

# **Universidad Autónoma De Baja California**

**Facultad de Odontología Tijuana**

**Especialidad en Odontología Pediátrica**



## **Eficiencia de Liberación de Fluoruro Asociada al Uso de Ionómeros de Vidrio en Molares Temporales Extraídos y Caso Clínico**

Trabajo terminal para obtener el DIPLOMA de  
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA

CD Patricia Reyes Lara

PRESIDENTE

Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez

SINODAL

MC Betsabé De La Cruz Corona

SINODAL

Dra. Eva Viviana Sarmiento Gutiérrez

SINODAL

Dra. Lucrecia Rebeca Arzamendi Cepeda

Tijuana, Baja California, México

Octubre 2021

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA  
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

Tijuana, Baja California a 6 de septiembre 2021

**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EFICIENCIA DE LIBERACIÓN DE FLUORURO ASOCIADA AL USO DE IONÓMEROS DE VIDRIO EN MOLARES TEMPORALES EXTRAÍDOS Y CASO CLÍNICO**

Propuesto por la **CD PATRICIA REYES LARA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**

  
**DRA. HAYDEÉ GÓMEZ LLANOS JUÁREZ**  
PRESIDENTE



Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA  
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

Tijuana, Baja California a 20 de septiembre 2021

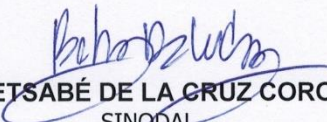
**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EFICIENCIA DE LIBERACIÓN DE FLUORURO ASOCIADA AL USO DE IONÓMEROS DE VIDRIO EN MOLARES TEMPORALES EXTRAÍDOS Y CASO CLÍNICO**

Propuesto por la **CD PATRICIA REYES LARA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**

  
**MC BETSABÉ DE LA CRUZ CORONA**  
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA  
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

Tijuana, Baja California a 6 de septiembre 2021

**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: : **EFICIENCIA DE LIBERACIÓN DE FLUORURO ASOCIADA AL USO DE IONÓMEROS DE VIDRIO EN MOLARES TEMPORALES EXTRAÍDOS Y CASO CLÍNICO**

Propuesto por la **CD PATRICIA REYES LARA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**A T E N T A M E N T E**

  
**DRA. EVA VIVIANA SARMIENTO GUTIÉRREZ**  
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA  
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA**

Tijuana, Baja California a 3 de septiembre 2021

**AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: : **EFICIENCIA DE LIBERACIÓN DE FLUORURO ASOCIADA AL USO DE IONÓMEROS DE VIDRIO EN MOLARES TEMPORALES EXTRAÍDOS Y CASO CLÍNICO**

Propuesto por la **CD PATRICIA REYES LARA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE**



**DRA. LUCRECIA REBECA ARZAMENDI CEPEDA**  
SINODAL

Ccp.- Archivo.

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por su respaldo para la realización de la presente investigación.

A Dios, por permitirme alcanzar una meta más en mi vida, por mandarme un rayito de luz para recordarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mis padres, Miguel Ángel Reyes y Patricia Lara, gracias por estar siempre ahí para mí, cuidarme, apoyarme y guiarme para ser la mejor versión de mi misma. Sin ustedes nada de esto sería posible.

A mis segundos padres, Linda Chávez y Humberto Hernández, por abrirme las puertas de su casa, por darme un segundo hogar, lejos de casa y volverse una parte importante de mi familia.

A mis docentes, MC Betsabé De La Cruz, Dra. Irma Verdugo, Dra. Viviana Sarmiento y sobre todo a mi Tutora de Tesis, Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez, por todo el apoyo, paciencia, consejos y enseñanzas brindadas durante mi formación profesional. Gracias por la inspiración para superarme todos los días.

A todas las personas que me apoyaron durante mi formación profesional, docentes y colegas, especialmente a CD Ilse Bojórquez y CD Anarika Ramírez, muchas gracias por todo el apoyo, consejos y risas, un placer poder llamarlas amigas.

A mi novio, Javier Ramírez, por todo el apoyo brindado, por escucharme y darme ánimos para seguir superándome profesional y personalmente.

## Resumen

**Introducción:** La caries dental sigue siendo un problema de salud a nivel mundial, en México se estima que 89% de los niños menores de 10 años padecen de caries dental. Las lesiones cariosas se forman debido a la pérdida de equilibrio entre los procesos de desmineralización y la remineralización. Los fluoruros son los principales agentes remineralizantes, reduciendo la desmineralización de los órganos dentales al integrarse al esmalte, volviéndolo más resistente y menos soluble a la disolución ácida. Los ionómeros de vidrio han sido ampliamente utilizados por su liberación continua de fluoruro, capacidad anticariogénica, biocompatibilidad y adhesión directa en esmalte y dentina. El objetivo fue evaluar la eficiencia de liberación de fluoruros de tres ionómeros de vidrio.

**Materiales y métodos:** 58 molares temporales extraídos fueron incluidos. Se realizaron cavidades clases V en los grupos A, (Ketac™ Universal), B (Fuji IX®) y C (EQUIA® Forte), el grupo D (testigo biológico) no recibió ningún tratamiento. Todos los grupos fueron subdivididos de acuerdo al pH salival en el cual fueron almacenados. Posterior a medio, uno, siete y veintiocho días se evaluó la liberación de fluoruro de cada una de las muestras, con un fotómetro multiparamétrico.

**Resultados:** Los resultados arrojados en el presente estudio indicaron que los tres ionómeros de vidrio presentaron efectividad de liberación de fluoruro, sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ellos, presentando una mayor liberación de fluoruro en las primeras 24 horas, respecto al pH del medio, se encontró una mayor liberación de fluoruro en pH ácido.

**Conclusión:** Aun cuando no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la liberación de fluoruro entre Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte, EQUIA® Forte presentó un comportamiento más estable ante la variabilidad de pH, característica clínicamente que permite mantener niveles estables de fluoruro y favorecer la remineralización del esmalte.

**Palabras clave:** Liberación de fluoruro, Ionómero de vidrio, Ketac Universal, EQUIA Forte, Fuji IX.

## **Abstract**

**Introduction:** Carious lesions continue to be a health problem worldwide, in Mexico it is estimated that 89% of children under 10 years old suffer from cavities. Tooth decay occurs due to the loss of balance between demineralization and remineralization processes. Fluorides are the main remineralizing agents, they have been shown to be effective in reducing the demineralization of dental organs by integrating into the enamel, making it more resistant and less soluble to the dissolution of acids. Glass ionomers have been widely used due to their continuous fluoride release, anticariogenic ability, biocompatibility, and direct adhesion to enamel and dentin.

**Materials and methods:** 58 extracted primary molars were included. Class V cavities were made in groups A, (Ketac <sup>TM</sup> Universal), B (Fuji IX®) and C (EQUIA® Forte), group D (biological witness) did not receive any treatment. All groups were subdivided according to the pH of the artificial saliva in which they were stored. After half, one, seven and twenty-eight days the fluoride release of each sample was evaluated with a multiparametric photometer.

**Results:** The results obtained in the present study indicated that the three glass ionomers presented effectiveness of fluoride release, without presenting statistically significant differences between them, presenting a greater release of fluoride in the first 24 hours. Respect to the pH of the medium was found a greater liberation of fluoride in acid pH.

**Conclusion:** Even though there were no statistically significant differences in fluoride release between Ketac <sup>TM</sup> Universal, Fuji IX® and EQUIA® Forte, EQUIA® Forte

presented a more stable behavior in the face of pH variability, a characteristic that allows to maintain stable levels of fluoride and promote enamel remineralization.

**Keywords:** Fluoride release, Glass ionomer, Ketac Universal, EQUIA Forte, Fuji IX.

## Contenido

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introducción.....</b>                | <b>1</b>  |
| <b>2. Planteamiento del problema.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>3. Justificación.....</b>               | <b>22</b> |
| <b>4. Hipótesis.....</b>                   | <b>24</b> |
| <b>5. Objetivos.....</b>                   | <b>25</b> |
| <b>6. Materiales y métodos.....</b>        | <b>26</b> |
| <b>7. Resultados.....</b>                  | <b>50</b> |
| <b>8. Discusión.....</b>                   | <b>61</b> |
| <b>9. Conclusiones.....</b>                | <b>66</b> |
| <b>10. Recomendaciones.....</b>            | <b>67</b> |
| <b>11. Caso clínico.....</b>               | <b>68</b> |
| <b>12. Referencias bibliográficas.....</b> | <b>89</b> |
| <b>13. Anexos.....</b>                     | <b>98</b> |

## 1. Introducción

La caries dental es definida como una enfermedad multifactorial, dinámica, mediada por el biofilm y los azúcares, generando una pérdida del equilibrio biológico entre los procesos de remineralización y desmineralización del órgano dental.<sup>1,2</sup>

Es importante considerar que el tratamiento de las lesiones cariosas deberá emplear un enfoque multidisciplinario debido a la naturaleza misma de la enfermedad. Siendo indispensable conocer los procesos de remineralización y desmineralización, así como el rol de los fluoruros en estos procesos y su relación con el órgano dental.

La desmineralización dental es producida debido a la metabolización bacteriológica de los carbohidratos fermentables en ácidos orgánicos, que favorecen la disociación ácida de los cristales de hidroxiapatita del esmalte, generando una lesión cariosa cuando el proceso se prolonga por meses o años.

La remineralización por su parte es causada por la reintegración de los iones disociados durante la desmineralización. Este proceso integra los iones de calcio y fosfato disponibles en la saliva, lo cual se ve favorecido por la presencia de fluoruros, creando cristales de fluorapatita en el esmalte dental.<sup>3</sup>

Se desea que los materiales de restauración sean capaces de restaurar la estructura dental perdida, además de ser bioactivos, para que permitan remineralizar las estructuras adyacentes por su liberación prolongada de fluoruros. El uso de ionómeros de vidrio de alta viscosidad como alternativa a las restauraciones convencionales, ha ganado popularidad en los últimos años debido a que presentan buena fuerza de compresión, estética y liberación prolongada de fluoruros.<sup>4</sup>

El fluoruro es uno de los compuestos más comúnmente utilizados debido a que es útil para prevenir e inhibir el desarrollo de lesiones cariosas, al favorecer los procesos de remineralización, inhibir la desmineralización e interferir con el crecimiento bacteriano.<sup>5</sup> El fluoruro se integra al esmalte dental, mejorando las características de los cristales de hidroxiapatita, al formar cristales de fluorapatita y fluoro-hidroxiapatita, esta mezcla de cristales es más resistente al ataque de los ácidos y su disociación ocurre a un pH menor en comparación de los cristales de hidroxiapatita.<sup>5,6</sup> La integración del fluoruro a la estructura dental dependerá de su disponibilidad en la saliva y valores de pH salival.<sup>3,6</sup>

Artículos recientes han evaluado la liberación de fluoruro de ionómeros de vidrio, destacando entre ellos los siguientes:

En 2020 Ruengrungsom y colaboradores<sup>7</sup> realizaron un estudio para evaluar la liberación de fluoruro, calcio y fosfato, la microfuerza y la eficacia de recarga de once diferentes materiales de restauración de liberación de fluoruro, incluyendo entre ellos a Ketac™ Universal y EQUIA® Forte Fil. Utilizaron discos cilíndricos de cada ionómero, los cuales fueron almacenados en agua desionizada o ácido láctico a una temperatura de 37° C, estas soluciones se cambiaron después de un día, cuatro días, siete días y catorce días, realizando la medición de la liberación de fluoruro en los mismos periodos, posteriormente se realizaron recargas con MI Varnish, dejándolo en contacto con el espécimen por 7 horas, para posteriormente cepillarlo gentilmente con pasta dental. Se realizaron mediciones en los mismos intervalos de tiempo, con un electrodo selectivo de iones de fluoruro. En la investigación se encontró que existía una mayor liberación de fluoruros en ácido láctico, en comparación de agua desionizada, además se encontró que los ionómeros de vidrio de alta viscosidad como Ketac® Universal y EQUIA® Forte,

presentaron una mayor liberación de fluoruro, en comparación al calcio, aunque posterior de la recarga con MI Varnish, la liberación de calcio se incrementó. En lo que respecta a la dureza se encontró que a mayor tiempo, mayor será la dureza de Ketac®™ Universal, encontrado a los 28 días valores casi equivalentes al de las resinas.

Moshaverinia y colaboradores<sup>8</sup> en el 2019 realizaron un estudio en el cual evaluaron las propiedades físicas de los ionómeros de vidrio, EQUIA® Forte, Fuji IX® y ChemFil Rock. Fabricaron dos moldes cilíndricos de 4 milímetros de diámetro por 6 milímetros de alto y de 6 milímetros de diámetro por 3 milímetros de alto, así como un molde rectangular de 25 milímetros de largo por 2 milímetros de alto y 2 milímetros de ancho, fabricando 10 muestras para cada uno de los materiales, posteriormente las muestras fueron colocada en 20 mililitros agua destilada a una temperatura de 37° C por 24 horas, siete días o cuatro semanas. La liberación de fluoruro se evaluó por cuatro semanas utilizando un electrodo selectivo de iones de fluoruro, previamente calibrado y limpiado con agua destilada. Encontraron que EQUIA® Forte tenía una mayor liberación de fluoruro, mayor fuerza de compresión y fuerza de superficie, en comparación de Fuji IX® y CheamFil Rock.

Bahsi y colaboradores<sup>9</sup> en 2019 realizaron un estudio donde evaluaron la microfiltración y la liberación de fluoruros de diferentes cementos de ionómero de vidrio. Para medir la liberación de iones de fluoruro, fabricaron discos de los diferentes cementos de ionómero de vidrio, los cuales fueron almacenados en 10 ml de solución, que contenía 5 ml de agua destilada y 5ml de solución buffer TISAB II, incubando las muestras a 37° C. Los análisis de la liberación de iones de fluoruro, fueron realizados con el espectrómetro selectivo de iones de fluoruro, Thermo Orion 720 A plus. Se realizaron

mediciones por triplicado de cada muestra a las 24 y 72 horas, una, dos y tres semanas. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a microfiltración entre EQUIA® Forte y Fuji IX®, en cuanto a la liberación de iones de fluoruro, aunque ambos tenían una liberación continua y homogénea, EQUIA® Forte demostró tener una mayor liberación de iones de fluoruro a comparación de Fuji IX®, lo cual es una propiedad anticariogénica importante, ya que la liberación continua de iones de fluoruro previene la formación de lesiones cariosas secundarias.

Bueno y colaboradores<sup>10</sup> en 2019 realizaron un estudio en el cual evaluaron la relación de la liberación de fluoruro y la erosión ácida de 18 ionómeros de vidrio, entre ellos Fuji IX® y EQUIA® Forte. Fabricaron 10 discos de 11 milímetros de diámetro por 10 milímetros de altura, de cada ionómero de vidrio, posteriormente cada disco se colocó en un recipiente hermético con 4 mililitros de solución a 37° C por 15 días, en este periodo de tiempo los especímenes se colocaron por 6 horas en una solución desmineralizante (pH 4.3) y 18 horas en una solución remineralizante (pH 7.0) para simular los desafíos de las lesiones cariosas con cambios rápidos de pH. De manera individual, se midió por duplicado la liberación de fluoruro en 1 mililitro de solución de cada contenedor, con ayuda de un electrodo específico de fluoruro. Encontraron que todos los ionómeros de vidrio fueron capaces de liberar fluoruro por 15 días, presentando mayor liberación de fluoruro en las primeras 24 horas, encontrando una mayor liberación de fluoruro en EQUIA® Forte en comparación de Fuji IX®. Además encontraron una relación positiva entre la liberación de fluoruros y la erosión del material, aunque no se encontró diferencia significativa entre la erosión presentada entre estos dos materiales, encontraron que todos los ionómero de vidrio presentan una mayor liberación de fluoruro en pH bajos.

## Marco teórico

### Estructura del esmalte

El esmalte dental actúa como una capa protectora sobre el órgano dental, recubriendo la totalidad de la porción coronal de los órganos dentales. Esta capa protectora presenta una gran dureza debido a su composición altamente mineralizada, presentando un 96% de componente inorgánico, 3.5% de agua y 0.6% de componente orgánico.<sup>5,11</sup> El esmalte dental es derivado del epitelio interno del órgano dental, formado por ameloblastos, en el denominado periodo de amelogénesis. Durante la amelogénesis los ameloblastos producen matriz del esmalte, posterior a la etapa de maduración el esmalte se vuelve acelular y avascular.

El esmalte dental presenta variaciones de espesor entre la dentición temporal y permanente, siendo menos gruesa en la dentición temporal (0.5-1 milímetros) con respecto a la permanente (1-2 milímetros). Tanto en la dentición permanente como temporal el contenido inorgánico del esmalte está formado principalmente por cristales de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ ), agrupados en estructuras prismáticas, presentando espacios interprismáticos, los cuales son llenados con agua y componente orgánico de la estructura del esmalte.<sup>(11–13)</sup> Además de la hidroxiapatita el esmalte dental presenta minerales como magnesio (0.2-0.6%), sodio (0.2-0.9%), carbonato (2.7-5%) y fluoruro (0.01%), estos minerales se integran a la estructura del esmalte dental durante proceso de mineralización posterior a la erupción del órgano dental, presentando variaciones en el contenido mineral de acuerdo a la disposición de minerales durante dicho proceso. La maduración del esmalte dental suele completarse después de los 3 años y medio de vida

del ser humano, periodo en el cual se integran minerales provenientes de fuentes externas como la dieta y el medio ambiente.<sup>11,13</sup>

## Lesiones cariosas

Las lesiones cariosas representan un gran problema de salud mundial, debido a su alta incidencia. De acuerdo a The Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study en 2017<sup>14</sup> a nivel mundial más de 531 millones de niños padecieron de caries dental, en el mismo año y de acuerdo a el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucal (SIVEPAB), la prevalencia de lesiones cariosas en niños menores de 10 años fue de 86%, incremento de un 86% a un 89% en 2018.<sup>15,16</sup> De igual manera se ha encontrado un aumento de la prevalencia de lesiones cariosas conforme aumenta la edad del individuo, llegando hasta 95% pasados los 45 años.<sup>15,17,18</sup> Las lesiones cariosas son producidas por la pérdida de componentes minerales del órgano dental debido a un proceso de desbalance entre los ciclos de desmineralización y remineralización del esmalte dental, favoreciendo a la desmineralización.<sup>3,15,19</sup>

La desmineralización del esmalte dental está asociada a la producción de ácidos bacterianos, por la fermentación de carbohidratos<sup>3</sup>, que causan un descenso en el pH salival, los valores normales del pH salival en niños oscila entre un 6.5-7.4, con una media de 6.94<sup>5,20</sup>, cuando estos valores disminuyen por debajo del valor crítico de 5.5, causan la disociación y pérdida de iones de calcio y fosfato de la apatita del esmalte, provocando una alteración en la matriz inorgánica del esmalte dental.<sup>20,21</sup> El enfoque moderno del manejo de las lesiones cariosas se basa en la eliminación selectiva, es decir se elimina

el tejido infectado, manteniendo el tejido afectado ya que este es potencialmente remineralizable.<sup>22</sup>

Para evitar el inicio o progresión de las lesiones cariosas, es importante que se dé la remineralización del órgano dental afectado. La remineralización es un proceso en el que se incorporan iones de fluoruro, calcio y fosfato, al tejido desmineralizado del órgano dental, creando cristales de fluorapatita, los cuales son más resistentes a la disolución ácida en comparación con los cristales de hidroxiapatita originales del esmalte dental.<sup>3,5,23,24</sup> Este proceso al igual de la desmineralización se ve influenciado por los valores de pH salival, valores entre un 6.8-7.2 favorecen la remineralización e inhiben el desarrollo de lesiones cariosas.<sup>21</sup>

Existen diversos materiales utilizados para inhibir y remineralizar el esmalte dental. El fluoruro es un importante agente terapéutico en el manejo preventivo de las lesiones cariosas y la remineralización de zonas desmineralizadas, es además de los agentes más empleados a lo largo de muchas décadas, debido a que tiene la capacidad de formar una capa de cristales de fluorapatita, en la superficie dental que está en contacto con el fluoruro. La fluorapatita es menos soluble que la hidroxiapatita y es capaz de incrementar la resistencia del esmalte a la disolución de ácidos debido a que los iones calcio y fluoruro tienen una mayor atracción electrostática en comparación de los iones calcio y el grupo hidroxilo, presentando una mayor estabilidad ante la variación del pH salival. La liberación de fluoruro es una propiedad valiosa en los materiales dentales, existiendo diversos modelos y fórmulas utilizadas para liberar fluoruro en la cavidad oral, como lo son barnices, pastas dentales, enjuagues, geles y ionómeros de vidrio.<sup>1,9,18,22</sup> Sin embargo, la habilidad de los fluoruros para afectar en el proceso de desmineralización y

remineralización dependerá de su disponibilidad en la cavidad oral, así como la concentración del mismo. Una liberación prolongada y baja de fluoruros es importante para reducir la desmineralización y favorecer la remineralización del esmalte dental.<sup>25</sup>

### Generalidades de los ionómeros de vidrio

Los ionómero de vidrio o cementos de ionómero de vidrio, como son comúnmente conocidos, son materiales de restauración, creados por Wilson y Kent en 1969, mientras trabajaban para el laboratorio químico del gobierno Inglés, aunque no fue hasta después de 1971, que publicaron los resultados de su investigación, que los ionómeros de vidrio comenzaron a utilizarse en la odontología clínica. La mezcla original de los ionómeros de vidrio se componía de partículas vítreas creadas de fusiones de sílice, alúmina, criolita, fluorita, fluoruro de aluminio, y fosfato de aluminio, en el polvo, mientras que el líquido, se componía por una solución acuosa de homopolímeros de ácido acrílico. Al mezclar ambos elementos se crea la característica reacción ácido-base de los ionómeros de vidrio.<sup>26-28</sup> Los ionómeros son comúnmente utilizados en la odontología moderna, puesto a que presenta ventajas como unión química esmalte dentina, una gran biocompatibilidad, buena fuerza de compresión, así como capacidad de liberación continua de fluoruro y por ende acción remineralizante y protectora,<sup>26,29-33</sup> además se ha comprobado que estos pueden liberar fluoruro por largos periodos de tiempo (hasta cinco años), siendo de gran utilidad sobre todo en los pacientes jóvenes con alto riesgo de desarrollar lesiones cariosas.<sup>34</sup>

Los ionómeros de vidrio tradicionales tenían propiedades físicas desfavorables como, baja resistencia a la fractura, estética pobre, debido a su opacidad, y limitada acción como material restaurador en regiones posteriores.<sup>23,26,32</sup> Sin embargo, en la actualidad estas propiedades han sido modificadas y mejoradas, por lo que en los ionómero de vidrio actuales podemos encontrar características de gran utilidad como la liberación continua de fluoruro, capacidad anticariogénica, biocompatibilidad, coeficiente de expansión térmica similar a la de los tejidos duros, adhesión directa en dentina y esmalte, mayor fuerza de compresión y además ser de fácil aplicación.<sup>19</sup>

Mount en 1990 clasificó a los ionómeros de vidrio de acuerdo a sus indicaciones clínicas en tres tipos:

- Tipo I para cementar
- Tipo II para restauraciones indirectas
  - Estéticas
  - Intermedias o reforzadas
- Tipo II.- Base y forros cavitarios<sup>19,35,36</sup>

Cuatro años después en 1994 McLean propuso una clasificación más práctica y sencilla, basándose en la composición, y reacción de endurecimiento de los ionómeros de vidrio:

- Cementos de ionómero de vidrio tradicionales
- Cementos de ionómero de vidrio híbridos
  - Cementos de ionómero de vidrio modificados con resina
  - Resinas modificadas con poliácidos (compomeros)

- Ionómeros de vidrio de alta viscosidad
- Giomeros
- Nano-ionómeros

Al pasar de los años, los ionómeros de vidrio han presentado mejoras en sus propiedades físicas, destacando entre ellas el aumento de la resistencia a la fractura, fácil manejo y mejoras en la estética, que aunadas a la capacidad de liberación de fluoruro, vuelven a los ionómeros de vidrio superiores a otros materiales de restauración.<sup>9</sup>

#### Interacción con el órgano dental

El proceso de adhesión entre el ionómero de vidrio y el órgano dental suele presentar una mayor adhesión con el esmalte en comparación la dentina y ocurrir rápidamente, completando un 80% de adhesión en los primeros 15 minutos, incrementado conforme el tiempo pasa.<sup>36</sup> Una vez que el ionómero de vidrio es colocado en contacto con el órgano dental, se creará una unión inicial de hidrógenos entre los grupos carboxilos libres en el ionómero de vidrio y los iones de calcio presente en el órgano dental, rápidamente esta unión es reemplazada por una unión iónica. Posteriormente se llevará a cabo una difusión de iones de fosfato, estroncio y fluoruro procedentes del ionómero de vidrio y el órgano dental, formando una zona de interfase entre el órgano dental y el ionómero de vidrio, que actúa como una zona de unión fuerte y resistente al ataque ácido, asegurando la eliminación de microfiltración al presentar una fuerte adhesión del material con el órgano dental.<sup>6,33,36</sup>

Respecto a la liberación de fluoruro, posterior a la reacción ácido-base entre los componentes del ionómero de vidrio, los iones de fluoruro se encuentran libres y en constante movimiento entre los espacios creados por las partículas de vidrio en la matriz de ionómero de vidrio. Debido a que en las primeras etapas de maduración del esmalte el pH se encuentra disminuido, se favorecerá la liberación y difusión de los iones de fluoruro tanto al medio oral como la estructura dental adyacente, creando el efecto burst o de chorro, en el cual se presentará una liberación masiva de iones de fluoruro en las primeras 24 horas. Después de la etapa de maduración de la matriz del ionómero de vidrio, el pH del ionómero de vidrio se estabiliza y la matriz se vuelve menos permeable, disminuyendo la liberación de iones de fluoruro al medio. Sin embargo, la liberación masiva de fluoruro permite fortalecer la estructura dental adyacente a la restauración del órgano dental afectado, así como los órganos dentales contiguos, al reemplazar el grupo hidroxilo (OH) de los cristales de hidroxiapatita en por fluoruro, creando cristales de fluorapatita.<sup>9,10,36</sup>

## Fuji IX®

Fuji IX® es un ionómero de vidrio viscoso, de la casa comercial GC (Tokio, Japón) con una gran fuerza a la compresión<sup>37</sup> y un gran potencial de liberación de fluoruro<sup>22</sup>, características que lo vuelven una gran opción de material restaurador. Con el paso de los años, Fuji IX® ha mejorado su fórmula, volviéndose más efectivo. La porción seca del material es compuesta por 95% vidrio de silicato de aluminio fluorado con un 5% de polvo de ácido poliacrílico, por su parte, el líquido se compone de 50% agua destilada, 40%

ácido poliacrílico y 10% ácido carboxílico polibásico.<sup>38</sup> Debido a sus características de fuerza de compresión y liberación continua de fluoruros, este material es recomendado para uso en restauraciones posteriores<sup>39</sup>. Además Fuji IX® tiene la ventaja de tener diferentes tonalidades de acuerdo al colorímetro VITA (A2, A3, A3.5, B2, B3 y C4).<sup>38,40</sup>

Fuji IX® está indicado como material obturador de restauraciones de Clase I y II en dientes temporales, restauraciones de clase I y clase II sin compromiso de oclusión en dientes permanentes, como restaurador intermedio y material de base bajo las obturaciones de resina en clase I y II, en restauraciones de clase V y restauraciones en raíz expuesta y para la reconstrucción de muñones. Sin embargo, Fuji IX® estará contraindicado para la realización de recubrimientos pulpaes y en pacientes que presenten hipersensibilidad al producto.

#### *Instrucciones de aplicación*

- 1) Preparar el órgano dental utilizando la técnica estándar. Si es necesario el uso de bandas metálicas, estas deberán estar lubricadas con vaselina.
- 2) Aplicar GC Cavity Conditioner por 10 segundos en las superficies de unión, enjuagar con agua y eliminar excedentes con una bolita de algodón o con jeringa de aire. NO DESECAR.
- 3) Antes de activar, agitar o golpear la cápsula sobre una superficie dura para desprender el polvo. La cápsula debe activarse justo antes de mezclarse y ser utilizada inmediatamente.
- 4) Para activar la cápsula, presionar el émbolo hasta que quede al nivel con el cuerpo principal y mantener presionado por dos segundos.

- 5) Llevar la cápsula al mezclador (amalgamador) y mezclar por 10 segundos a 4000 revoluciones por minuto.
- 6) Retirar la cápsula del mezclador y colocar en el aplicador de cápsulas GC Capsule plier, hacer dos clicks para cebar la cápsula y aplicar el material en la cavidad. El tiempo de trabajo es de dos minutos desde el comienzo de la mezcla.
- 7) Formar el contorno preliminar de la restauración y aplicar GC Fuji Varnish (dejar secar) o GC Fuji COAT LC (fotopolimerizar por 10 segundos).
- 8) Esperar 6 minutos después de la mezcla para dar terminado con fresas de diamante superfinas con enfriamiento por agua.
- 9) Aplicar capa final de GC Fuji Varnish (secar soplando), GC Fuji COAT (fotopolimerizar por 10 segundos) o GC COAT (fotopolimerice por 20 segundos). Pedir al paciente que no presione los dientes por una hora.<sup>38,40</sup>

## EQUIA® Forte

EQUIA® Forte es un ionómero de vidrio de alta viscosidad de la casa comercial GC (Tokio, Japón), desarrollado para mimetizar la fuerza, el pulido y la estética que se obtiene con las resinas.<sup>(41)</sup> Su componente líquido es ácido poliacrílico mientras que su porción seca se compone principalmente de partículas vítreas de sílice y aluminio. EQUIA® Forte tiene la ventaja de no presentar estrés de contracción, por lo que puede ser colocado como restauración en bloque, sin necesidad de colocar estratificaciones, debido a su adhesión química al esmalte y dentina, así como su tolerancia a los ambientes húmedos, puede ser colocado sin necesidad de dique de hule, además no requiere acabados ni

pulidos complejos debido a que la aplicación final del COAT logra un excelente aspecto con un brillo natural de la restauración y presenta una liberación prolongada de fluoruros. Además EQUIA® Forte viene en diversos colores del colorímetro VITA (A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3 y C4).<sup>7,42</sup>

EQUIA® Forte está indicado como, material de obturación de restauraciones de clase I, en restauraciones de clase II sin áreas de estrés y para áreas con estrés se sugiere el uso de cavidades ideales, restauraciones de clase V y de superficies radiculares, para restauraciones intermedias y como material para la reconstrucción de muñones. Siendo una de sus principales contraindicaciones su uso en recubrimientos pulpaes, en pacientes con alergias conocidas a los ionómeros de vidrio, monómero de metacrilato o polímero de metacrilato y/o en pacientes con hipersensibilidad a los monómeros de acrilato/metacrilato.

#### *Instrucciones de aplicación*

1. Preparar el órgano dental utilizando la técnica estándar. Si es necesario el uso de bandas metálicas, estas deberán estar lubricadas con vaselina.
2. Aplicar GC Cavity Conditioner en las superficies de unión por 10 segundos, enjuagar con agua y eliminar excedentes con una bolita de algodón o con una jeringa de aire. NO DESECAR.
3. Antes de activar, agitar o golpear la cápsula sobre una superficie dura para desprender el polvo. La cápsula debe activarse justo antes de mezclarse y ser utilizada inmediatamente.

4. Para activar la cápsula, presionar el émbolo hasta que quede al nivel con el cuerpo principal y mantener presionado por dos segundos.
5. Llevar la cápsula al mezclador (amalgamador) y mezclar por 10 segundos a 4000 revoluciones por minuto.
6. Retirar la cápsula del mezclador y colocar en el aplicador de cápsulas GC Capsule plier, hacer dos clicks para cebar la cápsula y aplicar el material en la cavidad. El tiempo de trabajo es de un minuto 30 segundos desde el comienzo de la mezcla.
7. Esperar que el material pierda el brillo (10-15 segundos) para formar el contorno preliminar de la restauración.
8. Esperar dos minutos 30 segundos después de la mezcla para dar terminado con fresas de diamante superfinas con enfriamiento por agua. Desempolvar restauración con espray con agua y secar suavemente con aire.
9. Aplicar EQUIA® Forte COAT con un aplicador desechable y fotopolimerizar inmediatamente por 20 segundos.<sup>43</sup>

## Ketac™ Universal

Ketac™ Universal es un ionómero de vidrio de alta viscosidad de la casa comercial 3M ESPE (Seefeld, Alemania), desarrollado para que la aplicación del material fuera más simple y similar a la empleada para amalgamas, diseñados como alternativa a las restauraciones posteriores con amalgama. Este ionómero de vidrio se compone de mezcla de productos químicos de óxido de vidrio en su porción seca mientras que su componente líquido se compone principalmente de agua, copolímero de ácido acrílico y ácido maleico, y ácido tartárico.

Dentro de sus propiedades podemos destacar que tiene un tipo de unión química esmalte y dentina, que garantizan un excelente sellado de la restauración, tiene una mayor resistencia a la compresión y dureza, así como una mayor resistencia a la erosión ácida y alto índice de longevidad de las restauraciones, cuenta con un nivel bajo de viscosidad que facilita su manejo, permitiendo reducir los tiempos en el sillón dental y viene en diversos colores del colorímetro VITA (Blanco, A1, A2, A3, A3.5 y A4).<sup>44,45</sup>

Ketac™ universal está indicado como material de obturación de dientes temporales, restauraciones clase I en áreas sin oclusión, obturación de clase V, en obturaciones temporales clase I y II, para recubrimientos bajo las obturaciones de resina en clase I y II en dientes permanentes, como material de reconstrucción de muñones para corona, en Técnica de Mínima Invasión (MI), Técnica de Restauración Atraumática (TRA) y como sellador de fosetas y fisuras.

#### *Instrucciones de aplicación*

1. Lavar la cavidad con agua destilada y quitar excedentes con aire.
2. Dispensar el polvo-liquido en relación 1:1 en una loseta de papel
3. Utilizando una espátula de plástico dividir el polvo en dos porciones iguales, mezclar la primer parte por 15 segundos y agregar la segunda aparte, para un tiempo de mezclado de 45 segundos.
4. Llevar la mezcla a la cavidad con un instrumento de resina cuidando de no dejar excedentes ni burbujas de aire. Esperar el tiempo de fraguado de cinco minutos, contando desde el inicio de mezcla.<sup>41,45-48</sup>

## Medios de almacenaje

Los órganos dentales extraídos son utilizados en diversas áreas de la investigación, tanto para actividades académicas, didácticas, preclínicas y de experimentación. Es importante considerar que el órgano dental extraído representa una fuente potencial de contaminación cruzada, por lo que la solución de almacenamiento deberá permitir mantener las propiedades del órgano dental, previniendo su deshidratación, pero además deberá asegurar la desinfección de la muestra, inhibiendo el crecimiento de microorganismos. Las soluciones más comúnmente utilizadas para el almacenaje y desinfección de los órganos dentales extraídos para investigación son solución salina, glutaraldehído, hipoclorito de sodio, alcohol, timol, formalina, cloramina T, etanol y saliva artificial.<sup>49,50</sup>

La cloramina T al 0.5% es utilizada como medio desinfectante químico, es ampliamente recomendada como medio de almacenamiento de órganos dentales para investigación, ya que logra un excelente control de infecciones y mantiene las propiedades de los órganos dentales extraídos, sin causar afectación en su composición, manteniendo al órgano dental con características similares a las de un órgano dental recién extraído. Se ha demostrado que la cloramina T es un medio estable y no altera la estructura del esmalte o dentina de los órganos dentales. Además su capacidad bactericida y fungicida la vuelven un buen medio de almacenaje por períodos prolongados.<sup>50-52</sup>

La saliva representa un factor importante en la salud oral, ya que permite mantener la homeostasis de la boca, favorece los procesos de masticación, deglución y digestión,

ayuda a mantener hidratados y protegidos a los tejidos orales y órganos dentales.<sup>5,20,21</sup> La saliva juega un papel importante en la inhibición y desarrollo de lesiones cariosas, ya que afecta directamente los procesos de remineralización y desmineralización de los órganos dentales, actuando como transportador de iones como el calcio, fosfato y fluoruro.<sup>5,53</sup> La saliva artificial a diferencia de otros medios de almacenaje no asegura la desinfección de las muestras dentales<sup>49</sup> sin embargo es un excelente medio de almacenaje en la experimentación dental in vitro, en la cual se pretende simular las características de la cavidad oral. La saliva artificial presenta múltiples iones minerales como son el potasio, sodio, calcio, magnesio, fosfatos, carbonatos y cloruros, aunque sus porcentajes y valores de pH presentaran variaciones leves de acuerdo al fabricante, sus valores serán similares a los de la saliva natural humana.<sup>53</sup>

### Determinación de fluoruros

Existen diversos métodos para determinar la concentración de iones de fluoruro disponibles en un medio acuoso. El uso de potenciómetros y cromatografía de iones suele ser de los métodos predominantes debido a su simplicidad, pero tienen una sensibilidad y selectividad limitada, por el contrario a los métodos colorimétricos, que tienen una buena selectividad y mayor sensibilidad, aunque no gozan de la misma popularidad debido a que el método requiere más pasos y cuidados en comparación con los anteriores.<sup>54</sup>

El método colorimétrico SPADNS permite medir la concentración de iones de fluoruro en solución acuosa. Este método representa una alternativa simple, confiable, de bajo

costo y rápida para determinar la concentración de fluoruros libres. Si bien este método puede presentar interferencias negativas ante la presencia de aluminio, hierro y fosfato, las concentraciones de estos iones son inexistentes o mínimas en la saliva humana por lo cual las mediciones pueden ser realizadas sin problema alguno. La reacción del fluoruro con la solución de tintura roja de zirconio del métodos SPADNS (Trisodio 2-(4-sulfofenilazo)-1,8-dihidroxi-naftaleno-3,6-disulfónico) crea un complejo de hexafluorcirconiato, la cual causa una decoloración de la tintura rojiza original, volviéndola más amarilla en relación a la concentración de iones de fluoruro disponibles. La medición cuantitativa es realizada mediante el uso de un fotómetro multiparamétrico, capaz de medir el grado de absorbancia de la muestra con el compuesto SPADNS y el blanco, para determinar los valores correspondientes.<sup>54,55</sup>

## 2. Planteamiento del problema

Las lesiones cariosas siguen siendo un problema de salud a nivel mundial presentando una incidencia de más de 531 millones en niños (The Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2017),<sup>14</sup> en el mismo año y de acuerdo a el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucal (SIVEPAB), en México se registró una prevalencia de lesiones cariosas del 86% en niños menores de 10 años.<sup>16</sup> Las lesiones cariosas se forman debido a la pérdida de equilibrio entre los procesos de desmineralización y la remineralización, cuando la primera excede la segunda. Para evitar el inicio o progresión de las lesiones cariosas, es importante que se dé la remineralización del órgano afectado.

Aunque existen diversos métodos y productos para lograr la remineralización de los órganos dentales afectados, son los fluoruros, los principales agentes remineralizantes, existiendo estos en diversas presentaciones, como barnices, geles, pastas dentales, enjuagues y ionómeros de vidrio. El fluoruro ha demostrado ser efectivo para reducir la desmineralización de los órganos dentales. Esto se logra porque cuando el fluoruro está presente en la saliva y se integra a los cristales de hidroxiapatita del esmalte reemplazando el grupo hidroxilo (OH<sup>-</sup>), por el fluoruro, creando cristales de la fluorapatita<sup>24</sup> la cual es más resistente y menos soluble a la disolución de los ácidos, incrementando así la resistencia del órgano dental.

Es importante determinar la cantidad de liberación de fluoruros de los ionómeros de vidrio, su comportamiento ante los cambios de pH y la longevidad de la liberación de

fluoruro en estos, ya que de esto dependerá en parte el éxito o fracaso del material restaurador.

Originalmente los ionómeros de vidrio se componían de partículas vítreas creadas de fusiones de sílice, alúmina, criolita, fluorita, fluoruro de aluminio y fosfato de aluminio, que actuaban en conjunto con un homopolímero de ácido acrílico en reacción ácido-base, formando una unión química con el esmalte y dentina. Los ionómeros de vidrio han sido ampliamente utilizados debido a que presentan características de gran importancia, como la liberación continua de fluoruro, capacidad anticariogénica, biocompatibilidad, coeficiente de expansión térmica similar a la de los tejidos duros, adhesión directa en esmalte y dentina, estabilidad dimensional ante la humedad y de ser de fácil aplicación.<sup>26,28,33</sup>

A pesar de que Fuji IX® y EQUIA® Forte, tienen mayor tiempo en el mercado no se han encontrado suficientes estudios que simulen las condiciones de la cavidad oral donde se evalué la liberación de fluoruros de estos ionómeros de vidrio en órganos dentales y su comportamiento en diferentes pH, siendo de suma importancia para obtener información análoga a los resultados esperados in vivo, lo cual genera la necesidad de realizar más investigaciones. Existiendo la misma problemática con Ketac™ Universal, que es un material de más reciente aparición en el mercado.

Con base a la problemática, se plantea la siguiente pregunta de investigación

¿Cuál es la eficiencia de liberación de fluoruro que está asociada al uso de los de ionómero de vidrio Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte en molares temporales extraídos y cuál es su comportamiento ante la variabilidad del pH salival?

### **3. Justificación**

En México, hoy en día, la caries dental sigue siendo un problema de salud pública muy importante, debido a su alta incidencia en niños y adultos. Esta problemática es causada principalmente por un elevado consumo de alimentos calóricos y la falta de higiene por parte del portador. Aunque se han implementado diversos programas preventivos, no se han obtenido los resultados esperados, por lo que la incidencia de lesiones cariosas sigue siendo elevada. Es importante que los materiales restauradores tengan potencial de prevenir la reincidencia de las lesiones cariosas y ofrecer una máxima protección a la cavidad oral, logrando la disminución en la incidencia de lesiones cariosas, protegiendo al órgano dental y la salud oral del individuo.

Los ionómeros de vidrio son materiales restauradores que presentan una buena acción terapéutica, ya que presentan propiedades importantes como unión química con el órgano dental, tanto en esmalte como en dentina, y presentar una liberación prolongada de fluoruros, que favorece la remineralización de los órganos dentales, al unir los iones de fluoruro a los cristales de apatita del esmalte, formando cristales de fluorapatita que son estructuras más sólidas y resistentes al ataque de los ácidos, reduciendo de esta manera la probabilidad de presentar desmineralizaciones importantes que afecten la estructura del órgano dental, que a su vez favorezcan la aparición de lesiones cariosas iniciales y/o recidivantes.

Desafortunadamente no se han encontrado suficientes estudios que evalúen la liberación de fluoruro de ionómeros de vidrio en dientes extraídos, además los pocos estudios que se han encontrado son realizados en su mayoría empleando discos del ionómero que desea estudiar, sumergidos en agua desionizada para medir la liberación

de fluoruros. Estos métodos no logran simular las condiciones que presentará el material en la cavidad oral, causando que los resultados no sean reproducibles en una cavidad oral biológica. Por lo que existe la necesidad de realizar más investigaciones de la liberación de fluoruros de los ionómero de vidrio y su comportamiento ante diferentes pH en condiciones similares a la cavidad oral, que permitan obtener resultados más afines a los esperados en la cavidad oral biológica.

La elaboración de esta investigación busca encontrar la eficiencia en la liberación de fluoruros asociada al uso de los de ionómero de vidrio Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte en un pH fisiológico y un pH ácido en molares temporales extraídos.

## 4. Hipótesis

### Hipótesis de trabajo

Ketac™ Universal presentará una liberación mayor y estadísticamente significativa de fluoruro tanto en pH salival ácido como fisiológico, en comparación de Fuji IX® y EQUIA® Forte.

### Hipótesis nula

No existirá diferencia estadísticamente significativa entre la liberación de fluoruros de los ionómeros de vidrio Fuji IX®, EQUIA® Forte y Ketac™ Universal, tanto en pH salival ácido como fisiológico.

## 5. Objetivos

### General

1. Determinar la liberación general de fluoruros en molares temporales posterior a la aplicación de Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte y comportamiento en pH salival ácido y fisiológico, en un periodo de 28 días, In Vitro.

### Específico

1. Colectar e instrumentar los molares temporales con los ionómeros de vidrio Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte.
2. Cuantificar la liberación de fluoruros en molares temporales posterior a la aplicación de Ketac™ Universal en pH ácido y fisiológico.
3. Cuantificar la liberación de fluoruros en molares temporales posterior a la aplicación de Fuji IX® en pH ácido y fisiológico.
4. Cuantificar la liberación de fluoruros en molares temporales posterior a la aplicación de EQUIA® Forte en pH ácido y fisiológico.
5. Evaluar la homogeneidad de la liberación de fluoruros en molares temporales posterior a la aplicación de Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte en pH ácido y fisiológico.

## 6. Materiales y métodos

### Tipo de estudio y diseño general

Se realizó un estudio experimental in vitro.

### Universo de estudio

El universo de estudio fueron todos los molares temporales extraídos en el periodo diciembre 2019 - enero 2021 en el estado de Baja California, que cumplan con los criterios de inclusión. No se realizó selección de muestra porque se trabajó con todos los molares temporales extraídos que cumplieron con los criterios de inclusión.

### Criterios de selección

#### *Inclusión:*

- Molares temporales con una longitud radicular de más de dos tercios y cuya porción coronal presente por lo menos dos paredes intactas.
- Molares temporales donados con por el portador.

#### *Exclusión:*

- Molares temporales sin remanente radicular.
- Molares temporales con destrucción total de remanente coronario.

#### *Eliminación:*

- Molares temporales que sufran destrucción parcial o total durante el proceso de manipulación.

## Variables Dependientes

|                                 |                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Nombre de la variable:</i>   | Cantidad de liberación de iones de fluoruro en saliva artificial.                                                                                     |
| <i>Definición:</i>              | Cantidad de iones de fluoruro en miligramos por litro (mg/L) liberados por determinado cemento de ionómero de vidrio, libres en la saliva artificial. |
| <i>Tipo de medición:</i>        | Cuantitativa continua.                                                                                                                                |
| <i>Instrumento de medición:</i> | Fotómetro multiparamétrico.                                                                                                                           |
| <i>Escala:</i>                  | 0.00- 2.00 mg/L.                                                                                                                                      |
| <i>Uso:</i>                     | Determinar la cantidad de iones de fluoruro en mg/L.                                                                                                  |

|                                 |                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Nombre de la variable:</i>   | Tiempo.                                                                                                                                                             |
| <i>Definición:</i>              | Variable continua cuyas unidades de medida se basan en los ciclos naturales. Es una magnitud física con la que se mide la duración o separación de acontecimientos. |
| <i>Tipo de medición:</i>        | Cuantitativa continua.                                                                                                                                              |
| <i>Instrumento de medición:</i> | Calendario.                                                                                                                                                         |
| <i>Escala:</i>                  | Unidad días: $\frac{1}{2}$ , 1, 7 y 28 días.                                                                                                                        |
| <i>Uso:</i>                     | Determinar la cantidad de iones de fluoruro liberados en medio día, uno, siete y veintiocho días después de aplicar los respectivos ionómeros de vidrio.            |

## Variables Independientes

*Nombre de la variable:* Potencial de Hidrógeno de saliva artificial.

*Definición:* Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de la solución, considerando la cantidad de iones de Hidrógeno presentes, a mayor cantidad de iones de hidrógeno mayor será su acidez.

*Tipo de medición:* Cuantitativa continua.

*Instrumento de medición:* Tiras reactivas de pH.

*Escala:* 0 – 14

*Uso:* Evaluar la relación entre el pH de la solución de almacenaje y la liberación de fluoruro de los ionómeros de vidrio.

## Recursos

### *Humanos*

- Directora de Tesis: Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez
- Codirectora de Tesis: Dra. Eva Viviana Sarmiento Gutiérrez
- Investigador: CD Patricia Reyes Lara

### *Físicos*

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio Biología de la Facultad de Odontología, Campus Tijuana de la Universidad Autónoma de Baja California.

### *Materiales*

Cámara fotográfica Canon T6 Rebel, laptop LENOVO ideopad 530S, Ketac™ Universal, Fuji IX®, Equia® Forte, GC Capsule plier III, GC Cavity Conditioner, GC COAT®, cloramina T 0.5%, reactivo de Fluoruro de Bajo Rango HI93729-01 HANNA Intruments®, fotómetro multiparamétrico HANNA HI83399 HANNA Intrumentes®, incubadora GCA/Precision Scientific Thelco®, Lámpara de luz UV, saliva artificial Viarden™ Lab, agua destilada Sparkletts®, alcohol Etilico 70% Laboratorios Jaloma®, tiras reactivas para medir pH, tubos plásticos herméticos Walfront LLC, Jeringas hipodérmicas esteril de 3ml BD Plastipak™ Jeringas hipodérmicas 3ml, guantes Ambiderm™ Confort, cubrebocas Ambiderm™, gorro quirúrgico impermeable Kanaus®, lentes de protección Truper, bata de laboratorio impermeable Kanaus®, pieza de alta velocidad NSK Ltd, fresas de carburo #330 Midwest®, espátula de plástico para ionómero GC America Inc.,

espátula de resina #2 Hu-Friedy®, torundas de algodón #2 Richmond Dental, gasas Protect™, micropinceles Microbrush®, lámpara de fotocurado, hojas blancas, plumón permanente de punta fina Sharpie®, pluma azul trazo mediano Bic®, bolsas plásticas herméticas EZ stor, pañuelos desechables Kleenex®.

*Recursos financieros:* Proporcionados por el investigador responsable.

#### *Proceso de selección o reclutamiento*

En la investigación se utilizaron molares temporales extraídos que cumplieron con los criterios de inclusión, los cuales fueron limpiados con una gasa y cureta #13/14 (Hu-Friedy®, EUA), para eliminar tejido blando adherido, una vez limpios fueron almacenados en solución de cloramina T al 0.5%, para su desinfección y preservación de las propiedades físicas del órgano dental. La manipulación de los molares temporales fue realizada por odontólogos y especialistas, para asegurar un correcto manejo y conservación de la integridad de las muestras de estudio.

#### *Alternativas terapéuticas*

Existen diversos estudios que pretenden medir la liberación de fluoruro de los diversos cementos de ionómero de vidrio, los cuales llevan a cabo sus investigaciones mediante pruebas de laboratorio, utilizando agua destilada como medio de almacenaje, sin embargo estas investigaciones están muy lejos de representar el verdadero mecanismo

de interacción de los ionómeros de vidrio y el medio oral biológico ya que no consideran un par de elementos indispensables como son los órganos dentales y la saliva artificial.

Por lo que el presente estudio se realizó de tal manera que permitió medir la liberación de los iones de fluoruro de los cementos de ionómeros de vidrio estudiados, utilizando métodos para simular las condiciones orales de la manera más apegada posible a la realidad.

#### *Riesgos potenciales de los sujetos de estudio y personal participante*

Los riesgos potenciales para el personal participante fueron durante la preparación de las cavidades clases V, ya que las partículas de tejido dental de los molares temporales podrían salir disparadas sobre la cara del operador, contaminando ojos, nariz o boca.

#### *Procedimientos para el manejo de riesgos*

Para evitar cualquier tipo de incidente o daño, tanto en el operador como en el equipo y materiales empleados en la investigación, se siguieron de manera estricta todas las indicaciones del fabricante de los materiales y equipos utilizados en la investigación, así como los protocolos de seguridad en el laboratorio, enfatizando en el uso de la indumentaria de protección (bata, lentes, guantes, gorro y cubrebocas) durante la realización de la fase experimental.

### *Uso de especies biológicas*

En la presente investigación se utilizaron órganos dentales humanos, específicamente molares temporales extraídos en el periodo diciembre 2019 – enero 2021, que cumplieran con los criterios de inclusión.

### *Aspectos éticos*

Se realizó una carta de donación de órgano dental (anexos), donde se informó a los padres y el paciente el uso que se le daría a la muestra en caso de que se decidiera donar.

## Metodología

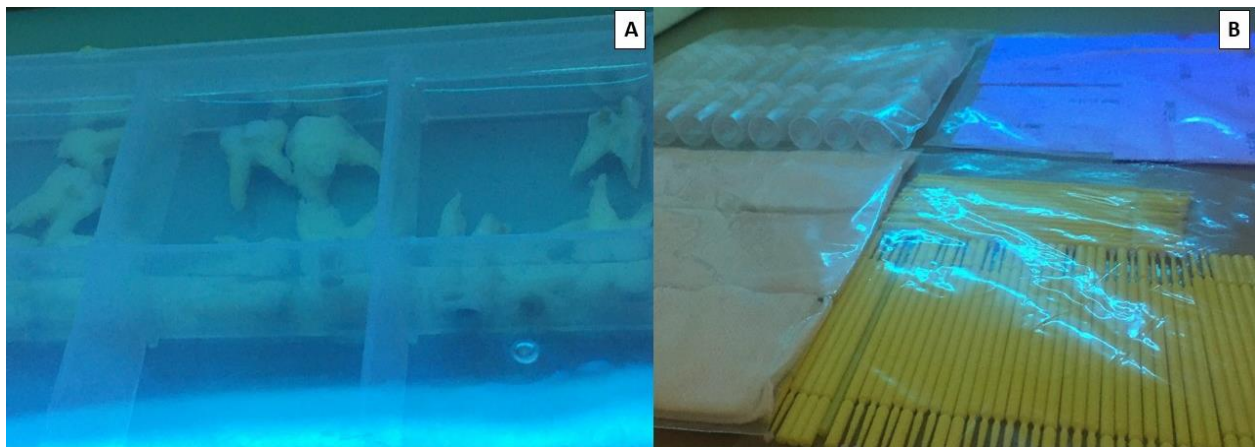
Este estudio experimental in vitro se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California por la alumna de posgrado CD Patricia Reyes Lara, bajo la tutoría de la Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez. El tratamiento experimental se llevó a cabo en el laboratorio de bioquímica, de la Facultad de Odontología, Campus Tijuana y la Especialidad de Odontología Pediátrica de la Universidad Autónoma de Baja California, con el apoyo de la Dra. Eva Viviana Sarmiento Gutiérrez. La autorización para la realización del estudio fue otorgada por el Comité de Ética de Investigación de la Facultad.

Se recolectaron 60 molares temporales que cumplieran con los criterios de inclusión del presente estudio, durante el periodo diciembre 2019- enero 2021. Todos los molares temporales recolectados fueron evaluados por un odontopediatra y colocados en un contenedor hermético, cubiertos con solución acuosa de cloramina T al 0.5%, para su almacenaje previo al manejo operatorio, a temperatura ambiente.

De la totalidad de molares temporales recolectados cuatro fueron eliminados debido a la destrucción parcial del remanente coronal que presentaron durante los procesos de manipulación. Se trabajó con 56 molares temporales, 16 molares temporales fueron tratados con Ketac™ Universal (Grupo A), 16 molares temporales fueron tratados con Fuji IX® (Grupo B), 16 molares fueron tratados con EQUIA® Forte (Grupo C) y ocho molares temporales fueron utilizados como grupo testigo biológico (Grupo D) a los cuales no se les aplicó ningún material. Cada grupo fue subdividido en dos subgrupos con el mismo número de molares cada uno, el subgrupo 4, donde los molares temporales

estuvieron sumergidos en saliva artificial a pH ácido de 4, y el subgrupo 7 donde los molares temporales estuvieron sumergidos en saliva artificial a pH fisiológico de 7.

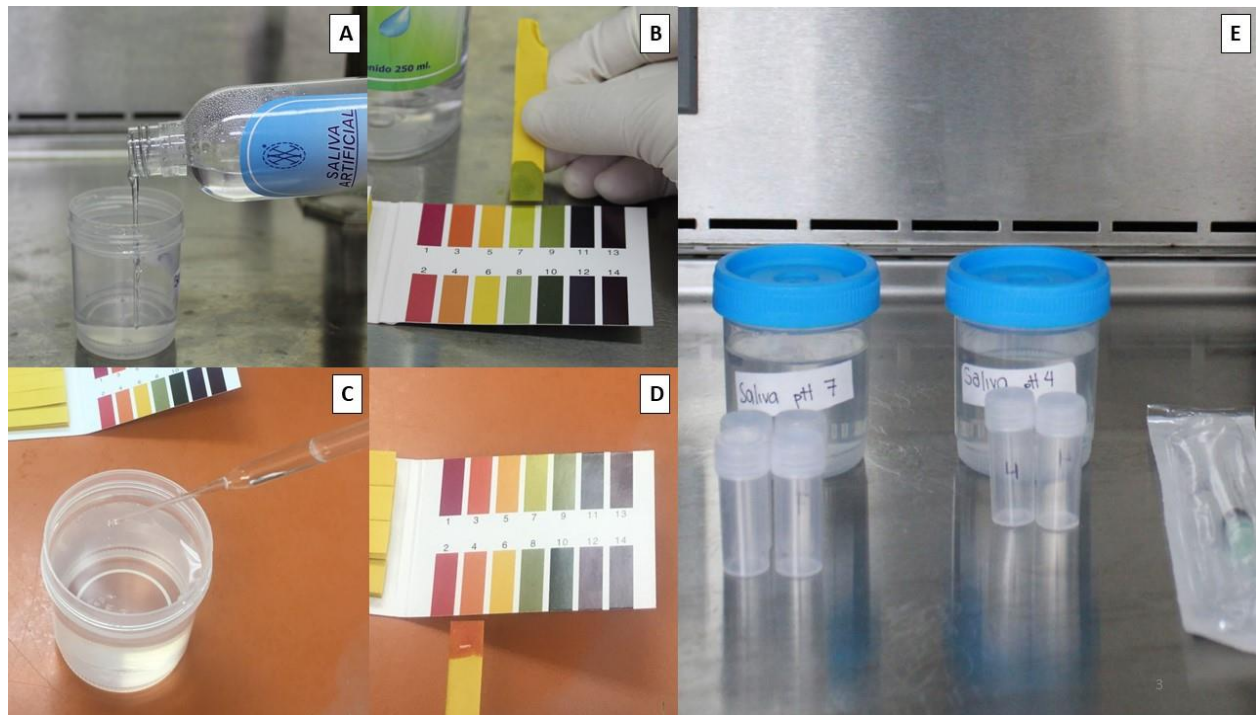
La manipulación de los molares temporales extraídos se realizó en ambiente estéril para evitar crecimiento bacteriano en las muestras. Todo el material y equipo fue esterilizado en autoclave o bajo luz ultravioleta por 30 minutos, dependiendo su composición (Figura 1).



**Figura 1.** Esterilización con luz ultravioleta. A) Molares temporales bajo luz ultravioleta B) Materiales esterilizados bajo luz ultravioleta.

Se midió y ajustó el pH de la saliva artificial (Viarden™ Lab, EUA), se vertieron 100 mililitros de saliva artificial en un recipiente hermético estéril de 100 mililitros de capacidad (Protect™, México)(Figura 2.A) y se midió el pH salival con tiras reactivas de pH (Figura 2.B). Posteriormente se adiciono ácido clorhídrico con un gotero de vidrio (Figura 2.C), para ajustar el valor de pH inicial a un pH ácido (pH 4) (Figura 2.D), en otro recipiente hermético estéril (Protect™, México) se vertieron 100 mililitros de saliva artificial, no se requirió realizar ajustes de pH ya que se encontraba a un pH fisiológico (pH 7).

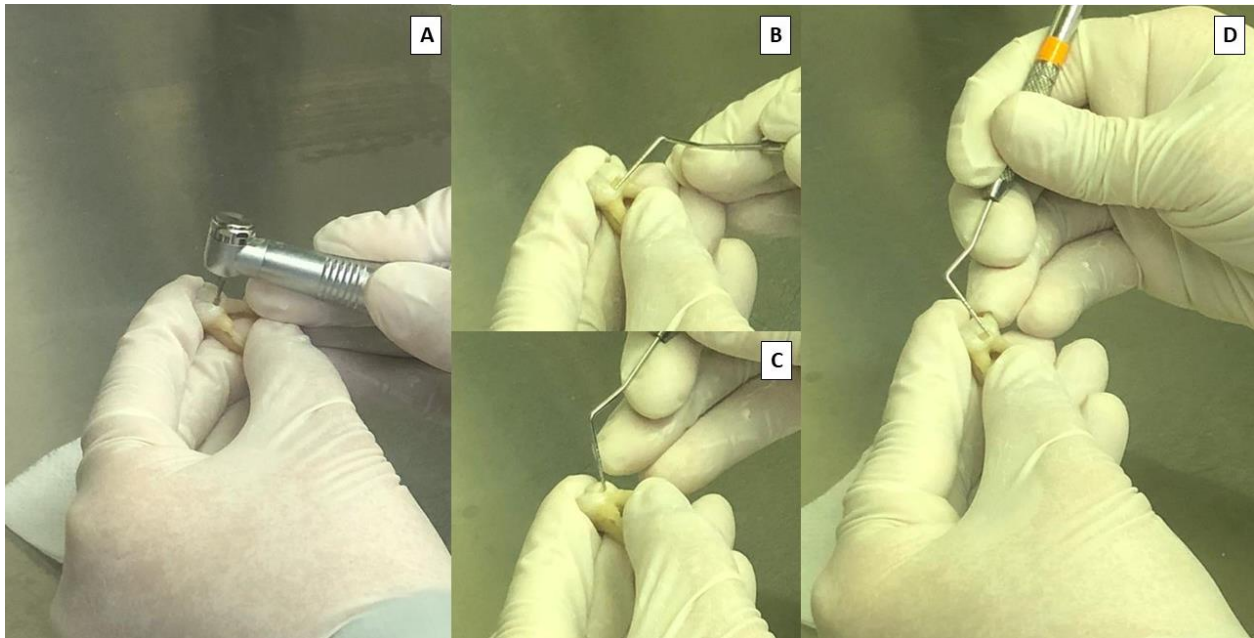
Posteriormente se llenaron y rotularon 56 tubos (Walfront LLC, EUA) estériles de 5 mililitros de capacidad, con ayuda de una aguja hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) se colocaron 2 mililitros de saliva artificial a un pH de 7 en la mitad de los tubos (Walfront LLC, EUA) y en la segunda mitad se colocaron 2 mililitros de saliva artificial a un pH de 4 (Figura 2 E). Cada tubo (Walfront LLC, EUA) fue etiquetado de acuerdo al subgrupo perteneciente, es decir se les colocó el número 4 o 7 dependiendo el pH que presento la saliva artificial que contenía el recipiente.



**Figura 2.** Ajuste de pH de saliva artificial. A) Trasvasado de saliva artificial Viarden™ a recipiente estéril B) Medición de pH de saliva artificial C) Adición de ácido clorhídrico a saliva artificial D) Ajuste de pH E) Llenado de tubos de muestra.

Se realizaron cavidades clases V estandarizadas, de dimensiones iguales, en todos los molares temporales pertenecientes a los grupos A, B y C, mientras que en los molares temporales del grupo D, no se realizó ninguna cavidad. Las cavidades clase V fueron

realizadas empleando una fresa de carburo #330 (Midwest®, Denstply Sirona, Alemania) y una pieza de mano de alta velocidad (NSK Ltd, Japón) (Figura 3. A). Todas las cavidades clases V realizadas mantuvieron las mismas dimensiones, que fueron de 3 milímetros de longitud mesio-distal (Figura 3.B), 1.5 milímetros de profundidad (Figura 3.C) y 2 milímetros de altura ocluso-cervical (Figura 3.D).

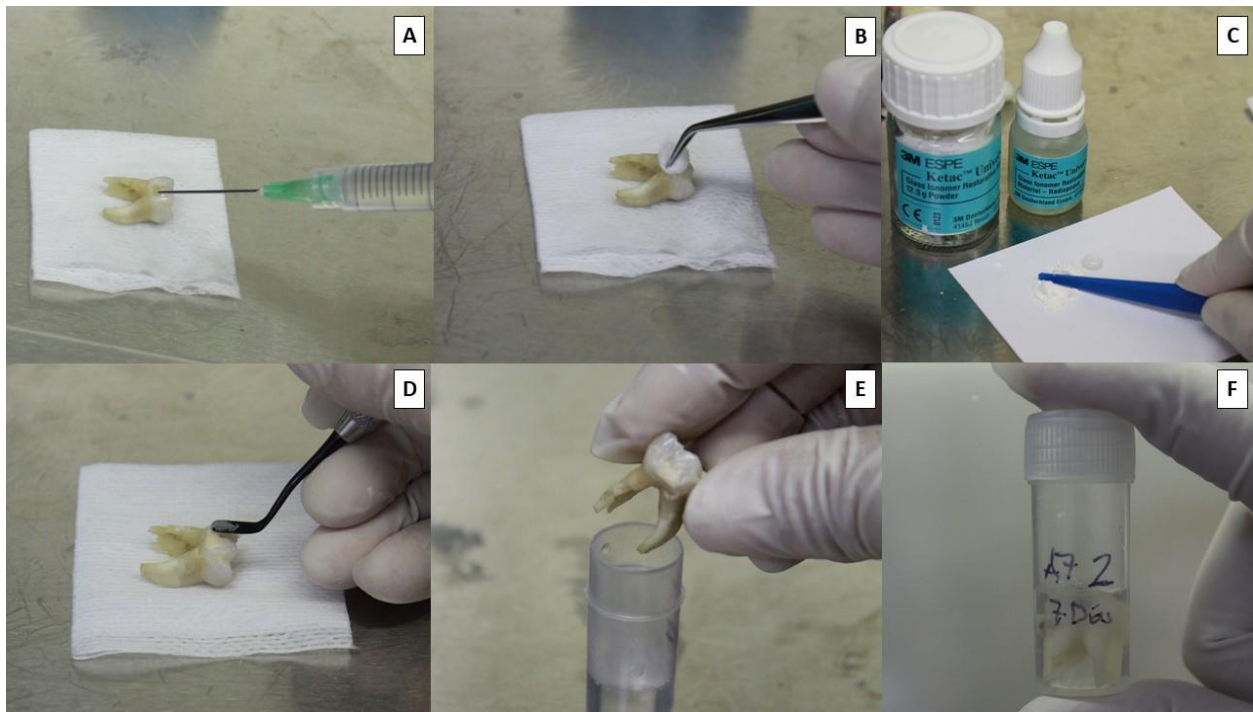


**Figura 3.** A) Conformación de cavidad clase V B) Medición de dimensión mesio-distal de la cavidad C) Medición de profundidad de la cavidad D) Medición de dimensión ocluso-cervical de la cavidad.

*Grupo A: Ketac Universal.*

Después de realizar cavidad clase V estándar, en ambiente estéril se lavó la cavidad con agua destilada (Sparkletts®, EUA) con una aguja hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) sobre una gasa estéril (Protect™, México) (Figura 4.A) y se quitaron excedentes del agua con una torunda estéril Richmond #2 (Richmond Dental, EUA)

(Figura 4.B). Posteriormente se dispensó el polvo-líquido en relación 1:1 en una loseta de papel (3M, EUA). Con una espátula de plástico para ionómero de vidrio (GC America Inc, EUA) se dividió el polvo en dos porciones iguales, mezclando la primer parte por 15 segundos y posteriormente se agregó la segunda aparte, alcanzando un tiempo de mezclado de 45 segundos (Figura 4.C). Se llevó el material previamente mezclado a la cavidad con un instrumento de resina #2 (Hu-Friedy®, EUA) cuidando de no dejar excedentes ni burbujas de aire (Figura 4.D). Se esperó un tiempo total de 5 minutos desde el inicio de la mezcla, para el fraguado antes de colocar el órgano dental en un recipiente con saliva artificial (Figura 4.E), pasado el tiempo se cerró y se rotuló el recipiente hermético como correspondía (Figura 4.F).



**Figura 4.** Procesamiento de muestra del grupo A. A) Limpieza de cavidad B) Secado con torunda estéril C) Dispersado y mezclado de Ketac™ Universal D) Obturación con Ketac™ Universal de la cavidad E) Colocación de muestra en recipiente hermético F) Cerrado hermético y rotulación.

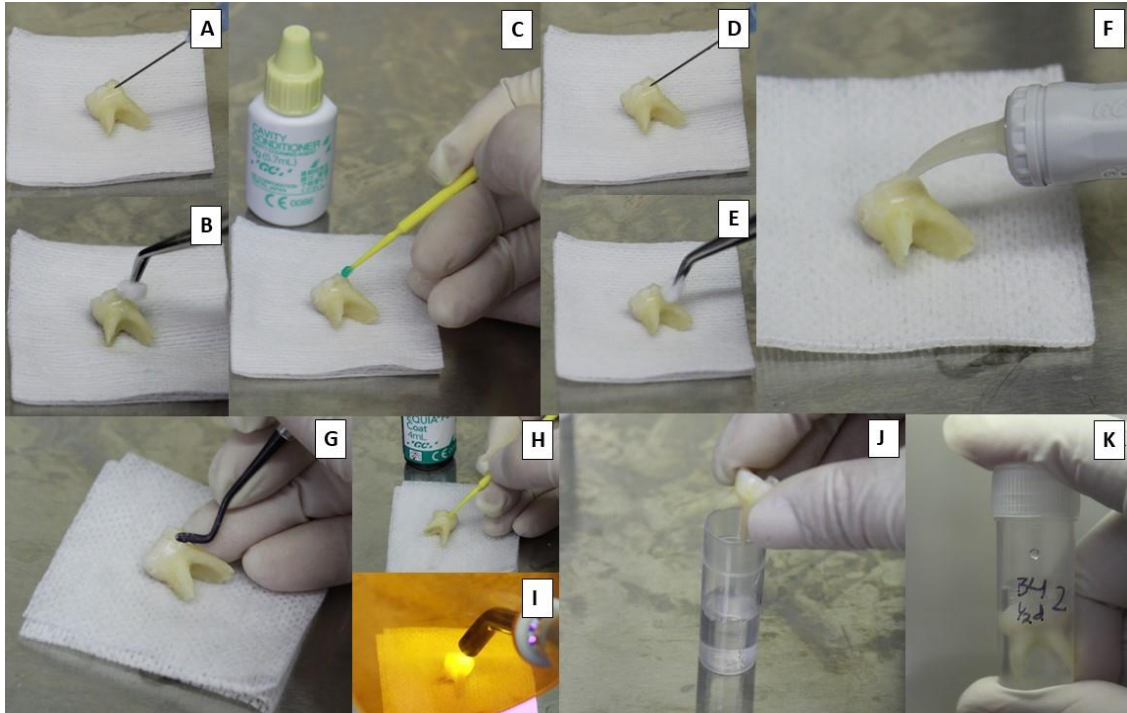
*Grupo B: Fuji IX.*

Después de realizar cavidad clase V estándar, en ambiente estéril se lavó la cavidad con agua destilada (Sparkletts®, EUA) con una aguja hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) sobre una gasa estéril (Protect™, México) (Figura 5.A) y quitaron excedentes de agua con una torunda estéril Richmond #2 (Richmond Dental, EUA) (Figura 5.B). Posteriormente se aplicó el acondicionador GC Cavity Conditioner (GC, Japón) en la cavidad con un micro-aplicador desechable de tamaño superfino (Microbrush® international Ltd, EUA) por 10 segundos (Figura 5.C), enjuagando con agua destilada con una aguja hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) sobre una gasa esteril (Protect™, México) (Figura 5.D) y eliminando los excedentes con torunda de algodón estéril Richmond #2 (Richmond Dental, EUA) (Figura 5.E) después del tiempo indicado.

Se golpeó la cápsula ligeramente sobre la mesa de trabajo para desprender el polvo y se activó presionando el émbolo por 2 segundos. Posteriormente se colocó la cápsula en el amalgamador por 10 segundos a 4,000 revoluciones por minuto. Se retiró la capsula y se colocó en el GC Capsule plier III, se aplicaron dos clicks para cebar la cápsula y se llevó a la cavidad directamente (Figura 5.F), cuidando de no dejar burbujas de aire ni excedentes, se condenso y dio forma a la restauración con una espátula de resina #2 (Hu-Friedy®, EUA).

Finalmente se aplicó el GC COAT® con un micro-aplicador desechable superfino (Microbrush® international Ltd, EUA) y se fotopolimerizó por 20 segundos (Figura 5.I).

Inmediatamente después se colocó el órgano dental instrumentado en un recipiente con saliva artificial (Figura 5.J) se cerró y rotuló el recipiente como correspondía (Figura 5.K).



**Figura 5.** Procesamiento de muestra del grupo B. A) Limpieza de cavidad B) Secado con torunda estéril C) Aplicación de GC Cavity conditioner D) Limpieza de cavidad E) Secado con torunda estéril F) Obturación con Fuji IX® G) Eliminación de excedentes H) Aplicación de GC COAT® I) Fotocurado J) Colocación de muestra en recipiente hermético K) Cerrado hermético y rotulación.

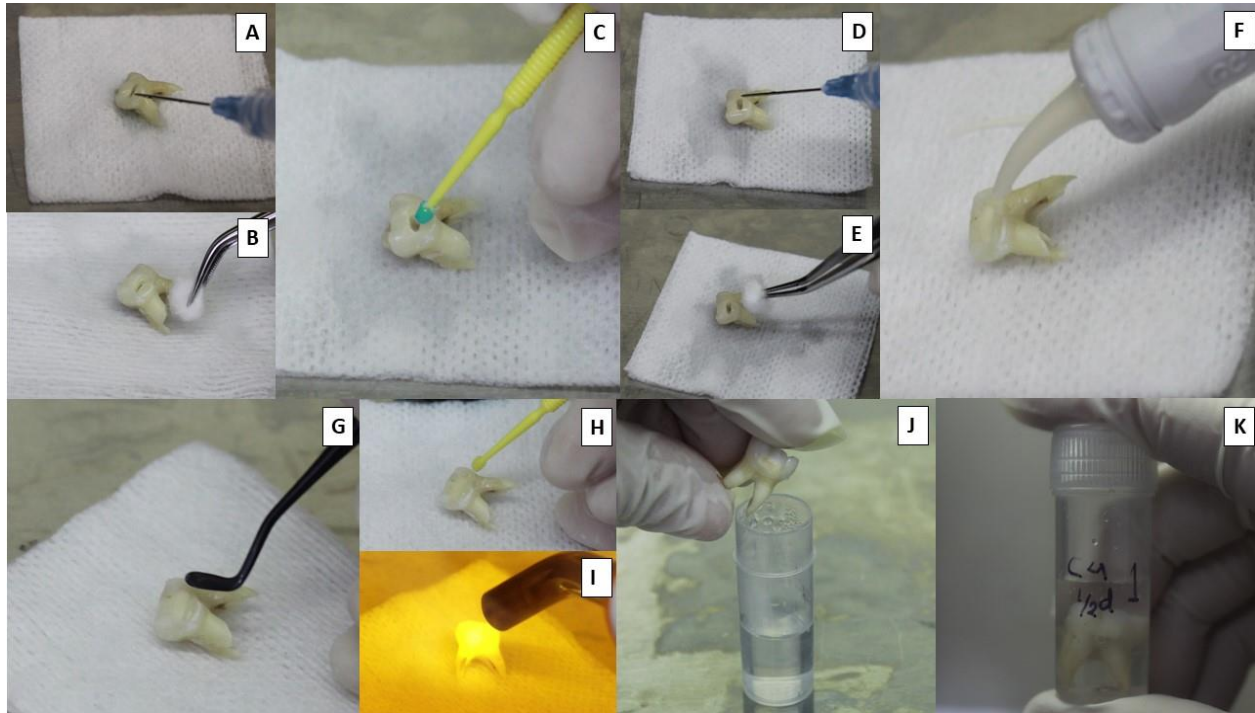
*Grupo C: EQUIA Forte.*

Después de realizar cavidad clase V estándar, en ambiente estéril se lavó la cavidad con agua destilada (Sparkletts®, EUA) con una aguja hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) sobre una gasa esteril (Protect™, México) (Figura 6.A) y quitaron excedentes de agua con una torunda estéril Richmond #2 (Richmond Dental, EUA) (Figura 6.B). Posteriormente se aplicó el acondicionador GC Cavity Conditioner (GC,

Japón) en la cavidad con un micro-aplicador desechable de tamaño superfino (Microbrush® international Ltd, EUA) por 10 segundos (Figura 6.C), enjuagando con agua destilada con una aguja hipodérmica estéril (Protect™, México) (Figura 6.D) y eliminando los excedentes con torunda de algodón estéril Richmond #2 (Richmond Dental, EUA) (Figura 6.E) después del tiempo indicado.

Posteriormente se golpeó la cápsula ligeramente sobre la mesa de trabajo para desprender el polvo y se activó la cápsula presionando por 2 segundos y se colocó la cápsula en el amalgamador por 10 segundos a 4,000 revoluciones por minuto. Se retiró la capsula y se colocó en el GC Capsule plier III, se aplicaron dos clicks para cebar la cápsula y se llevó en la cavidad directamente (Figura 6.F), cuidando de no dejar burbujas de aire ni excedentes, se condenso y dio forma a la restauración con una espátula de resina #2 (Hu-Friedy®, EUA).

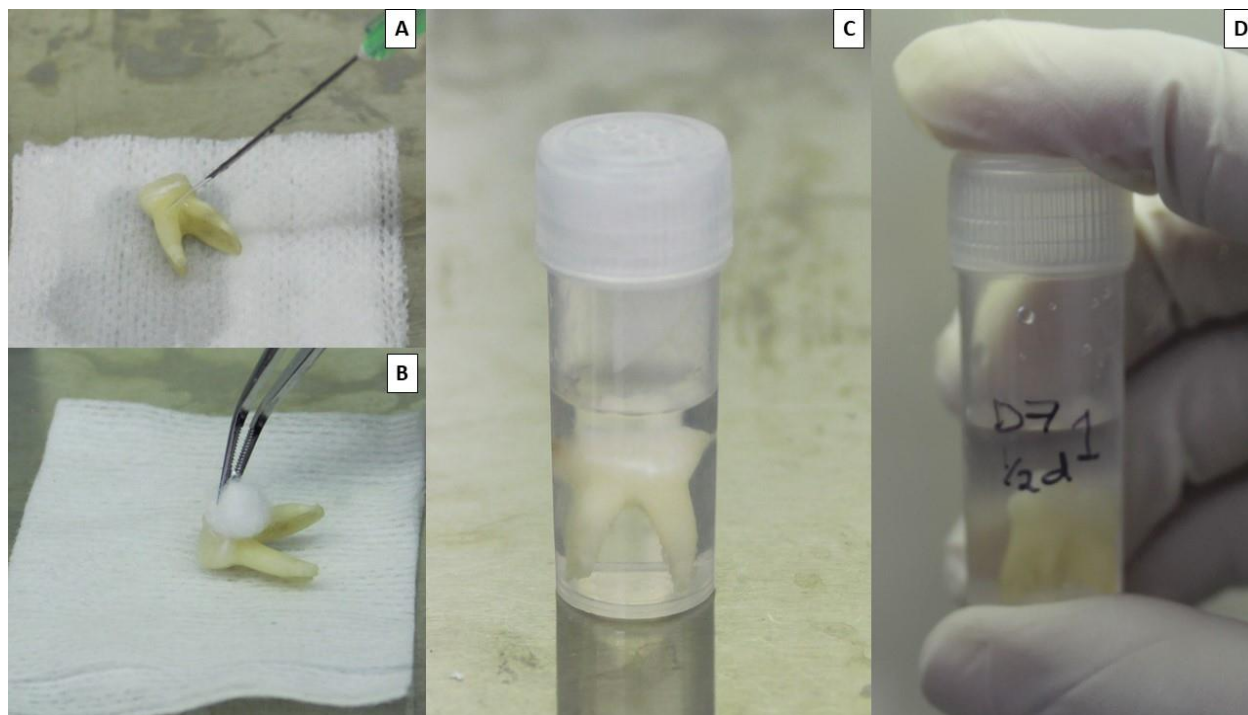
Finalmente se aplicó el GC COAT® con un micro-aplicador desechable de tamaño superfino (Microbrush® international Ltd, EUA) (Figura 6.H) y se fotopolimerizó por 20 segundos (Figura 6.I). Inmediatamente después se colocó el órgano dental instrumentado en un recipiente con saliva artificial (Figura 6.J), se cerró y rotuló el recipiente hermético como correspondía (Figura 6.K).



**Figura 6.** Procesamiento de muestra del grupo C. A) Limpieza de cavidad B) Secado con torunda estéril C) Aplicación de GC cavity conditioner D) Limpieza de cavidad E) Secado con torunda estéril F) Obturación con Equia® Forte G) Eliminación de excedentes H) Aplicación de GC Coat I) Fotocurado J) Colocación de muestra en recipiente hermético K) Cerrado hermético y rotulación.

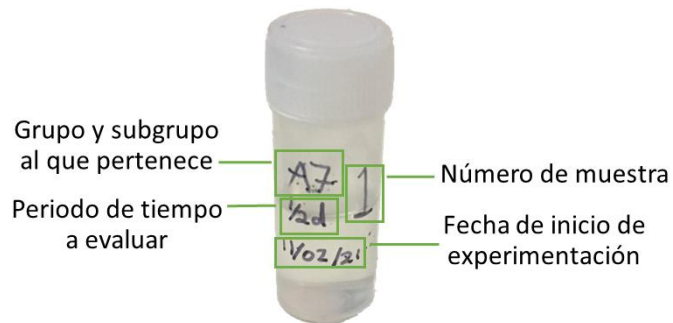
*Grupo D: Grupo testigo.*

Se lavó el órgano dental con agua destilada con una aguja hipodérmica estéril (Protect™, México) (Figura 7.A) y quitaron excedentes del agua con una torunda estéril Richmond #2 (Richmond Dental, EUA) (Figura 7.B). Posteriormente se colocó el órgano dental en un recipiente con saliva artificial (Figura 7.C) se cerró y rotuló el recipiente como correspondía (Figura 7.D).



**Figura 7.** Procesamiento de muestra del grupo D. A) Limpieza de cavidad B) Secado con torunda estéril C) Colocación de muestra en recipiente hermético D) Cerrado hermético y rotulación.

Las muestras de los grupos A, B, C y D fueron almacenadas en los tubos con saliva artificial, la primera mitad de las muestras de los grupos A, B, C y D se colocaron de manera individual en los tubos con saliva artificial con pH fisiológico (pH 7) y se etiquetaron los tubos con la letra del grupo al que pertenecían, el número de subgrupo, la fecha en la que se colocaron en la saliva artificial y el periodo de tiempo a evaluar (Figura 8). Se repitió el mismo proceso con la segunda mitad de las muestras de cada grupo, pero colocándolas en saliva artificial con pH ácido (pH 4).



**Figura 8.** Ejemplo de rotulado de tubos de muestra.

Cada muestra fue almacenada en la incubadora GCA/Precision Scientific (Thelco®, EUA) a 37° Celsius (Figura 9), por periodos de tiempo de medio día, un día, siete días y veintiocho días, para hacer la medición de los iones de fluoruro liberados, que corresponde a cada cemento de ionómero de vidrio, de manera secuencial.



**Figura 9.** Colocación de muestras en incubadora.

### *Medición de liberación de iones de fluoruro.*

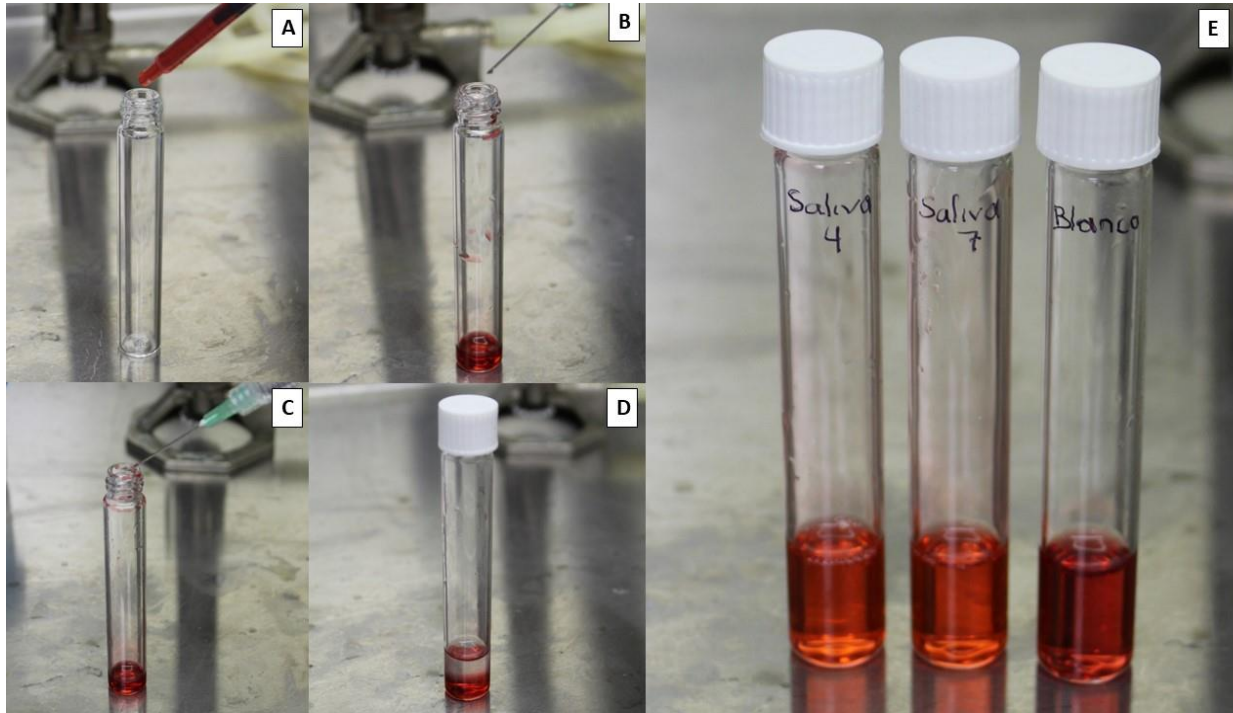
Las muestras de saliva artificial obtenidas de cada grupo y subgrupo experimental y las mediciones de la concentración de iones de fluoruro disponibles en la saliva artificial en los periodos de tiempo establecidos fueron realizadas por un solo operador instruido previamente por un experto para poder realizarlas. Las mediciones fueron tomadas en un fotómetro multiparamétrico HANNA HI83399 (HANNA Intruments®, Rumania). Siguiendo los pasos descritos a continuación bajo condiciones estériles.

### *Preparación de muestra blanco*

Para la muestra blanco de agua destilada se colocaron 0.45 mililitros del reactivo Fluoruro de Bajo Rango HI93729-01 (HANNA Intruments®, Rumania) en el tubo de medición (Figura 10.A) y se agregaron 1.8 mililitros de agua destilada (Figura 10.B), se colocó la tapa, se rotuló y se mezcló el contenido, invirtiendo el tubo en repetidas ocasiones (Figura 10.E). Previo a cada medición de la muestra problema se colocó el tubo con la muestra blanco en el fotómetro multiparamétrico y se ajustó en 0, limpiando previamente el tubo con un pañuelo desechable (Kleenex®, México).

Para la muestra blanco de saliva artificial se colocaron 0.45 mililitros del reactivo Fluoruro de Bajo Rango HI93729-01 (HANNA Intruments®, Rumania) en el tubo de medición (Figura 10.A) y se agregaron 1.8 mililitros de saliva artificial con un valor de pH de 7 (Figura 10.C) y se repitió el mismo procedimiento para la saliva artificial con un valor de pH de 4 (Figura 10.D), se colocó la tapa, se rotuló y se mezcló el contenido, invirtiendo el tubo en repetidas ocasiones (Figura 10.E). Previo a cada medición de la muestra problema se colocó el tubo con la muestra blanco en el fotómetro multiparamétrico y se

ajustó en 0, limpiando previamente el tubo con un pañuelo desechable (Kleenex®, México).

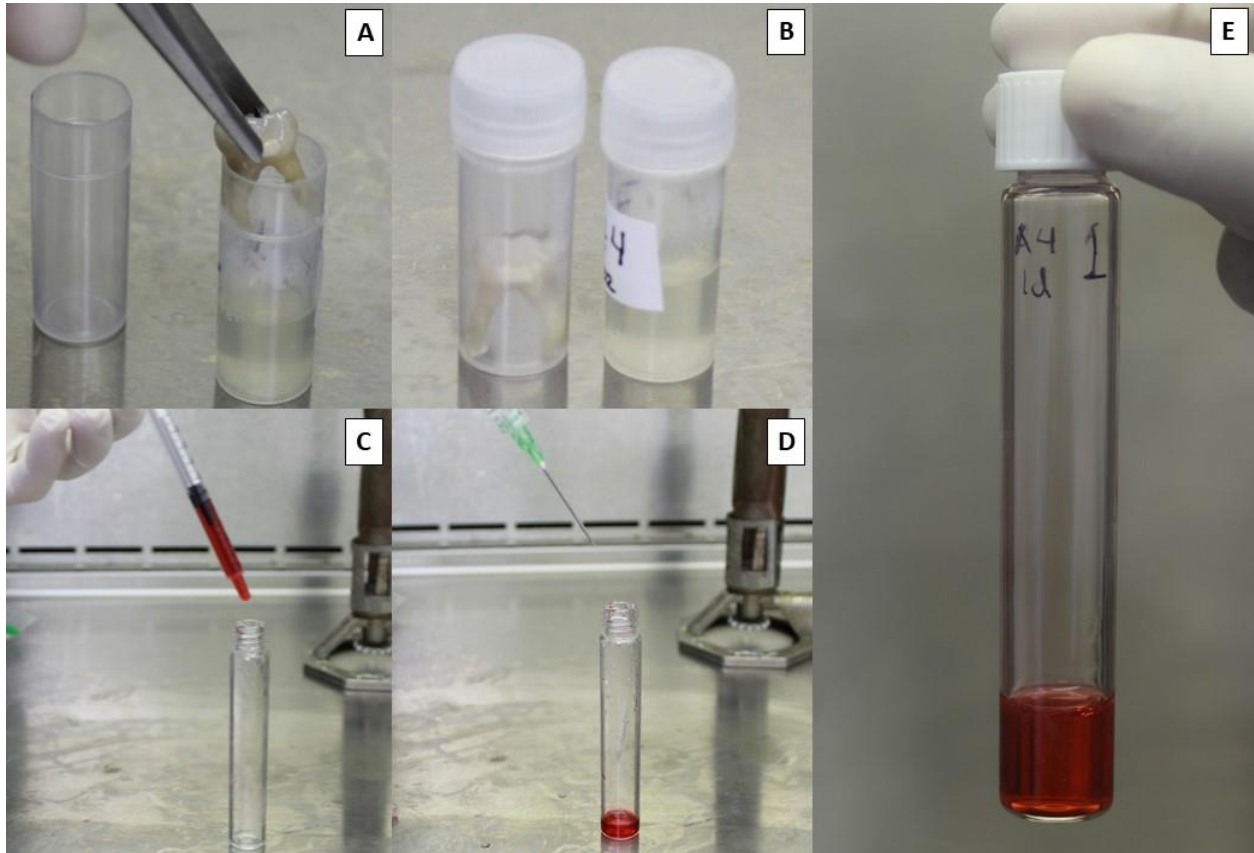


**Figura 10.** Preparación de muestras blanco. A) Adición de reactivo de Fluoruro de Bajo Rango B) Adición de aguas destilada C) Adición de saliva artificial con pH fisiológico D) Adición de saliva artificial con pH ácido E) Mezclado y rotulado de muestras blanco.

#### *Preparación de muestra problema*

Se tomó un tubo de la muestra problema, bajo condiciones estériles, se removió el órgano dental del recipiente original (Figura 11.A) y se resguardo el órgano dental en un recipiente hermético limpio (Figura 11.B). Posteriormente se colocaron 0.45 ml del reactivo Fluoruro de Bajo Rango HI93729-01 (HANNA Instruments®, Rumania) en un tubo de medición (Figura 11.C), se agregaron 1.8 ml de saliva artificial de la muestra, con

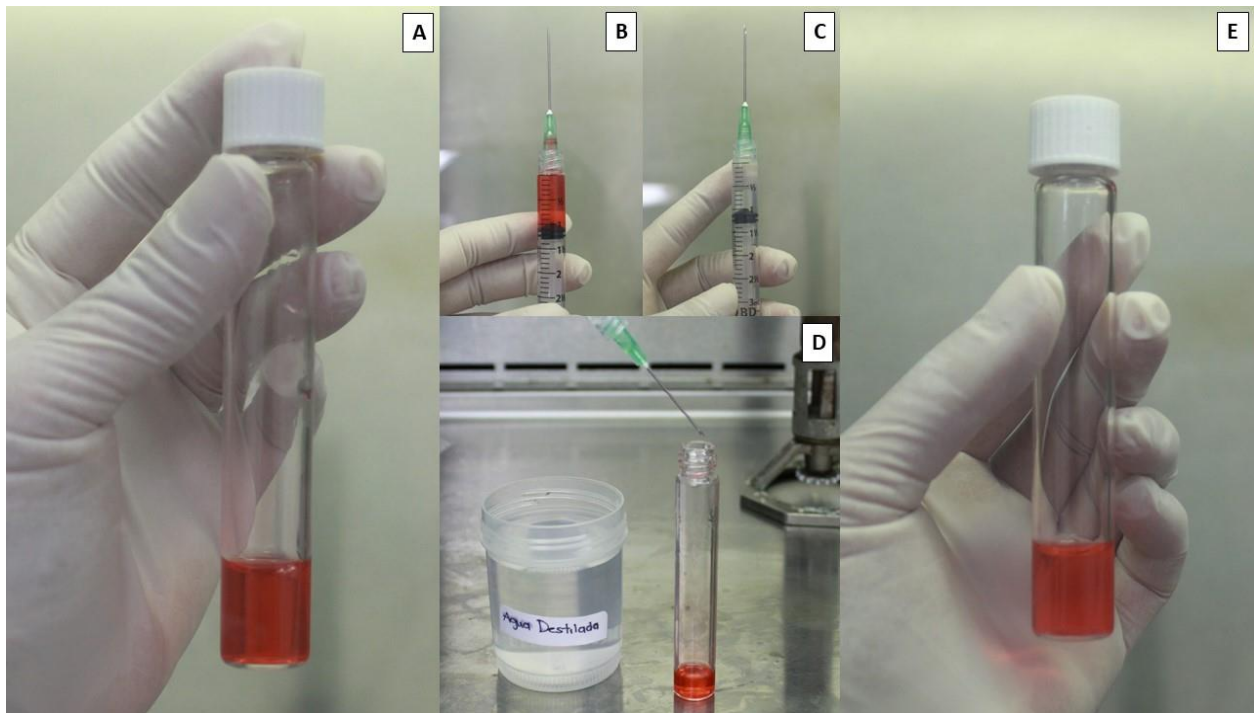
ayuda de una jeringa hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) (Figura 11.D). Se mezcló el tubo de muestra con movimientos circulares sobre la mesa de trabajo y se rotuló como correspondía (Figura 11.E).



**Figura 11.** Preparación de muestras problema. A) Remoción de órgano dental B) Resguardo de muestra de saliva artificial y órgano dental C) Adición de reactivo Fluoruro de Bajo Rango (HANNA Instruments®) en tubo de medición D) Adición de muestra en tubo de medición E) Mezclado y rotulado de muestra.

Las muestras que no pudieron ser medidas de primera intención se diluyeron en una proporción 1:1 con agua destilada (Figura 12.A), con ayuda de una jeringa hipodérmica

estéril (BD Plastipak™, México) se tomaron 1.1 mililitros de la muestra mezclada con el reactivo (Figura 12.B), con una segunda jeringa hipodérmica estéril (BD Plastipak™, México) se tomaron 1.1 mililitros de agua destilada (Figura 12.C) y se combinó el agua destilada con la muestra (Figura 12.D) mezclando con movimientos circulares sobre la mesa de trabajo y se rotuló como correspondía (Figura 12.E).



**Figura 12.** Preparación de dilución de muestras problema. A) Muestra problema B) extracción de 1.1 mililitros de muestra problema C) Extracción de 1.1 mililitros de agua destilada D) Mezcla de Muestra problema y agua destilada E) Muestra diluida.

Una vez obtenida la muestra o dilución de la muestra, se colocó el tubo de medición en el fotómetro multiparamétrico, se realizaron mediciones por triplicado, utilizando tanto el blanco de agua destilada como el blanco de saliva artificial (Figura 13). Se anotaron

los valores en la hoja de control según correspondía. El procedimiento se repitió en cada muestra, de los diferentes grupos y subgrupos, en cada periodo de tiempo establecido para las mediciones, es decir medio día, un día, siete días y veintiocho días.



**Figura 13.** Medición de muestras en fotómetro multiparamétrico. A) Colocación de muestra problema B) Medición de muestra problema.

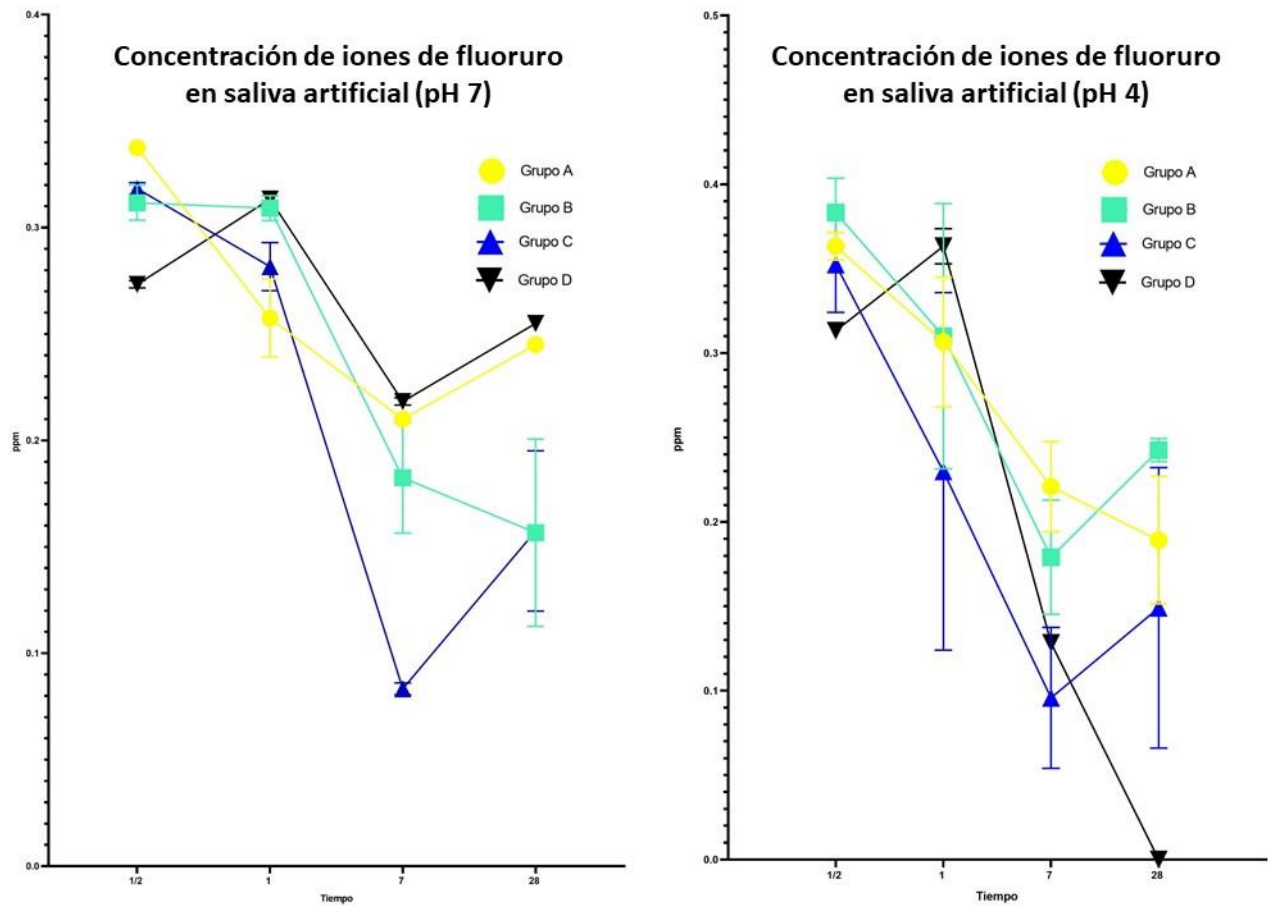
### Análisis estadístico

Los datos obtenidos con las mediciones se vaciaron y tabularon por medio del programa Microsoft Office Excel 2013. En la hoja de datos Excel se vaciaron los resultados de liberación de fluoruro de acuerdo al grupo, subgrupo y periodo de tiempo de cada muestra. Se determinaron medidas de tendencia central mediante el programa GraphPad Prism 9, utilizando la prueba ANOVA unidireccional y bidireccional. El análisis estadístico fue realizado únicamente entre los grupos A, B y C. El grupo D, fue excluido

debido al desconocimiento de los valores iniciales de contenido mineral, específicamente iones de fluoruro de las muestras, en consecuencia el grupo D fue manejado como un testigo biológico y únicamente fue utilizado en la comparación del comportamiento del órgano dental en el medio dependiendo el pH que presenta, es decir fisiológico (pH 7) o ácido (pH 4), durante el tiempo que fue llevada a cabo la presente investigación. Para el análisis intragrupo en los diferentes periodos de tiempo evaluados se utilizó la prueba estadística ANOVA unidireccional con prueba de comparación múltiple de Tukey y la comparación de la variación de pH en los grupos se realizó con la prueba estadística ANOVA bidireccional con el test de comparación múltiple de Šídák.

## 7. Resultados

Los resultados obtenidos de la cantidad de iones de fluoruro libres en la saliva artificial de los diferentes grupos y subgrupos se muestran en las tablas 1 y 2, representándose gráficamente en la figura 14. En la evaluación general de la liberación de fluoruros de los diferentes grupos por subgrupo, representada gráficamente en la figura 15, se encontró que en saliva artificial con pH fisiológico (subgrupo 7), los valores de liberación de fluoruros fueron similares entre los tres ionómeros de vidrio. Ketac™ Universal ( $0.2625 \pm 0.05223$  ppm) presentó una mayor liberación de iones de fluoruro, seguida por Fuji IX® ( $0.2400 \pm 0.0938$  ppm) y EQUIA® Forte ( $0.2102 \pm 0.1065$  ppm) respectivamente. Entre los grupos evaluados en saliva artificial en pH ácido (subgrupo 4) los valores encontrados también fueron similares entre ellos, sin embargo fue Fuji IX® ( $0.2788 \pm 0.08793$  ppm) quien presentó una mayor liberación de fluoruros, seguido por Ketac™ Universal ( $0.270 \pm 0.07590$  ppm) y EQUIA® Forte ( $0.2342 \pm 0.1265$  ppm). En el análisis estadístico ANOVA unidireccional con prueba de comparación de Tukey entre los grupos A, B y C, tanto en el subgrupo 7 como el subgrupo 4 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ).



**Figura 14.** Graficas de liberación de iones de fluoruro en saliva artificial con pH fisiológico (pH 7) y ácido (pH 4) en Ketac Universal (Grupo A), Fuji IX (Grupo B), EQUIA Forte (Grupo C) y el grupo testigo (Grupo D).

**Tabla 1.** Concentración de iones de fluoruro libres en saliva artificial de los diferentes materiales en diferentes periodos de tiempo en pH fisiológico (subgrupo 7).

| Grupo                | Periodos de tiempo evaluados      |                                 |                                   |                                        | ANOVA Bidireccional |              |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|---------------------|--------------|
|                      | Medio día (ppm)<br>Media $\pm$ SD | Día uno (ppm)<br>Media $\pm$ SD | Día siete (ppm)<br>Media $\pm$ SD | Día veintiocho (ppm)<br>Media $\pm$ SD | F                   | P            |
|                      |                                   |                                 |                                   |                                        |                     |              |
| Ketac™ Universal     | 0.3375 $\pm$ 0.008216             | 0.2575 $\pm$ 0.04503            | 0.2100 $\pm$ 0.000                | 0.2450 $\pm$ 0.000                     | 33.27               | <0.0001 **** |
| Fuji IX®             | 0.3117 $\pm$ 0.02017              | 0.3092 $\pm$ 0.01429            | 0.1825 $\pm$ 0.06362              | 0.1567 $\pm$ 0.1077                    | 9.921               | 0.0003 ***   |
| EQUIA® Forte         | 0.3183 $\pm$ 0.006831             | 0.2817 $\pm$ 0.02769            | 0.08333 $\pm$ 0.006831            | 0.1575 $\pm$ 0.09224                   | 30.47               | <0.0001 **** |
| ANOVA Unidireccional | F                                 | 6.216                           | 4.012                             | 19.52                                  | 2.306               |              |
|                      | P                                 | 0.0108 *                        | 0.0402 *                          | <0.0001 ****                           | 0.1339 ns           |              |

ANOVA Unidireccional con comparación de Tukey para comparación entre grupos por periodo de tiempo. ANOVA Bidireccional con comparación de SIDAK para comparación por grupo entre los diferentes periodos de tiempo, en los cuales el valor de significancia fue  $p < 0.05$ .

SD Desviación estándar

ppm Partes por millón

ns No existe diferencia significativa

\* Diferencia poco significativa

\*\* Diferencia significativa

\*\*\* Diferencia muy significativa

\*\*\*\* Diferencia muy muy significativa

**Tabla 2.** Concentración de iones de fluoruro libres en saliva artificial de los diferentes materiales en diferentes periodos de tiempo en pH ácido (subgrupo 4).

| Grupo                |   | Periodos de tiempo evaluados  |                             |                               |                                    | ANOVA Bidireccional |              |
|----------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|
|                      |   | Medio día (ppm)<br>Media ± SD | Día uno (ppm)<br>Media ± SD | Día siete (ppm)<br>Media ± SD | Día veintiocho (ppm)<br>Media ± SD |                     |              |
|                      |   |                               |                             |                               |                                    | F                   | P            |
| Ketac™ Universal     |   | 0.3633 ± 0.008165             | 0.3067 ± 0.03843            | 0.2208 ± 0.02672              | 0.1892 ± 0.03787                   | 41.19               | <0.0001 **** |
| Fuji IX®             |   | 0.3833 ± 0.02041              | 0.3100 ± 0.07861            | 0.1792 ± 0.03383              | 0.2425 ± 0.006892                  | 23.77               | <0.0001 **** |
| EQUIA® Forte         |   | 0.3525 ± 0.02842              | 0.3392 ± 0.05024            | 0.09583 ± 0.04176             | 0.1492 ± 0.08309                   | 14.47               | <0.0001 **** |
| ANOVA Unidireccional | F | 3.412                         | 0.5652                      | 20.2                          | 4.706                              |                     |              |
|                      | P | 0.0601 ns                     | 0.5799 ns                   | <0.0001 ****                  | 0.0259 *                           |                     |              |

ANOVA Unidireccional con comparación de Tukey para comparación entre grupos por periodo de tiempo. ANOVA Bidireccional con comparación de SIDAK para comparación por grupo entre los diferentes periodos de tiempo, en los cuales el valor de significancia fue  $p < 0.05$ .

SD Desviación estándar

ppm Partes por millón

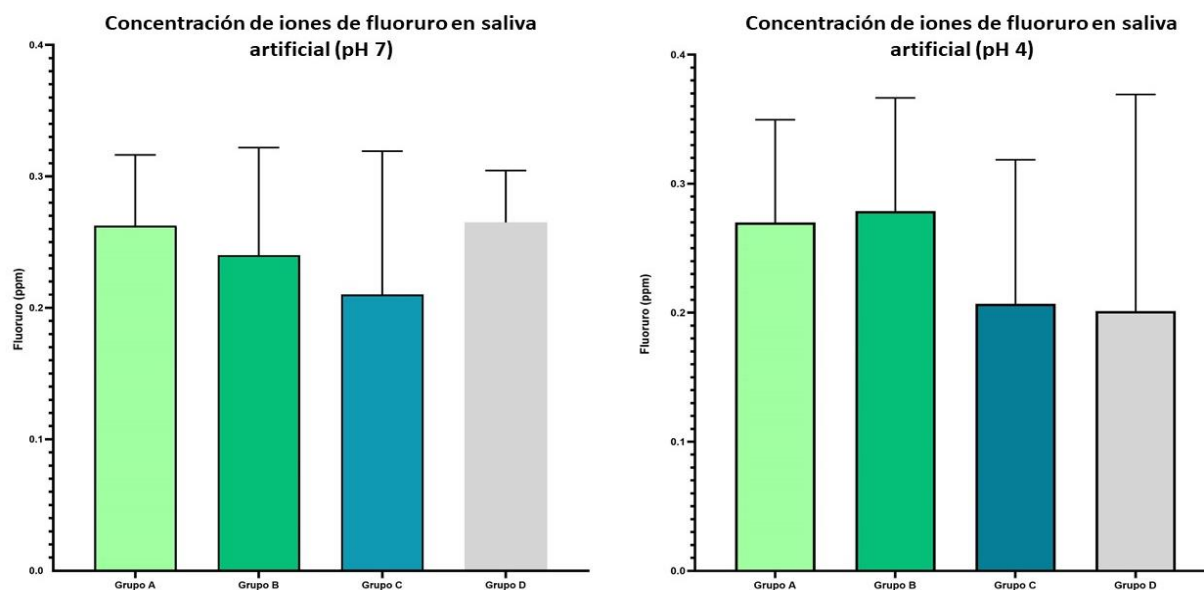
ns No existe diferencia significativa

\* Diferencia poco significativa

\*\* Diferencia significativa

\*\*\* Diferencia muy significativa

\*\*\*\* Diferencia muy muy significativa



**Figura 15.** Graficas de liberación general de iones de fluoruro por grupo y subgrupo.

**Tabla 3.** Análisis estadístico ANOVA unidireccional con prueba comparativa múltiple de Tukey entre grupos del subgrupo 7 en los diferentes periodos de tiempo evaluados.

| Grupo   | Periodos de tiempo evaluados     |                                |                                  |                                       |
|---------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|         | Medio día<br>Valor de P ajustado | Día uno<br>Valor de P ajustado | Día siete<br>Valor de P ajustado | Día veintiocho<br>Valor de P ajustado |
| A vs. B | 0.0105 *                         | 0.0320 *                       | 0.4224 ns                        | 0.1820 ns                             |
| A vs. C | 0.0579 ns                        | 0.4041 ns                      | <0.0001 ****                     | 0.1873 ns                             |
| B vs. C | 0.6628 ns                        | 0.3158 ns                      | 0.0009 ***                       | 0.9998 ns                             |

Grupo A = Ketac Universal, Grupo B = Fuji IX y Grupo C = EQUIA Forte.

Valor de significancia de  $p \leq 0.05$

ns No existe diferencia significativa

\* Diferencia poco significativa

\*\* Diferencia significativa

\*\*\* Diferencia muy significativa

\*\*\*\* Diferencia muy muy significativa

**Tabla 4.** Análisis estadístico ANOVA unidireccional con prueba de comparación múltiple de Tukey entre grupos del subgrupo 4 en los diferentes periodos de tiempo evaluados.

| Grupo   | Periodos de tiempo evaluados     |                                |                                  |                                       |
|---------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|         | Medio día<br>Valor de P ajustado | Día uno<br>Valor de P ajustado | Día siete<br>Valor de P ajustado | Día veintiocho<br>Valor de P ajustado |
| A vs. B | 0.2486 ns                        | 0.9946 ns                      | 0.1272 ns                        | 0.2208 ns                             |
| A vs. C | 0.6458 ns                        | 0.6084 ns                      | <0.0001 ****                     | 0.4112 ns                             |
| B vs. C | 0.0522 ns                        | 0.6684 ns                      | 0.0022 **                        | 0.0205 *                              |

Grupo A = Ketac Universal, Grupo B = Fuji IX y Grupo C = EQUIA Forte.

Valor de significancia de  $p \leq 0.05$

ns No existe diferencia significativa

\* Diferencia poco significativa

\*\* Diferencia significativa

\*\*\* Diferencia muy significativa

\*\*\*\* Diferencia muy muy significativa

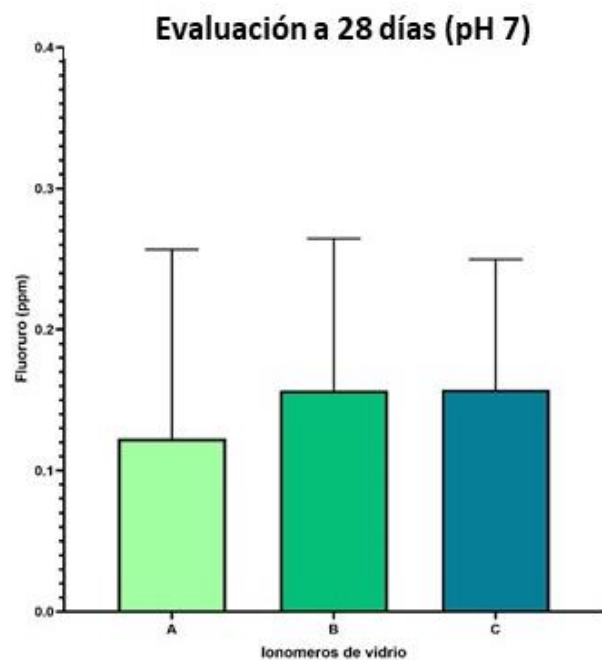
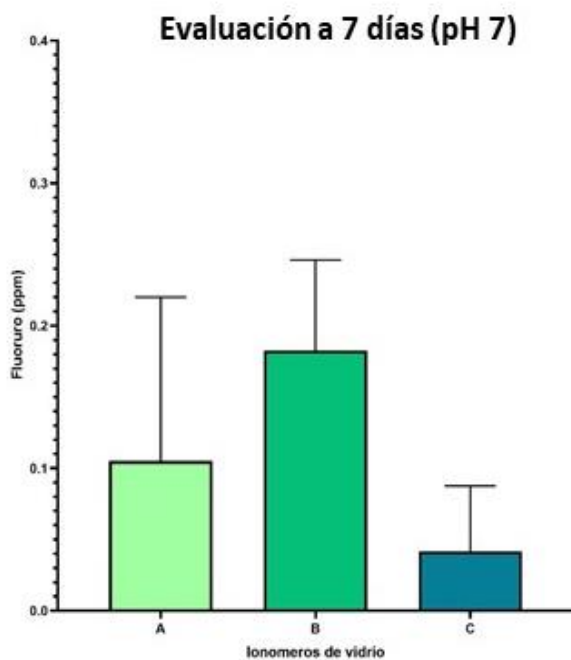
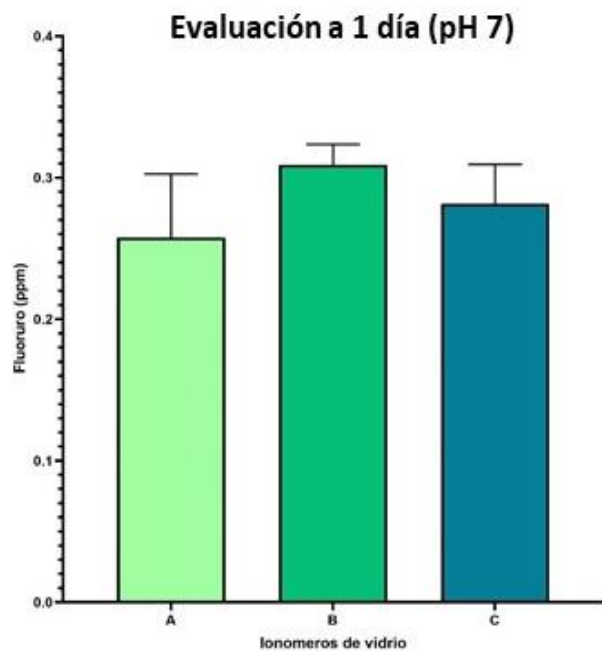
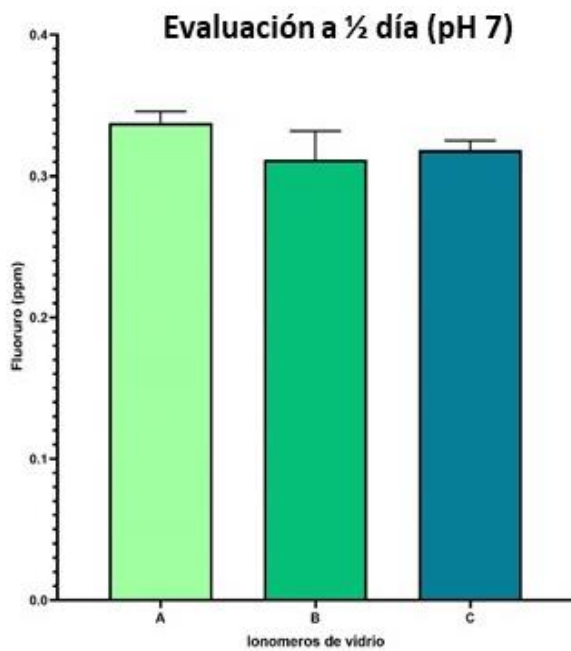
En la evaluación a medio día en el subgrupo 7 (Figura 15) la mayor concentración de fluoruro en saliva artificial (Tabla 1) fue observada en Ketac™ Universal ( $0.3375 \pm 0.008216$  ppm) seguido por EQUIA® Forte ( $0.3183 \pm 0.006831$  ppm) y Fuji IX® ( $0.3117 \pm 0.02017$  ppm). En el subgrupo 4 (Tabla 2) fue Fuji IX® ( $0.3833 \pm 0.02041$  ppm) quien presentó una mayor liberación de fluoruros, seguido por Ketac™ Universal ( $0.3633 \pm 0.008165$  ppm) y EQUIA® Forte ( $0.3525 \pm 0.02842$  ppm). En el análisis estadístico entre los grupos del subgrupo 7 (Tabla 3) no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ( $p \geq 0.05$ ), a excepción de Ketac™ Universal y Fuji IX® ( $p 0.0105^*$ ) quienes presentaron diferencias significativas, con mayor liberación de fluoruros en Ketac™ Universal. Entre los grupos evaluados en el subgrupo 4 (Tabla 4) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ).

En la evaluación a un día en el subgrupo 7 (Tabla 1) se encontró una mayor liberación de fluoruros en Fuji IX® ( $0.3092 \pm 0.01429$  ppm) seguida por EQUIA® Forte ( $0.2817 \pm 0.02769$  ppm) y Ketac™ Universal ( $0.2575 \pm 0.04503$  ppm) respectivamente. Mientras que en el subgrupo 4 (tabla 2) fue EQUIA® Forte ( $0.3392 \pm 0.05024$  ppm) quien presentó una mayor liberación de iones de fluoruro seguida de Fuji IX® ( $0.3100 \pm 0.07861$  ppm) y Ketac™ Universal ( $0.3067 \pm 0.03843$  ppm) respectivamente. En el análisis estadístico entre los grupos del subgrupo 7 (Tabla 3) no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos a excepción de Fuji IX® y Ketac™ Universal ( $p 0.0320^*$ ), encontrando una mayor liberación de fluoruros en Fuji IX®. Entre los grupos del subgrupo 4 (Tabla 4) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ).

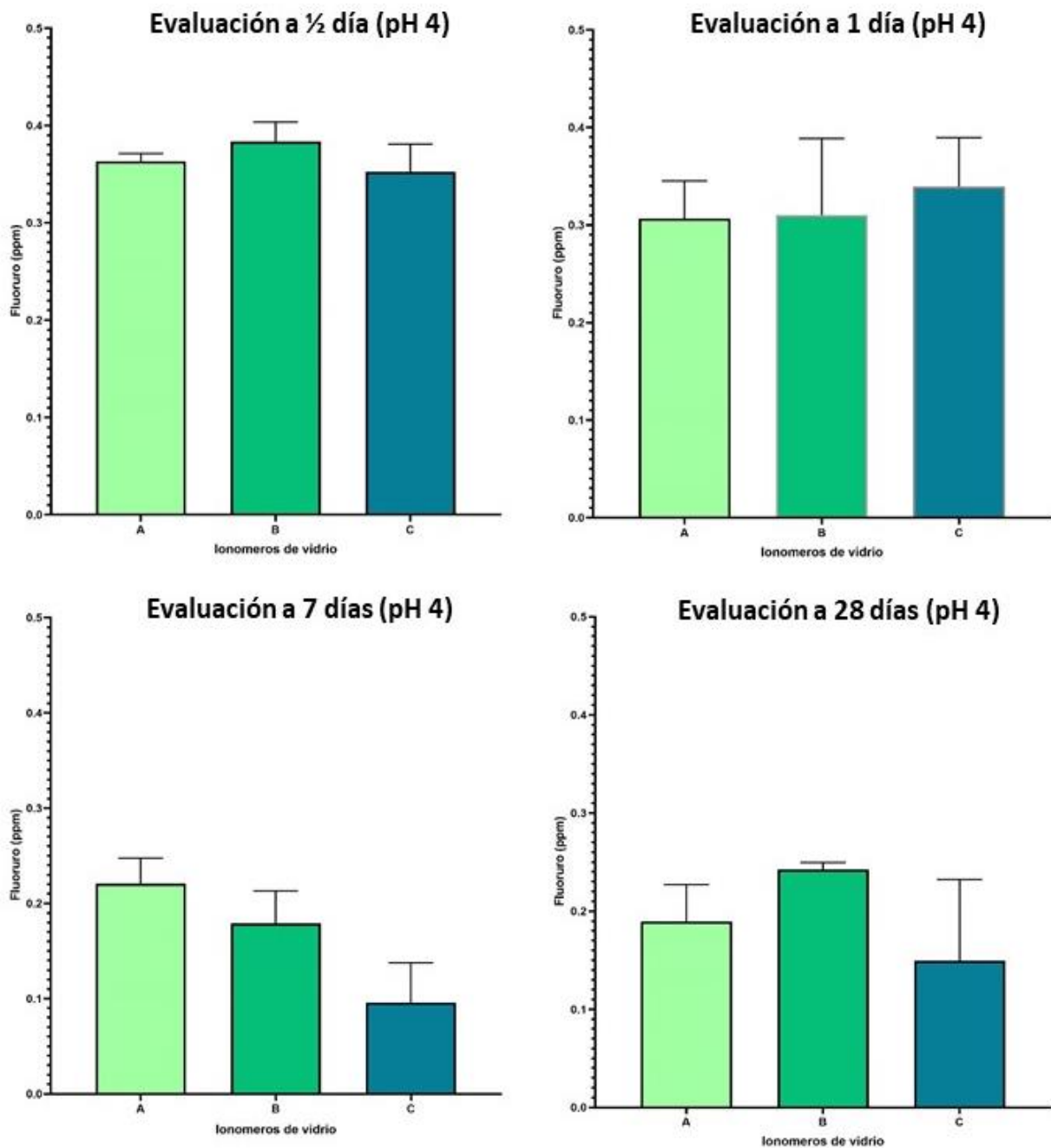
En la evaluación a los siete días en el subgrupo 7 (Tabla 1) se encontró una mayor liberación de fluoruros en Ketac™ Universal ( $0.2100 \pm 0.000$  ppm) seguido por Fuji IX®

( $0.1825 \pm 0.06362$  ppm) y EQUIA® Forte ( $0.08333 \pm 0.006831$  ppm) respectivamente. De igual manera en la evaluación en el subgrupo 4 el ionómero que presentó una mayor liberación de fluoruros fue Ketac™ Universal ( $0.2208 \pm 0.02672$  ppm), seguido por Fuji IX® ( $0.1792 \pm 0.03383$  ppm) y EQUIA® Forte ( $0.09583 \pm 0.04176$  ppm). En el análisis estadístico entre los grupos del subgrupo 7 (Tabla 3) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Ketac™ Universal y Fuji IX® ( $p \geq 0.05$ ), sin embargo, EQUIA® Forte presentó menor liberación de fluoruros y diferencias estadísticamente significativas con Ketac™ Universal ( $p < 0.0001^{****}$ ) y Fuji IX® ( $p = 0.0009^{***}$ ). En el subgrupo 4 (Tabla 4) EQUIA® Forte también presentó menor liberación de fluoruros y diferencias significativas con Ketac™ Universal ( $p < 0.0001^{****}$ ) y con Fuji IX® ( $p = 0.0022^{**}$ ).

En la evaluación a 28 días en el subgrupo 7 se encontró mayor liberación de fluoruros (Tabla 1) en Ketac™ Universal ( $0.2450 \pm 0.000$  ppm), seguido por EQUIA® Forte ( $0.1575 \pm 0.09224$  ppm) y Fuji IX® ( $0.1567 \pm 0.1077$  ppm) respectivamente, mientras que en el subgrupo 4 (Tabla 2) la mayor liberación de fluoruros fue en Fuji IX® ( $0.2425 \pm 0.006892$  ppm) seguido por Ketac™ Universal ( $0.1892 \pm 0.03787$  ppm) y EQUIA® Forte ( $0.1492 \pm 0.08309$  ppm). En el análisis estadístico entre los grupos en saliva artificial tanto en el subgrupo 7 (Tabla 3) como en el subgrupo 4 (Tabla 4) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ), a excepción de Fuji IX® y EQUIA® Forte en el subgrupo 4, presentando mayor liberación de fluoruros en Fuji IX® ( $p = 0.0205^{*}$ ).

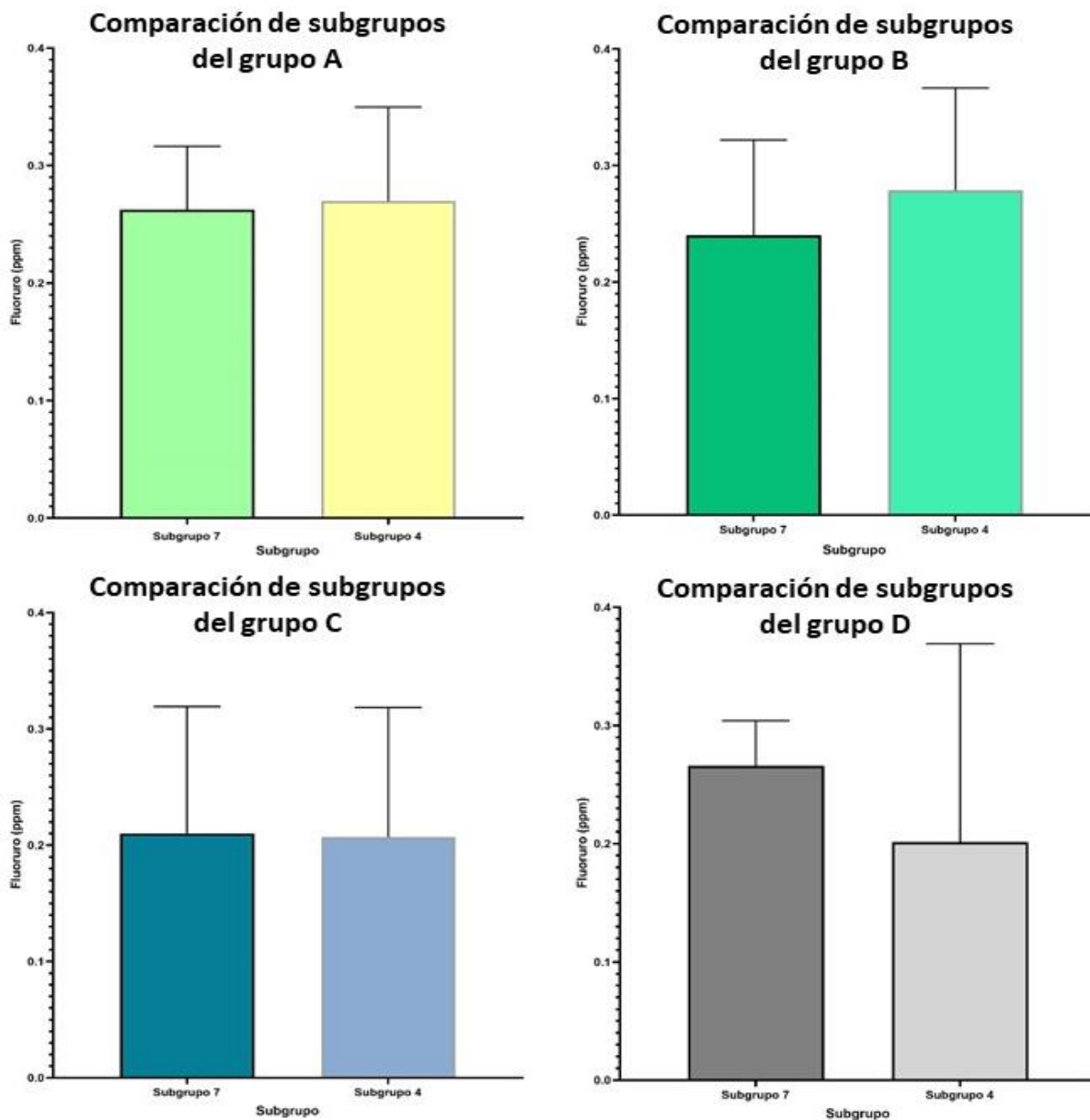


**Figura 16.** Graficas de liberación de iones de fluoruro en saliva artificial del subgrupo 7; Ketac Universal (Grupo A), Fuji IX (Grupo B), EQUIA Forte (Grupo C) y el grupo control (Grupo D).



**Figura 17.** Graficas de liberación de iones de fluoruro en saliva artificial del subgrupo 4; Ketac Universal (Grupo A), Fuji IX (Grupo B), EQUIA Forte (Grupo C) y el grupo control (Grupo D).

Se realizó análisis estadístico ANOVA con el test de comparación múltiple de Šídák para comparar la liberación de fluoruros por subgrupo de pH y se graficaron los resultados obtenidos como se aprecia en la figura 16 y 17, así como de un mismo grupo en diferente pH como se aprecia en la figura 18.



**Figura 18.** Graficas de liberación de iones de fluoruro en saliva artificial por subgrupo; Ketac Universal (Grupo A), Fuji IX (Grupo B), EQUIA Forte (Grupo C) y Grupo testigo (Grupo D).

En la evaluación del grupo A de Ketac™ Universal (Figura 18) tanto en el subgrupo 7 como el subgrupo 4 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al medio día, ni a los siete días ( $p \geq 0.05$ ). Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas a un día ( $p = 0.0118^*$ ), encontrando una mayor concentración de fluoruros en el subgrupo 4, y 28 días ( $p = 0.0035^{**}$ ) encontrando una mayor concentración de fluoruros en el subgrupo 7.

En el grupo B de Fuji IX® (Figura 18) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre los subgrupos 7 y 4 en los periodos de tiempo evaluados, a excepción de los 28 días donde se encontraron resultados estadísticamente significativos ( $p = 0.0387^*$ ), con una mayor concentración de fluoruros en el subgrupo 4.

En el grupo C de EQUIA® Forte (Figura 18) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos 7 y 4 en los diferentes periodos de tiempo evaluados ( $p \geq 0.05$ ), presentando una liberación homogénea tanto en pH fisiológico como ácido.

En el grupo D o grupo testigo (Figura 18) se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos ( $p < 0.0001$ ), en todos los periodos de tiempo evaluados, presentando una mayor concentración de fluoruros en el subgrupo 7.

## 8. Discusión.

La elevada prevalencia de lesiones cariosas a nivel mundial y en México, requieren de tratamientos con un enfoque preventivo, por lo que de acuerdo a Bahsi y colaboradores<sup>9</sup> el uso de ionómeros de vidrio de alta viscosidad como material restaurador permite satisfacer las necesidades de tratamiento y prevención, ya que presenta propiedades importantes como la liberación inicial elevada y prolongada fluoruros, la propiciación de los procesos de remineralización y prevención de formación de lesiones cariosas secundarias, así como las mejoras en sus propiedades físicas disminuyendo la microfiltración, permitiendo obtener buenos resultados clínicos.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de liberación de fluoruros asociada al uso de los ionómeros de vidrio Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte en molares temporales extraídos, utilizando saliva artificial con valores de pH de 7 y 4. Los resultados arrojaron que en el subgrupo 7, las muestras donde se utilizó Ketac™ Universal liberaron mayor cantidad de fluoruros seguido por las muestras donde se utilizó Fuji IX® y EQUIA® Forte, respectivamente. Por lo contrario, en el subgrupo 4 las muestras donde se utilizó Fuji IX® liberaron mayor cantidad de fluoruros seguida por Ketac™ Universal y EQUIA® Forte. Sin embargo, el análisis estadístico reveló que no existían diferencias estadísticamente significativas entre la liberación general de Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte tanto en el subgrupo 7 como en el subgrupo 4. Adicionalmente se observó mayor liberación de fluoruros en medio ácido (pH 4) con respecto al medio fisiológico (pH 7). Se sabe que las soluciones a pH ácido presentan mayor concentración de iones H<sup>+</sup>, los cuales pueden atacar la matriz de los ionómeros de vidrio causando la liberación de iones y una disolución del ionómero.<sup>10</sup> Este proceso

tiene una relevancia clínica ya que la formación de placa dentobacteriana puede causar decesos en el pH salival variando entre un 4-4.5, niveles en los cuales se favorece la desmineralización dental, por lo que la liberación de iones de la matriz del ionómero resulta beneficiosa al incrementar la disposición de fluoruros libres en el medio, favoreciendo la integración de los iones de fluoruro a la estructura dental afectada por el descenso en el pH, posterior a la estabilización del pH a fisiológico, el incremento de la dispersión de fluoruros en el medio favorecerá la remineralización del órgano dental.

En cuanto al comportamiento de la liberación de fluoruros por tiempo, todos los ionómeros de vidrio presentaron una mayor liberación de fluoruro en las primeras 24 horas, dicho fenómeno es originado por la interacción ácido-base del material, en la cual se presenta un incremento de la liberación de ácidos que favorece la liberación de iones de fluoruro al ambiente. Además, después de la etapa de maduración de la matriz del ionómero, la matriz se vuelve menos permeable, disminuyendo la liberación de iones de fluoruro al medio.<sup>9</sup> Posterior a los 7 días se pudo observar una importante disminución de la concentración de iones libres en saliva para posteriormente incrementar la concentración de iones libres en saliva a los 28 días. Dicho comportamiento pudo observarse en el grupo D (grupo testigo) en saliva artificial con pH fisiológico (pH 7), apreciado una disminución de iones libres en saliva a los 7 días del análisis. Esto podría ser debido a que el órgano dental incorpora iones libres a su esmalte, como parte de un proceso natural activo de intercambio de iones con el medio con la finalidad de encontrar el equilibrio. En otras palabras, los órganos dentales son un sistema biológico que permite el intercambio de iones de fluoruro con el fin de lograr un equilibrio con el medio en el

cual se encuentre. Seguido de la baja de iones se observó una estabilización en el proceso de incorporación y liberación de fluoruros, independiente del pH del medio.

En lo que respecta al comportamiento de los ionómeros de vidrio a diferente pH, es decir, las posibles variaciones en la liberación de iones de un mismo material por el cambio de pH, EQUIA® Forte fue el único ionómero de vidrio que no presentó diferencias significativas entre los diferentes pH evaluados, observándose un comportamiento más estable de liberaciones de fluoruro. Desde el punto de vista clínico, esto tiene una gran relevancia ya el medio oral presenta constantes fluctuaciones en el pH salival, lo cual no influiría en la liberación de fluoruros de EQUIA® Forte, manteniéndose estables a pesar de la variabilidad de pH, asegurando la disposición del fluoruro en el medio oral y su deposición en las estructuras del esmalte de manera uniforme.

Concordando con los estudios previos de Ruengrungsom y colaboradores<sup>7</sup> quienes evaluaron la liberación de fluoruro de diversos ionómeros de vidrio, incluyendo a Ketac™ Universal y EQUIA® Forte. A diferencia de la presente investigación utilizaron discos cilíndricos de ionómero almacenados en agua desionizada. Sin embargo, tampoco encontraron diferencias significativas de liberación de fluoruros entre los ionómeros de vidrio en pH fisiológico y encontraron mayor liberación de fluoruros en ácido láctico (pH 4), al igual que en la presente investigación.

Moshaverina y colaboradores<sup>8</sup> realizaron un estudio para evaluar las características de EQUIA® Forte y Fuji IX®. Diferiendo con el presente estudio en la metodología, al utilizar discos cilíndricos de ionómero de vidrio. Encontraron que EQUIA® Forte presentaba una mayor liberación de fluoruro, debido a la composición de su matriz, que

presenta partículas vítreas más finas que permiten una mayor difusión de iones de fluoruro al medio externo. Al igual que en el presente estudio, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la liberación de fluoruro entre EQUIA® Forte y Fuji IX®.

Bahsi y colaboradores<sup>9</sup> estudiaron la liberación de fluoruro y la microfiltración de EQUIA® Forte y Fuji IX®. Realizando también discos cilíndricos de ionómeros de vidrio almacenados en agua destilada. Encontraron una mayor liberación de fluoruro a las 24 horas y después de 72 horas observaron una disminución en la liberación para posteriormente estabilizar su liberación entre los días 10-20. No encontraron diferencias estadísticamente significativas de liberación de fluoruro entre los diferentes ionómeros de vidrio evaluados, aunque EQUIA® Forte fue el ionómero con mayor liberación de fluoruro. A pesar de que en el presente estudio se utilizaron molares temporales extraídos con restauraciones clase V de ionómeros de vidrio almacenados en saliva artificial y no discos cilíndricos de ionómero de vidrio en agua destilada, se encontró el mismo patrón de liberación de fluoruro, es decir, una mayor liberación de iones en las primeras 24 horas.

Bueno y colaboradores<sup>10</sup> estudiaron la liberación de fluoruro de diferentes ionómeros de vidrio en relación a el pH del medio y la erosión ácida que presenta. Encontraron el mismo patrón de liberación de fluoruros entre EQUIA® Forte y Fuji IX®, una mayor liberación de fluoruros en las primeras 24 horas así como mayor liberación en pH ácido. A diferencia del presente estudio, Bueno y colaboradores utilizaron discos cilíndricos de ionómero almacenados de manera cíclica en un medio ácido por 6 horas y pH fisiológico por 18 horas, cambiando el medio por uno nuevo periódicamente. Sin embargo, al igual que el presente estudio encontraron una mayor liberación de fluoruros en pH ácido.

Desafortunadamente no se han encontrado suficientes estudios donde evalúen la liberación de fluoruros de los ionómeros de vidrio utilizados en la presente investigación, para realizar una comparación con los datos encontrados. Tomando en cuenta que el ionómero de vidrio en presencia de un órgano dental presentará un comportamiento diferente en comparación a la utilización de discos cilíndricos del material, debido a la interacción con el medio de almacenaje y los componentes minerales propios del órgano dental, el presente estudio logra evaluar la liberación de fluoruros de manera similar a la esperada en la cavidad oral. Considerando que la liberación de fluoruros en agua destilada en comparación con saliva artificial, presentara diferencias debido a la saturación de iones en la saliva artificial que limitan la salida de fluoruros al medio, al contrario del agua destilada donde se ve favorecida la liberación de iones al medio debido a su baja saturación de iones libres.

## 9. Conclusiones.

En el presente estudio se evaluó la eficiencia de liberación de fluoruros asociada al uso de los ionómeros de vidrio Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte en mlares temporales extraídos, así como su comportamiento ante la variabilidad del pH salival, se concluyó que los tres ionómeros de vidrio presentaron una eficiencia de liberación de fluoruros.

- A pesar que en saliva artificial con pH fisiológico Ketac™ Universal presentó mayor liberación de fluoruros, seguida por Fuji IX® y EQUIA® Forte, mientras que en pH ácido Fuji IX® presentó mayor liberación de fluoruros, seguida por Ketac™ Universal y EQUIA® Forte. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la liberación de fluoruro general entre los ionómeros de vidrio evaluados, tanto en pH fisiológico como ácido.
- El pH salival ácido (pH 4) favorece la liberación de fluoruros en los tres ionómeros de vidrio evaluados, encontrando diferencias significativas en la comparación por pH de los subgrupos 7 y 4 en Ketac™ Universal y Fuji IX®, mientras que EQUIA® Forte presentó una liberación más estable ante la variabilidad del pH.
- Existe una mayor liberación de fluoruros en las primeras 24 horas en Ketac™ Universal, Fuji IX® y EQUIA® Forte, presentando el mismo comportamiento en pH fisiológico y ácido.
- Con base en los resultados obtenidos se aprueba la hipótesis nula, al no encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los ionómeros de vidrio evaluados.

## **10. Recomendaciones.**

1. Con el propósito de favorecer el análisis estadístico se recomienda incrementar el número de muestras para futuras investigaciones.
2. Utilizar un control positivo de hidroxiapatita de mismo volumen o masa del órgano dental como grupo control.
3. Realizar estudios complementarios de biopsia de esmalte para evaluar la remineralización asociada al uso de ionómeros de vidrio en órganos dentales extraídos.

## **11. Caso clínico**

# **Manejo preventivo con Ketac™ Universal de selladores en paciente con Hipomineralización Molar Incisivo leve.**

*Reyes-Lara Patricia<sup>1</sup>, Gómez Llanos-Juárez Haydeé<sup>2</sup>, De la Cruz-Corona Betsabé<sup>2</sup>,  
Verdugo-Valenzuela Irma Alicia<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Alumna de Especialidad en Odontología Pediátrica, Facultad de Odontología Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California.

<sup>2</sup>Cuerpo Académico Odontología Pediátrica y Ciencias Afines, Universidad Autónoma de Baja California.

## **RESUMEN**

**Introducción:** la Hipomineralización Molar Incisivo (HIM) es una hipomineralización de origen sistémico que afecta de uno a cuatro primeros molares permanentes.<sup>53</sup> Este defecto presenta una prevalencia de 35.4% en México.<sup>57</sup> Clínicamente se muestran opacidades demarcadas de coloración blanca-amarillenta, con o sin pérdida de estructura dental. El tratamiento de HIM leve tendrá un enfoque preventivo para evitar fracturas del esmalte y lesiones cariosas.<sup>56</sup> El uso del ionómero de vidrio Ketac™ Universal como sellador de fosetas y fisuras es una alternativa confiable.<sup>61,64</sup> Fraguelli y colaboradores<sup>61</sup> evaluaron la aplicación de selladores en pacientes con HMI leve y su éxito a 18 meses, Markovic y colaboradores<sup>63</sup> valoraron el uso de ionómeros de vidrio como selladores y su éxito y prevención de aparición de lesiones cariosas con un seguimiento de 13 años, mientras que Šalinović y colaboradores<sup>24</sup> compararon las propiedades mecánicas de Ketac™ Universal y la durabilidad esperada del material. Sin embargo no se ha encontrado suficiente evidencia del éxito o fracaso de los selladores de ionómero de vidrio

en pacientes con HMI leve. Siendo el objetivo mostrar un tratamiento preventivo con Ketac™ Universal en molares diagnosticados con HMI.

**Reporte de caso:** paciente masculino de 6 años se presenta a la clínica de la Especialidad en Odontología Pediátrica, con lesiones opacas bien demarcadas en órganos dentales 11, 36 y 46, diagnosticados con HMI leve y alto riesgo de caries dental. Realizando tratamiento preventivo de selladores con Ketac™ Universal. **Resultados:** se encontró 50% de éxito clínico en selladores con Ketac™ Universal, mostrando pérdida de la estructura del sellador en órgano dental 46.

**Discusión:** es recomendado el uso de materiales con liberación de fluoruro como tratamiento de molares diagnosticados con HMI leve.

**Conclusión:** es necesario realizar más investigación para conocer el comportamiento de los ionómeros de vidrio en HMI leve, manteniendo un seguimiento estricto de los pacientes.

**Palabras clave:** Ketac Universal, Ionómero de vidrio, Hipomineralización Molar Incisivo

## ABSTRACT

**Introduction:** Molar Incisor Hypomineralization (MIH) is a systemic hypomineralization that affects one to four first permanent molars.<sup>53</sup> This defect has a prevalence of 35.4% in Mexico.<sup>57</sup> Clinically, it shows demarcated white-yellowish opacities, with or without loss of enamel structure. The treatment of mild MIH will have a preventive approach to avoid enamel fractures and carious lesions.<sup>56</sup> Ketac™ Universal glass ionomers as a pit and fissure sealant is a reliable alternative.<sup>61,64</sup> Fraguelli and collaborators<sup>61</sup> evaluated the application of sealants in patients with mild MIH and its success at 18 months, Markovic and collaborators<sup>63</sup> evaluated the use of glass ionomers as sealants and their success and prevention of the appearance of carious lesions with a follow-up of 13 years, while that Šalinović and collaborators<sup>24</sup> compared the mechanical properties of Ketac™ Universal and the expected durability of the material. However, there is insufficient evidence of the success or failure of glass ionomer sealants in patients with mild MIH. The aim was show a preventive treatment with Ketac™ Universal in molars with MIH.

**Case report:** 6-year-old male patient presented to the Pediatric Dentistry Specialty clinic, with well-demarcated opaque lesions in dental organs 8, 19 and 30, diagnosed with mild MIH and high risk of dental caries. Performing preventive treatment of sealants with Ketac™ Universal. **Results:** 50% clinical success was found in sealants with Ketac™ Universal, showing loss of sealant structure in molar 30.

**Discussion:** the use of materials with fluoride release is recommended as treatment in mild MIH.

**Conclusion:** more research is needed to know the behavior of glass ionomers in mild MIH, maintaining a strict follow-up of patients.

**Keywords:** *Ketac Universal, Glass ionomer, Molar incisor hypomineralization*

## Introducción

La Hipomineralización Molar Incisivo (HMI) fue reportada por primera vez a principios de los años 70s, sin embargo no fue hasta 2001 que Weerheijm y colaboradores redactaron la definición de la Hipomineralización Molar Incisivo actual, definiéndola como hipomineralización de origen sistémico que afecta de uno a cuatro primeros molares permanentes, frecuentemente asociada con la afectación de los incisivos.<sup>56</sup> Es un defecto del desarrollo cualitativo del esmalte que presenta diversos grados de severidad. Aunque frecuentemente se presenta en incisivos, debe estar presente en los primeros molares permanentes para confirmar el diagnóstico de Hipomineralización Molar Incisivo.<sup>57</sup> El defecto es dado por una afectación de los ameloblastos, durante el periodo de maduración de la amelogénesis, en esta etapa de mineralización del diente, se afecta la calidad del esmalte, sin modificar el grosor del esmalte, sin embargo presenta marcadas porosidades y menor contenido mineral en comparación con los órganos dentarios sanos.<sup>58,59</sup>

Existe una gran variación en la prevalencia de la Hipomineralización Molar Incisivo reportada, presentando variaciones de un 2.4% en Bulgaria, hasta un 40% en Brasil.<sup>60</sup> Sin embargo, estudios recientes han estimado una prevalencia promedio de 14.2 % a nivel mundial.<sup>61</sup> En México se ha encontrado un importante incremento en la prevalencia de lesiones por Hipomineralización Molar Incisivo, incrementando del 15.8% reportado en 2017 a un 35.4% para el año 2019.<sup>60</sup>

Aunque la etiología es incierta, se han encontrado factores predisponentes en el desarrollo de este defecto del esmalte, los cuales pueden actuar en conjunto o de manera

individual afectando la mineralización del esmalte. Algunos de los factores de riesgo más comúnmente identificados son la genética, infecciones respiratorias, otitis media recurrente, fiebre y/o el uso de antibióticos en el primer año de vida, bajo peso al nacer, asma, entre otros.<sup>59,60</sup>

Clínicamente las lesiones de Hipomineralización Molar Incisivo presentan opacidades demarcadas de coloración variada, presentando coloraciones blanquecinas, amarillentas y/o cafés, con o sin pérdida de estructura dental. La identificación de las opacidades, así como el historial clínico del paciente, son importantes para diferenciarlas de otros defectos del esmalte como la fluorosis y la hipoplasia focal del esmalte.

Las porosidades del esmalte pueden causar hipersensibilidad dentinaria y/o inflamación crónica pulpar, presentando dificultad para anestesiar. Además, los órganos dentarios afectados presentan un mayor riesgo de desarrollar lesiones cariosas, debido a la baja calidad del esmalte e higiene oral deficiente, esta última puede ser causada por una hipersensibilidad al momento del cepillado dental.<sup>59</sup>

Las lesiones de Hipomineralización Molar Incisivo se clasifican de acuerdo a la severidad en tres tipos: leve, moderado y severo.

- **Leve:** Opacidades demarcadas que afectan menos de un tercio de la superficie dental sin pérdida de esmalte post-erupción.
- **Moderado:** Opacidades demarcadas que afectan menos de dos tercios de la superficie dental sin pérdida de esmalte post-erupción. Pudiendo presentar lesiones cariosas atípicas que afecten menos de dos tercios de la superficie.

- **Severo:** Opacidades demarcadas que afectan más de dos tercios de la superficie dental sin pérdida de esmalte post-erupción, lesiones cariosas atípicas que afectan más de dos tercios de la superficie.<sup>57,60</sup>

El tratamiento dependerá de la severidad de la lesión, variando desde tratamientos preventivos, como la aplicación de fluoruro y selladores, y tratamientos restauradores como endodoncias y coronas. Sin embargo, el tratamiento deberá tener como objetivo la preservación de la vitalidad pulpar, de la estructura dental y la prevención de la formación de lesiones cariosas.<sup>57</sup> Los tratamientos preventivos comúnmente aplicados son las terapias de fluoruro, recomendando el uso de pastas dentales con un contenido mayor de 1450 ppm de fluoruro, respetando la dosificación establecida de acuerdo a la edad del paciente, para reducir el riesgo de caries dental, además de las aplicaciones profesionales de barniz de flúor. También es recomendado el uso de productos que contengan fosfopéptido de caseína fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP), particularmente en las etapas tempranas de la erupción dental, cuando el esmalte no ha terminado su maduración. Los productos comerciales comúnmente recomendados son Tooth Mousse® (GC Corporation, Japón) y MI Paste Plus® (GC Corporation, Japón).<sup>62</sup>

Los selladores de fosetas y fisuras son el tratamiento recomendado en lesiones de Hipomineralización Molar Incisivo leves, debido a su acción anticariogénica. Los selladores de fosetas y fisuras a base de resina son comúnmente utilizados, sin embargo, estos presentan sensibilidad a la humedad importante, que representa una desventaja importante en los molares recién erupcionados, donde el aislamiento del campo operatorio es complicado. El uso de los ionómeros de vidrio como sellador de fosetas y fisuras es confiable para el tratamiento de la Hipomineralización Molar Incisivo en molares

parcialmente erupcionados, debido principalmente a las propiedades remineralizantes que presenta, aunque se ha reportado una pobre retención, por lo que se aconseja, cambiarlos por selladores a base de resina a medida que el órgano dental complete su erupción.<sup>62-66</sup> Se recomienda realizar un seguimiento regular en este tipo de pacientes ya que la evidencia de la longevidad de los selladores en molares afectados con Hipomineralización Molar Incisivo es limitada.

El éxito o fracaso de la restauración puede ser evaluada de acuerdo a la Modificación de la Clasificación de los Dientes como Satisfactorio o Insatisfactorio de los Servicios de Salud Pública de los Estados Unidos (USPHS-Modified, por sus siglas en inglés), que se muestra en la Tabla 1, los selladores se consideran satisfactorios cuando obtienen valores Alfa y/o Bravo en su evaluación, mientras que cuando obtienen valores Charlie se consideran insatisfactorios.<sup>64</sup>

**Tabla 1.** Modificación de la Clasificación de los Dientes como Satisfactorio o Insatisfactorio de los Servicios de Salud Pública de los Estados Unidos.

|                                 | Alfa    | Continua                                                  |
|---------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Forma anatómica</b>          | Bravo   | Ligeramente discontinua, clínicamente aceptable           |
|                                 | Charlie | Discontinua, fracaso                                      |
|                                 |         |                                                           |
| <b>Adaptación marginal</b>      | Alfa    | Adaptación, sin hendidura visible                         |
|                                 | Bravo   | Hendidura visible                                         |
|                                 | Charlie | Hendidura con exposición dentinaria                       |
| <b>Textura de la superficie</b> | Alfa    | Superficie como esmalte                                   |
|                                 | Bravo   | Superficie más rugosa que esmalte, clínicamente aceptable |
|                                 | Charlie | Superficie inaceptablemente rugosa                        |

|                              |         |                                                  |
|------------------------------|---------|--------------------------------------------------|
|                              | Alfa    | No hay decoloración                              |
| <b>Decoloración marginal</b> | Bravo   | Decoloración sin penetración en dirección pulpar |
|                              | Charlie | Decoloración con penetración en dirección pulpar |
| <b>Retención</b>             | Alfa    | Sin pérdida de material                          |
|                              | Charlie | Pérdida de material                              |
| <b>Caries secundarias</b>    | Alfa    | Sin presencia de caries                          |
|                              | Charlie | Presencia de caries                              |

Los ionómeros de vidrio fueron introducidos por primera vez en la odontología por Kent y Wilson en 1970.<sup>26</sup> Ketac™ Universal Hand-mix (3M ESPE) es un ionómero de vidrio de alta viscosidad indicado como sellador de fasetas y fisuras, que se desarrolló para que la aplicación del material fuera más simple y similar a la empleada para amalgamas, se compone de productos químicos de óxido de vidrio en su polvo, mientras que su líquido presenta agua, copolímero de ácido acrílico-ácido maleico y ácido tartárico. Dentro de sus propiedades destaca que tiene un tipo de unión química esmalte y dentina, mayor resistencia a la compresión y dureza, así como resistencia superior a la erosión ácida y alto índice de longevidad de las restauraciones. Además cuenta con un nivel bajo de viscosidad que facilita su manejo permitiendo reducir los tiempos en el sillón dental.<sup>30,45,67</sup>

## **Antecedentes**

Fragelli y cols<sup>64</sup> en 2017 realizaron un estudio comparando la longevidad de los selladores en pacientes con Hipomineralización Molar Incisivo y pacientes sanos, aplicaron barniz de flúor y selladores de fosetas y fisuras en 21 niños con Hipomineralización Molar Incisivo leve, los cuales fueron evaluados a los 1, 6, 12 y 18 meses evaluando la forma anatómica, adaptación marginal, textura de la superficie, decoloración marginal, retención y formación de lesiones cariosas secundarias. Encontraron un éxito de 72% de restauraciones a los 18 meses. No encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia de los selladores entre los pacientes afectados con Hipomineralización Molar Incisivo y los pacientes sanos, sin embargo, encontraron que la aplicación de selladores de fosetas es útil en la prevención de lesiones cariosas en los primeros molares permanentes afectados con Hipomineralización Molar Incisivo. Recomendando realizar más investigaciones al respecto en diferentes etapas de erupción y con diferentes materiales.

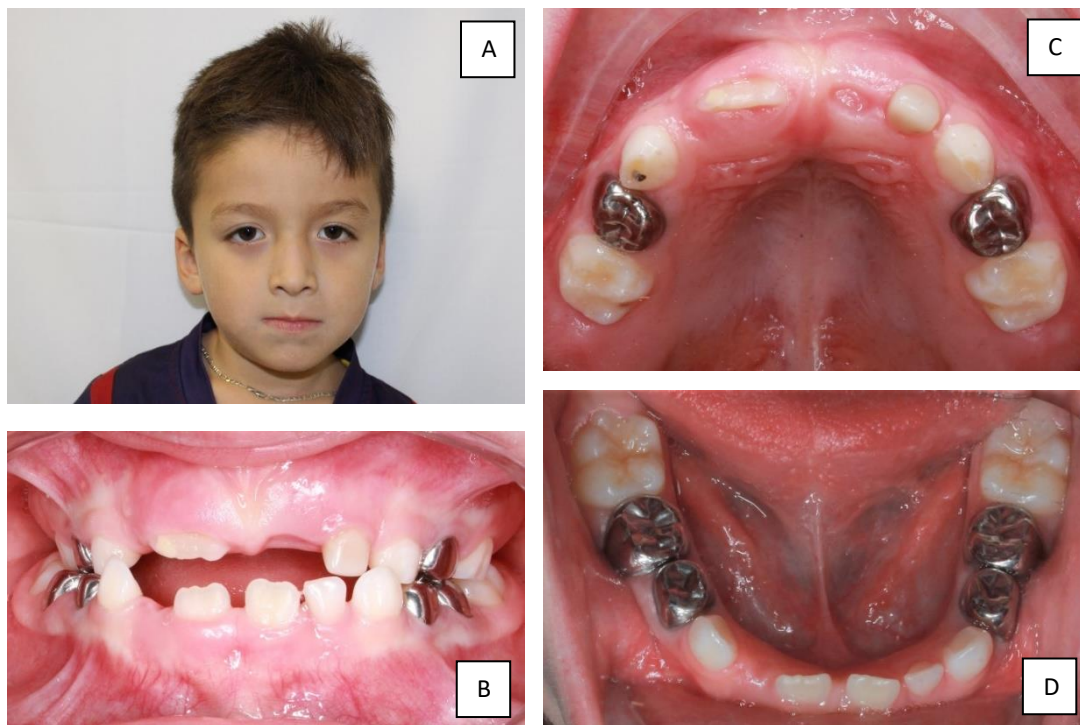
En 2018 Markovic y cols<sup>66</sup> realizaron un estudio donde evaluaron la aplicación de selladores de fosetas y fisuras con ionómero de vidrio, con un seguimiento a 13 años. Se evaluaron los selladores realizados de manera anual, valorando si presentaban retención completa, retención parcial o pérdida completa. Además de valorar la presencia de caries en el órgano con el sellador. En el primer año solo el 69% de los selladores se mantenía completamente retenido y 8 años después no se encontró ningún sellador completamente retenido. Concluyeron que a pesar de que la retención de los selladores con ionómero de vidrio es baja, estos aparentemente previnieron la aparición de caries dental en un 65% de los molares permanentes recién erupcionados evaluados después de 13 años.

Šalinović y cols<sup>30</sup> realizaron un estudio experimental para comparar las propiedades mecánicas de los ionómeros de vidrio Ketac™ Universal (3M ESPE), EQUIA Fil y EQUIA Forte Fil en 2019. En donde valoraron la fuerza de compresión de los ionómeros de vidrio. En conclusión no encontraron diferencias significativas de la fuerza de compresión entre los materiales, pero encontraron que los valores de dureza de Ketac™ Universal eran significativamente mayores de las mediciones de EQUIA Fil y EQUIA Forte Fil. Siendo importante resaltar que los valores de fuerza a la compresión son utilizados como estimado de la durabilidad de la restauración expuesta a las fuerzas masticatorias.

Por lo que el objetivo del presente reporte de caso es mostrar la aplicación de un tratamiento preventivo con el ionómero de vidrio Ketac™ Universal como sellador de fosetas y fisuras en un paciente de alto riesgo de caries dental con diagnóstico de Hipomineralización Molar Incisivo leve en los primeros molares permanente inferiores.

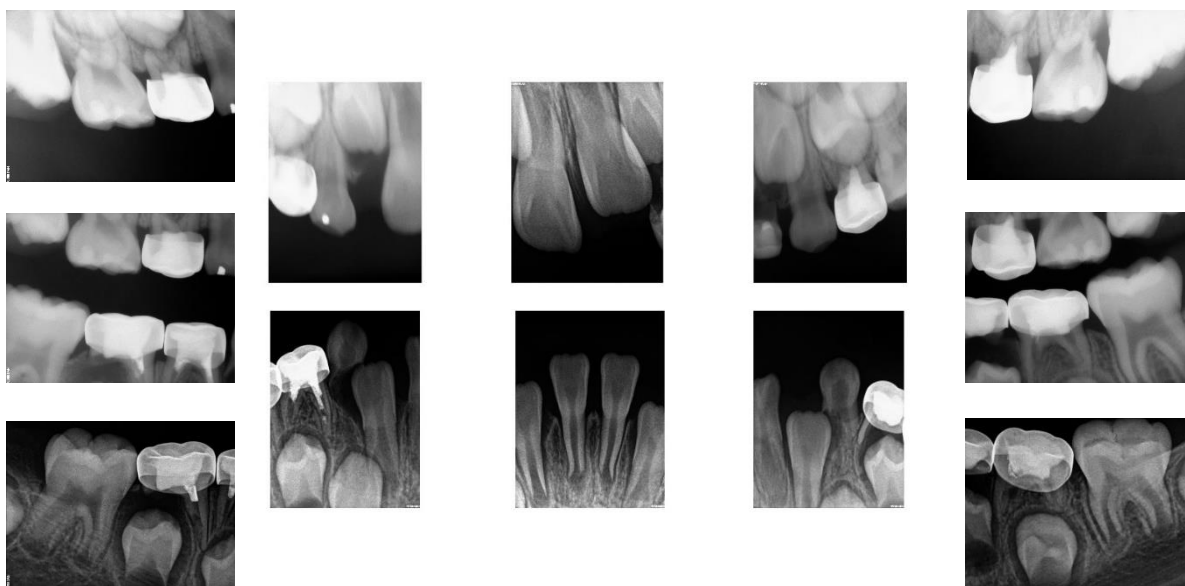
## **Reporte de caso**

Se presenta a la clínica de la especialidad en Odontología Pediátrica de la Universidad Autónoma de Baja California, paciente masculino de 6 años 7 meses de edad, con esquema de vacunación completo, sin enfermedades sistémicas o alérgicas. El motivo de consulta reportado por los tutores del menor fue que “tenía los dientes picados”.



**Figura 1.** Exploración clínica extraoral e intraoral. A) Fotografía de frente. B) Fotografía intraoral de frente. C) Fotografía intraoral oclusal superior D) Fotografía intraoral oclusal inferior.

Al realizar análisis clínico se observó que el paciente presentaba dentición mixta con un estadio clínico 2, línea media dental desviada a la derecha, retraso en la erupción de incisivos superiores, mordida cruzada anterior y posterior derecha, paladar profundo con rugas palatinas bien definidas, arco superior ovalado y arco inferior cuadrado, Hipomineralización Molar Incisivo leve en primeros molares inferiores e incisivo central superior derecho permanentes, lesiones cariosas en órgano dental 55 y 65, restauraciones previas con amalgama en órgano dental 53, con corona de celuloide en órgano dental 62 y coronas de acero-cromo en órganos dentales 54, 64, 74, 75, 84 y 85, así como hábito de protrusión lingual.

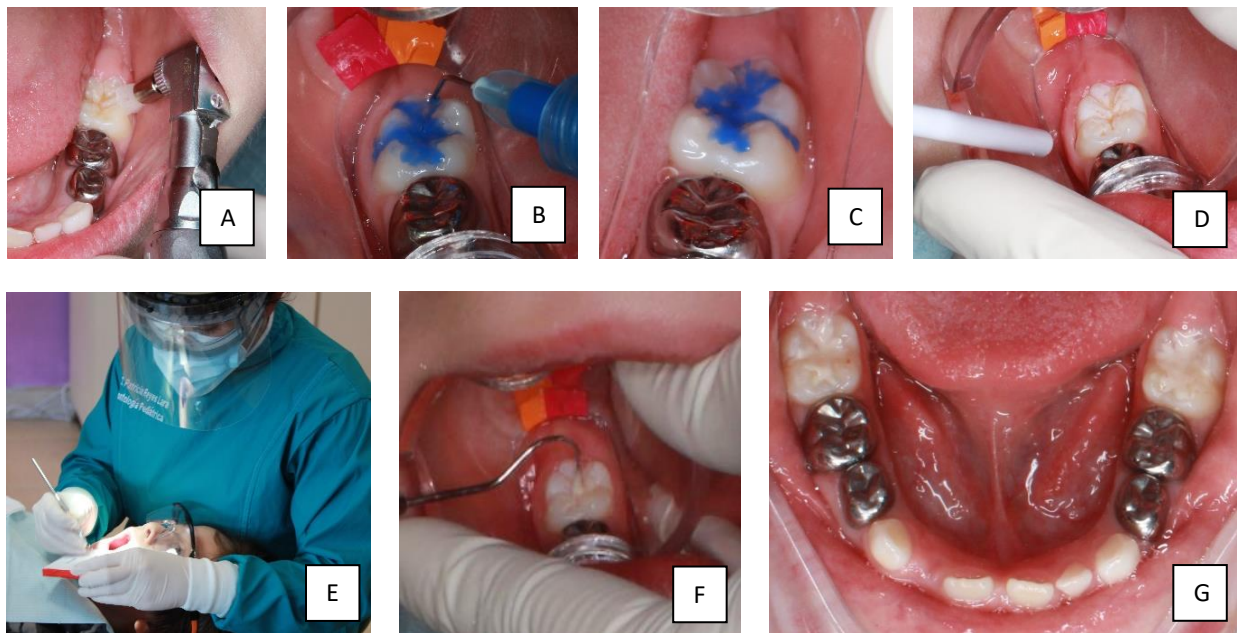


**Figura 2.** Serie radiográfica periapical. Se observan múltiples tratamientos pulpares y restauraciones previas en molares temporales.

En el análisis radiográfico periapical (Figura 2) se observaron múltiples áreas radiopacas correspondientes a tratamientos pulpares y coronas de acero-cromo en órganos dentales 54, 64, 74, 75, 84 y 85, restauración con corona de celuloide en órgano dental 62 y restauraciones previas en órganos dentales 55, 53 y 65.

Se realizó diagnóstico general encontrando múltiples restauraciones previas, lesiones cariosas recidivantes en órganos dentales 55 y 65. Se realizó evaluación de los órganos dentales 36 y 46, encontrado lesiones opacas bien delimitas de coloración amarillenta en fosa central de ambos primeros molares permanentes, sin pérdida de estructura. El paciente no refirió dolor asociado a esos órganos dentales. Radiográficamente se pudo observar ápices inmaduros en un estadio de Nolla 8 con trabeculado óseo y ligamento periodontal sin alteraciones. Diagnosticando Hipomineralización Molar Incisivo leve en órganos dentales 36 y 46.

El plan de tratamiento propone restaurar la salud dental del paciente utilizando un enfoque preventivo y conservador, en los molares afectados con Hipomineralización Molar Incisivo, el plan de tratamiento consistió en limpieza y desinfección del órgano dental y colocación de sellador con el ionómero de vidrio Ketac™ Universal (3M ESPE, Seefeld, Alemania), para posteriormente remitir a la clínica de ortopedia. Dicho plan de tratamiento se vio obstaculizado debido a la contingencia sanitaria COVID 19, limitando el número de citas para el paciente y prolongando el periodo entre una cita y otra.



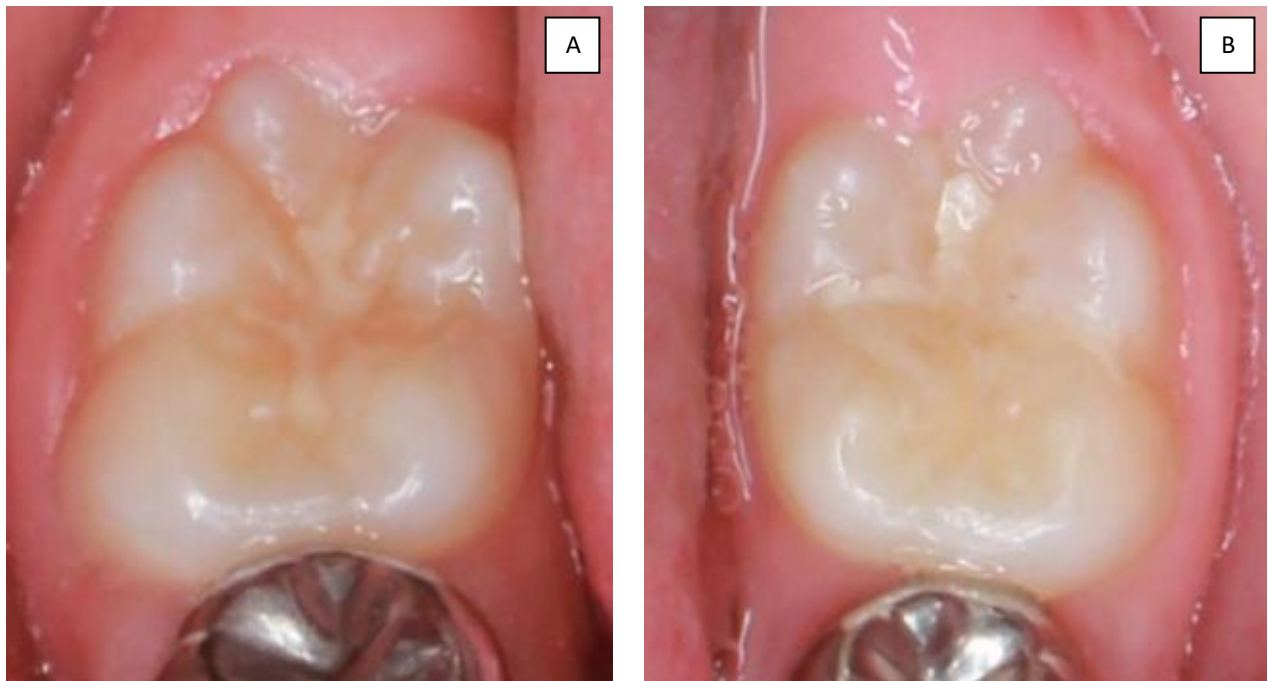
**Figura 3.** Aplicación de sellador de fosetas y fisuras. A) Limpieza profiláctica de molares permanentes B) Grabado ácido de órgano dental 46 C) Grabado ácido de órgano dental 36 D) Secado con aire indirecto de molares permanentes E) Aplicación de sellador de fosetas y fisuras en molares permanentes F) Aplicación de Ketac™ Universal en molar 46 G) Fotografía intraoral oclusal inferior inmediatamente después del tratamiento.

En la primera cita se realizó profilaxis en todos los órganos dentales, utilizando pasta y cepillo profiláctico (Clinpro® Prophylaxis Paste, 3M ESPE). En los molares afectados con Hipomineralización Molar Incisivo leve se realizó además profilaxis con bicarbonato de sodio (Arm & Hammer™) (Figura 3A), se colocó aislamiento relativo con abrebocas de burbuja y se aplicó ácido fosfórico al 35% (Ultra-Etch®) como agente grabador por 15 segundos (Figura 3BC). Posteriormente se enjuaga con agua potable y seco el órgano dental con aire indirecto (Figura 3D). Se mezcló el ionómero de vidrio Ketac™ Universal Hand-mix (3M ESPE, Seefeld, Alemania) de acuerdo a las indicaciones del fabricante, dispensando polvo líquido en relación 1:1 sobre una loseta de papel, separando el polvo en dos porciones iguales con espátula de ionómero de vidrio, se mezcló la primer parte por 15 segundos y se agregó la segunda aparte, para un tiempo de mezclado total de 45 segundos. Se llevó el ionómero de vidrio a las fosetas y fisuras del órgano dental con ayuda de un explorador, cuidando de no dejar excedentes ni burbujas de aire (Figura 3EF), esperando un tiempo de fraguado de 5 minutos (contando desde el inicio de la mezcla del material). Finalmente se retiró el aislamiento relativo y se verificó que no existirán puntos prematuros con papel articulador (Whip-Mix) (Figura 3G). Se despidió al paciente y se agendó cita de seguimiento.

## **Resultados**

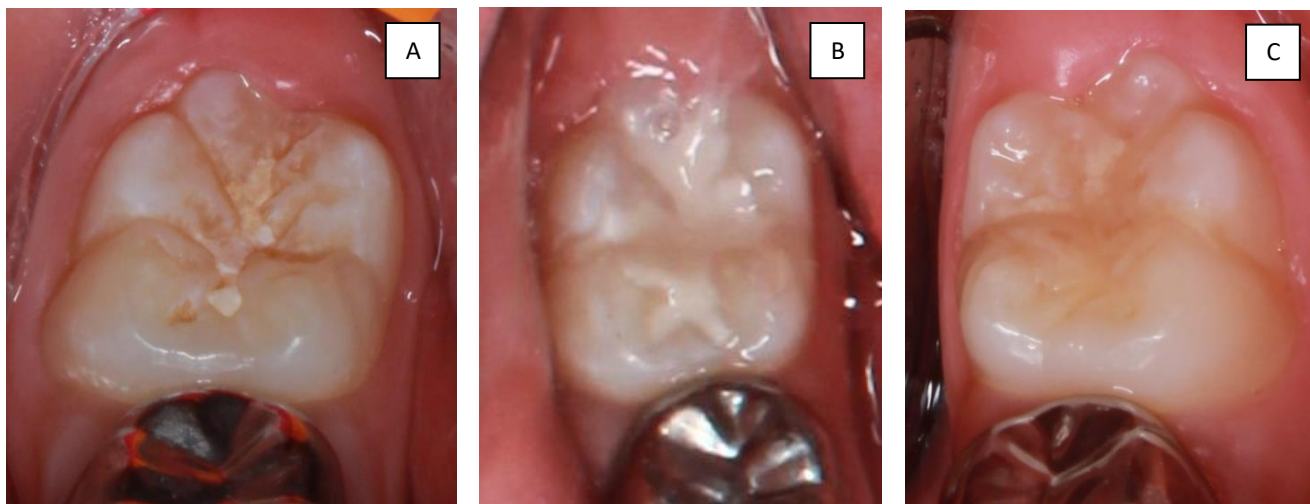
El paciente acudió a la cita de seguimiento a un mes, se realizó evaluación de los selladores aplicados en los primeros molares inferiores permanentes con Hipomineralización Molar Incisivo (Figura 4), de acuerdo a la Modificación de la

Clasificación de los Dientes como Satisfactorio o Insatisfactorio propuesto por los Servicios de Salud Pública de los Estados Unidos (USPHS-Modified, por sus siglas en inglés), se encontró que el órgano dental 46 presentó una evaluación de Insatisfactoria, con valor Charlie en la evaluación de la retención, presentando pérdida de estructura del sellador en surco disto-vestibular, sin embargo, el sellador remanente se encontraba bien adosada y no presentaba exposición del defecto del esmalte, mientras que el sellador del órgano dental 36 presentó únicamente valores Alfa y Bravo, resultando satisfactorio. El paciente no reportó molestias referidas posteriores a la realización de los selladores, mostrando una higiene oral aceptable, por lo que se decidió hacer profilaxis y colocar barniz de flúor Duraphat (Colgate®). Finalmente se dio una segunda cita de seguimiento.



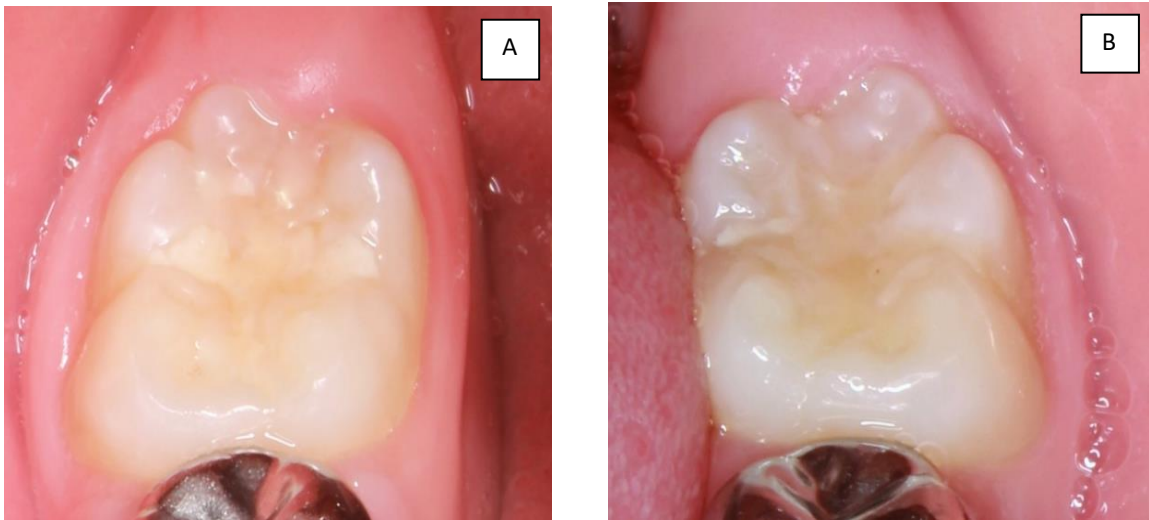
**Figura 4.** Fotografías de seguimiento a 1 mes. A) Primer molar inferior derecho permanente. B) Primer molar inferior izquierdo permanente.

En la valoración de los selladores a dos meses, se realizó profilaxis y evaluación de los selladores (Figura 5) de acuerdo a la USPHS-Modified (por sus siglas en inglés), encontrando que el órgano dental 46 presentó una evaluación de Insatisfactoria, con valor Charlie en la evaluación de la retención, presentando pérdida de estructura del sellador y exposición del defecto del esmalte, mientras que el sellador del órgano dental 36 presentó únicamente valores Alfa y Bravo, resultando Satisfactorio. Se eliminó el sellador remanente del órgano dental 46 con ayuda de una cucharilla de dentina y se realizó un retratamiento, debido a que el órgano dental no completaba su erupción, se decidió colocar nuevamente Ketac™ Universal.



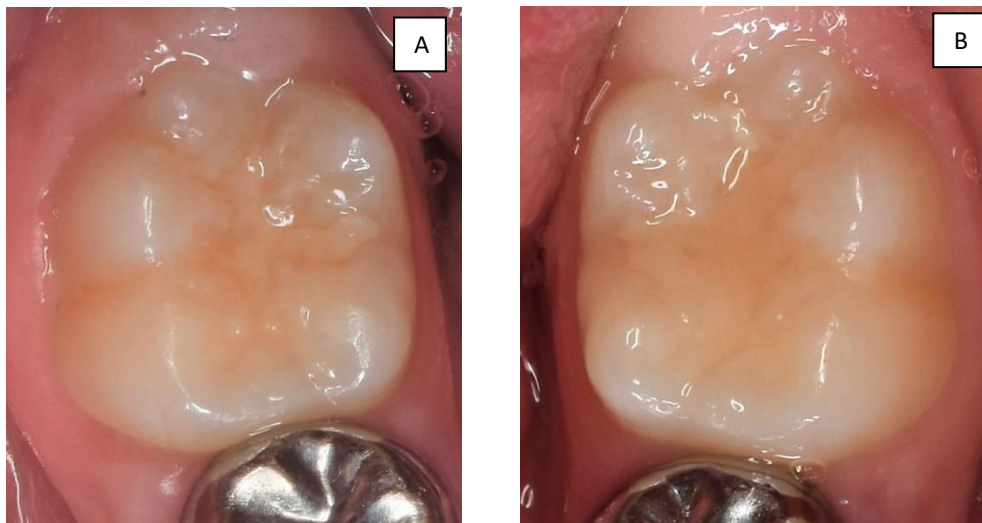
**Figura 5.** Fotografías de seguimiento a 2 meses. A) Primer molar inferior derecho permanente con sellador Insatisfactorio. B) Primer molar inferior derecho permanente retratamiento con sellador. C) Primer molar inferior izquierdo permanente.

En la cita de seguimiento a un mes para el órgano dental 46 y tres meses para el órgano dental 36, se realizó profilaxis y evaluación de los selladores aplicados en los primeros molares inferiores permanentes (Figura 6) de acuerdo a la USPHS-Modified (por sus siglas en inglés), ambos órganos dentales 36 y 46 presentaron una evaluación Satisfactoria.



**Figura 6.** Fotografías de seguimiento. A) Primer molar inferior derecho permanente con sellador con seguimiento a un mes. B) Primer molar inferior izquierdo permanente con sellador y seguimiento a tres meses.

En la evaluación a cuatro meses para el órgano dental #46 y 6 meses para el órgano dental #36, se realizó profilaxis y evaluación de los selladores aplicados (Figura 6) de acuerdo a la USPHS-Modified (por sus siglas en inglés), ambos órganos dentales 36 y 46 presentaron una evaluación Satisfactoria.



**Figura 6.** Fotografías de seguimiento. A) Primer molar inferior derecho permanente con sellador con seguimiento a cuatro meses. B) Primer molar inferior izquierdo permanente con sellador y seguimiento a seis meses.

## Discusión

Los pacientes con Hipomineralización Molar Incisivo presentan un riesgo alto de caries, por lo que es recomendado aplicar un enfoque preventivo en sus tratamientos, prefiriendo el uso de materiales que presentan una liberación continua de fluoruro, como los ionómeros de vidrio, quienes además presentan un potencial de recarga que permite ya sea con la ingesta de alimentos y/o con las aplicaciones profesionales de fluoruro, los ionómeros de vidrio se recarguen y posteriormente liberen fluoruro en la cavidad oral por un periodo de tiempo más prolongado, favoreciendo los procesos de remineralización dental y evitando así la formación de lesiones cariosas secundarias.

El presente reporte de caso al igual que lo reportado por Fragelli y cols<sup>64</sup> en 2017 utilizó un enfoque preventivo para remineralizar, prevenir la fractura del esmalte y el desarrollo de lesiones cariosas en los molares afectados con Hipomineralización Molar Incisivo, aunque a diferencia de ellos, el tratamiento preventivo utilizó como sellador de fosetas y fisuras el ionómero de vidrio Ketac™ Universal.

Con respecto a la integridad del sellador se concordó con Markovik y cols<sup>66</sup> quienes encontraron una baja retención de los selladores de ionómero de vidrio, al igual que en el presente reporte de caso donde se encontró pérdida de la estructura del ionómero de vidrio. A diferencia de lo reportado por Šalinović y cols<sup>30</sup> no se encontró una buena durabilidad de la restauración a las fuerzas masticatorias, sin embargo el fracaso del ionómero de vidrio en el órgano dental 46 pudo ser influenciado por el mismo padecimiento, ya que según lo reportado por Fragelli y cols<sup>64</sup> menos del 30% de las restauraciones en pacientes con hipomineralización molar incisivo presentaran algún tipo de fracaso, ya sea el desalojo de la restauración, la formación lesiones cariosas secundarias o la pérdida de estructura del material restaurador, esta última observada en el presente reporte de caso. A pesar de la baja retención encontrada la remineralización aportada por el ionómero de vidrio asegura la prevención de la formación de nuevas lesiones cariosas.

## **Conclusión**

El uso del ionómero de vidrio Ketac™ Universal como sellador de fosetas y fisuras en los primeros molares permanentes inferiores con Hipomineralización Molar Incisivo leve

mostró un éxito del 50% a seis meses de evolución. Sin embargo, es necesario realizar más investigación, de su comportamiento como sellador de fosetas y fisuras en de la Hipomineralización Molar Incisivo, ya que no se ha encontrado suficiente evidencia científica respecto al uso del ionómero de vidrio Ketac™ Universal en este tipo de defectos del esmalte. Recomendando realizar la aplicación de selladores de fisuras con ionómero de vidrio en molares parcialmente erupcionados con diagnóstico de Hipomineralización Molar Incisivo leve, dándoles un seguimiento estricto a estos pacientes ya que estas lesiones tienen una tasa de fracaso alta en comparación con los dientes no afectados, por lo que deberán realizarse recambios frecuentes y eventualmente cambiar el sellador de ionómero de vidrio por uno a base de resina que presente mayor adhesión.

## 12. Referencias bibliográficas

1. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: Consequences for oral health care. *Caries Res.* 2004;38(3):182–91.
2. Pitts N, Baez R, Diaz-Guallory C. Early childhood caries: IAPD Bangkok declaration. *Int J Paediatr Dent.* 2019;29:384–6.
3. Featherstone JDB. Dental caries: A dynamic disease process. *Aust Dent J.* 2008;53(3):286–91.
4. Cedillo-Valencia J de J, Herrera-Almanza A, Cedillo-Félix VM. Equia Forte. innovación del futuro en obturación de cavidades. *Rev Oper Dent y Biomater.* 2017;6(1):1–11.
5. Farooq I, Bugshan A. The role of salivary contents and modern technologies in the remineralization of dental enamel: A review. *F1000Research.* 2020;9:171.
6. Rošin-Grget K, Peroš K, Sutej I, Bašić K. The cariostatic mechanisms of fluoride. *Acta Med Acad.* 2013;42(2):179–88.
7. Ruengrungsom C, Burrow MF, Parashos P, Palamara JEA. Evaluation of F, Ca, and P release and microhardness of eleven ion-leaching restorative materials and the recharge efficacy using a new Ca/P containing fluoride varnish. *J Dent.* 2020;102:1–12.
8. Moshaverinia M, Navas A, Jahedmanesh N, Shah KC, Moshaverinia A, Ansari S. Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. *J Prosthet Dent.* 2019;122(2):154–9.

9. Bahsi E, Sagmak S, Dayi B, Cellik O, Akkus Z. The evaluation of microleakage and fluoride release of different types of glass ionomer cements. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(7):961–70.
10. Bueno LS, Silva RM, Magalhães APR, Navarro MFL, Pascotto RC, Buzalaf MAR, et al. Positive correlation between fluoride release and acid erosion of restorative glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2019;35(1):135–43.
11. DeRocher KA, Smeets PJM, Goodge BH, Zachman MJ, Balachandran P V, Stegbauer L, et al. Chemical gradients in human enamel crystallites. *Nature.* 2020;583(7):66–71.
12. Anselmio C, Dorati P, Lazo G. Atlas de histologia bucodental. 1ra ed. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata; 2020. 110 p.
13. Sabel N. Enamel of primary teeth - morphological and chemical aspects. *Swed Dent J.* 2012;1(1):1–77.
14. James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 Diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2018;392(10159):1789–858.
15. Secretaria de salud. Resultados del sistema de vigilancia epidemiológica de patologías bucales SIVEPAB 2018. Dirección general de epidemiología. México; 2019.
16. Secretaría de salud. Resultados del sistema de vigilancia epidemiológica de

patologías bucales SIVEPAB 2017. Dirección general de epidemiología. México; 2017.

17. Molina-Frechero N, Durán-Merino D, Castañeda-Castaneira E, Juárez-López MLA. Dental caries experience and its relation to oral hygiene in Mexican preschool children. *Gac Med Mex*. 2015;151(4):485–90.
18. Taha AA, Patel MP, Hill RG, Fleming PS. The effect of bioactive glasses on enamel remineralization: A systematic review. *J Dent*. 2017;67(7):9–17.
19. Delgado Muñoz CR, Ramírez Ortega JP, Yamamoto Nagano A. Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio in vitro. *Rev Odontológica Mex*. 2014;18(2):84–8.
20. Aguirre Aguilar AA, Narro Sebastian FG. Salivary profile and its relation to CEFT index in 5 year old children. *Rev Odontológica Mex*. 2016;20(3):e155–61.
21. Kubala E, Strzelecka P, Grzegocka M, Lietz-Kijak D, Gronwald H, Skomro P, et al. A review of selected studies that determine the physical and chemical properties of saliva in the field of dental treatment. *Biomed Res Int*. 2018;2018.
22. Brzović Rajić V, Miletić I, Gurgan S, Peroš K, Verzak Ž, Ivanišević Malčić A. Fluoride release from glass ionomer with nano filled coat and varnish. *Acta Stomatol Croat*. 2018;52(4):307–13.
23. Porenczuk A, Jankiewicz B, Naurecka M, Bartosewicz B, Sierakowski B, Gozdowski D, et al. A comparison of the remineralizing potential of dental restorative materials by analyzing their fluoride release profiles. *Adv Clin Exp Med*. 2019;28(6):815–23.

24. Chambers C, Stewart S, Su B, Sandy J, Ireland A. Prevention and treatment of demineralisation during fixed appliance therapy: A review of current methods and future applications. *Br Dent J.* 2013;215(10):505–11.
25. Virupaxi SG, Roshan NM, Poornima P, Nagaveni NB, Neena IE, Bharath KP. Comparative evaluation of longevity of fluoride release from three different fluoride varnishes – An invitro study. *J Clin Diagnostic Res.* 2016;10(8):33–6.
26. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J Appl Chem Biotechnol.* 1971;21(11):313–313.
27. Burke FJT, Bardha1 JS. A retrospective practice-based clinical evaluation of Fuji IX restorations aged over five years placed in load-bearing cavities. *Br Dent J.* 2013;215(6):290–1.
28. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994;25(9):587–9.
29. Garchitorea Ferreira MI. Materiales bioactivos en la remineralización dentinaria. *Odontoestomatología.* 2018;18(28):11–9.
30. Šalinović I, Stunja M, Schauperl Z, Verzak Ž, Malčić AI, Rajić VB. Mechanical properties of high viscosity glass ionomer and glass hybrid restorative materials. *Acta Stomatol Croat.* 2019;53(2):125–31.
31. Dhondt CL, De Maeyer EAP, Verbeeck RMH. Fluoride release from glass ionomer activated with fluoride solutions. *J Dent Res.* 2001;80(5):1402–6.
32. Luengo - Ferreira JA, Rodríguez - Martínez JC, Hernández - Montoya ME, Carlos -

- Medrano LE, Toscano - García I, Anaya - Alvarez M. Restauraciones atraumáticas en molares primarios: Comparación entre dos cementos de vidrio ionomérico. *Odontol Pediatr*. 2016;15(1):6–16.
33. Mustafa HA, Soares AP, Paris S, Elhennawy K, Zaslansky P. The forgotten merits of GIC restorations: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2020;24(7):2189–201.
34. Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002;24(5):423–9.
35. Khoroushi, M., Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013;10(4):411–20.
36. Sidhu S, Nicholson J. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *J Funct Biomater*. 2016;7(3):16.
37. Zhao IS, Mei ML, Zhou ZL, Burrow MF, Lo ECM, Chu CH. Shear bond strength and remineralisation effect of a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate-modified glass ionomer cement on artificial “caries-affected” dentine. *Int J Mol Sci*. 2017;18(8).
38. Kutuk ZB, Vural UK, Cakir FY, Miletic I, Gurgan S. Mechanical properties and water sorption of two experimental glass ionomer cements with hydroxyapatite or calcium fluorapatite formulation. *Dent Mater J*. 2019;38(3):471–9.
39. Forsten L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. *Biomaterials*. 1998;19(6):503–8.
40. Profile P. GC Fuji IX™ GP Capsule [Internet]. GC Corporation, Tokyo, Japan. p. 1–

2. Available from:  
[http://www.gcamerica.com/products/operator/GC\\_Fuji\\_IX\\_GP/FujiIXGP\\_IFU.pdf](http://www.gcamerica.com/products/operator/GC_Fuji_IX_GP/FujiIXGP_IFU.pdf)
41. Fuhrmann D, Murchison D, Whipple S, Vandewalle K. Properties of new glass-ionomer restorative systems marketed for stress-bearing reas. Oper Dent. 2020;45(1):104–10.
42. Cedillo Valencia J de J, Herrera Almanza A, Farías Mancilla R. Hibridacion a esmalte y dentina de los ionomeros de vidrio de alta densidad, estudio con MEB. Rev la Asoc Dent Mex. 2017;74(4):177–84.
43. GC Corporation, Tokyo J. EQUIA Forte® [Internet]. GC Corporation, Tokyo, Japan. Available from: <https://www.ada.org/en/publications/ada-dental-product-guide/product-category/product-profile?productid=698&catid=100> 2018
44. Upadhy P N, Kishore G. Glass ionomer cement - The different generations. Trends Biomater Artif Organs. 2005;18(2):158–65.
45. Profile P, Restorative GI. Ketac™ Universal [Internet]. Available from: <http://multimedia.3m.com/mws/media/1090406O/3m-ketac-universal-handmix-technical-product-profile-ltr-global.pdf>
46. Mulder R, Anderson-Small C. Ion release of chitosan and nanodiamond modified glass ionomer restorative cements. Clin Cosmet Investig Dent. 2019;Volume 11:313–20.
47. Soliman T, Othman M. Mechanical properties of the new Ketac™ Universal glass ionomer restorative material: Effect of resin coating. Egypt Dent J. 2017;63(1):1027–35.

48. Emami Arjomand M, Eghlim M, Jalalian S, Mirzakhani M, Mahavi A. Effects of aging on compressive strength of two resin-reinforced glass ionomers: An in-vitro study. *J Res Dent Maxillofac Sci*. 2019;4(3):15–20.
49. Buchwald T, Okulus Z. Determination of storage solutions influence on human enamel by Raman spectroscopy. *Vib Spectrosc*. 2018;96(5):118–24.
50. Colombi Humel MM, Tavares Oliveira M, Cavalli V, Giannini M. Effect of storage and disinfection methods of extracted bovine teeth on bond strength to dentin. *Brazilian J Oral Sci*. 2007;6(22):1402–6.
51. Curylofo-Zotti FA, Lorencetti-Silva F, de Almeida Coelho J, Monteiro RM, Watanabe E, Corona SAM. Human teeth biobank: Microbiological analysis of the teeth storage solution. *Microsc Res Tech*. 2018;81(3):332–7.
52. Lee JJ, Mettey-Marbell A, Cook A, Pimenta LAF, Leonard R, Ritter A V. Using extracted teeth for research: The effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *J Am Dent Assoc*. 2007;138(12):1599–603.
53. Pytko-Polonczyk J, Jakubik A. Artificial saliva and its use in biological experiments. *J Physiol Pharmacol*. 2017;68(6):807–13.
54. Marques TL, Coelho NMM. Proposed flow system for spectrophotometric determination of fluoride in natural waters. *Talanta*. 2013;105:69–74.
55. Vincent S, Thomas AM. Fluoride levels in saliva and plaque following the use of high fluoride and conventional dentifrices- A triple blinded randomised parallel group trial. *Sci World J*. 2019;2019(12):1–7.

56. Weerheijma K, Jälevik B, Alaluusua S. Molar-Incisor Hypomineralisation. *Caries Res.* 2001;35(1):390–1.
57. Dulla JA, Meyer-Lückel H. Molar-incisor hypomineralisation : narrative review on etiology , epidemiology , diagnostics and treatment decision. *Swiss Dent J.* 2021;1(3):1–36.
58. Irigoyen-Camacho ME, Villanueva-Gutierrez T, Castano-Seiquer A, Molina-Frecher N, Zepeda-Zepeda M, Sánchez-Pérez L. Evaluating the changes in molar incisor hypomineralization prevalence: A comparison of two cross-sectional studies in two elementary schools in Mexico City between 2008 and 2017. *Clin Exp Dent Res.* 2019;6(1):82–9.
59. Padavala S, Sukumaran G. Molar incisor hypomineralization and its prevalence abstract. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(2):S246–50.
60. Villanueva-Gutiérrez T, Irigoyen-Camacho ME, Castaño-Seiquer A, Zepeda-Zepeda MA, Sanchez-Pérez L, Molina Freche N. Prevalence and severity of molar-incisor hypomineralization, maternal education, and dental caries: A cross-sectional study of mexican schoolchildren with low socioeconomic status. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2019;9(5):513–21.
61. Fütterer J, Ebel M, Bekes K, Klode C, Hirsch C. Influence of customized therapy for molar incisor hypomineralization on children's oral hygiene and quality of life. *Clin Exp Dent Res.* 2020;6(1):33–43.
62. Olmo-González B, Moreno-López R, Ribera-Urbe M. Dental management strategies for Molar Incisor Hypomineralization. *Pediatr Dent J.* 2020;30(3):139–54.

63. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S, Espelid I. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2010;11(2):75–81.
64. Fragelli CMB, Souza JF de, Bussaneli DG, Jeremias F, Santos-Pinto L Dos, Cordeiro R de CL. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. *Braz Oral Res*. 2017;31:e30.
65. Alsabek L, Al-Nerabieah Z, Bshara N, Comisi JC. Retention and remineralization effect of moisture tolerant resin-based sealant and glass ionomer sealant on non-cavitated pit and fissure caries: Randomized controlled clinical trial. *J Dent*. 2019;86(5):69–74.
66. Markovic D, Peric T, Petrovic B. Glass-ionomer fissure sealants: Clinical observations up to 13 years. *J Dent*. 2018;79(6):85–9.
67. Soliman T, Othman M. Mechanical properties of the new Ketac™ Universal glass ionomer restorative material: Effect of resin coating. *Egypt Dent J*. 2017;63(1):1027–35.

## **13. Anexos**



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Facultad de Odontología Campus Tijuana**  
**Especialidad en Odontología Pediátrica**



**Eficiencia de Liberación de Fluoruro Asociada al Uso de  
Ionómeros de Vidrio en Molares Temporales Extraídos**

**CD Patricia Reyes Lara**

**Carta de consentimiento para participación de padres y sus hijos.**

La Facultad de Odontología Universidad Autónoma de Baja California, además de dar la atención necesaria para diagnosticar y tratar enfermedades de la boca, realiza investigación que se publica en revistas científicas y se presenta en congresos, cursos y a los alumnos de la Facultad. Parte de las investigaciones que se realizan, utilizan los dientes que se extraen por indicación del dentista o porque el diente no se puede mantener en boca.

A través de este documento, queremos solicitar la donación de su diente para utilizarlo en investigaciones. El tipo de investigación que se realizará con el diente donado, incluye: Estudios Histopatológicos y Estudios de Biomateriales.

La donación del diente será anónima, es decir, no se podrá identificar de quien es el diente. A sí mismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por el o los dientes que sean entregados para investigación. Toda investigación que se realice con su diente contará con la revisión del Comité de Ética de Investigación con Seres Humanos de la Facultad de Odontología, que se encarga de revisar todas las investigaciones que se realizan con seres humanos y se preocupa por que se protejan los derechos de quienes participan en investigación.

**Certificado de Consentimiento para diente extraído. (Marque con una X, el cuadro que corresponda)**

- ☐ No donaré mi diente para investigación y deseo que sea eliminado
- ☐ Dono mi diente y autorizo que esta sea almacenada de manera indefinida

He leído la información, o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento de manera voluntaria a disponer de mi diente de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario.

Nombre y firma del Tutor: \_\_\_\_\_

Nombre y firma del Paciente: \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Día/mes/año

| <b>Tabla 3.</b> Recolección de las mediciones en pH 7 de la concentración de iones de fluoruros en saliva artificial (mg/L) (Dilución 1:1). |                |                |                |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>pH</b>                                                                                                                                   | <b>Tiempo</b>  | <b>Grupo A</b> | <b>Grupo B</b> | <b>Grupo C</b> | <b>Grupo D</b> |
| <b>7</b>                                                                                                                                    | <b>1/2 Día</b> | 0.66           | 0.59           | 0.61           | 0.54           |
|                                                                                                                                             |                | 0.66           | 0.58           | 0.64           | 0.55           |
|                                                                                                                                             |                | 0.66           | 0.59           | 0.64           | 0.55           |
|                                                                                                                                             |                | 0.69           | 0.66           | 0.64           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.69           | 0.66           | 0.65           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.69           | 0.66           | 0.64           |                |
|                                                                                                                                             | <b>1 Día</b>   | 0.6            | 0.63           | 0.51           | 0.63           |
|                                                                                                                                             |                | 0.6            | 0.61           | 0.52           | 0.62           |
|                                                                                                                                             |                | 0.59           | 0.67           | 0.51           | 0.63           |
|                                                                                                                                             |                | 0.42           | 0.6            | 0.6            |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.43           | 0.61           | 0.62           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.45           | 0.59           | 0.62           |                |
|                                                                                                                                             | <b>7 Días</b>  | FR             | 0.45           | FR             | 0.44           |
|                                                                                                                                             |                | FR             | 0.5            | FR             | 0.43           |
|                                                                                                                                             |                | FR             | 0.49           | FR             | 0.44           |
|                                                                                                                                             |                | 0.42           | 0.24           | 0.18           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.42           | 0.25           | 0.17           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.42           | 0.26           | 0.15           |                |
|                                                                                                                                             | <b>28 Días</b> | 0.49           | 0.11           | 0.48           | 0.51           |
|                                                                                                                                             |                | 0.49           | 0.12           | 0.48           | 0.51           |
|                                                                                                                                             |                | 0.49           | 0.12           | 0.49           | 0.51           |
|                                                                                                                                             |                | FR             | 0.51           | 0.14           |                |
|                                                                                                                                             |                | FR             | 0.51           | 0.15           |                |
|                                                                                                                                             |                | FR             | 0.51           | 0.15           |                |

| <b>Tabla 4.</b> Recolección de las mediciones en pH 4 de la concentración de iones de fluoruros en saliva artificial (mg/L) (Dilución 1:1). |                |                |                |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>pH</b>                                                                                                                                   | <b>Tiempo</b>  | <b>Grupo A</b> | <b>Grupo B</b> | <b>Grupo C</b> | <b>Grupo D</b> |
| <b>4</b>                                                                                                                                    | <b>1/2 Día</b> | 0.72           | 0.73           | 0.65           | 0.63           |
|                                                                                                                                             |                | 0.71           | 0.74           | 0.65           | 0.62           |
|                                                                                                                                             |                | 0.71           | 0.72           | 0.66           | 0.63           |
|                                                                                                                                             |                | 0.74           | 0.81           | 0.75           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.73           | 0.8            | 0.76           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.75           | 0.8            | 0.76           |                |
|                                                                                                                                             | <b>1 Día</b>   | 0.54           | 0.47           | 0.58           | 0.71           |
|                                                                                                                                             |                | 0.54           | 0.49           | 0.59           | 0.75           |
|                                                                                                                                             |                | 0.55           | 0.47           | 0.59           | 0.72           |
|                                                                                                                                             |                | 0.68           | 0.77           | 0.77           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.69           | 0.76           | 0.77           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.68           | 0.76           | 0.77           |                |
|                                                                                                                                             | <b>7 Días</b>  | 0.49           | 0.42           | 0.13           | 0.26           |
|                                                                                                                                             |                | 0.5            | 0.42           | 0.13           | 0.25           |
|                                                                                                                                             |                | 0.48           | 0.42           | 0.09           | 0.26           |
|                                                                                                                                             |                | 0.4            | 0.3            | 0.26           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.39           | 0.29           | 0.27           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.39           | 0.3            | 0.27           |                |
|                                                                                                                                             | <b>28 Días</b> | 0.44           | 0.49           | 0.45           | FR             |
|                                                                                                                                             |                | 0.45           | 0.5            | 0.45           | FR             |
|                                                                                                                                             |                | 0.45           | 0.5            | 0.45           | FR             |
|                                                                                                                                             |                | 0.29           | 0.47           | 0.14           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.32           | 0.48           | 0.15           |                |
|                                                                                                                                             |                | 0.32           | 0.47           | 0.15           |                |