



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

Impacto de la liberación de flúor sobre las fisuras dentales en el tratamiento de prevención de la desmineralización del esmalte en niños de 5 a 9 años: Revisión de la Bibliografía.

Trabajo de titulación para la obtención del Título de Odontólogo

Presentado por:

Paola Maritza Espinosa Rivera

Tutor:

Dr. Ana del Carmen Armas

Co- tutor:

Dr. Luis Alberto Vallejo

Quito, febrero de 2026

Resumen

Introducción: La caries dental infantil constituye una de las enfermedades crónicas más frecuentes en la población pediátrica, afectando de manera significativa el bienestar general y el desarrollo de los niños entre 5 y 9 años. Su aparición está influenciada por múltiples factores, incluyendo aspectos biológicos, conductuales y ambientales. Entre estos, la ingesta frecuente de azúcares y la higiene oral insuficiente destacan como los más determinantes. **Objetivo:** Evaluar la eficacia de la liberación sostenida de flúor sobre fisuras dentales en niños para prevenir la desmineralización del esmalte.

Materiales y Métodos: Esta revisión sistemática siguió la guía PRISMA y se enfocó en estudios publicados entre 2020 y 2025 en PubMed, SciELO y Google Académico. Se emplearon palabras clave en español e inglés relacionadas con la liberación de flúor, fisuras dentales, desmineralización del esmalte y prevención en niños. De un total de 113 artículos identificados, se seleccionaron 31 que cumplían con todos los criterios de inclusión. **Resultados:** Los estudios revisados mostraron que los barnices, selladores y materiales restauradores con liberación sostenida de flúor son eficaces para prevenir la desmineralización del esmalte infantil. Estos productos fortalecen el esmalte, inhiben la actividad bacteriana y ofrecen protección prolongada en zonas de difícil acceso como las fisuras oclusales. **Conclusión:** Este estudio permitió evidenciar que la liberación sostenida de flúor en fisuras dentales constituye una estrategia eficaz para prevenir la desmineralización del esmalte en niños, cumpliendo así con los objetivos terapéuticos y preventivos de la odontología pediátrica.

Palabras clave: *Flúor, caries dental, niños.*

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Paola Maritza Espinosa Rivera

C.I. 175356888-8

Dedicatoria

Agradezco a Dios por guiar mi camino y poner en mi vida a las personas correctas y medios propicios, para lograr la culminación de mi tesis.

Dedico este trabajo a mis Padres, Hermano, Tía Silvia, Tío Edgar Rivera, Tío Edgar Benavides y Abuelitos, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y un gran apoyo, con su respaldo incondicional. Este logro no habría sido posible sin ustedes. No hay palabras para expresar todo lo que han hecho por mí. Su amor infinito, el apoyo en cada etapa de este camino, su esfuerzo incansable y su fe en mí, incluso cuando yo aún lo dudaba. Me dieron las herramientas más valiosas para enfrentar la vida: la educación, el amor, los valores y la confianza en mí misma. Sembraron en mí, la idea de que los sueños se alcanzan con honestidad, humildad y trabajo constante. Cada gesto silencioso y cada palabra de aliento en los momentos de duda me inspiraron a continuar. Por todo ello, han sido mi ejemplo más grande de dignidad y perseverancia, todo lo que soy y lo que he logrado ser, lleva una marca de su cariño, dedicación y esfuerzo para mí.

Agradezco a la Universidad Hemisferios, que me abrió sus puertas para formarme académica y profesionalmente.

Gracias a mis profesores y mentores por sus enseñanzas, exigencias y dedicación en mi desarrollo del saber. De manera especial, quiero expresar mi gratitud al Doctor Luis Vallejo, por ser un excelente profesional, amigo y tutor. Gracias por su valioso compromiso y guía, para lograr este proceso. Su presencia ha sido clave para mi crecimiento profesional, personal y académico.

Índice

Resumen	2
Declaración de aceptación de norma ética y derechos	3
Dedicatoria.....	4
Índice	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	10
Resultados.....	11
Procesos de desmineralización en esmalte	11
Topografía de fisuras y retención de biofilm.....	12
Mecanismos fisicoquímicos del ion fluoruro	13
Tecnologías de liberación sostenida de fluoruro	14
Propiedades bioactivas de los selladores fluorados.....	15
Desempeño clínico de materiales liberadores de flúor	16
Factores moduladores de la biodisponibilidad del flúor.....	17
Intervenciones profilácticas en odontopediatría basada en flúor.....	18
Discusión	19
Conclusión.....	21
Referencias	22

Impacto de la liberación de flúor sobre las fisuras dentales en el tratamiento de prevención de la desmineralización del esmalte en niños de 5 a 9 años: Revisión de la Bibliografía.

Paola Maritza Espinosa Rivera

pao23espi04@hotmail.com

Resumen

Introducción: La caries dental infantil constituye una de las enfermedades crónicas más frecuentes en la población pediátrica, afectando de manera significativa el bienestar general y el desarrollo de los niños entre 5 y 9 años. Su aparición está influenciada por múltiples factores, incluyendo aspectos biológicos, conductuales y ambientales. Entre estos, la ingesta frecuente de azúcares y la higiene oral insuficiente destacan como los más determinantes. **Objetivo:** Evaluar la eficacia de la liberación sostenida de flúor sobre fisuras dentales en niños para prevenir la desmineralización del esmalte. **Materiales y Métodos:** Esta revisión sistemática siguió la guía PRISMA y se enfocó en estudios publicados entre 2020 y 2025 en PubMed, SciELO y Google Académico. Se emplearon palabras clave en español e inglés relacionadas con la liberación de flúor, fisuras dentales, desmineralización del esmalte y prevención en niños. De un total de 113 artículos identificados, se seleccionaron 31 que cumplían con todos los criterios de inclusión. **Resultados:** Los estudios revisados mostraron que los barnices, selladores y materiales restauradores con liberación sostenida de flúor son eficaces para prevenir la desmineralización del esmalte infantil. Estos productos fortalecen el esmalte, inhiben la actividad bacteriana y ofrecen protección prolongada en zonas de difícil acceso como las fisuras oclusales. **Conclusión:** Este estudio permitió evidenciar que la liberación sostenida de flúor en fisuras dentales constituye una estrategia eficaz para prevenir la desmineralización del esmalte en niños, cumpliendo así con los objetivos terapéuticos y preventivos de la odontología pediátrica.

Palabras clave: *Flúor, caries dental, niños.*

Abstract

Introduction: Childhood dental caries is one of the most common chronic diseases in the pediatric population, significantly affecting the general well-being and development of children between 5 and 9 years of age. Its onset is influenced by multiple factors, including biological, behavioral, and environmental aspects. Among these, frequent sugar intake and poor oral hygiene stand out as the most determining factors. **Objective:** To evaluate the efficacy of sustained-release fluoride on dental fissures in children to prevent enamel demineralization. **Materials and Methods:** This systematic review followed the PRISMA guidelines and focused on studies published between 2020 and 2025 in PubMed, SciELO, and Google Scholar. Keywords in Spanish and English related to fluoride release, dental fissures, enamel demineralization, and prevention in children were used. From a total of 113 articles identified, 31 were selected that met all inclusion criteria. **Results:** The reviewed studies showed that varnishes, sealants, and restorative materials with sustained fluoride release are effective in preventing enamel demineralization in children. These products strengthen enamel, inhibit bacterial activity, and offer long-lasting protection in hard-to-reach areas such as occlusal fissures. **Conclusion:** This study demonstrated that sustained fluoride release in dental fissures is an effective strategy for preventing enamel demineralization in children, thus meeting the therapeutic and preventive objectives of pediatric dentistry.

Key words: *Fluoride, tooth decay, children.*

Introducción

En las últimas décadas, la demanda de restauraciones estéticas en dientes posteriores ha aumentado notablemente, motivada por las expectativas de los pacientes y los avances en materiales adhesivos (Panchana & Santos, 2024). La caries de la primera infancia (CPI) en preescolares está vinculada a efectos negativos en el estado nutricional, el crecimiento y la salud general, como lo evidencian estudios previos (Moya et al., 2022). Actualmente, la caries dental es reconocida como una enfermedad crónica y no transmisible, causada principalmente por la ingesta frecuente de carbohidratos fermentables y modulada por factores biológicos, conductuales y ambientales (Echeverría et al., 2021). Por otro lado, la erosión dental ocurre por la disolución ácida del esmalte y dentina sin intervención bacteriana, afectando a todas las edades y combinándose frecuentemente con otros tipos de desgaste, lo que intensifica el daño (Santos et al., 2023).

En odontología pediátrica, el manejo de las lesiones de caries no cavitadas en niños de 5 a 9 años se realiza de forma no invasiva, utilizando selladores dentales o agentes remineralizantes para evitar la progresión de la enfermedad (Montenaro et al., 2021). La caries, altamente prevalente en la infancia, puede causar dolor, pérdida dentaria y problemas funcionales que afectan el desarrollo bucal de los niños (Sotillo et al., 2023). La prevención requiere un control adecuado de la dieta, el uso correcto de flúor y la participación de la familia en los hábitos de higiene (Sotillo et al., 2023). La prevención requiere control de dieta, uso adecuado de flúor y participación familiar (Ochoa et al., 2023). La fluorosis aparece por exceso de flúor durante el desarrollo del esmalte. Se aconseja vigilar el cepillado infantil para evitar su ingestión y prevenir esta condición (Pérez et al., 2022).

La nano hidroxiapatita constituye una alternativa terapéutica eficaz en niños de 5 a 9 años, ya que favorece la remineralización del esmalte sin riesgo de fluorosis y ha demostrado resultados comparables a los de las pastas fluoradas (Gordon et al., 2024). El flúor es esencial en la prevención de la caries infantil, actuando sobre la actividad bacteriana y promoviendo la reparación del esmalte, por lo que se recomienda el uso de pastas con más de 1000 ppm y barnices según el riesgo y la edad (Quimi et al., 2025). Estos barnices ofrecen protección continua gracias a su liberación prolongada, en Ecuador, se ha evidenciado una alta prevalencia de caries en escolares, reflejando la necesidad de reforzar medidas preventivas desde la infancia (Parra et al., 2025). La educación en higiene bucal, el control dietético y el acceso a atención odontológica temprana son fundamentales, y aunque la sensibilidad dentinaria es más frecuente en adultos, su comprensión permite implementar estrategias preventivas oportunas en niños, reduciendo el riesgo de complicaciones futuras (Gordon & Farfán, 2022).

Los defectos del desarrollo del esmalte en niños de 5 a 9 años pueden generar secuelas clínicas que requieren tratamientos variables según su gravedad, los cuales van desde microabrasión y resinas infiltrantes hasta coronas de acetato e incluso pulpectomía en casos severos, sobre todo cuando se afectan dientes primarios en contextos quirúrgicos (Huamán et al., 2021). El barniz de flúor, aplicado profesionalmente entre dos y cuatro veces al año junto con el cepillado regular, reduce la caries hasta en un 30 %, siendo efectivo en grupos de alto riesgo al inhibir la desmineralización y favorecer la remineralización del esmalte (Perona et al., 2021). Esta revisión tiene como objetivo analizar la eficacia de la liberación de flúor sobre las fisuras dentales en la prevención de la desmineralización del esmalte en niños de 5 a 9 años, evaluando sus beneficios terapéuticos, mecanismos de acción, duración del efecto

y posibles limitaciones, la revisión se basa en investigaciones publicadas entre 2020 y 2025 en bases científicas especializadas como Google Scholar, PubMed y SciELO.

Materiales y Métodos

Esta revisión de literatura se desarrolló siguiendo las recomendaciones de la guía PRISMA, con el objetivo de analizar las estrategias clínicas y recomendaciones actuales sobre el impacto de la liberación de flúor en las fisuras dentales para la prevención de la desmineralización del esmalte en niños de 5 a 9 años. Se realizó una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre 2020 y 2025 en las bases de datos PubMed, SciELO y Google Académico. Para identificar información relevante, se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés relacionadas con el tema, incluyendo: “flúor”, “caries dental” y “niños” / “fluoride”, “dental caries” y “children”.

En PubMed, se aplicó una ecuación de búsqueda estructurada mediante operadores booleanos de la siguiente manera: ("fluoride" OR "flúor") AND ("dental caries" OR "caries dental") AND ("children" OR "niños").

Los criterios de inclusión contemplaron artículos disponibles en texto completo, publicados entre 2020 y 2025, que abordaran el uso clínico, mecanismos de acción, duración del efecto o efectos preventivos de la liberación de flúor sobre fisuras dentales en niños, y que estuvieran disponibles en español o inglés. Se excluyeron artículos duplicados, estudios enfocados en tratamientos distintos a la liberación de flúor, investigaciones sin aplicación clínica directa en la prevención de la desmineralización del esmalte y documentos fuera del contexto pediátrico o preventivo.

Del total de 113 artículos inicialmente identificados, 20 provenían de PubMed, 40 de SciELO y 53 de Google Académico. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 31 artículos que cumplieran con todos los requisitos establecidos, distribuyéndose de la siguiente manera: 16 provenientes de PubMed, 6 de SciELO y 9 de Google Académico.

Resultados

Procesos de desmineralización en esmalte

El esmalte dental en niños de 5 a 9 años, aunque altamente mineralizado, es más vulnerable a la desmineralización debido a su menor espesor y grado de maduración. Los ácidos provenientes de la dieta y del metabolismo bacteriano provocan la pérdida de calcio y fósforo, debilitando su estructura y favoreciendo la aparición de manchas blancas opacas que pueden progresar a caries cavitadas si no se tratan. La remineralización, mediada por la saliva, el flúor y agentes biomiméticos como la nano-hidroxiapatita, permite recuperar parcialmente la estructura del esmalte, reforzando la importancia de estrategias preventivas dirigidas a preservar la salud dental infantil (Reguzzoni et al., 2024).

Los procesos de desmineralización en el esmalte pediátrico de niños de 5 a 9 años comienzan cuando los ácidos producidos por la placa bacteriana atacan la superficie del esmalte, provocando la pérdida de minerales como el calcio y el fósforo, este proceso inicial es reversible si se restablece el equilibrio entre desmineralización y remineralización, sin embargo, en este grupo de edad el esmalte más poroso y menos mineralizado que en adultos aumenta la susceptibilidad a daños, factores como la dieta alta en azúcares, la higiene oral deficiente y la composición salival influyen en la velocidad y severidad de la desmineralización, la formación de manchas blancas opacas

en el esmalte constituye una señal clínica temprana y si no se controla puede progresar a caries cavitadas, por lo que resulta fundamental la detección temprana y el uso de métodos preventivos que incluyan fluorización y hábitos adecuados para preservar la salud dental infantil (Xia et al., 2025).

Topografía de fisuras y retención de biofilm

La topografía de las fisuras dentales en niños de 5 a 9 años juega un papel crucial en la retención y formación de biofilms bacterianos debido a su compleja estructura tridimensional que facilita la adhesión bacteriana, esta estructura está influenciada por la composición y organización de la matriz extracelular del biofilm, la cual incluye polisacáridos, proteínas y otras biomoléculas que contribuyen a la robustez y resistencia del biofilm frente a agentes antimicrobianos, la superficie irregular y los canales presentes en las fisuras permiten una mayor acumulación y protección de las bacterias al limitar la difusión de agentes externos, además, las fuerzas generadas en la interacción biofilmsustrato, influenciadas por la topografía, modulan la expansión y adhesión del biofilm, facilitando su maduración y estabilidad, la presencia de zonas con diferentes grados de adhesión en la interfase biofilm-fisura refleja una variabilidad espacial que afecta la resistencia del biofilm a la erosión y la eficacia de los tratamientos preventivos y terapéuticos (Gingichashvili et al., 2020).

La topografía de las fisuras dentales influye significativamente en la retención del biofilm, facilitando la acumulación de microorganismos que favorecen la desmineralización del esmalte, las fisuras profundas y estrechas presentan un ambiente propicio para la proliferación bacteriana, lo que aumenta el riesgo de caries en niños, la liberación de flúor actúa como un agente preventivo al fortalecer el esmalte y reducir la adhesión bacteriana en estas zonas, contribuyendo a la inhibición del proceso desmineralizado, por tanto, comprender la morfología de las fisuras es fundamental para

optimizar estrategias fluoradas y prevenir eficazmente las lesiones cariosas en la población infantil (Kulayta et al., 2024).

Mecanismos fisicoquímicos del ion fluoruro

La presencia del ion fluoruro impone un estrés fisicoquímico en los microorganismos al formar complejos sólidos con metalocofactores como Ca^{2+} o Mg^{2+} dentro de sitios activos enzimáticos, inhibiendo reacciones esenciales, por ejemplo en enolasa y pirofosfatasa con K_i cercanos a $100 \mu\text{M}$, lo que altera el metabolismo central, además el HF pasa a través de membranas bajando el pH intracelular y atrapando F^- , afectando la fuerza protónmotriz, lo que provoca respuestas homeostáticas como exportadores tipo Fluc o CLCF, activación de antiportadores Na^+/H^+ y genes regulados por riboswitches, asimismo el fluoruro induce desplazamientos en la actividad enzimática, incremento de polifosfatasa para proteger contra inhibición fosforilante y alteraciones en el equilibrio de cationes divalentes, finalmente el fluoruro modifica fenómenos de adhesión celular y fomenta formación de biofilm mediante cambios en la membrana y producción de polisacáridos, contribuyendo a la respuesta adaptativa microbiana (Stockbridge & Wackett, 2024).

El ion fluoruro actúa sobre el esmalte dental mediante mecanismos fisicoquímicos que favorecen la remineralización y reducen la solubilidad de los cristales de hidroxiapatita, transformándolos en fluorapatita, más resistente a los ácidos, en las fisuras dentales, zonas de alta retención de placa, la liberación controlada de fluoruro desde barnices, selladores o materiales restauradores crea un microentorno protector, este depósito superficial inhibe la desmineralización y favorece la precipitación de minerales, en niños de 5 a 9 años, cuya dentición aún está en desarrollo, estos efectos son cruciales para fortalecer zonas vulnerables como los surcos

oclusales, actuando como una barrera química activa frente al inicio de la caries (Lubojanski et al., 2023).

Tecnologías de liberación sostenida de fluoruro

Las tecnologías de liberación sostenida de fluoruro han sido diseñadas para mantener concentraciones efectivas de flúor en el entorno bucal durante períodos prolongados, favoreciendo la remineralización continua del esmalte, en fisuras dentales, donde el acceso del cepillado es limitado, estos sistemas, como barnices, selladores y materiales bioactivos, crean un reservorio superficial que libera iones fluoruro gradualmente, esta liberación prolongada inhibe la desmineralización y potencia la formación de fluorapatita, en niños, esto resulta esencial para proteger zonas vulnerables en desarrollo, asegurando una exposición constante al ion fluoruro en el microambiente crítico de las fisuras oclusales (Harram & Sqalli, 2024).

Las tecnologías de liberación sostenida de fluoruro no se limitan únicamente a los materiales restauradores, sino que también están presentes en productos como las pastas dentales formuladas para uso pediátrico. Estas tecnologías permiten una liberación inicial del ion fluoruro seguida de un mantenimiento prolongado de concentraciones terapéuticas en el entorno oral, favoreciendo un efecto preventivo continuo. En el caso de las pastas dentales, la formulación del vehículo, la estabilidad del compuesto fluorurado y su capacidad de adherirse temporalmente al esmalte influyen en la liberación y retención del flúor. Esta liberación sostenida contribuye a la inhibición de bacterias cariogénicas, a la estabilización del pH y a la protección de fisuras dentales en niños de 5 a 9 años, especialmente en zonas de difícil acceso al cepillado, siendo además modulada por las condiciones del entorno oral y las características específicas del producto utilizado (Tokarczuk et al., 2024).

Los barnices fluorados de primera y segunda generación presentan distintos perfiles de liberación de fluoruro, caracterizados por una liberación inicial rápida durante las primeras horas, seguida de una fase de meseta que permite una acción prolongada. La liberación de fluoruro es mayor en ambientes ácidos que en pH neutro, lo que favorece la formación de depósitos de CaF_2 que actúan como reservorios estables y contribuyen a la protección del esmalte. Factores como la composición de la resina, la homogeneidad del material y la presencia de aditivos influyen en la eficacia del barniz, permitiendo una acción localizada frente a la desmineralización. Estas características hacen que los barnices fluorados sean especialmente útiles en la protección de fisuras dentales en la dentición de niños de 5 a 9 años (Piesiak-Panczyszyn et al., 2023).

Propiedades bioactivas de los selladores fluorados

Los selladores fluorados, además de actuar como barrera física contra el biofilm, presentan propiedades bioactivas gracias a su capacidad de liberar fluoruro de manera sostenida, este ion favorece la remineralización del esmalte, inhibe la desmineralización y ejerce efecto bacteriostático sobre microorganismos cariogénicos, especialmente *Streptococcus mutans*, su eficacia es mayor en superficies oclusales de molares permanentes, en pacientes con riesgo moderado o alto de caries, los selladores a base de ionómero de vidrio liberan fluoruro incluso en condiciones de humedad, lo que los hace útiles en situaciones clínicas donde el aislamiento absoluto es limitado, además, su uso en niños de 5 a 9 años contribuye a la reducción significativa de caries en dientes permanentes, siendo especialmente indicados en programas preventivos y tratamientos personalizados basados en el riesgo cariogénico (Sreedevi et al., 2022).

Gracias a su capacidad de liberar fluoruro de forma sostenida, los selladores fluorados poseen propiedades bioactivas que fortalecen el esmalte, reducen la desmineralización y promueven la formación de fluorapatita, estos materiales pueden

interactuar con tejidos dentales y biofilm cariogénico, disminuyendo la actividad de *Streptococcus mutans*, algunos selladores también incorporan nanopartículas como plata o zinc, añadiendo efectos antimicrobianos, su biocompatibilidad, bajo costo y eficacia clínica los hacen ideales en odontología preventiva y mínimamente invasiva, además, actúan como barrera física en fisuras susceptibles, siendo eficaces en la detención o prevención de lesiones incipientes, se recomiendan especialmente en pacientes con alto riesgo cariogénico, su efectividad es mayor cuando se combinan con programas de control de placa y fluoración tópica (Zhang et al., 2023).

Desempeño clínico de materiales liberadores de flúor

Los materiales liberadores de flúor deben emplearse en restauraciones con alto riesgo de caries, especialmente en niños de 5 a 9 años, seleccionándose según la zona clínica y las necesidades mecánicas y estéticas. Su eficacia preventiva depende de una liberación controlada de flúor dentro de rangos seguros, recomendándose concentraciones aproximadas de 1 000–1 450 ppm para asegurar un efecto anticariogénico adecuado sin incrementar el riesgo de fluorosis. Una técnica de aplicación precisa y la posibilidad de recarga permiten mantener niveles efectivos de flúor y garantizar una protección continua del esmalte en denticiones en desarrollo (Mankar et al., 2023).

El desempeño clínico óptimo, los materiales liberadores de flúor presentan propiedades mecánicas cruciales, incluyendo resistencia a la tensión y flexión que aseguran su funcionalidad bajo fuerzas masticatorias, además, el contenido y tipo de relleno influyen significativamente en la durabilidad y rigidez del material, siendo la composición de la matriz polimérica y el tamaño de los nanorrellenos determinantes para la resistencia y liberación iónica continua, también se observa que la dureza superficial afecta la resistencia al desgaste y la integridad de la restauración, factores

que se deterioran con el envejecimiento y la exposición a medios como saliva o alcohol, lo que puede disminuir la resistencia mecánica y aumentar la absorción de agua, por lo cual, la selección adecuada del material y su protección clínica son esenciales para prolongar la vida útil de las restauraciones (Radwanski et al., 2025).

Factores moduladores de la biodisponibilidad del flúor

La biodisponibilidad del flúor está estrechamente relacionada con su forma química y la estabilidad de los compuestos fluorados utilizados en las formulaciones terapéuticas. En este sentido, el fluoruro de estaño (SnF_2) ha demostrado una mayor estabilidad cuando se combina con nanopartículas de óxido de hierro (Fer), debido a la interacción entre los iones Sn^{2+} y los grupos carboxilato del carboximetil-dextrano que recubre a Fer. Esta interacción reduce significativamente los procesos de oxidación e hidrólisis del SnF_2 en solución acuosa, a diferencia de otros compuestos fluorados como el NaF o BaF_2 , que no presentan mejoras en su estabilidad. Además, el entorno ácido favorece la unión y estabilidad del SnF_2 con Fer, permitiendo una liberación más controlada y sostenida del flúor activo, lo que potencia su eficacia antibiofilm bajo condiciones patológicas como la acidez dental (Huang et al., 2023).

Dentro del desarrollo de nuevas formulaciones terapéuticas para población pediátrica, la biodisponibilidad del flúor también se ve modulada por el diseño de nuevas formulaciones orientadas a mejorar su retención y aceptación estética. Las formulaciones con nanopartículas de plata fluoradas (NSF) destacan por su capacidad de evitar efectos indeseables asociados a otras terapias, como la tinción dental, al tiempo que permiten una aplicación localizada y dirigida. La liberación sostenida del flúor en el entorno ácido de las lesiones cariosas favorece su acción en el sitio de desmineralización sin requerir instrumental complejo, lo que optimiza su uso en niños

de 5 a 9 años. Estas características potencian la eficacia clínica del flúor y amplían su aplicabilidad en poblaciones pediátricas vulnerables (Quritum et al., 2024).

Intervenciones profilácticas en odontopediatría basada en flúor

Las intervenciones profilácticas basadas en flúor en odontopediatría constituyen una estrategia fundamental para la prevención de la caries dental en niños de 5 a 9 años, etapa caracterizada por un alto riesgo cariogénico asociado a la erupción de los primeros molares permanentes. Estas intervenciones comprenden modalidades de alcance comunitario, como la fluoración del agua, la sal y la leche, así como estrategias individuales que permiten una exposición controlada al flúor. La selección de la intervención debe considerar el nivel de riesgo del paciente, la edad y la exposición total al flúor, con el objetivo de maximizar el efecto preventivo y minimizar el riesgo de fluorosis (Jullien, 2021).

Las intervenciones profilácticas incluyen el uso regular de productos fluorados y materiales dentales con capacidad de liberar flúor de forma gradual, los cuales actúan como reservorios intraorales y contribuyen a la inhibición de la desmineralización del esmalte. Estas estrategias resultan especialmente útiles en niños con dificultad para mantener una adecuada higiene oral, ya que proporcionan una protección continua del esmalte. La individualización del enfoque preventivo y la supervisión profesional son elementos clave para optimizar la eficacia de las intervenciones basadas en flúor y garantizar la seguridad en la población pediátrica (Veneri et al., 2024).

Discusión

Los resultados de esta revisión literaria evidencian que los procesos de desmineralización del esmalte pediátrico en niños de 5 a 9 años se desarrollan de manera más acelerada debido a la menor mineralización y mayor porosidad del esmalte infantil, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a los ataques ácidos. Esta observación coincide con lo reportado por Reguzzoni et al. (2024) y Xia et al. (2025), quienes resaltan la importancia de la detección temprana y de la intervención preventiva para evitar la progresión hacia lesiones cariosas más avanzadas. No obstante, mientras algunos estudios enfatizan la eficacia de agentes remineralizantes como la nano-hidroxiapatita en la recuperación de la microdureza del esmalte, otros priorizan el papel del ion fluoruro como principal modulador de la resistencia ácida, evidenciando una variabilidad en los enfoques terapéuticos analizados. Estas diferencias pueden atribuirse a variaciones en los diseños experimentales, los métodos de evaluación y las condiciones clínicas simuladas, lo que dificulta establecer comparaciones directas entre los resultados disponibles.

La topografía de las fisuras dentales, diversos autores coinciden en que su morfología compleja constituye un factor determinante en la retención del biofilm y en la consecuente desmineralización del esmalte en niños de 5 a 9 años. Gingichashvili et al. (2020) y Kulayta et al. (2024) describen cómo la estructura tridimensional de las fisuras favorece la adhesión bacteriana y la formación de microambientes difíciles de higienizar. Sin embargo, algunos estudios analizan este fenómeno desde modelos in vitro o microbiológicos, mientras que otros lo abordan desde una perspectiva clínica, lo que genera diferencias en la interpretación de la magnitud real del riesgo cariogénico. A pesar de estas variaciones metodológicas, la evidencia respalda de forma consistente el uso de estrategias preventivas específicas, como barnices y selladores fluorados, que han

demostrado mantener concentraciones efectivas de flúor en zonas críticas, en concordancia con lo señalado por Harram y Sqalli (2024) y Sreedevi et al (2022).

Una de las principales limitantes de esta revisión es la selección de datos y la limitada información específica acerca de la biodisponibilidad y eficacia clínica del flúor en diversas formulaciones pediátricas dirigidas a niños de 5 a 9 años, etapa en la que la erupción de los primeros molares permanentes incrementa el riesgo de desmineralización. Aunque estudios recientes han demostrado mejoras en la estabilidad y liberación controlada del flúor mediante combinaciones con nanopartículas y agentes estabilizantes, la evidencia aún es insuficiente para establecer protocolos estandarizados en la práctica clínica. Esta carencia se refleja también en la variabilidad de resultados reportados en diferentes contextos y poblaciones infantiles, lo que resalta la necesidad de más investigaciones longitudinales y multicéntricas que permitan validar los beneficios y optimizar las intervenciones profilácticas en odontopediatría.

Para los profesionales odontólogos, estos hallazgos refuerzan la importancia de integrar tratamientos preventivos basados en materiales con liberación sostenida de flúor en niños de 5 a 9 años, etapa crítica debido a la erupción de los primeros molares permanentes y la mayor susceptibilidad a la retención de biofilm en las fisuras oclusales. La aplicación de selladores fluorados y barnices en estas zonas, reconocidas por su alto riesgo carioso, debe consolidarse como una práctica habitual en la odontología pediátrica para garantizar una protección continua y minimizar la progresión de lesiones. Asimismo, la personalización del tratamiento según el riesgo individual y la educación en hábitos de higiene oral adaptados a esta edad fortalecen la eficacia clínica y contribuyen a la conservación del esmalte en denticiones en desarrollo.

Conclusión

Este estudio permitió evidenciar que la liberación sostenida de flúor en fisuras dentales constituye una estrategia eficaz para la prevención de la desmineralización del esmalte en niños de 5 a 9 años, etapa caracterizada por la erupción de los primeros molares permanentes y por una inmadurez estructural del esmalte que incrementa la susceptibilidad a lesiones cariosas. La evidencia analizada respalda la capacidad del flúor para favorecer la remineralización, aumentar la resistencia del esmalte frente a los ataques ácidos y disminuir la adhesión bacteriana en zonas de alta retención de biofilm, especialmente en superficies oclusales vulnerables durante el desarrollo dentario.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de incorporar de manera sistemática intervenciones preventivas basadas en materiales con liberación sostenida de flúor, como barnices y selladores fluorados, dentro de los programas de atención de odontopediatría, particularmente en niños con riesgo moderado o alto de caries. No obstante, la heterogeneidad de las formulaciones fluoradas y la limitada evidencia comparativa a largo plazo ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar estudios longitudinales y ensayos clínicos controlados que permitan establecer protocolos estandarizados, optimizar la selección de las intervenciones y fortalecer la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia científica.

Referencias

- Echeverría, C., Fernández, C. E., Valdés, S., Santamaría, R. M., Splieth, C., Paris, S., Schwendicke, F., & Giacaman, R. A. (2021). ¿Cómo intervenir el proceso de caries en adultos? Adaptación del consenso ORCA/EFCD/DGZ. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 14(1), 32–36.
<https://doi.org/10.4067/S2452-55882021000100032>
- Gingichashvili, S., Feuerstein, O., & Steinberg, D. (2020). Topography and expansion patterns at the biofilm-agar interface in *Bacillus subtilis* biofilms. *Microorganisms*, 9(1), 84. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010084>
- Gordon, D., & Farfán, K. (2022). Efecto de las partículas de nanohidroxiapatita al 20% de dentríficos en el sellado de túbulos dentinarios: Estudio in vitro. *Odontología Activa Revista Científica*, 7(3), 9–14.
<https://doi.org/10.31984/oactiva.v7i3.780>
- Gordon, D., Farfán, K., & Paocarina, R. (2024). Efecto de la remineralización de lesión de mancha blanca usando una pasta de nanohidroxiapatita al 20% y una pasta fluorada. *Odontología Activa Revista Científica*, 9(1), 25–32.
<https://doi.org/10.31984/oactiva.v9i1.1029>
- Harram, S. E., & Sqalli, T. (2024). Could the arginine-fluoride association have a real impact on caries prevention? *Cureus*, 16(10), e72153.
<https://doi.org/10.7759/cureus.72153>
- Huamán, A., Torres, G., Medrano, M., & López, R. (2021). Manejo de secuelas de defectos del esmalte en paciente con síndrome de Muenke: Reporte de caso.

Revista de Odontopediatría Latinoamericana, 11(2).

<https://doi.org/10.47990/ALOP.V11I2.247>

Huang, Y., Liu, Y., Pandey, N. K., Shah, S., Simon-Soro, A., Hsu, J. C., Ren, Z., Xiang, Z., Kim, D., Ito, T., Oh, M. J., Buckley, C., Alawi, F., Li, Y., Smeets, P. J. M., Boyer, S., Zhao, X., Joester, D., Zero, D. T., & Koo, H. (2023). Iron oxide nanozymes stabilize stannous fluoride for targeted biofilm killing and synergistic oral disease prevention. *Nature Communications*, 14(1), 1–16.

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41687-8>

Jullien, S. (2021). Prophylaxis of caries with fluoride for children under five years.

BMC Pediatrics, 21(Suppl 1). <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02702-3>

Kulayta, K., Zerdo, Z., Seid, M., Dubale, A., Manilal, A., Kebede, T., Alahmadi, R. M., Raman, G., & Akbar, I. (2024). Biofilm formation and antibiogram profile of bacteria from infected wounds in a general hospital in southern Ethiopia.

Scientific Reports, 14(1), 26359. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78283-9>

Lubojanski, A., Piesiak-Panczyszyn, D., Zakrzewski, W., Dobrzynski, W., Szymonowicz, M., Rybak, Z., Mielan, B., Wiglusz, R. J., Watras, A., & Dobrzynski, M. (2023). The safety of fluoride compounds and their effect on the human body: A narrative review. *Materials*, 16(3), 1242.

<https://doi.org/10.3390/ma16031242>

Mankar, N., Kumbhare, S., Nikhade, P., Mahapatra, J., & Agrawal, P. (2023). Role of fluoride in dentistry: A narrative review. *Cureus*, 15(12), e50884.

<https://doi.org/10.7759/cureus.50884>

Montenaro, M., Valdrighi, H., Limas, M. J., Campos, E. de, & Santamaria, M. (2021).

Influence of topical fluoride on shear bond strength of orthodontic brackets and enamel white spot lesions formation. *Revista de Odontologia da UNESP*, 50, e20210038. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.03821>

Moya, Z., Hualla, R., & Zúñiga, C. (2022). Impacto de las técnicas de mínima

intervención en el índice de masa corporal de preescolares con caries de la infancia temprana: Seguimiento de 1 año. *Revista Estomatológica Herediana*, 32(1), 7–20. <https://doi.org/10.20453/reh.v32i1.4178>

Ochoa, C. E., Rockenbach, C., Collantes, J., & Armas, A. (2023). La prevención

dental como mejor estrategia de cuidado dental en niños: Revisión de literatura. *Polo del Conocimiento*, 8(12), 1919–1928.

<https://doi.org/10.23857/pc.v8i12.7131>

Panchana, M., & Santos, T. (2024). Manejo de una clase II profunda con resina de alta

carga: Reporte de caso clínico. *Revista San Gregorio*, 1(60), 136–142.

<https://doi.org/10.36097/rsan.v1i60.3246>

Parra, D., Luna, D., Molina, X., & Molina, C. (2025). Actitud y conducta sobre

higiene oral de estudiantes de odontología ecuatorianos. *Odontología*, 27(1), 17–22. <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol27.n1.2025-e7602>

Pérez, A. P., García, M., Jiménez, M., & Centeno, M. (2022). Factores asociados a

higiene bucal con altos contenidos de fluoruros en niños kichwas SaraguroEcuador. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 2515–2523.

<https://doi.org/10.23857/pc.v7i6.4206>

Perona, G., Aguilar, D., & Torres, C. (2021). Novedades en el uso del barniz de flúor: Reporte de caso. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 3(2), 7.

<https://doi.org/10.47990/alop.v3i2.48>

Piesiak-Panczyszyn, D., Watras, A., Wiglusz, R. J., & Dobrzynski, M. (2023). In vitro comparison of the fluoride ion release from the first- and second-generation fluoride varnishes. *Applied Sciences*, 13(12), 7327.

<https://doi.org/10.3390/app13127327>

Quimi, M., Benavides, A., Soria, N., & López, J. (2025). Métodos de prevención y estrategias educativas en odontopediatría: Revisión literaria. *Odontología*, 27(Especial), 86–91. <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol27.esp.2025-e7675>

Quritum, M., Abdella, A., Amer, H., El Desouky, L. M., & El Tantawi, M. (2024). Effectiveness of nanosilver fluoride and silver diamine fluoride in arresting early childhood caries: A randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, 24(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04406-3>

Radwanski, M., Zmyslowska-Polakowska, E., Osica, K., Krasowski, M., Sauro, S., Hardan, L., & Lukomska-Szymanska, M. (2025). Mechanical properties of modern restorative bioactive dental materials: An in vitro study. *Scientific Reports*, 15(1), 3552. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86595-7>

Reguzzoni, M., Carganico, A., Lo Presti, D., Zecca, P. A., Scurati, E. I., Caccia, M., & Levrini, L. (2024). Assessment of the effects of enamel remineralization after treatment with hydroxylapatite active substance: SEM study. *Applied Sciences*, 15(1), 3. <https://doi.org/10.3390/app15010003>

- Santos, M. I., Barcia, A. N. A., & Gruezo Montesdeoca, K. L. (2023). Hábitos alimentarios y su relación con la erosión dental: Una revisión sistemática. *Revista San Gregorio*, 1(55), 181–201. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i55.2463>
- Sotillo, V., Limongi, I., Medina, A. C., & Martínez Vásquez, M. G. (2023). Fluoruro diamino de plata como terapia para la inactivación de lesiones de caries cavitadas en dientes primarios. *Revista Científica CMDLT*, 16(1). <https://doi.org/10.55361/cmdlt.v16i1.71>
- Sreedevi, A., Brizuela, M., & Mohamed, S. (2022). Pit and fissure sealants. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448116/>
- Stockbridge, R. B., & Wackett, L. P. (2024). The link between ancient microbial fluoride resistance mechanisms and bioengineering organofluorine degradation or synthesis. *Nature Communications*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49018-1>
- Tokarczuk, D., Tokarczuk, O., Kiryk, J., Kensy, J., Szablińska, M., Dyl, T., Dobrzyński, W., Matys, J., & Dobrzyński, M. (2024). Fluoride release by restorative materials after the application of surface coating agents: A systematic review. *Applied Sciences*, 14(11), 4956. <https://doi.org/10.3390/app14114956>
- Veneri, F., Vinceti, S. R., & Filippini, T. (2024). Fluoride and caries prevention: A scoping review of public health policies. *Annali di Igiene: Medicina Preventiva e di Comunità*, 36(3), 270–280. <https://doi.org/10.7416/ai.2024.2593>
- Xia, L., Zhou, C., Mei, P., Jin, Z., He, H., Wang, L., Bai, Y., Chen, L., Li, W., Wang, J., Hu, M., Song, J., Cao, Y., Liu, Y., Hou, B., Wei, X., Niu, L., Lu, H., Ma, W., & Fang, B. (2025). Expert consensus on the prevention and treatment of enamel

demineralization in orthodontic treatment. *International Journal of Oral Science*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00335-7>

Zhang, O. L., Niu, J. Y., Yin, I. X., Yu, O. Y., Mei, M. L., & Chu, C. H. (2023). Bioactive materials for caries management: A literature review. *Dentistry Journal*, 11(3), 59. <https://doi.org/10.3390/dj11030059>