés en investigar más a fondo la efectividad del cacao en la prevención y control del desarrollo del biofilm.^(10,12)

El estudio del efecto del cacao en el desarrollo del biofilm es un campo de investigación prometedor. Comprender cómo los compuestos presentes en el cacao pueden influir en la formación y persistencia de los biofilms podría tener implicaciones importantes en áreas como la salud humana, la industria alimentaria y la conservación ambiental.^(10,13)

Método

Tipo de investigación:

Según el enfoque

La metodología de la revisión sistemática se centra en un enfoque cualitativo, se buscará recopilar y analizar datos cualitativos de los estudios seleccionados. Esto implica identificar y seleccionar estudios relevantes, extraer datos cualitativos de los mismos y realizar un análisis temático o de contenido para identificar patrones, temas y relaciones entre las diferentes investigaciones. Este enfoque permitirá comprender con profundidad las experiencias, percepciones y resultados relacionados con el efecto del cacao en el desarrollo del biofilm oral, a través de la interpretación y síntesis de los datos cualitativos recopilados de los estudios incluidos.

Según el objetivo

El diseño de la investigación es descriptivo y analítico, se buscará recopilar información detallada sobre el efecto del cacao en el desarrollo del biofilm oral, así como analizar y evaluar críticamente los estudios seleccionados.

Según el alcance

Sobre la efectividad del cacao en la reducción del desarrollo del biofilm dental, el enfoque fue descriptivo y explicativo.

El enfoque descriptivo se utilizará para presentar y resumir los resultados de los estudios incluidos en la revisión, mientras que el enfoque explicativo se empleará para analizar y comprender las posibles relaciones y mecanismos que explican la efectividad del cacao en la reducción del biofilm dental.

Criterios de inclusión

- Estudios que investiguen el efecto del cacao en el desarrollo del biofilm oral.
- Estudios que proporcionen datos cualitativos o cuantitativos relevantes sobre el efecto del cacao en el desarrollo del biofilm oral.
- Estudios publicados en los últimos cinco años.

Criterios de exclusión

- Estudios que no se centren en el efecto del cacao en el desarrollo del biofilm oral.
- Estudios que no estén disponibles en formato completo o no sean accesibles.
- Estudios con un diseño metodológico deficiente o que presenten un alto riesgo de sesgo.
- Estudios que no estén escritos en idioma español o inglés, ya que son los idiomas principales en la literatura científica.

Para la realización de la investigación se emplearon el formato PICO (paciente, intervención, comparación, resultados), mediante la búsqueda de los descriptores en el tesoro MESH. A partir de los artículos obtenidos se confeccionó el flujograma de trabajo. (11) En las tablas posteriores se plantea la metodología empleada en la búsqueda de referencias para respaldar el estudio.

Efecto del cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el biofilm dental

Tabla I Parámetros formato PICO

Formato PICO	
Definición del problema	Desarrollo del biofilm dental
Intervención que queremos analizar	Uso del cacao en la prevención y control del biofilm
Intervención de comparación si es necesario	Intervención de comparación
Outcomes: resultados obtenidos con el estudio	Reducción del biofilm dental, la inhibición del crecimiento bacteriano y la mejora de la salud bucal en general

Tabla II Definición de palabras clave

Palabra clave	Definición
Cacao	Es el producto derivado de las semillas del árbol de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), utilizado para la producción de chocolate. Contiene compuestos bioactivos como flavonoides y polifenoles que pueden tener efectos beneficiosos para la salud.
Efecto del cacao en la salud bucal:	Se refiere a los posibles beneficios o impacto del consumo de cacao en la prevención o control del biofilm oral, incluyendo la inhibición del crecimiento bacteriano, reducción de la formación de placa dental y promoción de una mejor salud bucal en general.
Prevención del biofilm oral	Hace referencia a las estrategias o intervenciones dirigidas a prevenir la formación excesiva del biofilm oral, que puede llevar a enfermedades bucales como la caries dental y la enfermedad periodontal.
Control del biofilm oral	Se refiere a las medidas o acciones tomadas para reducir o eliminar el biofilm oral existente, con el fin de prevenir o tratar enfermedades bucales asociadas.

Elaboración propia 2024.

Tabla III Descriptores MESH

Palabra clave	Descriptor MESH
Cacao	Dental Plaque Cacao, Oral Health
Efecto del cacao en la salud bucal:	<i>Theobroma cacao</i> L.
Prevención del biofilm oral	Dental Plaque Prevention
Control del biofilm oral	Dental Plaque Control Clinical Trials

Estrategia de búsqueda

Se buscaron las palabras claves en las siguientes bases de datos científicas: Science, Google académico, BVS, Dialnet, PubMed, BMC oral health entre otros.

Tabla IV Estrategias de búsqueda, descriptores MESH

Google académico	"oral biofilm" OR "dental plaque" "Theobroma cacao" "clinical trials"
Scielo	"cacao" AND "oral health"
BVS	"dental plaque prevention" dental plaque control"

Flujograma de cribaje

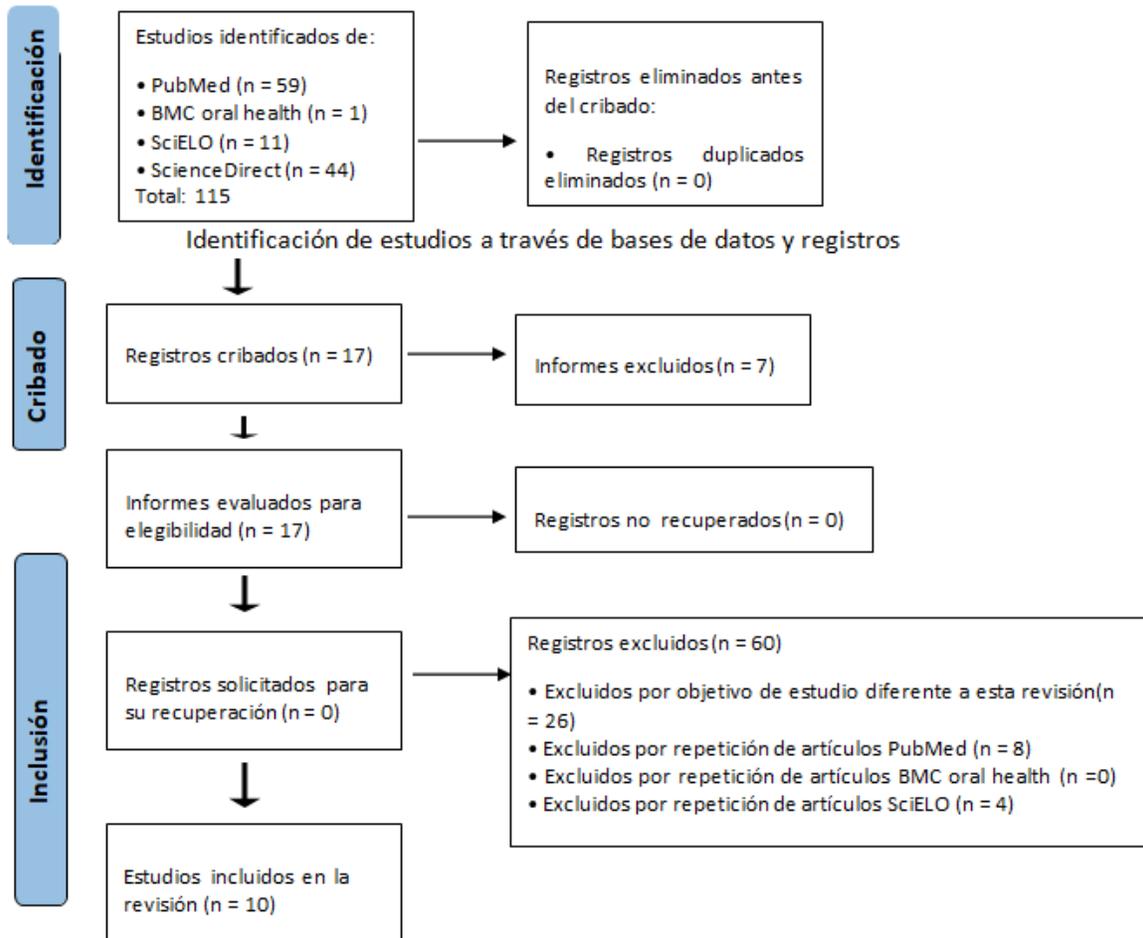


Figura 1. Flujograma de Cribaje

Resultados

En la tabla V se muestra lo planteado en las referencias revisadas sobre el efecto del cacao.

Tabla V Resultados de la investigación

N°	Autor	Título	AÑO	Metodología	Resultados	Conclusiones
1	Fideles A. et al ^B	“Biological Properties and Antimicrobial Potential of Cocoa and Its Effects on Systemic and Oral Health.”	2023	Es un estudio cualitativo que busca recopilar y analizar datos cualitativos de los estudios seleccionados.	De acuerdo con estos estudios, el objetivo principal fue evaluar el uso de un producto de higiene bucal con potencial efecto antimicrobiano como lo es el cacao, que sea seguro para su uso en niños. Estas investigaciones resultaron relevantes para explorar un compuesto o producto con potencial terapéutico en el control de la formación de biofilm dental aplicando extracto de cacao.	Investigaciones han indicado que los componentes bioactivos presentes en el cacao, especialmente los flavonoides son beneficiosos para disminuir el biofilm dental y para su aplicación clínica.

Efecto del cacao (Teobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

2	Shimizu S., et al. ⁽⁶⁾	"Bacterial adhesion and antibacterial property of coating materials containing theobromine and S-PRG filler."	2023	Fue un estudio de tipo experimental, en el cual se tomaron muestras y se las colocaron bajo el microscopio para ser analizadas, también se analizó como actuaban las bacterias que forman el biofilm, posterior a esto se colocaron las muestras en agua desionizada durante dos horas, finalmente se compararon los datos obtenidos.	<p>Los resultados obtenidos son los siguientes:</p> <p>No se observaron diferencias significativas en cuanto al grado de adhesión bacteriana entre los distintos materiales de recubrimiento evaluados.</p> <p>Se evidenció que una concentración igual o superior a 2 mM de TB exhibe cierta actividad antibacteriana.</p> <p>Se verificó la liberación de iones provenientes tanto de TB como del relleno S-PRG de los revestimientos experimentales, y se planteó la posibilidad de utilizar TB para desarrollar un nuevo material dental con la capacidad de inhibir el biofilm dental.</p>	Gracias a este estudio llegaron a la conclusión de que el cacao es un buen inhibidor de caries y de formación de biofilm, entonces ponen a consideración la creación de materiales que contengan <i>Theobroma cacao</i> L.
---	-----------------------------------	---	------	---	---	--

Efecto del cacao (Theobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

3	Lagha., et al., ⁽⁴⁾	<p>“A cocoa (Theobroma cacao L.) extract impairs the growth, virulence properties, and inflammatory potential of <i>Fusobacterium nucleatum</i> and improves oral epithelial barrier function”</p>	2021	<p>El objetivo del presente estudio fue investigar los efectos de un extracto de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) sobre <i>Fusobacterium nucleatum</i> con respecto al crecimiento, formación de biopelículas, adherencia y producción de sulfuro de hidrógeno (H₂S).</p>	<p>El efecto del extracto de cacao sobre la formación de biopelículas por <i>Fusobacterium nucleatum</i> se evaluó utilizando la microplaca de 96 pocillos después de registrar el crecimiento bacteriano. Las células bacterianas planctónicas y mal adheridas se eliminaron mediante aspiración con una aguja de 26 g. Las biopelículas se tiñeron con 100 µL de cristal violeta al 0,01% durante 15 minutos, se lavaron con agua destilada y se secaron a 37°C durante 2 h. Para liberar cristal violeta incrustado en biopelícula, se agregaron 100 µl de etanol al 75 % y la placa se agitó durante 15 minutos.</p>	<p>El extracto de cacao mejoró la función de barrera de un modelo epitelial oral al aumentar la resistencia eléctrica transepitelial. Proporcionamos evidencia de que las propiedades beneficiosas de un extracto de cacao rico en epicatequina pueden ser útiles para prevenir y/o tratar enfermedades dentales mediante la reducción de adhesión de biofilm a los dientes.</p>
---	--------------------------------	--	------	---	--	--

Efecto del cacao (Teobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

4	Ciptadhi T. et al., ⁽¹⁰⁾	"Antibiofilm effect of Theobroma cacao(cacao pod) extract onAggregatibacter actinomycetemcomitansbiofilm in vitro."	2021	<p><i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> fue cultivada en un caldo Brain HeartInfusion. Se empleó la tinción de cristal violeta en los ensayos de biopelícula para evaluar cómo afectaba el extracto de vaina de cacao a las biopelículas de <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>, utilizando gluconato de clorhexidina al 0,2 % como control positivo. Después de un período de incubación de 24 horas, se midió la densidad óptica de cada pocillo en las placas de microtitulación.</p>	<p>Los resultados indicaron que la densidad de la biopelícula disminuyó de manera notable después de la incubación con extracto de cacao, en todas las concentraciones y tiempos de incubación evaluados ($p < 0,05$). La concentración más efectiva para inhibir el biofilm de <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> fue el 100 % de extracto de vaina de cacao y un tiempo de incubación de 3 horas ($p < 0,05$), lo que resultó en una reducción del 98,9% de la biopelícula en comparación con el control negativo.</p>	<p>Concluye que el extracto de vaina de cacao posee propiedades inhibitorias sobre el crecimiento de la biopelícula de <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> y puede ayudar a prevenir la enfermedad periodontal. Además, se observa que, a mayor concentración de extracto de vaina de cacao, mayor es el efecto inhibitorio.</p>
---	-------------------------------------	---	------	---	--	---

Efecto del cacao (Teobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

5	Aguirre BE., et al., ⁽²⁾	"Efectividad del cacao sobre el desarrollo del Biofilm en estudiantes de Odontología Veracruz, generación 2018."	2019	Estudio exploratorio y cuantitativo in vitro. Muestra de 48 estudiantes de la Facultad de Odontología Veracruz, se utilizó aceite de cacao en tres concentraciones 1:2, aceite puro y 1:4, se lo colocó sobre la muestra de biofilm obtenida y se realizó un análisis estadístico.	Encontrándose 13 diferentes microorganismos en biofilm. Pseudomonas aeruginosas, Proteus. Enterobacter, Escherichia coli, Pseudomonas putida, mostraron sensibilidad al aceite de Theobroma cacao L. siendo los microorganismos gram positivos los que presentaron mayor resistencia. Este fue inhibitorio para las bacterias gram negativas, se constató que las bacterias de flora nativa presentaron mayor resistencia.	Se determinó que el aceite de Theobroma cacao L tiene efecto inhibitor, sobre el desarrollo del biofilm.
---	-------------------------------------	--	------	--	--	--

Efecto del cacao (Teobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

6	Lakshmi A., et al. (7)	"Effect of theobromine in antimicrobial activity: An in vitro study."	2019	En este estudio in vitro, se emplearon tres tipos de pasta de dientes para realizar comparaciones: una pasta de dientes sin fluoruro a base de chocolate y teobromina, así como dos pastas de dientes con flúor diseñadas para niños disponibles comercialmente, Kidodent y otra pasta de dientes para niños de la marca Colgate. Se cultivaron cepas liofilizadas de <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> y <i>Cándida albicans</i> en sus respectivos medios selectivos.	El análisis reveló que la teobromina exhibió una zona de inhibición más amplia, lo cual fue estadísticamente significativo en comparación con las otras dos pastas dentales fluoradas para niños.	La teobromina demostró ser más efectiva en su actividad antimicrobiana contra <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Enterococcus faecalis</i> , mientras que tuvo un efecto casi neutro con <i>Cándida albicans</i> . Además, la teobromina fue destacada en su capacidad antimicrobiana.
---	---------------------------	---	------	---	---	---

Efecto del cacao (Theobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

7	Flores M., et al. ⁽¹⁾	"Efectividad del Theobroma cacao L sobre el desarrollo del biofilm dental"	2016	En el presente estudio cuasi- experimental de tipo comparativo se evalúa el efecto inhibitorio de la cáscara de semilla de cacao (Theobroma cacao L) sobre el desarrollo del biofilm dental.	La solución de cáscara de Theobroma cacao L al 12,5 % es la más efectiva, con diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y experimental (t=1,75, gl=28, p<0,05)	La solución de la cáscara de cacao inhibe significativamente, la formación de biofilm. Se requiere investigar más, con muestras mayores para validar los presentes resultados.
8	Cuéllar y Guerrero ⁽³⁾	"Actividad antibacteriana de la cáscara de cacao, Theobroma cacao L."	2012	Se evaluó la actividad antibacteriana mediante el método de difusión en agar de diferentes fracciones de la cáscara de cacao, empleando cepas autóctonas y microorganismos certificados.	La fracción clorofórmica presentó actividad antibacteriana frente a <i>Bacillus cereus</i> , <i>Streptococcus agalactiae</i> y <i>Streptococcus mutans</i> formadores del biofilm, con porcentajes de inhibición de 34,90% (100 µg/µl) y 52,40% (100 µg/µl) respectivamente. También se	En resumen, la fracción clorofórmica de la cáscara de cacao demostró ser efectiva en la inhibición del crecimiento de <i>Bacillus cereus</i> y <i>Streptococcus agalactiae</i> y <i>Streptococcus mutans</i> que forman el biofilm,

Efecto del cacao (Teobroma cacao L.) sobre el biofilm dental

					evidenció una concentración mínima inhibitoria de 512 µg/ml frente a <i>Bacillus cereus</i> frente a <i>Streptococcus agalactiae</i> .	mostrando así un potencial prometedor en este aspecto.
9	Mariani M., et al. ⁽⁹⁾	“Efecto bacteriostático del extracto de semillas de cacao (Theobroma cacao L.) sobre el crecimiento de <i>Streptococcus mutans</i> in vitro.”	2010	Es un estudio de tipo descriptiva y experimental, el cual fue realizado in vitro en donde se expusieron a las bacterias formadoras del biofilm dental en este caso al <i>Streptococcus mutans</i> , a concentraciones de cacao al 10 % y 12,5 %.	Se obtuvo como resultado que el extracto de semillas de cacao en concentraciones de 10 % y 12,5% es efectivo para inhibir el crecimiento del <i>S. mutans</i> y por ende para disminuir la formación del biofilm. Este hallazgo sugiere que el extracto de cacao ejerce su efecto inhibitorio incluso a concentraciones muy bajas, inferiores al 1 %.	Llegaron a la conclusión de que la concentración de extracto de cacao al 12,5% es más óptima para inhibir el crecimiento del <i>Streptococcus mutans</i> formador del biofilm.

Efecto del cacao (*Teobroma cacao* L.) sobre el biofilm dental

10	Percival RS., etal. ⁽⁵⁾	"The effect of cocoa polyphenols on the growth, metabolism and biofilm formation by <i>Streptococcus mutans</i> and <i>Streptococcus sanguinis</i> ."	2006	Su metodología fue experimental, se basaron en la comparación de varias preparaciones de cacao para al final obtener el resultado.	La proliferación de <i>Streptococcus mutans</i> no se vio alterada por ninguna de las formulaciones de polifenoles de cacao, con una concentración máxima de 500 µM para cada una. En cambio, mientras que el monómero de polifenol del cacao no afectó el crecimiento de <i>Streptococcus sanguinis</i> , se observó que el dímero, tetrámero y pentámero inhibían su crecimiento. La viabilidad de <i>Streptococcus sanguinis</i> se mantuvo tras el tratamiento con extractos, lo que sugiere que los polifenoles del cacao no tenían un efecto bactericida.	En conclusión, los polifenoles del cacao tienen la capacidad de inhibir la formación de biopelículas y la producción de ácido por parte de <i>Streptococcus mutans</i> . Se sugiere que futuras investigaciones exploren el efecto de los polifenoles del cacao en un espectro más amplio de bacterias, incluyendo especies Gram negativas. Es plausible que los polifenoles del cacao también puedan ejercer una actividad inhibidora subgingivalmente.
----	------------------------------------	---	------	--	---	--

Los estudios revisados aportan información interesante sobre el efecto del cacao en la reducción del desarrollo del biofilm dental. El estudio de Flores M., et al.,⁽¹⁾ muestra que la solución de cáscara de semilla de cacao al 12,5 % es efectiva en la inhibición del biofilm dental, con diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y experimental.⁽¹⁾ Sin embargo, se recomienda realizar más investigaciones con muestras mayores para validar estos resultados.

Por otro lado, en comparación a la investigación anterior se encontró que el aceite de *Theobroma cacao* L. tiene un efecto inhibitorio sobre el desarrollo del biofilm, especialmente en bacterias gram negativas, ya que las bacterias gram positivas de la cavidad oral presentaron mayor resistencia, pero si fueron eliminadas. Además, cabe mencionar que el biofilm consta de cuatro fases, la fase I compuesta por glicoproteínas, la fase II en donde se adhieren unos determinados tipos de bacterias, la fase III donde se da la multiplicación bacteriana y la fase IV es cuando hay una congregación de nuevas especies bacterianas. Los microorganismos que forman el biofilm son: *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, *Fusobacterium Nucleatum*, *Enterococcus Faecalis* y *Lactobacillus acidophilus* y por las proteínas salivares (albúmina, glucoproteínas, proteínas ricas en prolina ácida, mucinas) que es en el que se unen los microorganismos, esto se da justo después del cepillado dental.^(1,16)

Ahora bien, los autores Cuéllar y Guerrero,⁽¹⁹⁾ y Lagha A., et al.,⁽¹⁵⁾ presentaron una serie de estudios in vitro donde abordan diferentes aspectos de la investigación del cacao, centrándose en la actividad antibacteriana que posee, y métodos de disminución del mismo, dando así a conocer que es un buen inhibidor de la formación de microorganismo, pues coincide en que es bueno para inhibir la formación del *Streptococcus mutans*.

Sin embargo, el estudio de Lagha A., et al.,⁽¹⁵⁾ explora la actividad antibacteriana de fracciones de cáscara de cacao, al identificar que la fracción clorofórmica presenta una significativa inhibición de *Bacillus cereus*, *Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus mutans* lo que sugiere su potencial aplicación en la industria del cacao y resalta la importancia de futuras investigaciones sobre su efecto en otros microorganismos.

Los estudios de Mariani M., et al., (18) y Flores M., et al.,⁽¹⁾ ofrecen avances significativos en sus respectivos campos, por lo tanto evidencia la efectividad del cacao sobre el desarrollo del biofilm.

Mientras que el primer estudio aporta conocimientos novedosos sobre el potencial antimicrobiano de la cáscara de cacao al 10 % y 12,5 %, el segundo estudio se muestra en una única concentración de 12,5 %, se destacan así entonces, los dos estudios que la mejor concentración es al 12,5 % para disminuir el desarrollo del biofilm.

Los estudios de Lakshimi A., et al.,⁽¹⁷⁾ y Fideles A., et al.,⁽⁸⁾ hablan sobre la aplicación del extracto del cacao en productos de higiene bucal como la pasta dental, coinciden los dos en que el extracto de la cáscara de cacao es un buen inhibidor del biofilm, el segundo estudio proporciona un panorama integral sobre los diversos métodos aplicables a los productos de higiene bucal, con implicaciones directas en la práctica clínica odontológica y el desarrollo de nuevos materiales dentales. Ambos estudios muestran la importancia de la investigación científica en la búsqueda de soluciones innovadoras para desafíos de salud pública, así que abre nuevas investigaciones como lo hace Lakshimi A., et al.,⁽¹⁷⁾ al comparar las tres pastas dentales, una a base de teobromina y dos pastas comerciales, la una Colgate y la otra Kidodent, de manera que se llega a concluir que la que contiene una base de cacao tuvo un mejor resultado a la hora de disminuir la formación de biofilm dental.

Los autores Percival RS., et al.,⁽¹⁹⁾ concluyen que al comparar concentraciones de cacao se puede decir que, el cacao es muy buen inhibidor de biofilm dental, reductor de la formación de microorganismos como el *Streptococcus mutans* y por ende es un buen producto anticariogénico, coincidiendo con los autores Mariani M., et al.⁽¹⁸⁾ quienes mencionan que la mejor concentración para evitar la formación del *Streptococcus mutans* es al 12,5 %.

Según los resultados del estudio, el cacao podría ser considerado como una opción prometedora como agente antimicrobiano e inhibidor de biofilm. Además, al comparar los artículos Lagha A., et al.⁽¹²⁾ y Aguirre BE. et al.,⁽²⁾ se puede llegar a la conclusión de que los dos discrepan, ya que el primero menciona que el cacao es útil para mejorar la barrera de un

modelo epitelial oral porque aumenta la resistencia de la dentina, mientras que el segundo concluye que si tiene un efecto inhibitor sobre el desarrollo del biofilm como tal.

Conclusiones

Los estudios revisados proporcionaron evidencia sólida sobre el potencial impacto del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la reducción y prevención del desarrollo del biofilm dental. Los hallazgos sugieren que tanto la cáscara de semilla de cacao como su aceite poseen propiedades inhibitoras contra el biofilm dental, con efectos particulares en bacterias gram negativas. Además, se destaca que las superficies micronano estructuradas ofrecen un entorno propicio para el desarrollo de biofilms dentales, lo que resalta la importancia de comprender los factores ambientales y estructurales que influyen en la formación y rigidez del biofilm. Se destacó la importancia de la investigación biomédica en el descubrimiento de nuevas aplicaciones para productos naturales, como la cáscara de cacao, en la salud bucal. Así mismo, se logró evaluar la relación que existe entre los productos a base del cacao como la pasta dental que lo contenían para reducir la formación del biofilm, comprobado que son buenos inhibidores del mismo. Sin embargo, la pasta dental fluorada es mejor a la hora de mineralizar el esmalte dental. Estos hallazgos demuestran la diversidad de aplicaciones que se le puede dar al extracto de cacao, en sus diferentes concentraciones siendo la del 12,5 % la mejor. Se abren así nuevas posibilidades para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en los campos de la odontología. Por otra parte, se determinaron las implicaciones clínicas y las recomendaciones para el buen uso en la cavidad bucal de los productos a base del extracto de cacao, como la pasta dental a base de teobromina.

Referencias bibliográficas

1. Flores M, Víquez J, Rodríguez J. Efectividad del *Theobroma cacao* L sobre el desarrollo del biofilm dental. Rev Científica Odontol. 2016; 12(1):8-13.

2. Aguirre BE, Tiburcio ML, Rivera NAG, et al. Efectividad del cacao sobre el desarrollo del Biofilm en estudiantes de Odontología Veracruz, generación 2018. *Rev Mex Med Forense*. 2019;4(Suppl: 1):16-18.
3. Cuéllar O, Guerrero, G. Actividad antibacteriana de la cáscara de cacao, *Theobroma cacao* L. *Revista MVZ Córdoba*. 2012;17(3):3176-3183.
4. Ben Lagha A, Maquera Huacho P, Grenier D. A cocoa (*Theobroma cacao* L.) extract impairs the growth, virulence properties, and inflammatory potential of *Fusobacterium nucleatum* and improves oral epithelial barrier function. *PLoS One*. 2021;16(5).
5. Percival RS, Devine DA, Duggal MS, Chartron S, Marsh PD. The effect of cocoa polyphenols on the growth, metabolism and biofilm formation by *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *Eur J Oral Sci*. 2006;114:343-348.
6. Shimizu S. Bacterial adhesion and antibacterial property of coating materials containing theobromine and S-PRG filler. *Dental Materials J*. 2023; 42(1):112-120.
7. Lakshmi A, Vishnurekha C, Norouzi P. Effect of theobromine in antimicrobial activity: An in vitro study. *Dental Research J (Isfahan)*. 2019; 16(2):76-80.
8. Fideles A. Biological Properties and Antimicrobial Potential of Cocoa and Its Effects on Systemic and Oral Health. *Nutrients*. 2023;15(18).
9. Mariani M, Jaimes G, Fernandez R. Efecto bacteriostático del extracto de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el crecimiento de *Streptococcus mutans* in vitro. *ODOUS científica*. 2010;11(1):15-22.

10. Ciptadhi T. Antibiofilm effect of *Theobroma cacao* (cacao pod) extract on *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* biofilm in vitro. *J Orol Health Sciences* .2021;2(1):46-55.
11. Viteri García A, Parise Vasco JM, Cabrera Dávila MJ, Zambrano Bonilla MC, Ordonez Romero I, Maridueña León MG, Caiza Rennella A, Zambrano Mendoza A, Ponce Faula C, Pérez Granja M, Armas Vega A. Prevalence and incidence of dental caries associated with the effect of tooth brushing and fluoride varnishing in schoolchildren at Galapagos Islands, Ecuador: Protocol of the EESO-Gal study. *Medwave*. 2020 Jul 29; 20(6):7974. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32759891/>
12. OMS. Salud bucodental. Ginebra: OMS; 2022.
13. Seneviratne CJ, Zhang CF, Samaranayake LP. Dental plaque biofilm in oral health and disease. *Chin J Dent Res*. 2011;14(2):87-94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22319749/>
14. Manzano P. Bioprospección de especies con actividad antimicrobiana In vitro contra patógenos de cacao y banano. [Tesis]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2021. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54379/1/T-110338%20-%20MARCELA%20MUZZIO%20Y%20KAREN%20SEGOVIA%20.pdf>
15. Porras K. Efecto Inhibitorio del té de la cascara de cacao sobre el *Streptococcus mutans* en diferentes concentraciones. Estudio in vitro. [Tesis]. [Ecuador]: Universidad Central del Ecuador; 2020.

16. Moreno B, Muñoz M, Cuellar J, Domancic S, Villanueva J. Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral [Internet]. 2018;11(3):184-186. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331058233013>

17. Orihuela Gutiérrez JB. Actividad inhibitoria del extracto etanólico de *Theobroma cacao* L. sobre el crecimiento y adherencia in vitro de *Streptococcus mutans* a esmalte dentario. [Tesis]. Perú: UNMSM. 2016;1-169. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_0c01c291b8a4b894c204923d9917b14a

18. Kargul B. Evaluation of human enamel surfaces treated with Theobromine: A Pilot Study. Oral Health Prev Dent. 2012;10: 275-282.

19. Gacrcía T. Extracellular bacterial glucans: structure, biosynthesis and function. Rev Cubana Estomatol. 2008;45(3-4):82-90.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses

Financiamiento

Esta investigación no contó con financiamiento

Contribución de autoría

Los autores participaron en igual medida en la curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original y redacción – revisión y edición.



Esta obra está bajo [una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).