



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO**
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“IÓN FLÚOR LIBERADO EN IONÓMEROS DE VIDRIO DE
ALTA VISCOSIDAD”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA

P.C.D. LIZ FERNANDA MARÍN CASTILLO

P.C.D. EDWIN GÓMEZ RODRÍGUEZ

DIRECTORES

DRA. EN C.S. ADRIANA ALEJANDRA MORALES VALENZUELA

DR. EN C.S. ELÍAS NAHUM SALMERON VALDÉS

REVISORES

DRA. EN C.S. EDITH LARA CARRILLO

DR. EN C.S. JUAN CARLOS GONZÁLEZ PÉREZ

TOLUCA, MÉXICO.

OCTUBRE 2024



2022-2026

Contenido	
Introducción.....	1
Marco Teórico	2
Caries.....	2
Teoría de Keyes.....	3
Teoría de Keyes modificada.....	3
Sistema ICDAS	4
Ionómeros de Vidrio.	6
Ionómeros de vidrio de alta viscosidad.	8
Planteamiento del problema.....	9
Justificación.....	11
Hipótesis.....	12
Objetivos.	13
Material y métodos.	14
Variables de estudio.....	14
Operalización de variables	15
Procedimientos.....	16
Implicaciones Bioéticas.	19
Análisis Bioestadísticos.....	19
Resultados.	20
Discusión.....	22
Conclusión.....	24
Referencias.	25
Anexos.	31
Anexo 1. SOLICITUD DE PERMISO PARA USO DE LABORATORIO.	31
Anexo 2. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	32



2022-2026

Introducción.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo informar y determinar la cantidad de liberación de flúor en ionómeros vitreos de alta viscosidad de dos marcas comerciales como: Vitremer y Fuji IX extra, mediante el presente proyecto de investigación en el cual además de establecer la cantidad liberada de flúor, se podrá comparar las cantidades entre ambas marcas comerciales.

Como se menciona, los ionómeros de vidrio alcanzan su máxima liberación de flúor durante las primeras 24 horas posterior a su colocación en boca; por lo cual, el tiempo sobre el cual se trabajará este proyecto serán a partir de las 24 horas.

Esta información será de gran ayuda para profesionales a la hora de elegir un buen material restaurativo como los ionómeros de vidrio que dependerá de la cantidad máxima de liberación de flúor y así poder ofrecerles a los pacientes materiales de calidad, que aparte de ser resistentes, nos muestran una capacidad anticariogénica que ayuda a la prevención de la caries.



Marco Teórico

Caries

La caries se define como una enfermedad de causa multifactorial, la cual tiene procedencia infecciosa que perjudica los órganos dentarios, dando como resultados la debilitación de los tejidos duros del diente de forma lenta y progresiva hasta causar daño irreversible.¹

Es una afección considerada dinámico-crónica que tiene lugar en las estructuras de los dientes al enlace con los microbios que se albergan en depósitos y generan el desequilibrio entre la placa adyacente y la sustancia dental, generando la desmineralización de los tejidos del órgano dentario, cuyas características son la destrucción localizada de los tejidos duros. El estilo de vida de las personas será uno de los principales condicionantes para el desarrollo y formación de caries.²

Se divide en dos clasificaciones dependiendo el tipo de lesión: detenida y activa.

La caries activa donde Nyvad y Ekstrand propusieron la clasificación de los criterios actuales: estimulación de la placa, sensación táctil y aspecto visual, teniendo un periodo específico en cuanto al tiempo en donde se genera una pérdida de mineral, lo que significa que la caries está avanzando.^{3,4}

Etapa inicial: La zona es de diversos colores, entre los cuales se encuentra: superficie amarillenta o blanquecina, negra opaca o marrón junto con una disminución del lustre, cuando se desliza suavemente sobre la zona un explorador de extremo redondo se siente áspera y puede estar cubierta de placa. En cuanto a la superficie vestibular, la lesión de caries se ubica a una longitud próxima del margen gingival. Se encuentran sitios donde se ubica la lesión conocidos como zonas de estancamiento: surcos y fisuras profundas, cerca del margen gingival, del punto de contacto hacia abajo.⁵



El origen de esta enfermedad es complicado y multifactorial, donde se involucran factores ambientales, conductuales, socioeconómicos y biológicos. ⁶

Teoría de Keyes.

Keyes(1969), partiendo del modelo microbiano y teniendo como base la triada ecológica (Gordon), se planteó un modelo explicativo-teórico sobre la patología de caries, a través del que se establecieron sus factores de riesgo cambiando la perspectiva sobre la procedencia (uni o multicausal). A través de la triada se determinó que la etiología de la caries se acataba a un esquema por 3 agentes (dieta, huésped y microorganismos) que deben entrelazarse y que en el caso de ser removido alguno de estos tres factores sería nula la presencia de caries. La teoría menciona que el proceso carioso se favorece por la sacarosa por lo cual se establece como responsable al *S. mutans* y se determina la caries como infectocontagiosa.⁷

Keyes determinó como principal adversario de los órganos dentarios al azúcar y gracias a esto se comenzaron a llevar a cabo los programas educativos de salud bucal con el propósito de evitar el uso desenfrenado. En cuanto a las investigaciones fueron realizadas con el fin de determinar los microorganismos presentes en el proceso causal y las planificaciones para el control (uso de productos antimicrobianos y vacunas). Gracias a esto, las autoridades de salud pública dirigieron programas preventivos en cuanto a la salud bucal en donde se comenzó a utilizar el flúor a nivel público en fuentes de abastecimiento.⁸

Teoría de Keyes modificada.

Newbrun lo modificó agregando un cuarto factor, lo que convirtió al esquema en tetra factorial al integrar al tiempo.⁸



El modelo etiológico multicausal se convirtió en una de las características del pensamiento en lo que fue la “ciencia odontológica”. Tuvo reconocimiento y vigencia hasta 1989 aunque aún es aceptado en el Siglo XXI.⁹

Sistema ICDAS

Por sus siglas, Sistema Internacional para el Diagnóstico y Detección de Caries (ICDAS) es considerado un método para el diagnóstico de la caries, a través de una evaluación visual de los distintos grados de la lesión, teniendo en cuenta como unidad a lo que es la corona dental (compuesta de 5 caras: mesial, distal, vestibular, lingual o palatina y oclusal), que se examinan de manera independiente ante los criterios seleccionados, las cuales se deberán clasificar tomando en cuenta el código que se considera desde una zona sana hasta lesiones de caries en diferentes grados de destrucción de la dentina.¹⁰

El sistema ICDAS, que inicialmente se componía de 5 criterios, fueron aprobados en el estado de Maryland en la ciudad de Baltimore, USA, en el año 2005 siendo determinado como “ICDAS II”, partiendo con el criterio 0 el cual corresponde a un órgano dentario sano, y finalizando con 6 criterios de diagnóstico actuales, siendo utilizado para la investigación y desarrollo de programas de salud pública al igual que en la práctica clínica. Este sistema está determinado por un conjunto de códigos y criterios que fueron unificados, siendo vital el diagnóstico visual, basado en las características que presentan los órganos dentarios al estar secos y limpios. En cuanto a su nomenclatura está determinada por 2 números, el código de restauración y sellante corresponde al primer dígito que va de 0 a 8, diente ausente corresponde al código 9; al código de caries de dentina y esmalte corresponde el segundo dígito que va de 0 a 6. El sistema para poder detectar una caries ya sea en dentición permanente o temporal tiene una especificidad que va de 80 a 90%. Así mismo es de gran ayuda para la reducción de la prevalencia de caries, gracias a la detección temprana que se realiza en diferentes grupos de población.¹¹



Códigos y Criterios del método ICDAS.

- Código 0: Corresponde a superficies dentarias sanas donde después de secar la zona durante 5 segundos la presencia de caries es nula. Las zonas en las que se encuentre algún defecto de desarrollo (hipoplasias de esmalte, fluorosis), desgastes dentarios (erosión, abrasión, atrición), tinciones intrínsecas o extrínsecas, se consideran como superficies sanas.
- Código 1: Se presenta el primer cambio visual en esmalte. Al estar húmedo el órgano dentario, no se presenta cambio alguno de color atribuible a actividad de caries, el cambio se presenta después de secar durante 5 segundos, observándose una lesión cariosa o mancha blanca o café, siendo diferente al aspecto clínico del esmalte sano.
- Código 2: Se presenta un cambio visual propio en esmalte. El diente húmedo presenta una opacidad cariosa conocida como lesión de mancha blanca y/o una tintura cariosa café, siendo más ancha que la fosa o fisura y es persistente posterior al secado.
- Código 3: Rotura localizada de esmalte, a causa de caries sin dentina expuesta ni sombras subyacentes. Es húmedo, el diente presenta una clara opacidad y/o tinción cariosa café que es más ancha que la fosa o fisura. Una vez secado durante 5 seg, se presenta una ruptura de esmalte por caries, en la fosa o fisura, sin encontrar dentina expuesta. Puede emplearse una sonda de extremo redondeado para confirmar diagnóstico, pasándola por la superficie dentaria.
- Código 4: Se aprecia una sombra subyacente desde la dentina puede o no haber cavidad. Tinción de la dentina la cual se aprecia por medio del esmalte intacto, se observa como una sombra gris, azul o café.
- Código 5: Cavidad con dentina visible. Cavidad presente en un esmalte oscuro o manchado, con dentina expuesta subyacente. Abarca menos de la



mitad del órgano dentario. Se puede emplear una sonda para verificar la pérdida de estructura.

- Código 6: Cavidad amplia con dentina expuesta. El piso al igual que las paredes exponen dentina y la cavidad abarca más de la mitad del órgano dentario, logrando incluso alcanzar la pulpa dental. ¹²

Ionómeros de Vidrio.

Los cementos dentales se incorporan a un grupo de biomateriales que han sido utilizados a lo largo de la historia de la odontología en operatoria dental como en diferentes ramas como la prótesis dental, endodoncia, parodoncia, cirugía bucal y maxilofacial.

Un cemento dental se define como el material que nos ayuda a unir, pegar, y adherirse a una superficie, descrito porque es una sal que ha sido producto de una reacción ácido – base y que mediante el fraguado se endurece.

Los ionómeros de vidrio son creados por Wilson y Kent en laboratorios del gobierno inglés, como resultado de diversos estudios y pruebas por obtener una mejora en el cemento de silicato. El propósito principal en la elaboración y desarrollo de los ionómeros vítreos está basado en la fusión del polvo del silicato con el cemento de policarboxilato de zinc. La característica principal de los cementos de silicato es la propiedad anticariogénica a través de la liberación de flúor, mientras que la característica del cemento de policarboxilato es unirse a la superficie dentaria causando menor irritación pulpar. ¹³

Estos biomateriales de restauración poseen efecto anticariógeno, ya que se produce un efecto ácido – base entre el ión flúor (fluoruro, aluminio, silicato), vidrio y ácidos polialquenoicos. ¹⁴



Su pH ronda entre los 5 – 7 fortaleciendo el efecto antimicrobiano y neutralizando los ácidos bucales sin modificar sus propiedades mecánicas, tomando en cuenta que el valor normal del pH en la cavidad oral se encuentra entre el 6.5 y 7.

La presentación del vidrio es en forma de polvo y siendo capaz de liberar una vasta cantidad de iones calcio, fosfato, aluminio y fluoruro, lo que origina la propiedad de disminuir caries en los márgenes de restauraciones.

Los poliácidos, tienen una presentación líquida, formado por ácido poli acrílico en solución acuosa, ácido tártrico, maléico o fosfórico. Teniendo como componente final el agua, el cual su función es proporcionar el medio donde se realizan los intercambios iónicos. ¹⁵

Pueden utilizarse como base, selladores de fosas y fisuras, material de restauración y como material cementante. ¹⁶

Se presentan dos mecanismos en la liberación del fluoruro:

1. Mecanismo de breve duración, se presenta una rápida disolución de las partículas del ión flúor.
2. Liberación gradual en la que se difunde la sustancia mediante el material. ¹⁷

Una vez que el material entra en contacto con los tejidos dentarios, el flúor del ionómero de vidrio conduce un intercambio iónico con la hidroxiapatita presente en el órgano dentario, produciendo fluorapatita, la cual se caracteriza por tener consistencia más fuerte y ser menos soluble ante los ácidos. ¹⁸

Pasado el tiempo el fluoruro liberado se reduce, la cantidad mayor de flúor liberada se presenta en el transcurso de las primeras 24 horas; sin embargo, los iones pueden recargarse en el material siempre y cuando estén en el medio bucal, mediante aplicaciones profesionales de fluoruro, al igual que el uso de pastas dentales fluoradas y enjuagues. ¹⁹



Los ionómeros de vidrio comunes son altamente utilizados por presentar propiedades de disminución de riesgo de caries del paciente al momento de liberar fluoruro, aminorando la desmineralización, incrementando la remineralización, impidiendo la formación de la placa dental, inhibiendo el desarrollo microbiano, también tiene propiedades como fuerza de adhesión, lo que le da la ventaja de aislar el tejido pulpar de microorganismos presentes en la cavidad oral, al igual su excelente biocompatibilidad, tiempo de trabajo corto, poca sensibilidad al agua y excelente resistencia flexural. ¹⁶

Sin embargo, los ionómeros de vidrio comunes también presentaban desventajas, como: solubilidad y desintegración en el medio bucal, poca resistencia a cargas oclusales, y se presentaba una disminución significativa en la disminución de la liberación de flúor al llegar al día 180 o sexto mes, pudiendo ser recargado con aplicaciones tópicas de flúor. ²⁰

Ionómeros de vidrio de alta viscosidad.

Los ionómeros vítreos han cambiado con el paso del tiempo, sufriendo modificaciones en su constitución, con el objetivo de conseguir mejores propiedades físicas, y diversificar sus usos, así como impulsar usos actuales y ser un material innovador.

Los ionómeros vítreos de alta viscosidad son materiales que resultan de estas mejoras, el incremento de la nueva generación de cementos de ionómero de vidrio tiene como objetivo mejorar las desventajas que presentaban los ionómeros comunes modificándolos y fortificándolos para crear una superficie más resistente. ²¹

Estos materiales presentan aleaciones de amalgama, polvos de acero inoxidable, fibras de carbón y aluminio silicato, polvos con hidroxiapatita al igual que nano



partículas de dióxido de titanio (TiO₂), nano tubos, nano hidroxiapatita, nano fluorapatita. ²²

El hydroxiethyl – metacrilato (HEMA) o el Bisphenolglycidyl – methacrylato (BIS – GMA) son materiales añadidos con el objetivo de incrementar las propiedades de compresión, resistencia, aumentando su elasticidad, incrementan la resistencia a la solubilidad y la resistencia a la adhesión de bacterias. ²³

En cuanto a la liberación de flúor en ppm después de 24 horas, estos materiales presentan un declive el cual varía dependiendo la marca comercial. Un ejemplo es el Ketac Molar de 3M, el cual es el más utilizado en México y desciende de 17.47 ppm a 8.66 ppm. La dosis mínima para ejercer un efecto anticariógeno no está bien descrita pero se dice que se encuentra entre 0.7 a 1.2 ppm. ²⁸



Planteamiento del problema.

La caries dental es una enfermedad infecciosa de las más prevalentes. La cual es explicada como el curso de la desmineralización y remineralización, a través de la superficie dentaria sobre la cual se lleva a cabo el metabolismo bacteriano, misma que en el transcurso puede ocasionar la desmineralización y posiblemente, aunque no siempre, dé como resultado una cavidad en la superficie. El paciente se ve perjudicado ante esta situación, ya que afecta su condición general y calidad de vida, tanto en su fonética, apariencia física y haciendo que se le dificulte masticar originando una malnutrición en estos pacientes.²⁴

Los ionómero de vidrio es una opción de restauración en la cavidad remanente al eliminar dentina afectada, tomando en cuenta el grado de afección ICDAS. La odontología ha evolucionado, actualmente se usan materiales que puedan proporcionar una mayor longevidad dentro de boca, dejando de lado los materiales que presentan desventajas: baja resistencia a cargas oclusales, solubilidad, desintegración en cavidad oral y disminuida liberación de flúor a los 6 meses.

El ionómero de vidrio de alta viscosidad es uno de los materiales dentales que han contribuido a la odontología restauradora, una de sus principales ventajas es la liberación de iones flúor, lo que ha incrementado en gran medida su uso, ayudando a potencializar la remineralización en los tejidos duros del diente, además de prevenir el inicio de lesiones cariosas, cuando el flúor entra en contacto con el esmalte y dentina se lleva a cabo un intercambio iónico. En el esmalte dental, una cantidad suficiente de flúor puede provocar que los cristales de hidroxiapatita se conviertan en cristales de fluorhidroxapatita, volviéndose más resistente a la corrosión ácida del proceso carioso. Por lo tanto, las ppm del ión flúor que es liberada por el ionómero de vidrio de alta viscosidad, es de vital importancia para lograr obtener dichos beneficios de estos materiales dentales.²⁵

Por lo anterior nos planteamos la interrogante de investigación: ¿Cuál es la cifra del ión flúor que libera el ionómero de vidrio de alta viscosidad Fuji IX extra y Vitremer durante las primeras 24 horas?



Justificación.

Conocer la cifra liberada en ionómeros de vidrio de alta viscosidad del ión flúor permitirá que tanto profesionales de la salud bucal como estudiantes de la licenciatura en cirujano dentista conozcan y puedan comparar los resultados de esta investigación para el beneficio de los pacientes. Ya que al conocer la cantidad de ppm de flúor que libera cada marca comercial, permite una mejor elección del mismo tomando en cuenta las características de cada paciente. Además de que al medir los parámetros podemos delimitar el tiempo posterior al mezclado, en el cual se da la mayor descarga de iones para así dar una terapéutica de mantenimiento precisa.

Estos resultados se darán a conocer a través de folletos en los cuales se compartirán los objetivos de la investigación y resultados más significativos para que puedan tomar en cuenta la información al momento de elegir un material innovador y reforzado para diferentes tipos de restauraciones bucales.

Con respecto a los pacientes, esta información se dará a conocer a través de pláticas en las que se centrará el tema en la importancia de la prevención de caries para evitar un avance progresivo al igual que tratamientos más invasivos, fomentando la relevancia del uso de productos que cuenten con una amplia liberación de flúor.



Hipótesis.

Hipótesis de trabajo

- Los ionómeros de vidrio Fuji IX extra y Vitremer liberarán más de 20 ppm durante las primeras 24 horas.

Hipótesis nula

- Los ionómeros de vidrio Fuji IX extra y Vitremer no liberarán más de 20 ppm durante las primeras 24 horas.



Objetivos.

Objetivos generales

- Determinar que cifra del ión flúor es liberado en el ionómero de vidrio de alta viscosidad.

Objetivos específicos

- Establecer la liberación del ión flúor de ambos ionómeros de vidrio analizados en este estudio.
- Comparar la cantidad de flúor liberada por los ionómeros de vidrio de alta viscosidad durante las primeras 24 horas.



Material y métodos.

Diseño de Estudio

Proyecto: investigación experimental

Muestra

Se integró a través de 10 bloques de 2 marcas comerciales de ionómero de vidrio restaurativos agrupados en: GI: Vitremer y GII: Fuji IX extra.

Variables de estudio.

Independientes

- Marcas comerciales. (Fuji IX extra y Vitremer)

Dependientes

- Cifra liberada por los ionómeros de vidrio del ión flúor.



Operalización de variables

Variables dependientes				
Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medición
Cantidad de flúor	Concentración liberada del ión flúor en materiales dentales	Cuantitativa continua	Razón	Partes por millón (ppm)

Variables Independientes					
Marcas comerciales	Concepto que señala al producto con el fin de distinguirlo de los demás.	Nombre que distingue el producto.	Cualitativa normal	Nominal	1.Vitremer 2.Fuji IX extra.



Procedimientos

Etapa 1: Precisar la cifra del ión flúor que es liberada en el ionómero de vidrio

Acondicionamiento del espécimen

Las muestras fueron manipulados a través de las instrucciones proporcionadas por el fabricante, resultando 20 muestras; de cada ionómero de vidrio se conformaron 10 bloques de cubo de 1 mm por grosor y lado, esto se obtuvo distribuyendo el ionómero en cavidades que fueron dispuestas con medidas previstas a través de una matriz de teflón. Para poder ejecutar el cálculo de liberación de flúor, los bloques fueron removidos (posterior a fraguar) y en frascos de plástico fueron almacenados, conservados a 37ª con 5 ml de agua deionizada.

Para especificar la cifra del ión flúor liberada, se manejó el potenciómetro (Hanna Instruments, modelo 3222) y un electrodo selectivo para el ión fluoruro de sodio (Hanna Instruments, modelo 1011, EUA). Se utilizó la solución amortiguadora de fuerza total iónico TISAB II (Total ionic Strength adjustment buffer), a través de la cual se logró mantener estable el pH evitando que se formaran complejos con diferentes cationes en el ión flúor. (Ver imagen 1 y 2).



Imagen 1. Potenciómetro Hanna.

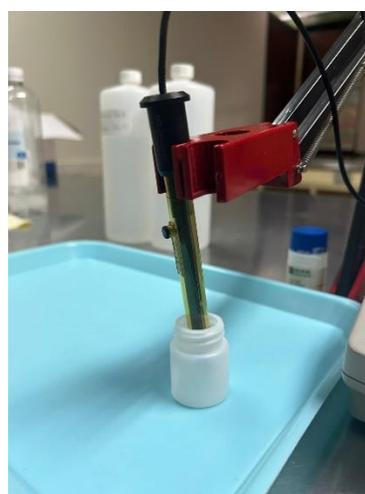


Imagen 2. Electrodo.



Lo bloques fueron retirados al determinar cada espacio de tiempo, se separaron de sus recipientes y con 1ml de agua deionizada cada espécimen fue enjuagado sobre el frasco que lo contenía, dando como resultado 6ml y que con solución TISAB II (6ml) fueron mezclados, debido a que la solución se utiliza en proporción 1:1, a continuación se colocó el espécimen en un frasco de plástico nuevo para ser almacenado de nuevo y con 5ml de agua deionizada. (Ver imagen 3).



Imagen 3. Solución TISAB y solución deionizada.

A través de una agitación magnética por 3 minutos, se realizaron las lecturas con el electrodo sumergido en la solución en donde se encontraba el espécimen. Las cifras de la lectura se expresaron en partes por millón. ²⁶



Calibración del Potenciómetro.

Para lograr la curva de calibración junto con las soluciones de fluoruro en variadas concentraciones (1 ppm, 2 ppm, 10 ppm, 100 ppm, 1,000 ppm) se utilizó la solución TISAB. Con el objetivo de calibrar el potenciómetro con la misma cifra de solución con que se valoraron las muestras, se utilizó 6 ml de solución TISAB II y 6 ml de cada solución de fluoruro. El dispositivo se calibro cuando la lectura del potenciómetro obtuvo 5 valores establecidos en ppm de fluoruro de sodio, para lograr esto se agitó la solución magnéticamente (evitando que se formen burbujas) e introduciendo como mínimo 3 centímetros el electrodo. (Ver imagen 4).



Imagen 4. Soluciones de fluoruro en diferentes concentraciones.



Implicaciones Bioéticas.

A través de la ley General de Salud y sus lineamientos, esta investigación se contempla dentro de la clasificación “sin riesgo” para la salud, esto debido a que fue desarrollado de manera experimental con método in vitro. Dentro de las implicaciones ambientales debido al tamaño de partículas y proporción del material restaurador, no se consideran tóxicas.²⁷

Análisis Bioestadísticas.

Los resultados se recopilieron en una herramienta de recopilación de datos (anexo 2) y se transfirieron al programa estadístico SPSS (IBM Nueva York, EUA) y a través de la estadística descriptiva y paramétrica (T de Student) fueron evaluados, previa valoración en la normalidad de datos. Representándolos con figuras y tablas.



Resultados.

Después de la recopilación de datos se evaluaron 20 muestras correspondientes a 2 diferentes grupos de marcas comerciales de ionómeros de vidrio G1: Vitremer y G2: Fuji IX Extra, 10 bloques de cada marca comercial. Entre las que se lograron resultados descriptivos: con una media de 25.331 ± 93 el grupo 2 fue el que mostro una mayor liberación del ión flúor.

Tabla 1 Liberación de flúor (ppm): Análisis descriptivo.

<i>Grupos</i>	G1	G2
Valor máximo	30	35
Valor mínimo	22	23
Media	19.59	23.33
Desviación Estándar	.65	1.93
G1(Vitremer, G2(Fuji IX Extra)		

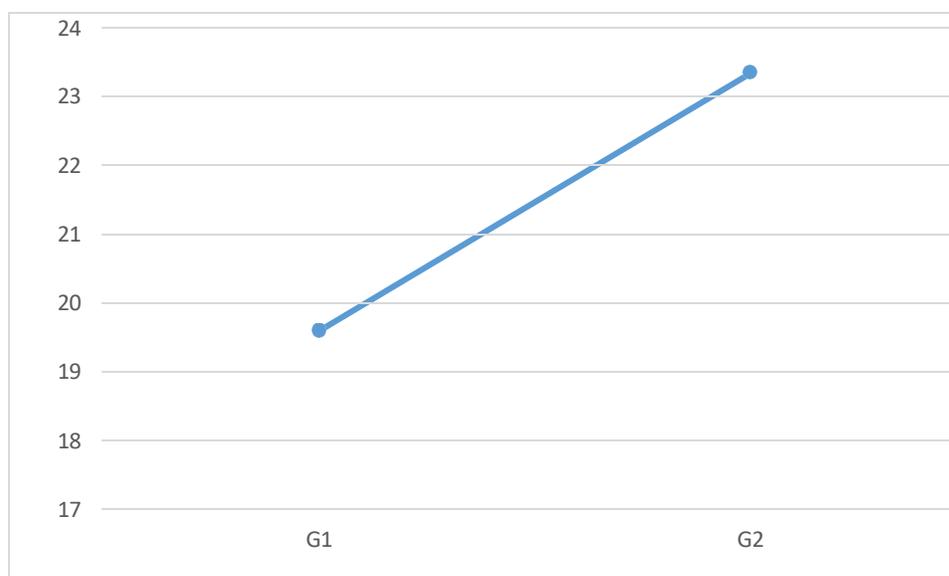


Figura 1 Media de liberación del ión flúor.



Resultados Analíticos

Para estipular si se realiza una estadística no paramétrica o paramétrica, se hicieron evaluaciones de normalidad a los resultados obtenidos. Posterior a analizar los datos y ya que la muestra se compone de 20 especímenes, se consideró la prueba Shapiro-Wilk, consiguiendo que los datos resultados continúan con una normal distribución debido a que su significancia fue más alta que 0.05.

Tabla 2 Prueba de Shapiro-Wilk.

Grupo	Estadístico	Grados de libertad (gl)	Valor de significancia o de P
G1	.415	10	.668
G2	.268	10	.456

G1(Vitremer, G2(Fuji IX extra) Valor de $p \geq 0.05$

Una vez determinada la normalidad de los resultados, se realizó estadística analítica paramétrica utilizando *t* de Student, para comparar las medias de liberación de ppm de flúor entre los grupos de estudio, en lo cual se obtiene una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.00$) y un valor de $t=$ G1:94.56 y G2:38.16.

Tabla 3 Comparación de medias.

	t	gl	Sig.	Diferencia de medias		95%
				Inferior	Superior	
G1	94.562	9	.000	19.59000	19.1214	20.0586
G2	38.167	9	.000	23.33600	21.9529	24.7191



Discusión.

Las aplicaciones clínicas de los cementos de ionómero de vidrio (CIV) se han incrementado en gran medida desde su introducción por Wilson y Kent en 1971. Anteriormente se discutía su uso debido a que poseen una baja resistencia a las cargas oclusales y son opacos; sin embargo, las investigaciones actuales mencionan que los CIV tienen algunas ventajas sobre los demás materiales restauradores: se unen químicamente a las estructuras dentales, se ha potencializado su resistencia, son biocompatibles y liberan fluoruro por largos periodos de tiempo, 5 años según Croll y colaboradores y 8 años según Forsten.¹⁸

La liberación de fluoruro se considera una de las ventajas más importantes de los CIV. Valenzuela y Salmerón describen que en esta cantidad de liberación de flúor se observa una liberación rápida inicial y posteriormente una marcada disminución. Nigam informó que entre cada liberación de fluoruro de distintos materiales dentales durante las primeras 24 horas, el CIV es el material que presentó mayor cantidad de liberación de fluoruro con 57.97ppm.^{28, 29}

En el presente estudio se analizaron los patrones de liberación de flúor en CIV de alta viscosidad: Vitremer (30 ppm) y Fuji IX extra (35 ppm), siendo este último el que presenta una mayor liberación durante las primeras 24 horas posteriores a su colocación, resultando similares a otras investigaciones.

De acuerdo con el estudio realizado por Delgado, Ramírez y Yamamoto en 2014 sobre la liberación de fluoruro en los ionómeros de vidrio para restauración, comprobaron que la cantidad de fluoruro liberado es mayor en las primeras 24 horas posterior a su colocación siendo esto conocido como efecto burst o chorro, teniendo un decrecimiento en el segundo día y disminuye gradualmente con el tiempo, resultados que concuerdan con los obtenidos por De Shepper y su grupo, Wilson y asociados, Perrin C, Globber y colegas, Bala O y colaboradores.^{18,30,31,32,33,34}



En trabajos de investigación previamente realizados, Beltrán utilizó probetas realizadas en conformadores analizando soluciones en distintos periodos de tiempo, en el estudio de la liberación de fluoruros realizado sobre soluciones de agua destilada. Beltrán señala que las características del material analizado serán de acuerdo a la marca comercial, matriz, relleno, cantidad de fluoruro agregado, la proporción polvo- líquido y la técnica de mezclado, asimismo del medio en el que se encuentra. Se pudo comprobar que se presenta una importante liberación de flúor en las primeras 24 horas, siendo similares los resultados adquiridos en el presente trabajo de investigación.³⁵

La cantidad indispensable de liberación de fluoruro para la prevención de la caries no se encuentra documentada. Se asume que la cantidad de flúor tiene que ser tan alta como sea posible, sin rebasar la cantidad límite de 3 – 6 mg/l ya que podría producir fluorosis.³⁶

En un estudio realizado por Morales Valenzuela se analizó la liberación de flúor en partes por millón del ionómero de vidrio Fuji IX extra en donde se mostró un patrón de liberación máximo de 21.9 ppm a lo largo de las primeras 24 horas, teniendo una disminución a 20.6 ppm posterior a 48 horas, y un mayor declive en día 30, al registrarse lecturas de 5.8 ppm; esta investigación sobre la liberación de flúor en CIV nos sirvió de apoyo y respaldo para la elaboración de este estudio, en la cual se obtuvieron cantidades mayores en la liberación de flúor (ppm) en Fuji IX extra.²⁸

Así mismo, esta autora indica que se presenta una considerable disminución luego del primer día de evaluación. En el presente estudio, se encontraron resultados similares, los cementos de ionómero de vidrio de alta viscosidad analizados mostraron el mayor pico de liberación de flúor a lo largo de las primeras 24 horas.²⁸



Conclusión.

Las ventajas que poseen algunos de los materiales odontológicos como los ionómeros de vidrio es la liberación de flúor ya que ofrece una actividad anticariogénica desde el momento que son colocados.

En este estudio se analizaron 2 tipos de ionómeros de vidrio de alta viscosidad comercializados en México, donde se observó que ambos presentan la mayor cantidad de liberación flúor en el transcurso de las primeras 24 horas posteriores a su colocación.

En cuanto a los resultados obtenidos pudimos observar que existe una diferencia significativa en la cantidad que libera cada uno de los materiales analizados, presentando la liberación más baja Vitremer con 30 ppm y presentando una mayor liberación Fuji IX extra con 35 ppm.

Con esto podemos concluir que los cementos de ionómero de vidrio de alta viscosidad Fuji IX extra y Vitremer liberan más de 20 ppm durante las primeras 24 horas posteriores a su colocación.



Referencias.

1. Morales Miranda L, Gómez Gonzáles W. Caries Dental y sus consecuencias clínicas relacionadas al impacto en la calidad de vida de preescolares de una escuela estatal. Rev Estomatol Hered. 2019; 29(1):17-29.
2. Ramón Jiménez R, Castañeda Deroncelé M, Corona Carpio M, Estrada Pereira G, Quinzán Luna A. Factores de riesgo de caries dental en escolares de 5 a 11 años. Medisa. 2016; 20(5):604-610.
3. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. Reliability of a new caries diagnosis system differentiating active and inactive caries lesions. Caries Res 1999; 33:252-60.
4. Ekstrand K, Ricketts DN, Kidd EA, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity. Caries Res 1998; 32:247-54.
5. Basso ML. Conceptos actualizados en cariología. Rev Asoc Odontol Argent. 2019; 107(1): 25-32.
6. Loyola Rodríguez JP. Caries dental. En: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Caries Dental. Primera edición. Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2012.130.



7. Costa S, Adelario AK, Vasconcelos M, Nogueira MH. Modelos explicativos da cárie dentária: do organicista ao ecossistêmico. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2012; 12 (2): 285-91.
8. Loesche WJ, Straffon LH. Longitudinal investigation of the role of *Streptococcus mutans* in human fissure decay. *Infection and immunity* 1979; 26 (2): 498-507.
9. Calle Sánchez MJ, Baldeón Gutiérrez RE, Curto Manrique J, Céspedes Martínez DI, Góngora León IA, Molina Arredondo KE, Perona Miguel de Priego GA. Teorías de caries dental y su evolución a través del tiempo: revisión de literatura. *Rev Cient Odonto (Lima)*. 2018; 6(1): 98-105.
10. Armas Vega A, Parise vasco JM. ICDAS: una herramienta para el diagnóstico de la caries dental. *Analysis*. 2020; 27(6): 1-9.
11. Cerón Bastidas XA. El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. *Rev Ces Odont*. 2015; 28(2): 100-109.
12. Xaus G, Leighton C, Martin J, Martignon S, Moncada G. Validez y reproducibilidad del uso del Sistema ICDAS en la detección in vitro de lesiones de caries oclusal en molares y premolares permanentes. *Rev Dent Chile*. 2010; 101(1): 26-33.



13. Salmerón Valdés EN, Scougall Vilchis RJ, Medina Solís CE, González López BS. (2022). Cemento de Ionómero de vidrio, propiedades, clasificación y usos en la odontología restauradora. Revisión de la literatura. Río Subterráneo. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/137264>.
14. Arrow P. Restorative Outcomes of a Minimally Invasive Restorative Approach Based on Atraumatic Restorative Treatment to Manage Early Childhood Caries: A Randomised Controlled Trial. *Caries Res.* 2016; 50:1-8.
15. Moreau JL, Xu HH. Fluoride releasing restorative materials: Effects of pH on mechanical properties and ion release. *Dent Mater.* 2010; 26(11): 227-235.
16. Almuhaiza M. Glass-ionomer Cements in Restorative Dentistry: A Critical Appraisal. *Dent Pract.* 2016; 17(4): 331-336.
17. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater.* 2007; 23(3): 343-362.
18. Delgado Muñoz CR, Ramírez Ortega JP, Yamamoto Nagano A. Liberación de Fluoruro de 2 cementos de ionómero de vidrio; Estudio in vitro. *Rev Odont Mex.* 2014; 18(2): 84-88.
19. Salmerón E, Scougall R, Alanís T, Morales R. Comparative study of fluoride released and recharged from conventional pit and fissure sealants versus surface prereacted glass ionomer technology. *J Conserv Dent.* 2016; 19: 41-45.



20. Morales-Valenzuela AA, Scougall-Vilchis RJ, Lara-Carrillo E, Garcia-Contreras R, Salmeron-Valdés EN, Aguillón-Sol L. Comparison of Fluoride Release in Conventional Glass-Ionomer Cements with a New Mechanical Mixing Cement. *Oral Health Prev Dent.* 2020 Jul 4;18(2):319-323.
21. Klinke T, Daboul A, Turek A, Frankenberger R, Hickel R, Biffar R. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. *Trials.* 2016 8; 17(1):239.
22. Gjorgievska E, Van Tendeloo G, Nicholson JW, Coleman NJ, Slipper IJ, Booth S. The incorporation of nanoparticles into conventional glass-ionomer dental restorative cements. *Microsc Microanal.* 2015; 21(2):392-406.
23. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS, Khan AS, Zohaib S, Martí JM, Sauro S, Matinlinna JP, Rehman IU. Modifications in Glass Ionomer Cements: Nano-Sized Fillers and Bioactive Nanoceramics. *Int J Mol Sci.* 2016; 17(7):1134.
24. Ojeda Garcés JC, Oviedo García E, Salas L. Streptococcus Mutans and dental caries. *Rev Ces Odont.*2013; 26(1):44-56.
25. Palmer G, Jones FH, Billington RW, Pearson GJ. Chlorhexidine release from an experimental glass ionomer cement. *Biomaterials.* 2004; 25(23): 5423- 5431.
26. Garcez RM, Buzalaf M, Araujo P. fluoride release of six restorative materials in water and ph-cycling solutions. *J Appl Oral sci.*2007; 15(5): 406-411.



27. Ley General de Salud en Materia de Investigación. México: [7 de octubre]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx>.

28. Morales AA. Evaluación del ion flúor en ionómeros de vidrio reforzados con nanoparticulas de TiO₂. Tesis doctoral. Toluca; Edo Méx. Universidad Autónoma del Estado de México. 2019.

29. Nigam A, Jaiswal J, Murthy R, Pandey R. Estimation of fluoride release from various dental materials in different media-an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2009; 2 (1):1-8.

30. De Shepper EJ, Berr EA 3rd, Cailleateau JG, Tate WH. A comparative study of fluoride release from glass-ionomer cements. *Rev Belge Med Dent*. 1996; 51 (1): 22-35.

31. Wilson AD, Groffman DM, Kuhn AT. The release of fluoride and other chemical species from a glass ionomer cement. *Biomaterials*. 1985; 6: 431-433.

32. Perrin C, Persin M, Sarrazin J. A comparison of fluoride release from four glass-ionomer cements. *J Nihon Univ Sch Dent*. 1997; 39 (3): 123-127.

33. Gloober SR, Rossouw RJ, Van Wyk-Kotze TJ. A comparison of fluoride release from various dental materials. *J Dent*. 1998; 26 (3): 259-265.

34. Bala O, Uctasil M, Can H, Türköz E, Cam M. Fluoride release from various restorative materials. *J Dent*. 1998; 26 (4): 355-359.



35. Beltrán R. Materiales liberadores de Fluoruros. (Tesis de bachiller). (Lima): Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010, 35.

36. Lezcano MR, Zamudio ME. Liberación del Ión flúor de un cemento de ionómero vítreo modificado con extracto etanólico de propóleo. Odontol. Sanmarquina. 2021; 24(2): 13-18.



Anexos.

Anexo 1. SOLICITUD DE PERMISO PARA USO DE LABORATORIO.

Dr. En C.S. Ulises Velázquez Enríquez Director de la Facultad de Odontología De la Universidad Autónoma del Estado De México.

Por medio de la presente le mando un cordial saludo, además de solicitarle el uso del Laboratorio de Biomédicas para llevar a cabo el trabajo de campo del proyecto de investigación de evaluación profesional de la Licenciatura en Cirujano Dentista, “Ion flúor liberado en ionómeros de vidrio de alta viscosidad”.

Sin más por el momento le agradezco su atención.

Dra. En C.S. Adriana Alejandra Morales Valenzuela

Dr. en C.S. Elías Nahúm Salmerón Valdés

P.C.D. Liz Fernanda Marín Castillo

P.C.D. Edwin Gómez Rodríguez



Anexo 2. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.

“Ion flúor en ionómeros de vidrio de alta viscosidad”

Evaluación del ion flúor antes de reforzar los ionómeros de vidrio

ppm	Fuji IX extra	Vitremer
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

