



Universidad Autónoma del Estado de México.

Facultad de Odontología.

TESIS.

“Liberación de ión flúor en resinas compuestas”

Para obtener el título de Cirujano Dentista.

PRESENTAN.

P.C.D. Reyes Plata Andrea.

P.C.D. Estrada Valle Abigail Pamela.

Directores de tesis:

Dr. en C.S. Elías Nahum Salmerón Valdés.

Dra. en C.S. Adriana Alejandra Morales Valenzuela.

Revisores de tesis:

M. en A.P. Ana Miriam Santillán Reyes.

M. en E.B. María José González Flores.



Diciembre 2025.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
MARCO TEÓRICO	7
Caries.....	7
Etiología de caries	7
Factores determinantes del desarrollo de caries	7
Factores relacionados con el huésped.....	8
Factores relacionados con microflora	9
Colonización bacteriana.....	9
Sustrato: dieta cariogénica	10
Modificación de Newbrun	10
Desmineralización y remineralización	11
Flúor.....	12
Mecanismo de acción del flúor	12
Incorporación del flúor a los materiales dentales	13
Ionómero de vidrio.	13
Adhesivos.....	14
Resinas compuestas modificadas con poliácidos.....	14
Presencia de flúor en productos de higiene oral.....	15
Pasta dental con flúor.	15
Colutorios.....	16
Flúor en barniz.	16
Métodos de cuantificación de flúor	17
Método colorimétrico.....	17
Cromatografía líquida de alto rendimiento y método indirecto por espectrometría de emisión de plasma de masas.	17
Método potenciométrico (ion selectivo).	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
JUSTIFICACIÓN	20
HIPÓTESIS	21

OBJETIVOS	22
OBJETIVO GENERAL.....	22
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
MATERIAL Y MÉTODO.....	23
IMPLICACIONES BIOÉTICAS.....	28
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
RESULTADOS.....	29
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la caries es una enfermedad que afecta a toda la población en general, presentándose clínicamente con lesiones cariosas. La etiología de la caries es multifactorial donde interviene la ingesta de alimentos con alta cantidad en concentración de azúcar lo que propicia la fermentación y origina la desmineralización del esmalte dental.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define caries dental como “un proceso patológico localizado, posteruptivo, de origen externo que produce un reblandecimiento del tejido dentario duro y que conduce a la formación de una cavidad”. La OMS estimó que alrededor de 3500 millones de personas padecen enfermedades bucodentales, menciona que tres de cada cuatro radican en países de ingresos medios. Calcula que 2000 millones de personas presentan caries en dientes permanentes, mientras que 514 millones de niños presentan caries en dientes temporales.

Los principales factores en la formación de caries son: huésped, microflora y el sustrato, por lo que estos interactúan con el tiempo para efectuar la desmineralización de la estructura dental, la prevalencia de la enfermedad depende de controlar hábitos de higiene oral, además de tener un adecuado equilibrio dietético, llevando a cabo actividades por parte del paciente y el odontólogo como lo es una adecuada técnica de cepillado, uso de hilo dental, colutorios y pastas con flúor lo cual reduce la aparición de lesiones cariosas.

Actualmente se ha demostrado que la liberación de flúor en materiales dentales ha sido de gran relevancia ante la demineralización del esmalte, estos materiales pueden prevenir la formación de caries o bien detener el progreso de esta; por lo que tenemos el compromiso de guiar al paciente en su educación para incentivar el cuidado y mantenimiento de la salud bucodental, en el mayor de los casos hacer uso de materiales dentales con liberación de ion flúor puede brindar un mejor servicio en la rehabilitación de los órganos dentarios.

MARCO TEÓRICO

Caries

La caries es un problema de salud pública que impacta a la sociedad en general, es de origen multifactorial y al mismo tiempo está asociada a alta ingesta de carbohidratos y deficiencia de higiene bucodental. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define caries como una enfermedad multifactorial que conlleva un “proceso patológico que inicia después de la erupción dental y produce reblandecimiento del tejido duro del diente, evoluciona hasta la formación de una cavidad, de igual forma se produce por ácidos resultado de la fermentación bacteriana provenientes de carbohidratos en la dieta cotidiana”.(1)

Fejerskov define caries como un mecanismo de desmineralización y remineralización, resultado del metabolismo microbiano persistente sobre la superficie dentaria, puede estar presente durante un tiempo indeterminado, provocando la pérdida de mineral y propiciando la formación de una cavidad.(2)

Etiología de caries

La exposición frecuente del microbiota bucal ante carbohidratos fermentables, principalmente azúcares provocan un cambio en su composición lo que agrava la actividad bacteriana acidogénica y acidúrica. El biofilm patogénico produce ácidos que propician la desmineralización del esmalte dental.(3)

Factores determinantes del desarrollo de caries

Según Keyes (1976) la caries es una enfermedad multifactorial la cual involucra tres factores en el proceso de la enfermedad:

- Huésped: higiene bucal, saliva y órganos dentales.
- Microflora: colonización bacteriana.
- Sustrato: dieta cariogénica.(2,3)

Factores relacionados con el huésped

La saliva es un fluido saturado en calcio y fosfato que contienen flúor, proteínas, enzimas, agentes buffer, inmunoglobulinas y glicoproteínas. El flúor juega un papel de vital importancia en la remineralización debido a la formación de fluorapatita proveniente de la combinación con los cristales del esmalte, la cual es más resistente a la acción ácida.(2)

La saliva es importante en el balance ácido-base de la placa dental debido a que las bacterias acidogénicas presentes en la placa dental descomponen con rapidez los carbohidratos, generando ácido como resultado de este proceso. Esto provoca una disminución rápida del pH en los primeros minutos tras el consumo de carbohidratos, aunque luego tiende a aumentar de forma progresiva. Se estima que el pH debería volver a su nivel normal aproximadamente 30 minutos después de la ingesta.(2)

Para que se lleve a cabo este proceso debe actuar el sistema buffer de la saliva, para el sistema buffer es fundamental contener bicarbonato, fosfatos y proteínas, el pH salival depende de las concentraciones de bicarbonato; el incremento en la concentración de bicarbonato resulta un incremento del pH. Niveles muy bajos del flujo salival hacen que el pH disminuya por debajo de 5-3, sin embargo, aumenta a 7-8 si se acrecienta gradualmente el flujo salival.(2)

Las macromoléculas presentes en la saliva desempeñan un papel importante en la formación de la película salival. Investigaciones sobre las funciones de las proteínas salivales ricas en prolina han demostrado que estas se adhieren a la superficie dental y forman parte de una capa proteica conocida como película adquirida. Esta película cumple funciones clave, como proteger el diente, favorecer su remineralización y participar en el proceso de colonización bacteriana, además de proteínas presentes en saliva se ha encontrado presencia de péptidos con actividad antimicrobiana. Se estima que, además de proteger la superficie de la cavidad oral, estas sustancias también podrían dificultar la formación del biofilm, lo que contribuiría a prevenir el desarrollo de caries dental.(2)

Factores relacionados con microflora

En la microflora existen más de 700 tipos de microorganismos, los del género *Streptococcus*; *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*; aunado *Rothia dentocariosa* se encuentran asociados a caries dental. (4)

Colonización bacteriana

El desarrollo de la caries es provocado por la adhesión inicial de las bacterias a la superficie dental. Este proceso ocurre gracias a la interacción entre proteínas bacterianas y ciertas proteínas salivales que se adhieren al esmalte del diente.

Investigaciones recientes han demostrado que la unión de las bacterias tanto a la película adquirida como entre ellas no se debe únicamente a interacciones electrostáticas, se ha identificado la participación de moléculas proteicas en la superficie bacteriana, conocidas como adhesinas, que se enlazan con proteínas salivales que actúan como receptores, facilitando así la adhesión de las bacterias. Este proceso ocurre gracias al reconocimiento molecular. Además, se ha comprobado que cuanto mayor es la capacidad de adherencia del microorganismo, mayor es la incidencia de caries dental.(2)

Factores de virulencia, *Streptococcus mutans*:

- Acidogenicidad: *Streptococcus* tiene la capacidad de fermentar los azúcares presentes en la dieta, generando principalmente ácido láctico como producto final de su metabolismo. Esta producción de ácido provoca una disminución del pH, lo que favorece la desmineralización del esmalte dental.(2,5)
- Aciduricidad: Se refiere a la habilidad del microorganismo para seguir produciendo ácido incluso en ambientes con pH bajo de 5.5 a 6 o incluso 5.(2,5)
- Acidofilicidad: *Streptococcus mutans* puede sobrevivir en medios ácidos gracias a su capacidad para expulsar protones (H^+) fuera de la célula, lo que le permite mantener su equilibrio interno.(2)
- Acidofilicidad: Síntesis de glucanos y fructanos utilizando enzimas como las glucosiltransferasas (GTF) y fructosiltransferasas (FTF), la bacteria transforma la sacarosa en polímeros como glucanos y fructanos. Los glucanos insolubles

permiten que la bacteria se adhiera con mayor firmeza a la superficie dental y además actúan como reservas energéticas.(2)

Producción de dextranasa, se lleva a cabo cuando las bacterias son capaces de producir y liberar enzimas glucanohidrolasas, como la dextranasa y la mutanasa. Estas enzimas se localizan en la superficie bacteriana en contacto directo con los glucanos, los degradan y permiten que los productos de esa hidrólisis sean transportados al interior de la célula.(2)

De este modo, los glucanos extracelulares pueden servir como fuente de energía para las bacterias. Además de permitir el aprovechamiento de estas reservas energéticas, las glucanohidrolasas también pueden regular la actividad de las glucosiltransferasas al eliminar los productos finales del glucano.(2)

Sustrato: dieta cariogénica

Uno de los factores más analizados en relación con el desarrollo de la caries dental es el consumo elevado de azúcares simples. Los azúcares presentes en la dieta actúan como fuente de alimento para la microflora oral, desencadenando el inicio del proceso de formación de caries.(2)

La sacarosa, compuesta por dos azúcares simples, glucosa y fructosa, es considerada el carbohidrato más cariogénico. Esto se debe no solo a que su metabolismo genera ácidos, sino también a que *Streptococcus mutans* la utiliza para sintetizar glucano, un polisacárido extracelular que facilita su adhesión a la superficie dental y reduce la capacidad de difusión dentro de la placa bacteriana.(2,5)

Modificación de Newbrun

La modificación de Newbrun de 1978 añade la importancia del tiempo como un elemento clave para que se desarrollen las lesiones cariosas.

- **Tiempo:** La interacción entre el huésped, la dieta y los microorganismos debe ocurrir durante un período prolongado para que el proceso de

desmineralización progrese desde una lesión incipiente hasta una lesión cavitada.(6)

Desmineralización y remineralización

La desmineralización-remineralización es un ciclo continuo, factible y repetitivo al consumo de alimentos que se encuentren dentro del grupo carbohidratos; los cuales al metabolizarse en biofilm producen ácidos que actúan sobre el esmalte. Lo que conlleva la formación iones de calcio y fosfato, lo cual hace más susceptible a la remineralización de la estructura cristalina de hidroxiapatita. La producción de ácidos debe ser continua después de 30 a 45 minutos, tienden a incorporarse los minerales iónicos y el pH aumenta. No vuelve a su estado anterior cuando la cantidad de cristales removidos causa la destrucción de la matriz de proteína estructural.(7) Por ello, el proceso inicial de caries es un desbalance entre el fenómeno de desmineralización y remineralización.(8)

Se debe considerar los siguientes puntos para prevenir este desbalance:

- Disminución del incremento del ácido, resultado de las bacterias acumuladas en el biofilm.
- Procurar no perder permeabilidad del esmalte, para que el fluoruro facilite la insolubilidad del esmalte.
- Estimular los mecanismos para que los minerales se activen en la lesión y se remineralizarse.(7)

La desmineralización es provocada por un pH bajo, cuando el ecosistema de la cavidad bucal disminuye la cantidad de minerales comparados a los minerales del diente. La apatita carbonatada se encuentra destruida ante ácidos lácticos y acéticos, los cuales son productos de los microorganismos presentes el biofilm frente a hidratos de carbono fermentables.(8,9)

La remineralización es el proceso por el cual se incorporan iones de calcio, fosfato y otros minerales en la superficie o el interior del esmalte que ha sufrido una desmineralización incompleta. Estos iones provienen tanto de la disolución del propio tejido mineralizado como de fuentes externas, o de una combinación de

ambas. Este mecanismo permite que los minerales se depositen nuevamente en la estructura dental. La remineralización necesita condiciones de pH neutro, mientras que los minerales de los fluidos bucales se activan dentro de las áreas afectadas del esmalte.(7,10)

La remineralización se lleva a cabo por dos procesos:

- Disminución en el tamaño de la lesión
- Incremento en la resistencia a la formación de caries (10)

Flúor

El flúor se encuentra presente en la mayor parte de los tejidos humanos, altas cantidades en huesos y órganos dentarios. Sus iones reducen la formación de caries disminuyendo la producción de microorganismos fermentadores y desmineralización, estabiliza el pH e incrementa la remineralización. Es un elemento que pertenece al grupo de los halógenos, siendo uno de los primeros componentes de los tejidos duros del ser humano por su compatibilidad con ellos.(11)

Los tratamientos realizados con base en flúor han sido creados como estrategia para la prevención de caries. Las investigaciones indican que el efecto predominante se encuentra en el flúor tópico; al estimular la remineralización de las lesiones incipientes y así reduce la desmineralización del esmalte sano. (12)

Mecanismo de acción del flúor

El flúor tiene un doble mecanismo de acción. Por un lado, transforma la hidroxiapatita del esmalte en fluorapatita que es más resistente a la desmineralización. Por otro lado, inhibe las reacciones de glucólisis bacteriana de la placa dental, disminuyendo la formación de ácidos (acético y butírico), mecanismo indispensable para la descomposición de la hidroxiapatita en iones de calcio, fosfato y agua. La presencia de flúor próximo a la superficie del diente reduce la solubilidad de este, dándole mayor dureza, y haciéndolo más resistente a la acción de los

ácidos y por ende al inicio de la caries. El flúor actúa inhibiendo el metabolismo, la adhesión y agregación de bacterias cariogénicas la placa dental.(1)

A las propiedades del flúor se les atribuyen 3 mecanismos de acción:

- Remineralización, es el aspecto que más se ve favorecido debido al flúor, ya que se incorpora a los cristales de fluorapatita que al mismo tiempo produce una superficie más resistente.
- Inhibe la desmineralización mediante el ingreso a los tejidos dentales con la disminución de los minerales del esmalte ante un proceso ácido.
- Bactericida, se lleva a cabo inhibiendo la función bacteriana por ende disminuye el crecimiento de biofilm.(11)

Incorporación del flúor a los materiales dentales

La Organización Mundial de la Salud y otras entidades internacionales respaldan el uso del flúor desde que comenzó a implementarse en odontología en la década de 1970. Desde entonces, numerosos estudios han demostrado su efectividad para prevenir enfermedades dentales.

La aplicación tópica de barniz con flúor entre dos y cuatro veces al año ha demostrado reducir significativamente la aparición de nuevas caries y la necesidad de tratamientos restaurativos, ya que ayuda a revertir lesiones incipientes en los dientes temporales y promueve la remineralización de las primeras fases de la caries. (13)

El fluoruro tiene una liberación estimada entre 200 y 300 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, evitando así el proceso de desmineralización de esmalte. Tiene acción en el metabolismo de los microorganismos lo que ayuda a evitar la formación de biofilm en las restauraciones.(14)

Ionómero de vidrio.

Actúa como un depósito del flúor y posee la capacidad de unirse químicamente a la estructura dental; sin embargo, sus propiedades mecánicas y ópticas son limitadas, lo que restringe su aplicación.(15) Debido a la liberación de flúor en ionómeros de vidrio se previene la formación de lesiones cariosas primarias y secundarias; se

lleva a cabo por el efecto de remineralización en lesiones tempranas. La disminución de solubilidad en el tejido dental en los ácidos de la boca y detiene a las enzimas bacterianas; por ello minimiza la incidencia de caries.(16)

La función específica del flúor en el ionómero de vidrio se produce con la existencia de una interacción iónica con la hidroxiapatita y a su vez, esta tiene cualidades como mayor dureza y disminución la solubilidad en contacto con ácidos. El ionómero de vidrio sufre una transformación al mezclar los componentes, en la cual se estabilizan los componentes ácidos por la base sólida de polvo. El resultado de esto es el aumento de los iones de flúor que se liberan después de ser mezclado.(17)

Adhesivos.

Se han creado adhesivos con liberación de flúor con el objetivo de combatir la desmineralización y la reincidencia de caries en restauraciones que se pueden originar a través del tiempo debido a los cambios de pH y la actividad bacteriana. La liberación de flúor actúa como protector sobre esmalte y dentina; lo que origina que los iones flúor se introduzcan a los cristales del esmalte provocando que este sea más resistente ante los productos ácidos de los microorganismos.

Son capaces de producir una capa firme frente a los ácidos, que restringe la actividad de los ácidos en caries secundaria. Para estabilizar la fuerza de la unión es importante la liberación de flúor ya que evita la desintegración de la capa híbrida al disminuir la solubilidad del fosfato en calcio.

Las propiedades que tienen los adhesivos liberadores de flúor son anticariogénicos, antibacterianos y actúan inhibiendo el crecimiento y desarrollo de la actividad microorganica que produce caries.(18)

Resinas compuestas modificadas con poliácidos.

En sus componentes se encuentran moléculas de monómeros y partículas de rellenos inorgánicos como en las resinas compuestas tradicionales, estas contienen monómero y vidrio de silicato de alúmina reactivo con relleno, lo que permite que absorban saliva de la boca, por lo que se activa la interacción ácido-base, el flúor

que se encuentra en el relleno de vidrio se traslada a la superficie de la restauración. Pierden propiedades mecánicas al ser expuestos a un medio húmedo, con ellos se observa que la interacción ácido-base no altera la resistencia.(13,19)

El efecto preventivo del fluoruro se basa en la remineralización por medio de la concentración disminuida de flúor presente en la interfase biofilm-esmalte. El fluido del biofilm es una fase acuosa en la cual permite que se lleve a cabo el intercambio iónico. (18)

Presencia de flúor en productos de higiene oral

Los enjuagues orales y pastas dentales son productos auxiliares en la higiene bucal indispensables, los cuales se usan por vía tópica, sin embargo, durante el uso pueden ocurrir accidentes como es la ingesta de estos productos y generar distintas patologías, lo cual es más frecuente durante la niñez. La absorción del flúor se lleva a cabo por difusión pasiva en el tracto gastrointestinal, este procede a situarse en huesos y dientes en formación.(20)

La remineralización es un proceso natural de la fisiología del ser humano, sin embargo, existen ocasiones en las cuales el riesgo a caries es alto y las condiciones naturales no son suficientes para combatir la desmineralización, por lo que es importante implementar flúor por medio de dentífricos y enjuagues orales.(9)

Pasta dental con flúor.

Los dentífricos se consideran una medida preventiva ante las lesiones cariosas por su alta eficacia sumada a la técnica de cepillado adecuada.(9) Algunos estudios revelan que las pastas dentales con más de 1000 ppm de concentración en fluoruro tienen más efecto anticariogenico.(21) Se ha demostrado que los dentífricos con 1500 ppm de fluoruro generan mayor efecto en las lesiones de caries produciendo restitución del esmalte sano; por lo que este tipo de pastas dentales es la mejor opción terapéutica en pacientes con lesiones de caries iniciales.(22)

Colutorios.

Los enjuagues bucales que contienen flúor favorecen la actividad antimicrobiana, por ende lo convierten en un agente antibacteriano, lo cual ayuda a reducir la carga bacteriana gram positiva y gram negativa; esto tiene como finalidad ser un agente anti-biofilm, lo que ayuda a evitar el proceso de desmineralización y aumentar la remineralización del esmalte dental, por lo tanto su principal uso se encuentra en el control y reducción de caries dental, además se ha registrado actualmente en el control de enfermedades periodontales en su aplicación tópica.(23)

Flúor en barniz.

El flúor es indispensable para prevenir caries en bajas concentraciones (0,5 ppm), en vía tópica produce reducción de solubilidad del esmalte dental lo que provoca que sea más resistente ante los ácidos en el metabolismo del biofilm en un 30 por ciento, el cual se presenta como un agente fijador del esmalte en la pared desmineralizada por el intercambio de iones en la saliva; esto favorece la absorción de flúor con la red de cristales en las superficies dentales. Los barnices de fluoruro interaccionan con la saliva y producen fluoruro de calcio, este se produce como efecto secundario, el cual se desintegra más tarde, se equilibra por las proteínas del biofilm y el fosfato secundario a un pH neutro, cuando el pH del biofilm disminuye, el fluoruro de calcio comienza a desintegrarse y libera iones de flúor, lo que promueve una acción prolongada después de la colocación, (24) ya que el barniz contiene una capa hidrofóbica de colofonia que se degrada en etanol y solo un porcentaje mínimo del fluoruro de sodio es soluble.(25)

Barnices más comunes en el mercado:

Duraphat: es el primer barniz en el mercado que contiene 5% de fluoruro sódico contenido en una base de alcohol de resinas naturales,(24) por lo que el flúor contenido en el barniz es insoluble para reaccionar y formar productos en el esmalte, el cual tiene como mecanismo de acción la reactividad del flúor en forma de barniz

sobre el esmalte o dentina, ya que contiene reservas parecidas al fluoruro de calcio.(25)

Flúor protector S (Ivoclar vivadent): contiene 1,5 % de fluoruro de amonio, usa disolventes como el etanol y agua los cuales permiten menos viscosidad y aumenta la humectación y fluidez. Al evaporarse el disolvente, aumenta hasta cuatro veces la concentración de flúor en el esmalte dental.(24)

Vanish Varnish (3M): se encuentra a base de alcohol de colofonia modificada, se ha comprobado que libera flúor en el transcurso de 24 horas, contiene fluoruro sódico sumado fosfato tricálcico, promueve acción en remineralización de tejido dental. Presenta aumento en la fluidez y disminución en el espesor de la película; tiene efecto en dientes pulidos y sin pulir, además de ambientes húmedos y secos.(24) Estos barnices tienen una liberación lenta, permite que tenga efecto durante 6 meses.(26)

Métodos de cuantificación de flúor

Existen distintos métodos de cuantificación de flúor:

Método colorimétrico.

Se basa en la acción del flúor en una muestra que fue acidificada con nitrato de thorio con anterioridad, el cual forma un complejo que tiende a cambiar de color con el indicador rojo de alizarina, esta se analiza por medio de comparación con una muestra estándar en concentración de flúor.

Cromatografía líquida de alto rendimiento y método indirecto por espectrometría de emisión de plasma de masas.

Identifican el flúor como anión o fluoruro a nivel de trazas y en comparación con otros aniones o cationes. (27)

Método potenciométrico (ion selectivo).

Consiste en obtener la medida del potencial de una muestra que contiene iones de fluoruro, al estar en contacto con la muestra un electrodo específico para fluoruro y uno de referencia, forman electricidad entre la muestra y el líquido interno del electrodo de ion selectivo, el cual será la medida de concentración de fluoruro.(28) El electrodo utilizado contiene un cristal de fluoruro de lantano que divide la solución de referencia de la solución que se pretende medir la concentración de flúor.(27)

El TISAB II, es una solución usada para controlar el pH de la fuerza iónica y contiene libre al ion del fluoruro en la solución; la cual sirve como amortiguador de la fuerza iónica.(29) es una solución buffer que ayuda a adaptar la fuerza iónica, adecua el pH para impedir las interferencias formadas por el ion oxhidrilo, y produzca cationes trivalentes.(27)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caries dental constituye una patología bucodental compleja y de naturaleza multifactorial que ocasiona la pérdida de minerales en los tejidos duros del diente, afectando a más del 50% de la población mundial.(30) En la actualidad, la caries dental se reconoce como una enfermedad que depende del consumo de azúcares y la formación de biofilm; la interacción entre estos dos elementos es considerada azúcar-biofilm dependiente.(31)

Diversas investigaciones han evidenciado que, en las últimas décadas, la prevalencia de caries en niños y adolescentes mexicanos muestran una tendencia descendente. En la década de 1980, las tasas registradas alcanzaron hasta un 92.8%; entre 2010 y 2019 se documentó un valor de 94.6%; y en los años 2020 y 2021, la prevalencia más alta observada fue de 88.5%.

A pesar de esta disminución progresiva, la caries dental continúa asociándose a factores de tipo biológico, conductual y socioeconómico, los cuales influyen significativamente en su persistencia dentro de la población infantil mexicana.(30)

El uso de fluoruros ha demostrado ser una estrategia eficaz en la prevención de esta enfermedad, ya que contribuye al fortalecimiento del esmalte dental, estimula los procesos de remineralización y actúa con efecto bactericida. La liberación de flúor por parte de los materiales dentales resulta un factor fundamental, ya que permite una difusión sostenida del ion flúor de forma prolongada, favoreciendo los procesos de remineralización y proporcionando un efecto preventivo frente a la desmineralización del tejido dentario.(30) En este estudio se analizarán las resinas Beautifil II (SHOFU) y Twinky Star (VOCCO) cuantificando la cantidad de ion flúor, para conocer su potencial preventivo.

Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación; ¿Cuál de las dos resinas liberadoras de flúor analizadas en este estudio, liberará la mayor cantidad de ion flúor?

JUSTIFICACIÓN

La caries dental es una enfermedad de carácter infeccioso y crónico que resulta de la interacción entre diversos factores biológicos, individuales y sociales. Para lograr un control eficaz de esta afección, es fundamental considerar tanto el entorno médico como el contexto social del paciente, y enfocar las acciones en la reducción o eliminación de los factores de riesgo,(32) por ello es importante conocer que el éxito de una restauración con resina depende de su capacidad de adherirse y mantenerse íntegra dentro de las irregularidades generadas por el grabado ácido en la superficie del esmalte y el tallado en la preparación de la cavidad, no obstante, es de suma importancia conocer sus propiedades físicas como lo es la liberación del ión flúor lo cual le otorga el efecto restaurativo – preventivo a dicho material dental.(32)

Este estudio permitirá identificar cuál de las dos resinas liberadoras de flúor analizadas en esta investigación Beautifil II (SHOFU) y Twinky Star (VOCO) libera mayor cantidad de flúor. Esto resultará de gran utilidad para que, como profesionales de la salud bucodental, podamos recomendar el tipo de resina más apropiado según las necesidades específicas de cada paciente. Permitiendo remineralizar y fortalecer la estructura dental del órgano dentario al colocar este tipo de material y como bacteriostático previniendo futuras lesiones cariosas; con el objetivo de brindar un mejor material para las restauraciones de los pacientes.

Es importante determinar la cantidad de flúor liberado entre las dos resinas, ya que tendrá una relevancia significativa al momento de realizar recomendaciones al gremio odontológico de las resinas presentes en el mercado, de acuerdo con las necesidades de cada paciente, puesto que se basará en los resultados de este estudio.

HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo: La resina de la marca comercial Shofu liberará mayor cantidad de iones flúor que la resina de la marca comercial Vocco.

Hipótesis nula: La resina de la marca comercial Shofu no liberará mayor cantidad de iones flúor que la resina de la marca comercial Vocco.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la liberación de flúor de dos resinas disponibles comercialmente en México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la cantidad de flúor de cada resina.
- Comparar la cantidad de flúor en ambas resinas.
- Determinar cuál de las dos resinas libera mayor cantidad de flúor.
- Definir que resina libera mayor cantidad de flúor para realizar recomendaciones al gremio odontológico.

MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de estudio: Experimental “in vitro”

Universo: Resinas dentales disponibles comercialmente en México.

Tamaño de muestra: Dos resinas dentales liberadoras de flúor disponibles comercialmente en México. 15 muestras de resina Beautifil II (G1), 15 muestras de resina Twinky Star, VOCO (G2).

Tipo de muestra: Por conveniencia.

Límite de espacio y tiempo: Facultad de Odontología de la UAEMéx.

Criterios de inclusión:

- Resinas que contengan iones flúor en sus componentes.
- Resinas dentales disponibles comercialmente en México.

Criterios de exclusión:

- Resinas dentales liberadoras de flúor no disponibles en México.

Criterios de eliminación:

- Resinas dentales liberadoras de flúor caducadas.

MATERIALES:

- Batas.
- Solución TISAB II.
- Electrodo selectivo para ion de flúor.
- Potenciómetro.
- Matraz.
- Probeta.
- Resinas dentales liberadoras de flúor.
- Balanza analítica.
- Pinza de curaciones.
- 30 frascos de plástico.
- Guantes.
- Campos desechables.
-



Ilustración 1 Instrumentos para muestras. (fuente directa)



Ilustración 2 Solución TISAB II y Solución desionizada. (fuente directa)

MÉTODO:

Preparación de la muestra:

Se analizaron dos resinas dentales; 15 muestras de resina Beautifil II (G1), 15 muestras de resina Twinky Star (G2).

1. Se fabricaron 15 muestras de cada una de las resinas en un molde del mismo tamaño, obteniendo bloques cuadrados de 2 x 2 mm.



Ilustración 3 Muestras de resina Beautifil II (Shofu). (fuente directa)



Ilustración 4 Muestras de resina Twinky star (Vocco). (fuente directa)

2. Las muestras se colocaron en frascos de plástico con 5 ml de solución deionizada, se dejó reposar las muestras por 24 horas.



Ilustración 5 Solución deionizada en frascos. (fuente directa)



Ilustración 6 Colocación de muestras en los frascos. (fuente directa)

Liberación del ion de flúor:

1. Para definir la cantidad de flúor se usó el electrodo selectivo de ion flúor (modelo 1011 Hanna Instruments, EUA) y un potenciómetro (modelo 3222, Hanna Instruments).



Ilustración 7 Potenciómetro y Electrodo. (fuente directa)

2. Se calibró el potenciómetro realizando una curva de calibración por medio de soluciones de fluoruro con diferentes concentraciones (1,000ppm, 100ppm, 10ppm, 2ppm y 1ppm). El dispositivo se calibró a 5 valores establecidos en partes por millos de fluoruro de sodio.
3. Se mezcló la muestra preparada previamente con 5ml de solución TISAB II, ya que la proporción será 1:1. La solución TISAB II permite mantener el pH estable por lo que evitó que el ion flúor forme complejos con diferentes cationes. Por lo tanto, los frascos de plástico contenían 10ml en total (5ml de la muestra en solución desionizada y 5ml de solución TISAB II).



Ilustración 9 Agregación de solución TISAB II a muestras Twinky star. (fuente directa)



Ilustración 8 Agregación de solución TISAB II a muestras Beautiful II. (fuente directa)

4. Las lecturas se realizaron con un electrodo inmerso 3 centímetros en la solución que contenía la muestra, se agitó durante 3 minutos. Los resultados de las lecturas fueron arrojados en partes por millón.



Ilustración 10 Lectura de la muestra Twinky Star. (fuente directa)

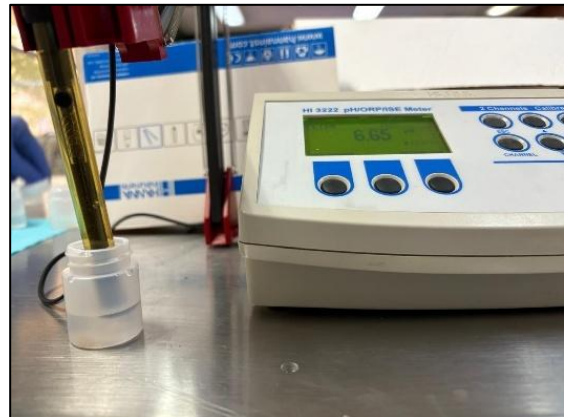


Ilustración 11 Lectura de la muestra Beautiful II. (fuente directa)

IMPLICACIONES BIOÉTICAS

Con base en la ley general de salud y los criterios de la investigación se clasifica “sin riesgo” para la salud, ya que es un estudio de experimentación in vitro, el cual se llevará a cabo con las medidas de prevención adecuadas.

Los residuos que genere este experimento no serán considerados tóxicos por el tamaño y el desecho responsable.

El estudio realizado no cuenta con implicaciones bioéticas ya que no fue realizado en seres humanos y los residuos serán desechados de manera apropiada.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se ubicaron en una base de datos y se colocaron en el programa estadístico SPSS (IBM Nueva York, EUA), los cuales fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial, cuyos resultados se representaron en tablas.

RESULTADOS

Se analizaron dos grupos de resinas con potencial liberador de flúor, las cuáles se distribuyeron de la siguiente manera: G1- resina Beautifil II y G2- Twinky Star. Dichas resinas presentaron a las 24 horas. de fotocuradas una liberación de flúor con una media de 7.20 (G1) y de 6.44 (G2).

Tabla 1. Distribución de la liberación de ión flúor.

	N	Media
G1	15	7.20 ±0.089
G2	15	6.44 ±0.089

Se realizó un análisis de *t* de Student para comparar las medias, encontrando diferencias significativas ($t = 80.60$ $p = 0.000$) en la liberación de flúor de las resinas evaluadas, considerando que el G2, presentó la mayor liberación.

Tabla 2. Comparación de medias.

Grupos	<i>t</i>	Significativo	95% de intervalo de confianza
G1	80.60	0.000	7.01 – 7.39
G2	78.88	0.000	6.40 – 6.47

DISCUSIÓN

El desarrollo tecnológico en relación con materiales dentales es cada vez más avanzado, por lo que en la actualidad los profesionales de la salud bucodental cuentan con una amplia variedad de marcas comerciales, sin embargo, debemos conocer las propiedades de dichos materiales con el objetivo de lograr restaurar, interceptar o prevenir los procesos cariosos.

Tal es el caso de las resinas, las cuales año con año, adquieren ventajas que acrecientan sus propiedades. La liberación de flúor en estos materiales dentales es de vital importancia, ya que revelan porcentajes altos de recidiva de caries post restauración con resina, por lo que el presente estudio enfocó su análisis para conocer el potencial de liberación de este ión en resinas de la marca Shofu y Voco, siendo así la marca Shofu la que presenta mayor liberación de flúor (7.20), debido a esto, artículos mencionan que la liberación de ion flúor ha sido de 5.9 ppm cuando se encuentra en contacto con ácido láctico, con agua deionizada de 2.7 ppm y en saliva artificial es de 2.2 ppm, por lo cual se dice que existe mayor liberación de ion flúor en la resina de marca Shofu.(33)

Sin embargo, para la marca Voco se reporta una media de liberación de 6.44ppm, que en comparación con otras investigaciones indica que se pueden encontrar discrepancias ya que en una investigación realizada en Alemania se menciona que la liberación de ion de flúor inicial es de 0.95 ppm la cual fue decreciendo al día 30 con un resultado de 0.24 ppm, sin embargo, este aumento cuando se colocó barniz de flúor y el resultado de la liberación fue de 1.83ppm.(34)

Durante esta investigación se notó que las resinas liberadoras de ion flúor han sido poco estudiadas, lo que se deberían realizar más análisis enfocados en la liberación de este ion, ya que actualmente y en un futuro serán un material de restauración odontológico con presencia de resultados exitosos en la remineralización del esmalte. Es crucial que los profesionales de odontología tengan el conocimiento sobre el manejo y existencia de estos nuevos materiales, de esta forma tener la certeza que al mismo tiempo de estar rehabilitando un órgano dentario también se

está contribuyendo a la remineralización del esmalte, evitando de esta forma que exista recidiva de caries y brindar seguridad del paciente.

CONCLUSIONES

La caries dental continúa siendo una de las patologías bucodentales de mayor prevalencia en nuestro país, por lo que comprender a profundidad el daño estructural que ocasiona, así como los métodos disponibles para su prevención, resulta fundamental para mejorar la salud oral de la población. Entre las estrategias preventivas más efectivas se encuentra la utilización del ion flúor, un agente ampliamente estudiado por su capacidad para disminuir la desmineralización y favorecer la remineralización del esmalte. El ion flúor en diversas presentaciones comerciales como pastas dentales, enjuagues, adhesivos, cementos y resinas ofrece múltiples alternativas para integrarlo en la práctica clínica diaria, permitiendo brindar a los pacientes opciones terapéuticas adecuadas y accesibles en el mercado mexicano.

En el presente estudio se llevó a cabo el análisis comparativo de dos resinas liberadoras de flúor: Beautifil II de la marca Shofu y Twinky Star de Voco. Los resultados obtenidos mostraron que la resina de Shofu presentó una mayor liberación de ion flúor en las condiciones evaluadas. Sin embargo, ambas resinas demostraron ser alternativas viables para la restauración y la contribución al proceso de remineralización dental, ya que proporcionan un aporte sostenido de flúor que puede favorecer la protección del tejido dentario frente al desafío de desmineralización.

En conjunto, los hallazgos de esta investigación refuerzan la relevancia de seleccionar materiales restauradores que, además de cumplir con las propiedades mecánicas necesarias, aporten beneficios terapéuticos adicionales como la liberación de flúor. Esto no solo optimiza el tratamiento clínico, sino que también contribuye significativamente a la prevención de la caries y a la preservación a largo plazo de la integridad de cada órgano dentario dentro de la cavidad oral.

REFERENCIAS

1. Miñana V, PrevInfad I, Infancia P, Pericas J, Sánchez F, Soriano F, Promoción de la salud bucodental. *Revista Pediatría de Atención Primaria*.2011;32
2. Nuñez DP, García L. Bioquímica de la caries dental. *Revista Habanera de Ciencias Medicas [internet]*. 2010; 156-166.
3. Gómez S, Uribe S, Pasado, presente y futuro de la cariología. *Int. J. Inter. Dent Vol. 15(3)*; 250-254, 2022.
4. Angarita M. Probióticos y su relación con el control de caries. Revisión de tema. *Revista Facultad de Odontología*. 2016;28(1):179–202.
5. Krzyściak W, Jurczak A, Kościelniak D, Bystrowska B, Skalniak A. The virulence of *Streptococcus mutans* and the ability to form biofilms. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. Springer Verlag.2014;33:499–515.
6. Calle MJ, Baldeón RE, Curto J, Céspedes DI, Góngora IA, Molina KE. Teorías de caries dental y su evolución a través del tiempo: Revisión de literatura. *Revista Científica Odontológica*. 2018;06(01):98–105.
7. Monterde E, Delgado J, Martínez M, Guzmán F, Espejel M, Docente IPN D. Desmineralización-remineralización del esmalte dental.
8. Castellanos J, Gallón L, Vacca M. Rubio G. Biermann S. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental/Enamel Remineralization under the Current Caries Understanding. *Universitas odontológica*.2013;32(69):49-59.
9. Restrepo L, Cano A, Castañeda C, Sánchez R, González-Ariza S. Análisis de la producción científica de la revista CES Odontología en los últimos 10 años. *CES Odontología*.2015;28(2):119-131.

10. Prado S, Araiza M, Valenzuela E. Eficiencia in vitro de compuestos fluorados en la remineralización de lesiones cariosas del esmalte bajo condiciones cíclicas de pH.2014;(18)
11. Gato H, Riverón D, Quiñones J. La caries dental. Algunos de los factores relacionados con su formación en niños. Revista Cubana de Estomatología.2008; 45(1):18-30
12. Cedillo J. Uso de los derivados de la caseína en los procedimientos de remineralización. Revista adm. 2012:69(4).
13. Mankar N, Kumbhare S, Nikhade P, Mahapatra J, Agrawal P. Role of Fluoride in Dentistry: A Narrative Review. Cureus. 2023;21
14. Juárez M, Anaya M, Molina N, Murrieta F. Efecto de la remineralización de lesiones cariosas incipientes de un barniz de flúor con fosfato tricálcico. Acta Pediátrica de México.2018; 39(5): 263-270.
15. Carrilho E, Marques S, Moreira F. Materiales restauradores libertadores de flúor. *Revista Portuguesa de Estomatologia. Medicina Dentaria e Cirugia Maxilofacial.*2010;51(1): 27-34.
16. Chaple G, Alain M. Propiedades anti-placa dental bacteriana de los principales materiales dentales empleados en consultas estomatológicas. Revista Cubana de Estomatología. 2015;52(4): 0-0.
17. Rubí C, Muñoz D, Paulina J, Ortega R, Yamamoto A, li N. Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio in vitro. 2014;18
18. Alsaadawi A, Felemban O, Nassar HM, Abdelbaki M. Shear Bond Strength and Fluoride Release of a Universal Adhesive: An In-Vitro Study on Primary Teeth. *Materials.* 2023;16(7).
19. Carranza S. New restorative materials with fluoride release in rehabilitation management in Pediatric Dentistry. 2015;12(4).

20. Pérez RJ, Rubio Armendáriz C, Gutiérrez Fernández ÁJ, Montelongo SP, Hardisson A. Fluoride levels in toothpaste and mouthwashes.2020;5(5):491–503.
21. Sebastian ST, Siddanna S. Total and free fluoride concentration in various brands of toothpaste marketed in india. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2015;9(10):09-12.
22. Hernández A, Azañedo D. Cepillado dental y niveles de flúor en pastas dentales usadas por niños peruanos menores de 12 años. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública.2020;36: 646-652.
23. Bustamante C, Troncos L, Zebrauskas P. Antisépticos Orales: Clorhexidina, flúor y triclosán. Salud & Vida Sipanense. 2020;7(1): 4-16.
24. Llerena M, Bonilla M, Tapia B. Eficacia del barniz de fluor y el ionomero de vidrio en la prevencion de caries. Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida. 2022;6(3): 1072-1078.
25. Baik A, Alamoudi N, El-Housseiny A, Altuwirqi A. Fluoride varnishes for preventing occlusal dental caries: A review. 2021: 9
26. Fernández CE, Tenuta LMA, Zárate P, Cury JA. Insoluble NaF in duraphat® may prolong fluoride reactivity of varnish retained on dental surfaces. Braz Dent J. 2014;25(2):160–4.
27. Aguilar PR, Aguilar Rodríguez P. Validación del método potenciométrico por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina. Rev Med Exp. 2001;18.
28. Morales A., Scougall J., Lara E, Garcia R, Hegazy W., Toral H., Salmerón E. Enhancement of fluoride release in glass ionomer cements modified with titanium dioxide nanoparticles. Medicine. 2022;101(44): 314-34.
29. Guevara Ruiz P, Deogracias M, Pérez O. Adaptación a microescala del método potenciométrico con electrodo ión selectivo para la cuantificación de fluoruro. Rev. Int. Contam. Ambient. 2009: 25

30. Márquez K, Zúñiga M, Torres R, Argueta L. Reported prevalence of dental caries in Mexican children and teenagers. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2023;4;61(5):653–60.
31. Guíñez M., & Letelier G. Especificidad y Sensibilidad de Sistema ICDAS TM versus Índice COPD en la Detección de Caries. *International journal of odontostomatology.* 2020; 14(1): 12-18.
32. Uribe S. Trabajo de Investigación. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral.* 2012;5
33. Oleniacz-Trawińska M, Kotela A, Kensy J, Kiryk S, Dobrzyński W, Kiryk J, et al. Evaluation of Factors Affecting Fluoride Release from Compomer Restorative Materials: A Systematic Review. Vol. 18, *Materials.* Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2025.
34. Jingarwar MM, Pathak A, Bajwa NK, Sidhu HS. Quantitative assessment of fluoride release and recharge ability of different restorative materials in different media: An in vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2014 Dec 5;8(12):ZC31–4.