

Artículo de Revisión científica

Explorando el potencial antimicrobiano de plantas medicinales contra la caries dental

Marcela A. Gloria-Garza¹, Ramiro Quintanilla-Licea², Gustavo Raúl Reyna-Martínez³, Joel H. Elizondo-Luevano^{4,*}

¹ Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Dr. Eduardo Aguirre Pequeño, Monterrey, C.P. 64460, Nuevo León, México; marcela.gloriagz@uanl.edu.mx (M.A.G.-G.).

² Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Universidad S/N, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, C.P. 66455 Nuevo León, México; ramiro.quintanillalc@uanl.edu.mx (R.Q.-L.).

³ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Universidad S/N, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, C.P. 66455 Nuevo León, México; gustavo.reynamr@uanl.edu.mx (G.R.R.-M.).

⁴ Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada, Cd. Gral. Escobedo, C.P. 66050, Nuevo León, México; joel.elizondolv@uanl.edu.mx (J.H.E.-L.).

* **Correspondencia:** joel.elizondolv@uanl.edu.mx (J.H.E.-L.)

Abstract: Las enfermedades bucodentales son un importante problema de salud pública y se encuentran entre las más prevalentes a nivel mundial. La caries dental es la enfermedad más común de la cavidad bucal ocupando el primer lugar, pone en peligro al ser humano durante toda su vida, no sólo durante la infancia o la adolescencia, siendo la causa más común de pérdida de dientes y dolor en la cavidad bucal. *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) es la principal bacteria asociada al desarrollo de caries dental, se adhiere a la superficie del diente y provoca la formación de biopelículas, a partir de los azúcares de la dieta sintetiza glucanos que contribuyen en la fijación a la superficie dental liberando ácidos que desmineralizan el tejido dentario y desarrollan caries dental. El control mecánico de la placa, la higiene bucal diaria y el uso de agentes antimicrobianos en dentríficos y colutorios contribuyen a inhibir la acumulación de placa y el crecimiento de biopelículas dentales. Sin embargo, la importancia de explorar agentes antimicrobianos a partir de compuestos naturales contribuirá a proporcionar tratamientos nuevos y eficaces para la prevención de las enfermedades bucodentales.

Palabras Clave: Bacteria; Productos naturales; Plantas terapéuticas; Odontología preventiva; *Streptococcus mutans*.

Exploring the antimicrobial potential of medicinal plants against dental caries

Abstract: Oral diseases are a major public health problem and are among the most prevalent worldwide. Dental caries is the most common disease of the oral cavity, occupying the first place, endangering human beings throughout their lives, not only during childhood or adolescence, being the most common cause of tooth loss and pain in the oral cavity. *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) is the main bacterium associated with the development of dental caries; it adheres to the tooth surface and causes the formation of biofilms; from the sugars in the diet, it synthesizes glucans that contribute to the fixation of the tooth surface releasing acids that demineralize the dental tissue and develop dental caries. Mechanical plaque control, daily oral hygiene, and antimicrobial agents in toothpastes and mouthwashes inhibit plaque accumulation and the growth of dental biofilms. However, the importance of exploring antimicrobial agents from natural compounds will contribute to providing new and effective treatments for the prevention of oral diseases.

Keywords: Bacteria; Natural products; Plant therapies; Preventive dentistry; *Streptococcus mutans*.

1. Introducción

Las enfermedades bucodentales se encuentran entre las enfermedades más comunes en todo el mundo y que el ser humano suele padecer a lo largo de la vida. La Organización Mundial de la Salud estima que aproximadamente la mitad de las personas padecen enfermedades bucodentales. Las enfermedades dentales son sin duda un problema de salud pública y se encuentran entre las enfermedades más prevalentes a nivel mundial (Chen *et al.*, 2020). La enfermedad más

común de la cavidad bucal, conocida como caries dental, ocupa el primer lugar, es un importante problema de salud en la mayoría de los países industrializados, en los que muchos niños y adultos padecen la enfermedad (Pitts *et al.*, 2021). Alrededor de 2.4 millones de personas tienen caries permanentes y 532 millones de niños también se ven afectados por caries primaria (Coelho dos Santos *et al.*, 2022). Un estudio epidemiológico reciente mostró que el número mundial de casos de caries en los dientes permanentes aumentó un 46.1% de 1990 a 2019 (Grabek-Lejko & Hyrchel, 2023). La boca está colonizada por 700 a 1000 especies microbianas, pero sólo algunas de ellas son responsables de la caries dental (Mosaddad *et al.*, 2019). *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) es uno de los principales agentes etiológicos, esta bacteria es clave para el desarrollo de caries dental (Wolfviz-Zilberman *et al.*, 2021). *S. mutans* es una bacteria Gram positiva, anaerobia facultativa, acidógena y acidúrica que habita de forma natural en la cavidad oral (Ben-Zaken *et al.*, 2021), su potencial cariogénico está directamente relacionado con su actividad metabólica y el desarrollo de mecanismos que permiten a la bacteria integrarse en la biopelícula dental y colonizar las superficies dentales (Grabek-Lejko & Hyrchel, 2023) (Figura 1).

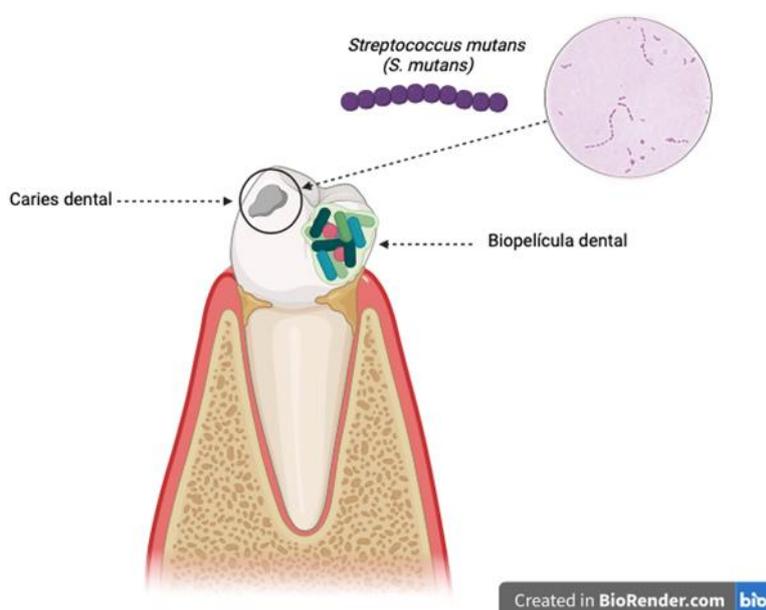


Figura 1. *S. mutans* principal agente etiológico de caries dental.

S. mutans produce ácidos orgánicos durante el metabolismo de los carbohidratos de la dieta, sobrevive en condiciones de pH bajo y es capaz de sintetizar sustancias poliméricas extracelulares (EPSs). La producción de EPSs (glucanos y fructanos) a partir de azúcares promueve el crecimiento bacteriano, y su adherencia a la superficie dental, dando lugar a la formación de una biopelícula en las superficies dentales (Grabek-Lejko & Hyrchel, 2023), el glucano favorece la acumulación de estreptococos cariogénicos en los dientes, aumentando la patogenicidad de la biopelícula (Zhu *et al.*, 2023). La biopelícula dental es el principal factor etiológico de la caries dental (Figura 2).

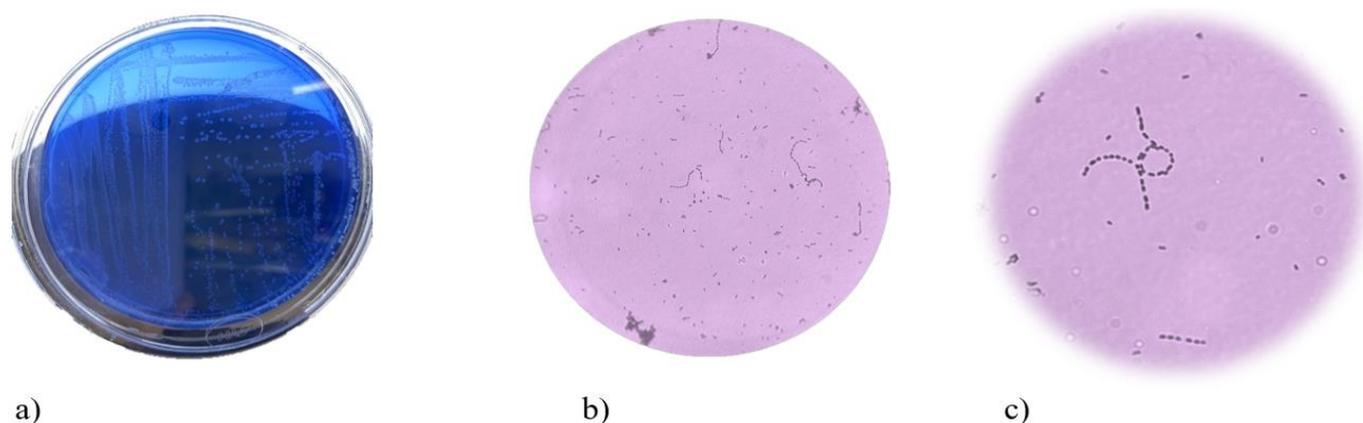


Figura 2. Colonias de *S. mutans* en agar mitis salivarius pueden exhibir una burbuja brillante en la superficie debido a la síntesis excesiva de glucano a partir de sacarosa (a). Bacteria Gram positiva de acuerdo con la clasificación de la tinción de Gram (b). Morfología esférica "cocos" agrupados en forma de "cadena" (c). Fuente propia, fotografías tomadas por M.A.G.-G.

A menos que las biopelículas se controlen adecuadamente, pueden provocar una serie de interacciones complejas, la desmineralización del diente y la inflamación sistémica. En general, se acepta que los enfoques mecánicos, como el cepillado dental y el uso del hilo dental, son fundamentales para controlar las biopelículas dentales (Takenaka *et al.*, 2019). Para complementar el control mecánico de la placa y aumentar la higiene bucal diaria, se incluyen agentes antimicrobianos en dentríficos y colutorios para inhibir la acumulación de placa y el crecimiento de biopelículas dentales en zonas a las que no se puede acceder fácilmente con el cepillado (Chatzopoulos *et al.*, 2022). Para controlar la caries mediada por bacterias patógenas, se utilizan ampliamente productos de higiene dental y bucal como dentríficos y colutorios que consisten en compuestos químicos, como fluoruro, clorhexidina (CHX), triclosán, lauril sulfato sódico, cloruro de cetilpiridinio y clorofila. También, compuestos vitamínicos y probióticos; además, antibióticos como la amoxicilina, la eritromicina y la penicilina se utilizan ampliamente en la clínica dental para suprimir el crecimiento microbiano (Yang & Kang, 2020; Isola, 2020; Heliawati *et al.*, 2022; Milia *et al.*, 2023).

El uso de estos productos de higiene bucal ha sido muy eficaz, pero con algunos inconvenientes (Oluwasina *et al.*, 2019). La mayoría de estos productos comerciales están preparados con componentes químicos que pueden presentar reacciones no biocompatibles por su contacto directo con el tejido bucal (Yang *et al.*, 2020). El flúor es tóxico si se usa en exceso, no se recomienda en niños menores de 6 años, provoca pigmentación de los dientes y debilitamiento del esmalte (Oluwasina *et al.*, 2019), la CHX ejerce efectos bacteriostáticos y bactericidas contra diversos microorganismos, sigue siendo el estándar de oro entre los antisépticos, sin embargo, su uso crónico desarrolla efectos secundarios como la tinción amarillo-marrón del tercio cervical y zonas interproximales de los dientes, alteración de las sensaciones gustativas, sensación de quemazón, dolor, sequedad de los tejidos blandos orales, lesiones descamativas y ulceraciones de la mucosa gingival, aumento de la formación de cálculos supragingivales y elevada citotoxicidad contra los fibroblastos y osteoblastos humanos (Chatzopoulos *et al.*, 2022; Kumar *et al.*, 2022; Milia *et al.*, 2023). En el caso del triclosán, no se fija bien en la cavidad oral debido a su fuerte carga positiva. Los antibióticos reportan efectos secundarios como náuseas, vómitos, diarrea y otros (Milia *et al.*, 2023) y con el uso excesivo de agentes antimicrobianos, más microorganismos cariogénicos se vuelven resistentes a ciertos antibióticos, la resistencia a los medicamentos es casi un problema de un siglo (Milutinovici *et al.*, 2021). Por esta razón, el descubrimiento de nuevos agentes antimicrobianos a partir de compuestos naturales ayuda a proporcionar estrategias eficaces para la prevención microbiana en la clínica (Zhu *et al.*, 2023).

Por lo anterior, el objetivo de esta revisión es resumir las principales plantas medicinales utilizadas contra la caries dental, su aplicación y sus propiedades antimicrobianas. El tratamiento de enfermedades causadas por microorganismos con el uso de productos naturales como agentes terapéuticos pueden generar importantes ventajas en comparación con los fármacos sintéticos. Las plantas medicinales, debido a su amplia actividad biológica, son fuentes potenciales para el desarrollo de nuevos fármacos, incluyendo agentes antimicrobianos (Coelho-Dos Santos *et al.*, 2022).

2. Materiales y Métodos

Recopilamos información publicada entre los años 2019 a 2023 de bases de datos científicas como PubMed, ResearchGate y ScienceDirect. Nuestra búsqueda incluyó las palabras clave Bacteria; Caries; Etnofarmacología; Extractos; Plantas medicinales; Productos naturales; Plantas terapéuticas; Odontología preventiva, que utilizamos como filtros para buscar en todos los campos. Tras la búsqueda, se leyeron detenidamente los resúmenes de los artículos y se seleccionaron los estudios pertinentes para su revisión. Nuestros criterios de elegibilidad incluyeron artículos originales en inglés o español que discutieran o utilizaran plantas medicinales, biopelícula y caries dentales.

3. Resultados

3.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL USO DE PLANTAS MEDICINALES EN ODONTOLOGÍA

3.1.1 Una mirada a la historia de la fitoterapia en odontología

La naturaleza está dotada de plantas para uso humano, pero el mundo, por un afán de desarrollo moderno, ha pasado por alto esta potente provisión de las "plantas". Se ha demostrado ampliamente que las plantas medicinales, que incluyen preparados de plantas y compuestos fitoterapéuticos, tienen beneficios terapéuticos reales para los seres humanos (Isola, 2020). Los compuestos fitoquímicos son componentes químicos que se encuentran de forma natural en diferentes partes de las plantas y que hacen que muchas especies sean beneficiosas para usos terapéuticos (Sharma *et*

al., 2022). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que alrededor del 80% de la población mundial utiliza productos fitoterapéuticos como extractos, vitaminas, té, y otros principios similares por diversas razones para el tratamiento de diversas patologías, este alto consumo de productos a base de plantas es atribuible al gran margen de seguridad y tolerabilidad de los agentes naturales. Se ha demostrado que las plantas medicinales poseen una amplia y específica gama de propiedades biológicas que incluyen efectos antimicrobianos, antioxidantes, antiinflamatorios, antifúngicos, antivirales y analgésicos orales (Isola, 2020; Milutinovici *et al.*, 2021).

Desde tiempos inmemoriales, los materiales vegetales se han utilizado tradicionalmente para el lavado dental o como palo de mascar para mantener la salud dental y aumentar la higiene bucal (Oluwasina *et al.*, 2019). Los primeros informes sobre la aplicación de medicamentos a base de plantas en la salud oral están relacionados con la medicina tradicional india y china. Se ha mencionado que Hipócrates sugirió una combinación de alumbre, sal y vinagre como enjuague bucal. El manuscrito religioso Talmud, que data de 1800 años, recomendaba el uso de "agua de masa" y aceite de oliva para la salud bucal. El médico griego Pedanius Dioscorides propuso una combinación de vino, leche y extracto herbal de hojas de olivo y granada (Moghadam *et al.*, 2020). Los babilonios, en el año 3500 a.C., utilizaban palillos de mascar "Miswak" derivados de plantas que se obtienen del árbol Arak, es una de las herramientas de higiene bucal más antiguas que se conocen, y es utilizada por muchas culturas desde la antigüedad (Shaalan & El-Rashidy, 2023). Los principales libros de medicina tradicional persa, como al-Hawā fī al-tibb de Rhazes (854-925 d.C.), al-Qanun fī al-tibb de Avicena (980-1037 d.C.) y Zakhireye Kharazmshahi de Esama'il Gorgani (1040-1136 d.C.), presentan un capítulo sobre las enfermedades de los dientes y la cavidad oral (Sedigh-Rahimabadi *et al.*, 2017).

3.1.2 Desarrollo de tratamientos basados en plantas

La reciente introducción de la Fitoodontología como terapia alternativa, que utiliza las propiedades medicinales de plantas para tratar diversas afecciones bucodentales, ha proporcionado un sustituto potencialmente seguro y rentable de los medicamentos sintéticos (Eltay *et al.*, 2021). Las plantas se han utilizado durante siglos para prevenir y controlar las enfermedades dentales. Los extractos de plantas son eficaces porque interactúan con determinados receptores químicos del organismo (Amanpour *et al.*, 2023). La salud bucodental está determinada por el equilibrio de bacterias comensales y patógenas en la cavidad bucal. Aquí, la microbiota comensal es dominante. Las enfermedades orales se caracterizan por una ruptura de este equilibrio homeostático y dan lugar a un asentamiento de bacterias patógenas (Flemming *et al.*, 2021). Las enfermedades orales más prevalentes están fuertemente asociadas a una pérdida de la homeostasis microbiana y al desarrollo de biopelículas dentales (Milia *et al.*, 2023). En las biopelículas orales se encuentran especies microbianas como *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus acidophilus*, *S. mutans*, *Veillonella dispar*, *Fusobacterium nucleatum* y muchas otras. La caries dental se considera actualmente una disbiosis que implica interacciones entre la estructura dental, la biopelícula microbiana y la exposición al azúcar (Valadas *et al.*, 2019). Se sabe que *S. mutans* es el principal microorganismo implicado en la caries dental. La inhibición de la actividad de esta bacteria minimiza el riesgo de caries dental. Se ha investigado ampliamente la aplicación de extractos de plantas contra este microbio (Moghadam *et al.*, 2020). Los aspectos más destacados de las investigaciones recientes sobre la aplicación de plantas medicinales *in vitro* e *in vivo* contra la caries dental se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Aplicación de plantas medicinales contra caries dental en modelos *in vitro* e *in vivo*.

<i>In vitro</i>					
Plantas medicinales	Parte de la planta utilizada	Método de extracción	Composición fitoquímica de los extractos	Mecanismo de acción	Referencias
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Corteza	Soxhlet	Cinamaldehído	Interfiere en la transferencia de electrones e inhibe la formación de la biopelícula dental	(Elgamily <i>et al.</i> , 2019)
<i>Curcuma longa</i>	Raíz		Diferuloilmetano, demetoxicurcumina y bisdemetoxicurcumina		
<i>Zingiber officinale</i>	Fruto		Flavonoides y saponinas		

<i>Syzygium aromaticum</i>	Fruto					
<i>Nigella sativa</i>	Semilla					
<i>Allium sativum</i>	Bulbo	Maceración en frío	Alicina, metiína y S-alilcisteína	Inhibe la síntesis de ADN y ARN bacterianos		
<i>Aloe vera</i>	Pulpa		Lignina, bradiquinasa y ácido salicílico	Estimula macrófagos		
<i>Camelia sinensis</i>	Hoja	Soxhlet	Proteínas, vitaminas, minerales, catequinas y polifenoles	Inhibe la adhesión de <i>S. mutans</i>		
<i>Citrus aurantifolia</i>	Fruto		Carbohidratos, alcaloides, flavonoides, esteroides y antraquinonas	Inhibe la adherencia bacteriana		
<i>Cocos nucifera</i>	Fruto	Prensado en frío	Polifenoles, citoquininas y auxinas			
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Raíz		Liquirtina, isoliquertina, liquiritigenina, rhamnoliquirilina, glabridina, glicirricina y glicirrizol-A, flavonoides y saponinas	Impide la formación de biopelículas dentales y estimula el sistema inmunitario del huésped		(Milutinovici et al., 2021)
<i>Grape seed extract</i>	Semilla	Soxhlet	Fenoles, proantocianidinas	Resistencia a la tracción		
<i>Hypericum perforatum</i>	Hoja		Flavonoides, taninos, aceites volátiles y tronas naftódicas	Aumento de la actividad antibacteriana		
<i>Mentha piperita</i>	Hoja		Flavonoides, ácidos fenólicos, compuestos volátiles, lignanos, estilbenos	Inhibe la adhesión de <i>S. mutans</i> y la formación de biopelículas dentales		
<i>Carica papaya</i>	Fruto	Maceración	Flavonoides, fenoles y terpenos	Descomposición del glucano		
<i>Propolis</i>	Resina	Maceración	Resinas, aceites esenciales, ceras, vitaminas, minerales, flavonoides, fenoles y terpenos	Immunomodulador		
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Hoja	Maceración	Terpinen-4-ol y 1,8-cineol			
<i>Thymus vulgaris</i>	Hoja	Maceración	Polifenoles: timol y carvacrol			
<i>Cistus incanus</i>	Hoja	Soxhlet	Polifenoles, flavonoides, taninos y catequinas	Inhibe la adherencia		(Flemming et al., 2021)
<i>Inula viscosa</i>			Flavonoides, luteolina y apigenina			

					bacteriana a la superficie dental	
Aceites esenciales (AEs) <i>Peperomia pellucida</i> , <i>Piper marginatum</i> , <i>Piper callosum</i>	Hoja	Hidrodestilación	Monoterpenos Fenilpropanoides Sesquiterpenos y arilpropanoides		Alteración de la pared celular Inhibición de la actividad enzimática Formación de biopelículas	(Carvalho <i>et al.</i> , 2022)

<i>Verbascum speciosum</i>	Flor y parte aérea	Maceración	Flavonoides		Inhibe la síntesis de glucano de las enzimas glucosiltransferasas (Gtfs)	(Pourmoslemi <i>et al.</i> , 2023)
----------------------------	--------------------	------------	-------------	--	--	------------------------------------

In vivo

Plantas medicinales	Parte de la planta utilizada	Método de extracción	Composición fitoquímica de los extractos	Mecanismo de acción	Formas de preparación	Referencias
<i>C. sinensis</i>	Hoja	Soxhlet	Flavonoides y fenoles	Inhibición de la actividad enzimática microbiana	Enjuague bucal	(Ancuceanu <i>et al.</i> , 2019)
<i>Terminalia chebula</i>	Fruto		Taninos y polifenoles	Inhibición de la enzima Gtf	Enjuague bucal	
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	Raíz	Destilación en seco	Glicirricol A	Bactericida	Paleta	
<i>T. chebula</i>	Fruto	Soxhlet	Taninos	Inhibición de la enzima Gtf de <i>S. mutans</i>	Enjuague bucal	(Mandava <i>et al.</i> , 2019)
<i>Psidium guajava</i>	Hoja		Flavonoides y taninos			
<i>Azadirachta indica</i>	Rama		Terpenoides			
<i>Pongamia pinnata</i>	Rama		Isoflavonas			
<i>S. aromaticum</i>	Aceite esencial (AEs)		Fenoles			
<i>M. piperita</i>	AEs		Flavonoides			

<i>S. aromaticum</i>	Yema floral				Alteración de la composición estructural de la membrana y pared celular bacteriana	Pasta dental	(Oluwasina <i>et al.</i> , 2019)
<i>Dennettia tripetala</i>	Fruto	Soxhlet	Alcaloides, saponinas, flavonoides, taninos y fenoles				
<i>Jatropha curcas</i>	Hoja						
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Aceite resina	Destilación al vapor	Sesquiterpenos		Bactericida	Barniz dental	(Valadas <i>et al.</i> , 2019)
<i>Teucrium polium</i>	Flores	Destilación al vacío	Fenoles y taninos		Inhibición de la actividad enzimática microbiana	Enjuague bucal	(Khoramian Tusi <i>et al.</i> , 2020)
<i>Salvadora persica</i> (AEs) (Miswak)	Tallo	Hidrodestilación	Monoterpenos y sesquiterpenos				
<i>Asparagus racemosus</i>	Raíz	Disolventes	Borneol		Inhibición de la formación de biopelícula dental	Pasta dental	(Kumar <i>et al.</i> , 2021)
<i>Streblus asper</i>	Hoja-Tallo		Flavonoides y lignanos				
<i>Rosmarinus officinalis</i> (AEs)	Hoja	Hidrodestilación	Borneol, alcanfor, limoneno, pineno, cineol y mirceno				
<i>Piper crocatum</i>	Hoja	Reflujo	Terpenoides y sesquiterpenos		Interfieren en el proceso de biosíntesis de la pared celular, reducción de las reservas intracelulares de ATP, disminución del pH celular, absorción y penetración a las células bacterianas	Enjuague bucal	(Heliawati <i>et al.</i> , 2022)
<i>S. persica</i>	Tallo	Hidrodestilación	Isotiocinato de bencilo		Inhibe la adhesión de <i>S. mutans</i>	Pasta dental	(Shalan & El-Rashidy, 2023)

Elgamaly *et al.* en 2019, investigaron la eficacia antibacteriana de cinco extractos de plantas *C. zeylanicum*, *C. longa*, *Z. officinale*, *S. aromaticum* y *N. sativa* sobre el crecimiento de *S. mutans*. El extracto metanólico de *canela* y *clavo* tiene una

actividad antimicrobiana considerable contra *S. mutans* y una nueva herramienta para las vías de odontología mínimamente invasiva y adhesiva (Elgamaly *et al.*, 2019).

Milutinovici *et al.* en 2021 realizaron un examen de las plantas más utilizadas en el campo odontológico, especialmente sobre los fitocompuestos activos, tanto en términos de estructura química como de mecanismo de acción. La mayoría de estos estudios se centraron en evaluar *in vitro* e *in vivo* el efecto antimicrobiano de *A. sativum*, *A. vera*, *C. sinensis*, *C. aurantifolia*, *C. nucifera*, *C. longa*, *G. glabra*, *extracto de semilla de uva*, *H. perforatum*, *M. piperita*, *C. papaya*, *Propóleo*, *M.alternifolia* y *T. vulgaris* sobre *S. mutans*. Los investigadores concluyeron que la ventaja de utilizar extractos naturales se deriva del efecto sinérgico de los compuestos existentes en las plantas que potencian su actividad provocando un efecto terapéutico mejorado, sin embargo, los compuestos naturales también deben ser analizados en combinación con otros fitocompuestos, así como con los fármacos convencionales utilizados actualmente en la terapia para observar con más detalle el efecto sinérgico entre ellos. Así pues, las plantas medicinales y sus compuestos representan una alternativa prometedora e interesante a la terapia convencional (Milutinovici *et al.*, 2021).

El grupo de Flemming *et al.* en 2021, analizó diferentes polifenoles, y su estructura e interacciones con la superficie dental y la biopelícula. Los polifenoles son sustancias naturales que han demostrado proporcionar diversos beneficios para la salud. Se han descrito efectos antioxidantes, antiinflamatorios y anticancerígenos. En particular, los efectos de diversos polifenoles del té como *C. incanus* e *I.viscosa* confirman que los polifenoles pueden reducir el crecimiento de bacterias cariogénicas (Flemming *et al.*, 2021).

Carvalho *et al.* en 2022, evaluaron la actividad anticariogénica de tres AEs de *Piperaceae* brasileñas, *P. pellucida*, *P. marginatum* y *P. callosum*. Los resultados presentados sugirieron el posible uso de los AEs de piperáceas brasileñas en productos de salud bucal para el tratamiento de la caries dental, lo que enfatiza su gran potencial de aplicación comercial en fitomedicamentos. Sin embargo, son necesarios ensayos de citotoxicidad para reforzar la seguridad de su uso en productos farmacéuticos (Carvalho *et al.*, 2022).

Pourmoslemi *et al.* en 2023, evaluaron la actividad anticariogénica de *V. speciosum*, en busca de nuevos agentes para la prevención y tratamiento de la caries dental. Los resultados demostraron que el extracto floral de *V. speciosum* posee una fuerte actividad anticariogénica. Concretamente, este efecto puede atribuirse a la actividad antibacteriana contra *S. mutans* y la inhibición de la síntesis de glucano por las enzimas GTF presentes en estos microorganismos. Este extracto puede considerarse una alternativa a las terapias anticaries actuales o un aditivo de los productos para el cuidado dental (Pourmoslemi *et al.*, 2023).

Ancuceanu *et al.* en 2019, analizaron más de 56 ensayos clínicos que evaluaban el uso potencial de productos herbales en la prevención de la caries. La mayoría de ellos se centraron en evaluar los efectos antimicrobianos de los productos probados, principalmente sobre *S. mutans*. Entre las especies investigadas, las más estudiadas fueron *C. sinensis* L. Kuntze, *T. chebula* Retz y *G. uralensis* Fisch. El enjuague bucal fue la forma de dosificación más utilizada, mientras que los dentríficos y otras formas de dosificación se emplearon mucho menos. Este estudio concluyó que de los ensayos revisados, el 85.71% informaron resultados positivos, pero dado a los fallos metodológicos y los sesgos que los afectan, es difícil concluir sobre la eficacia de estos productos basándose en los estudios publicados hasta el momento (Ancuceanu *et al.*, 2019).

En 2019, Mandava *et al.* realizaron un estudio para evaluar el efecto anticaries de diferentes plantas medicinales contra las glucosiltransferasas (gtf) de *S. mutans*. Se seleccionaron como muestras de ensayo un total de seis fuentes naturales denominadas *T. chebula*, *P.guajava*, *A. indica* y *P. pinnata*; dos aceites esenciales, clavo (*S. aromaticum*) y aceite de menta (*M. piperita*). Se examinó el potencial inhibitorio de los extractos hidroalcohólicos de plantas y aceites esenciales sobre la gtf aislada de *S. mutans*. Se preparó un enjuague bucal a base de plantas y se comparó su efecto sobre la actividad de la gtf con el enjuague bucal comercial con clorhexidina (5% *p/v*). Todas las muestras mostraron una considerable acción inhibitoria de la gtf. Además, el enjuague bucal polihierbal preparado a partir de los cuatro extractos de plantas y dos aceites esenciales mostró una inhibición predominante de la gtf del 95.93% en comparación con el 54% mostrado por el enjuague bucal de clorhexidina y podría ser la futura formulación para combatir la caries dental (Mandava *et al.*, 2019).

El grupo de Oluwasina *et al.* en 2019 formularon dentífricos a partir de las plantas medicinales *S. aromaticum*, *D. tripetala*, y látex de *J. curcas*. El análisis fitoquímico de *S. aromaticum* y *D. tripetala* reveló la presencia de fenoles, flavonoides, alcaloides y saponinas. El principal constituyente de las plantas según el análisis por cromatografía de gases con espectrómetro de masas fue eugenol, cariofileno y fenol, 2-metoxi-4-(2-propenil)-, acetato de *S. aromaticum*, mientras que *D. tripetala* tenía ácido glutárico, eugenol, cariofileno y 1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil-(E). Llegaron a la conclusión de que los dentífricos formulados tenían un efecto antimicrobiano mejor y significativo ($P < 0,05$) en comparación con los dentífricos comerciales, y mostraban una potente propiedad antimicrobiana contra los patógenos probados, incluido *S. mutans*, debido a los compuestos bioactivos que contenían (Oluwasina *et al.*, 2019).

Valadas *et al.* en 2019 evaluaron la concentración antimicrobiana óptima de aceite-resina de *C. langsdorffii* (copaiba), en forma de barniz dental, contra *S. mutans* en niños. Concluyeron que la resina oleosa de copaiba, en forma de barniz dental, tiene actividad antimicrobiana contra *S. mutans*. El uso de barniz de copaiba podría ser una buena estrategia de prevención para niños de entre 3 y 5 años y justifica la realización de ensayos clínicos aleatorizados adicionales para identificar su eficacia antimicrobiana y su efecto anticaries. Sin embargo, se requieren más estudios para identificar la actividad a largo plazo y el efecto anticaries de este barniz para establecer su uso en la prevención de la caries (Valadas *et al.*, 2019).

En 2020, Khoramian-Tusi *et al.* formularon un enjuague bucal que contenía el extracto acuoso de la hierba *T. polium* para determinar el efecto sobre *S. mutans* en la boca. Los resultados de la investigación indicaron que el extracto acuoso de *T. polium* reduce significativamente la colonización de *S. mutans* en la saliva humana. Esta disminución fue visible incluso después de tres semanas de periodo de su uso. En general, puede concluirse que el uso de enjuague bucal de *T. polium*, de forma periódica, puede reducir el riesgo de caries (Khoramian-Tusi *et al.*, 2020).

Kumar *et al.* en 2021 analizaron el papel de los metabolitos secundarios antioxidantes en la inhibición del crecimiento de patógenos orales y en la reducción de la formación de biopelícula dental, así como en la reducción de los síntomas de las enfermedades orales. De acuerdo con las pruebas presentadas en esta revisión, los aceites esenciales antioxidantes tienen el potencial de ser utilizados como agentes preventivos o terapéuticos para una variedad de enfermedades orales. Aunque se han identificado muchos de los usos potenciales de los aceites esenciales antioxidantes y muchos informes de eficacia terapéutica se han validado adecuadamente mediante pruebas *in vitro* o ensayos clínicos *in vivo*, se necesita más investigación para determinar la seguridad y eficacia de estos aceites esenciales antioxidantes antes de que se utilicen en la práctica clínica (Kumar *et al.*, 2021).

En 2022, Heliawati *et al.* en un análisis de revisión de 23 estudios sobre la hoja de betel rojo (*P. crocatum*) documentaron su potencial para ser utilizada como agente antibacteriano natural en el tratamiento de problemas de salud dental y bucal. Tradicionalmente ha sido útil para curar enfermedades como las aftas y el dolor de muelas. Por cromatografía se sabe que la hoja de *P. crocatum* contiene metabolitos secundarios como compuestos flavonoides, compuestos polifenólicos, taninos y aceites esenciales, donde los flavonoides son conocidos por ser inhibidores del crecimiento de *S. mutans*. La decocción de hojas de betel rojo, que es un antiséptico puede actuar como enjuague bucal, previniendo el mal aliento (Heliawati *et al.*, 2022).

En 2023, Shaalan *et al.* evaluaron el efecto antibacteriano de la pasta dentrífica a base de hierbas Miswak en comparación con la pasta dentrífica con flúor en pacientes con alto riesgo de caries. El dentrífico Miswak demostró un efecto antibacteriano similar contra *S. mutans* en comparación con el dentrífico fluorado. Sin embargo, la liberación de iones de la pasta dentrífica de miswak fue significativamente inferior a la de la pasta dentrífica con flúor. Por lo tanto, la pasta dentrífica a base de hierbas de Miswak posee un potente efecto antibacteriano, pero su potencial de remineralización es cuestionable debido a su menor liberación de iones, que afectará a la sustantividad iónica en la saliva, factor importante en la remineralización (Shaalan & El-Rashidy, 2023).

4. Discusión y conclusiones

El reino vegetal y su uso medicinal sigue siendo una práctica común en los seres humanos (Milutinovici *et al.*, 2021). Las plantas medicinales desempeñan un papel importante en las aplicaciones de la etnomedicina (Heliawati *et al.*, 2022). De hecho, se ha demostrado que las hierbas medicinales poseen una amplia y específica gama de propiedades biológicas que incluyen efectos antimicrobianos, antioxidantes y antiinflamatorios a nivel oral y sistémico (Isola, 2020). Debido a

la necesidad de encontrar nuevas alternativas terapéuticas en el campo odontológico, las plantas y compuestos de origen natural representan un verdadero interés debido a su alta eficacia y baja toxicidad. Una de las actividades biológicas más importantes que presentan los fitocompuestos es la acción antibacteriana, útil en el tratamiento de la mayoría de los problemas de salud bucal. Una ventaja de las plantas medicinales es que tienen un mecanismo de acción antibacteriano complejo, por lo que disminuye la resistencia de las bacterias (Milutinovici *et al.*, 2021).

Las plantas medicinales muestran resultados prometedores como tratamiento de la caries dental (Moghadam *et al.*, 2020). La ventaja de utilizar extractos naturales se deriva del efecto sinérgico de los compuestos existentes en las plantas que potencian su actividad causando un efecto terapéutico mejorado. Así pues, las plantas medicinales siguen siendo un campo digno de estudio debido a sus numerosas propiedades beneficiosas para la salud humana y a sus escasos efectos secundarios en comparación con la terapia convencional. Los compuestos naturales también deben analizarse en combinación con otros fitocompuestos, así como con los fármacos convencionales utilizados actualmente en la terapia para observar con más detalle el efecto sinérgico entre ellos. Los fitocompuestos pueden provocar reacciones adversas graves que merecen especial atención tanto por parte de los odontólogos como de los pacientes. Es de verdadera importancia que en la terapia que se vaya a utilizar se conozca con exactitud el origen de las plantas medicinales y, en el caso de los compuestos aislados de plantas, se realice un control cuantitativo y cualitativo adecuado. En el futuro, la investigación deberá dirigirse a los países desarrollados, en donde la tasa de resistencia bacteriana y vírica es cada vez mayor, y los daños dentales constituyen un importante problema de salud (Milutinovici *et al.*, 2021).

Por lo tanto, existe una necesidad urgente de aumentar los esfuerzos de investigación y la financiación destinada a ensayos clínicos sobre la eficacia, seguridad, rentabilidad y caracterización de estos compuestos naturales. El mayor reto y problema es la falta de información sobre los efectos de las hierbas en los tejidos orales, el mecanismo de acción y sus efectos secundarios (Amanpour *et al.*, 2023). Sin embargo, por otro lado, diversos estudios en el ámbito oral que han analizado las acciones de fármacos tradicionales y fitoterapéuticos han arrojado resultados inciertos que requieren poblaciones a gran escala para ser validados (Isola, 2020). La terapia alternativa y a base de plantas puede ser útil para las personas de todo el mundo, especialmente en países con recursos limitados (Moghadam *et al.*, 2020). Este hallazgo científico es información útil para la investigación y el desarrollo de nuevos fármacos con el fin de encontrar nuevos agentes antimicrobianos potenciales (Heliawati *et al.*, 2022).

5. Agradecimientos

Un agradecimiento al Programa de Apoyo a la Ciencia, Tecnología e Innovación (ProACTI-UANL) por apoyar esta investigación y al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo financiero a través de la beca posdoctoral del programa "Estancias posdoctorales por México".

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

7. Referencias

1. Amanpour, S., Javar, M. A., Sarhadinejad, Z., Doustmohammadi, M., Moghadari, M., & Sarhadynejad, Z. (2023). A systematic review of medicinal plants and herbal products' effectiveness in oral health and dental cure with health promotion approach. *Journal of Education and Health Promotion*, 12, 306. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1297_22
2. Ancuceanu, R., Anghel, A. I., Ionescu, C., Hovaneț, M. V., Cojocaru-Toma, M., & Dinu, M. (2019). Clinical trials with herbal products for the prevention of dental caries and their quality: A Scoping Study. *Biomolecules*, 9(12), 884. <https://doi.org/10.3390/biom9120884>
3. Ben-Zaken, H., *et al.* (2021). Isolation and Characterization of *Streptococcus mutans* Phage as a Possible Treatment Agent for Caries. *Viruses*, 13(5), 825. <https://doi.org/10.3390/v13050825>
4. Carvalho, Ê. S., *et al.* (2022). Anticariogenic Activity of Three Essential Oils from Brazilian Piperaceae. *Pharmaceuticals*, 15(8), 972. <https://doi.org/10.3390/ph15080972>
5. Chatzopoulos, G. S., Karakostas, P., Kavakoglou, S., Assimopoulou, A., Barmpalexis, P., & Tsalikis, L. (2022). Clinical Effectiveness of Herbal Oral Care Products in Periodontitis Patients: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10061. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610061>
6. Chen, X., Daliri, E. B., Kim, N., Kim, J.R., Yoo, D., & Oh, D.H. (2020). Microbial Etiology and Prevention of Dental Caries: Exploiting Natural Products to Inhibit Cariogenic Biofilms. *Pathogens*, 9(7), 569. <https://doi.org/10.3390/pathogens9070569>

7. Coelho-Dos Santos, D., Silva-Barboza, A. D., Ribeiro, J. S., Rodrigues-Junior, S. A., Campos, Â. D., & Lund, R. G. (2022). *Bixa orellana* L. (Achiote, Annatto) as an antimicrobial agent: A scoping review of its efficiency and technological prospecting. *Journal of Ethnopharmacology*, 287, 114961. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114961>
8. Elgamily, H., Safy, R., & Makharity, R. (2019). Influence of Medicinal Plant Extracts on the Growth of Oral Pathogens *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus*: An In-Vitro Study. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(14), 2328–2334. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.653>
9. Eltay, E. G., Gismalla, B. G., Mukhtar, M. M., & Awadelkarim, M. O. A. (2021). *Punica granatum* peel extract as adjunct irrigation to nonsurgical treatment of chronic gingivitis. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 43, 101383. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101383>
10. Flemming, J., Meyer-Probst, C. T., Speer, K., Kölling-Speer, I., Hannig, C., & Hannig, M. (2021). Preventive Applications of Polyphenols in Dentistry—A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 4892. <https://doi.org/10.3390/ijms22094892>
11. Grabek-Lejko, D., & Hyrczel, T. (2023). The Antibacterial Properties of Polish Honey against *Streptococcus mutans*—A Causative Agent of Dental Caries. *Antibiotics*, 12(11), 1640. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12111640>
12. Heliawati, L., Lestari, S., Hasanah, U., Ajiati, D., & Kurnia, D. (2022). Phytochemical Profile of Antibacterial Agents from Red Betel Leaf (*Piper crocatum* Ruiz and Pav) against Bacteria in Dental Caries. *Molecules*, 27(9), 2861. <https://doi.org/10.3390/molecules27092861>
13. Isola G. (2020). Current Evidence of Natural Agents in Oral and Periodontal Health. *Nutrients*, 12(2), 585. <https://doi.org/10.3390/nu12020585>
14. Khoramian-Tusi, S., Jafari, A., Marashi, S. M. A., Faramarzi-Niknam, S., Farid, M., & Ansari, M. (2020). The effect of antimicrobial activity of *Teucrium polium* on Oral *Streptococcus Mutans*: A randomized cross-over clinical trial study. *BMC Oral Health*, 20(1), 130. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01116-4>
15. Kumar, M., et al. (2021). Beneficial Role of Antioxidant Secondary Metabolites from Medicinal Plants in Maintaining Oral Health. *Antioxidants*, 10(7), 1061. <https://doi.org/10.3390/antiox10071061>
16. Mandava, K., Batchu, U. R., Kakulavaram, S., Repally, S., Chennuri, I., Bedarakota, S., & Sunkara, N. (2019). Design and study of anticaries effect of different medicinal plants against *S. mutans* glucosyltransferase. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 197. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2608-3>
17. Milia, E. P., Sardellitti, L., & Eick, S. (2023). Antimicrobial Efficiency of *Pistacia lentiscus* L. Derivates against Oral Biofilm-Associated Diseases—A Narrative Review. *Microorganisms*, 11(6), 1378. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061378>
18. Milutinovici, R. A., et al. (2021). Vegetal Compounds as Sources of Prophylactic and Therapeutic Agents in Dentistry. *Plants*, 10(10), 2148. <https://doi.org/10.3390/plants10102148>
19. Moghadam, E. T., et al. (2020). Current herbal medicine as an alternative treatment in dentistry: *In vitro*, *in vivo* and clinical studies. *European Journal of Pharmacology*, 889, 173665. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173665>
20. Mosaddad, S. A., Tahmasebi, E., Yazdani, A., Rezvani, M. B., Seifalian, A., Yazdani, M., & Tebyanian, H. (2019). Oral microbial biofilms: an update. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 38(11), 2005–2019. <https://doi.org/10.1007/s10096-019-03641-9>
21. Oluwasina, O. O., Ezenwosu, I. V., Ogidi, C. O., & Oyetayo, V. O. (2019). Antimicrobial potential of toothpaste formulated from extracts of *Syzygium aromaticum*, *Dennettia tripetala* and *Jatropha curcas* latex against some oral pathogenic microorganisms. *AMB Express*, 9(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0744-2>
22. Pitts, N. B., Twetman, S., Fisher, J., & Marsh, P. D. (2021). Understanding dental caries as a non-communicable disease. *British Dental Journal*, 231(12), 749–753. <https://doi.org/10.1038/s41415-021-3775-4>
23. Pourmoslemi, S., Larki-Harchegani, A., Daneshyar, S., Dastan, D., Nili-Ahmadabadi, A., & Jazaeri, M. (2023). Antibacterial and Anti-Glucosyltransferase Activity of *Verbascum speciosum* Against Cariogenic Streptococci. *Journal of Pharmacopuncture*, 26(2), 139–146. <https://doi.org/10.3831/KPI.2023.26.2.139>
24. Sedigh-Rahimabadi, M., Fani, M., Rostami-chijan, M., Zarshenas, M. M., & Shams, M. (2017). A Traditional Mouthwash (*Punica granatum* var pleniflora) for Controlling Gingivitis of Diabetic Patients: A Double-Blind Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 22(1), 59–67. <https://doi.org/10.1177/2156587216633370>
25. Shaalan, O., & El-Rashidy, A. (2023). Antibacterial Effect of Miswak herbal toothpaste Compared to Fluoride Toothpaste in High Caries Risk Patients: Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 15(7), e526–e534. <https://doi.org/10.4317/jced.60332>
26. Sharma, A., et al. (2022). *Carica papaya* L. Leaves: Deciphering Its Antioxidant Bioactives, Biological Activities, Innovative Products, and Safety Aspects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022, 2451733. <https://doi.org/10.1155/2022/2451733>
27. Takenaka, S., Ohsumi, T., & Noiri, Y. (2019). Evidence-based strategy for dental biofilms: Current evidence of mouthwashes on dental biofilm and gingivitis. *Japanese Dental Science Review*, 55(1), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2018.07.001>
28. Valadas, L. A. R., et al. (2019). Dose-response evaluation of a copaiba-containing varnish against *Streptococcus mutans* *in vivo*. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(3), 363–367. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.12.004>
29. Wolfviz-Zilberman, A., Kraitman, R., Hazan, R., Friedman, M., Hourri-Haddad, Y., & Beyth, N. (2021). Phage targeting *Streptococcus mutans* *In Vitro* and *In Vivo* as a Caries-Preventive Modality. *Antibiotics*, 10(8), 1015. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10081015>

30. Yang, S. Y., Choi, Y. R., Lee, M. J., & Kang, M. K. (2020). Antimicrobial Effects against Oral Pathogens and Cytotoxicity of *Glycyrrhiza uralensis* Extract. *Plants*, 9(7), 838. <https://doi.org/10.3390/plants9070838>
31. Yang, S. Y., & Kang, M. K. (2020). Biocompatibility and Antimicrobial Activity of *Reynoutria elliptica* Extract for Dental Application. *Plants*, 9(6), 670. <https://doi.org/10.3390/plants9060670>
32. Zhu, Y., et al. (2023). Association of polymicrobial interactions with dental caries development and prevention. *Frontiers in Microbiology*, 14, 116280. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1162380>

Descargo de responsabilidad/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son responsabilidad exclusiva de los autores y colaboradores individuales y no de SAV y/o el/lo editor/es declinan toda responsabilidad por daños personales o materiales derivados de ideas, métodos, instrucciones o productos a los que se haga referencia en el contenido.

Cita: Gloria-Garza, M. A., Quintanilla-Licea, R., Reyna-Martínez, G. R., & Elizondo-Luevano, J. H. (2024). Explorando el potencial antimicrobiano de plantas medicinales contra la caries dental: Plantas medicinales contra la caries. *Scientia Agricolis Vita*, 1(2), 1–12. <https://doi.org/10.29105/agricolis.v1i2.10>

Editor Académico: Guadalupe Gutiérrez Soto

Recibido: fecha

Revisado: fecha

Aceptado: fecha

Publicado: fecha 31-05-24



Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para su posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).