



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES  
UNIDAD LEÓN**

**TÍTULO:  
EFECTOS MECÁNICOS-BIOLÓGICOS DE DOS CEMENTOS  
DENTALES DE USO CONTEMPORÁNEO: ALKASITE Y  
IONÓMERO HÍBRIDO**

**FORMA DE TITULACIÓN:  
TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ODONTOLOGÍA**

**P R E S E N T A:**

**MAYBELINE MICHELLE MÁRQUEZ LIMÓN**



**TUTOR: RENÉ GARCÍA CONTRERAS**

**ASESOR: ROGELIO J. SCOUGALL VÍLCHIS**

**LEÓN, GUANAJUATO. 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por mi bendicirme de diferentes maneras, la primera con unos padres excepcionales, por darme la capacidad de poder ir tras mis sueños, por ser un apoyo sólido y nunca dejarme en los momentos donde más fuerza necesite, así como en los momentos más felices. Por guiarme en todo este camino.

A mi mamá. Por nunca dejarme sola, por el apoyo incondicional que día a día me brindas. Por ser mi pilar de vida, estar presente en cada una de mis etapas y nunca dejar de ayudarme para poder hacer realidad todas esas metas y sueños que tengo. Por todas esas veces que fuiste a la clínica a llevarme pacientes, para asegurarte que comía, por llevarme instrumental y correr al depósito. Gracias infinitas por todo el amor, paciencia y apoyo incondicional que me sigues brindando. Eres fuente de luz e inspiración para mí. Te admiro y amo con el alma.

A mi papá. Por ser mi pilar y mi fuente de inspiración en el área de la salud. Por apoyar de manera incondicional cada uno de mis proyectos con los ojos cerrados y no dudar de mis capacidades. Por enseñarme que nunca debo darme por vencida y que no existe limitante para cumplir mis sueños. Por buscarme pacientes por todos lados para terminar mis clínicas en tiempo y forma, Gracias infinitas por tu protección, atención, apoyo y amor incondicional. Sin ti y mi mamá nada de esto sería posible. Te amo y admiro por siempre.

A mi hermano Aldo. Por el apoyo incondicional durante toda esta etapa, por ser mi profesor de la odontología y un amigo, gracias por mostrarme esas ganas de superación y ser el ejemplo de ayuda hacia los demás. Por esas horas en el laboratorio enseñándome con paciencia y dedicación, pero también por enseñarme que en la vida nunca nos debemos de rendir, por nada ni nadie, por dejarme ser parte de tu equipo de trabajo y confiar en mí. Te admiro y quiero infinitamente.

A mi hermano Edgar. Por inspirarme en mundo de la odontología, por la ayuda incondicional durante esta etapa. Por las enseñanzas de vida y demostrar que cuando se quiere, se puede. Por permitirme trabajar contigo y prepararme para las etapas que siguen. Te quiero y admiro.

A mis tías y primos. Por ser mis primeros pacientes, por su apoyo incondicional y demostrar su confianza en mí, por siempre hacerme parte de sus oraciones y estar presentes en toda esta etapa. Los quiero con el corazón.

A mis amigos. Emilia, Marthitha, Fer Trujillo, Ednita, Queta, Gaby, Zandy, Karen, Paloma, Tocayo, Fer Pineda, Bogus. Por ser parte de esta hermosa etapa, por su amistad sincera estoy agradecida por estar conmigo y hacer de esta experiencia una de las mejores. Los quiero, quédense siempre.

A mi Tutor. Dr. Rene García Contreras. Por su apoyo incondicional desde el día uno que llegue al laboratorio a plantear mis ideas, por su profesionalismo y entrega en sus proyectos, por compartir su conocimiento y las ganas de aprender acerca de la investigación en la odontología, por dejarme ser parte de un equipo tan valioso. Para mi es un honor haber trabajado con usted.

A todos mis profesores. Gracias por compartirme de su conocimiento, contagiarme con esas ganas de aprender y ser mejor día a día. Cada uno dejo huella en mi persona y siempre están presentes en cada consulta clínica, me llevo sus consejos en mi cerebro y corazón. Gracias infinitas, por tanto.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León. Por aceptarme y permítame formar parte de la máxima casa de estudios del país, eternamente agradecida.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, a mi mamá y a mi papá. Mis tres pilares de vida. Los amo

## INDICE

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>2</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>10</b>
<b>Palabras clave.....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo 1.1 Marco teórico.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Caries dental.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2.1 Tratamiento a la enfermedad (caries dental).....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Odontología mínimamente invasiva.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.3 Materiales bioactivos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.3.1 Antecedentes históricos de los materiales bioactivos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.3.2 Clasificación de los materiales bioactivos.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.4 Generalidades de los Ionómeros de Vidrio.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.4.1 Antecedentes Históricos de los Ionómeros de Vidrio.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.4.2 Composición de los Ionómeros de Vidrio.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.4.3 Clasificación de los Ionómeros de Vidrio.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1.4.4 Reacción del Ionómero de Vidrio.....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.4.5 Reacción del fraguado del Ionómero de Vidrio.....</b>	<b>20</b>

<b>1.1.5 ionómeros de vidrio de Alta densidad.....</b>	<b>22</b>
<b>1.1.5.1 Historia.....</b>	<b>22</b>
<b>1.1.6 Ionómero de vidrio Equia Forte.....</b>	<b>22</b>
<b>1.1.6.1 Presentación.....</b>	<b>22</b>
<b>1.1.6.2 Composición.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1.6.3 Indicaciones de acuerdo con su aplicación.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1.6.4 Unión química a la estructura dentaria.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1.6.5 Liberación de iones de flúor.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1.7 Cention N.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1.7.1 Presentación.....</b>	<b>25</b>
<b>1.1.7.2 Composición.....</b>	<b>25</b>
<b>1.1.7.3 Indicaciones.....</b>	<b>27</b>
<b>1.1.7.4 Contraindicaciones .....</b>	<b>27</b>
<b>1.1.7.5 Liberación de iones de fluoruro.....</b>	<b>27</b>
<b>1.1.7.6 Reacción química.....</b>	<b>27</b>
<b>1.1.7.7 Ventajas.....</b>	<b>28</b>
<b>1.1.7.8 Desventajas.....</b>	<b>28</b>
<b>1.8 Adhesión.....</b>	<b>28</b>
<b>1.1.8.1 Fallas en adhesión .....</b>	<b>29</b>

1.1.8.2 Fallas adhesivas.....	29
1.1.8.3 Fallas cohesivas.....	29
1.1.9 Índice adhesivo remanente.....	30
1.1.10 Citotoxicidad celular .....	31
1.1.11 Proliferación celular .....	33
Capítulo 2.....	34
2.1 Planteamiento del problema.....	35
2.2 Pregunta de investigación.....	35
2.3 Justificación.....	35
2.4 Hipótesis.....	36
2.4.1 Investigación.....	36
2.4.2 Nula.....	36
2.5 Objetivos.....	36
2.5.1 General.....	36
2.5.2 Específicos .....	36
Capítulo 3.....	37
3.1 Universo de estudio.....	38
3.1.1 Tipo de estudio.....	38



3.1.2 Diseño experimental.....	39
3.1.3 Criterios.....	39
3.1.2.1 Inclusión.....	39
3.1.2.2 Exclusión.....	40
3.1.2.3 Eliminación.....	40
3.1.4 variables.....	40
3.1.4.1 Variables dependientes.....	40
3.1.4.2 Variables independientes.....	42
3.1.5 Grupos selectivos y tamaño de muestras.....	42
3.2 Metodología.....	42
3.2.1 Bloques de Ionómeros.....	42
3.2.2 Muestras biológicas.....	43
3.2.3 Materiales biológicos.....	43
3.2.4 Muestras mecánicas.....	44
3.2.4.1 Grupo A: Uso de material restaurativo Cention N en esmalte y dentina.....	45
3.2.4.2 Grupo B: Uso de material restaurativo Equia Forte en esmalte y dentina.....	46
3.2.5 Materiales.....	46
3.2.6 Prueba de citotoxicidad y proliferación celular en HGF, HBC y HPC.....	47
3.2.7 Prueba de descementado en esmalte y dentina.....	47

<b>2.8 Análisis estadístico.....</b>	<b>48</b>
<b>Capítulo 4 Resultados.....</b>	<b>50</b>
<b>4.1 Resultados Biológicos.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Resultados mecánicos .....</b>	<b>52</b>
<b>Capítulo 5. Discusión.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Discusión.....</b>	<b>54</b>
<b>5.2 Perspectivas a futuro.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Conclusiones.....</b>	<b>57</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>58</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>61</b>

## Resumen

La *caries dental* es un proceso o enfermedad dinámica crónica, que ocurre en la estructura dentaria en contacto con los depósitos microbianos, debido al desequilibrio entre la sustancia dental y el fluido de placa circundante, dando como resultado una pérdida de mineral de la superficie dental, cuyo signo es la destrucción localizada de tejidos duros. Se clasifica como una enfermedad transmisible e irreversible.

Se han ido incrementado las medidas preventivas y el uso de materiales bioactivos cuya interacción es positiva con los tejidos dentales y brinda una solución a la pérdida de estructura dental.

Los biomateriales son por definición aquellos materiales que asumen las funciones de los tejidos en los órganos naturales, siendo capaces de imitar, en lo posible, las propiedades del tejido en su ambiente biológico. Los biomateriales deben reunir los requisitos de factibilidad funcional, bioestabilidad, biocompatibilidad y esterilidad

Cention N es un "Alkasite" reconstituyente, material de carga alcalina, capaz de liberar iones de ácido neutralizante de llenado, a base de resina, de autocurado, para restauraciones directas con propiedad de fotocurado adicional opcional.

Equia Forte es un material de vidrio híbrido basado en la técnica de obturación en masa (*bulk fill*), de endurecimiento rápido, para restauraciones directas, fotopolimerizable, con la ventaja de combinar distintos tamaños de relleno, muy similar a las resinas híbridas.

## OBJETIVO(S)

Conocer la citotoxicidad, proliferación celular de un cemento de ionómero de vidrio híbrido (CIV) y un cemento Alkasite (CA) en cultivo con células pulpares humanas (HPC), fibroblastos gingivales humanos (HGF) y osteoblastos humanos (HBC) la resistencia al descementado e índice adhesivo remanente (ARI) en esmalte y dentina.

## METODOLOGÍA

Se trata de un estudio experimental puro in vitro. Muestras de 4x4x1 mm fueron conformadas y estandarizadas en un molde prefabricado siguiendo las instrucciones del fabricante. La citotoxicidad y proliferación (24-96 horas) se realizó por contacto directo e indirecto, la viabilidad celular fue determinada por ensayo de colorimetría rápida de MTT (n=9). La resistencia al descementado se realizó en una máquina de ensayos universales a una velocidad de 1mm/min y el ARI fue determinado por microscopía estereoscópica (n=17). Los datos fueron analizados con pruebas de normalidad de *Shapiro-Wilk* y pruebas *t de student*. La significancia estadística fue fijada a 0.05.

## RESULTADOS

Ambos cements no muestran una reducción significativa de la viabilidad celular a las 96 hrs (CIV= Promedio: 115% directo, 100% indirecto y desviación estándar: 19% directo, 18.7% indirecto. CA: Promedio: 123% directo, 111% indirecto y desviación estándar de 26% directo, 23.3 indirecto, no son considerados como citotóxicos. La resistencia al descementado correspondió de la siguiente manera: Esmalte; CIV= 0.8±0.8 MPa, CA= 3.2±1.9 MPa\*\*, Dentina; CIV= 1.3±0.9, CA=3.7±1.7\*\*. ARI: Esmalte: CIV= Falla cohesiva (76.46%), CA: Falla adhesiva (64.7%), Dentina: CIV= falla adhesiva (23.52%), CA= Falla adhesiva (76.4%).

## Conclusión

Los resultados al evaluar: proliferación y citotoxicidad celular, así como pruebas al descementado e índice remante adhesivo de ambos cementos es satisfactorio, debido a que la formulación no es citotóxica para HPC, HGF y BHC independientemente de su dosis y presentación, ambos cementos tiene alto grado de biocompatibilidad.

**Palabras clave; Ionómero, Alkasite, Citotoxicidad, Proliferación celular**

## **Introducción**

El odontólogo general y especialista durante su práctica clínica diaria necesita conocer de materiales restauradores versátiles, que cumplan con las exigencias clínicas, y tener presente los principios biológicos del sustrato sobre el que trabaja (1).

Uno de los retos más comunes en la consulta dental, es la presencia de lesiones cariosas, donde el odontólogo debe de tratar el padecimiento eliminando tejido cariado (infectado) y restaurando la estructura dental perdida con un material que se asemeje lo mayor posible a la estructura dental real. La estrategia restauradora deberá tener tres objetivos: sustituir el tejido dental perdido con un material lo más compatible posible, al grado que permita una homeostasis al órgano dentino-pulpar, a su vez proteger la pulpa de estímulos nocivos como choques térmicos, traumas mecánicos, toxicidad de agentes químicos, microfiltración (2) por lo que nos vemos en la gran necesidad de contar con materiales restauradores de fácil manipulación, para llevar a cabo el procedimiento de la manera más rápida posible, donde el paciente pueda ser atendido en menor tiempo y lo que pudiese ser más importante, evitando a toda costa el dolor postoperatorio persistente, la perdida prematura de las restauraciones, microfiltraciones bacterianas, aparición de caries secundarias, pigmentaciones de la restauración y requiriendo de tratamientos invasivos.

El propósito del siguiente estudio fue evaluar la capacidad biológica y mecánica de materiales restauración contemporáneos basados en alcasites (Cention N) y un ionómero de vidrio (Equia Forte) mediante pruebas de compatibilidad biológica y pruebas mecánicas de resistencia a la descementación.

# **CAPÍTULO 1**

## **CAPITULO 1**

### **1.1 Marco teórico**

#### **1.1.2 Caries Dental**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido la caries como un proceso localizado, de origen multifactorial, que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente que puede evolucionar hasta la formación de una cavidad. Si no se atiende oportunamente, afecta la salud general y la calidad de vida de los individuos. (3) Estudio reportó a nivel mundial sobre su prevalencia, en el 2004, mostró un 60 a 90% en escolares y casi el 100% en adultos. (4)

Sin un abordaje terapéutico oportuno de la remoción de caries, ocurrirá una inflamación pulpar (pulpitis reversible), progresando hacia una pulpitis irreversible, y acabando con la vitalidad de la pieza dental (necrosis pulpar), trayendo consigo la destrucción y pérdida del órgano dental. (5)

##### **1.1.2.1 Tratamiento de la enfermedad (caries dental)**

Las lesiones de caries se encuentran en diferentes etapas de progresión, por lo que se debe realizar una evaluación clínica completa para decidir en qué momento y en qué caso aplicar terapias preventivas, no invasivas o restaurativas.

Actualmente, existen diversas opciones de tratamiento para el tratamiento de la caries dental, los mas utilizados en la actualidad son las resinas dentales, materiales bioactivos y restauraciones indirectas, estas cuando la perdida de tejido dental ya es mayor.

##### **1.1.2 Odontología mínimamente invasiva**

En cuanto a la caries dental, se ha modificado el enfoque de su tratamiento hacia la mínima intervención. La mínima intervención en cariología (MIC) se adhiere a una filosofía de cuidados estomatológicos que requiere el desarrollo de capacidades para realizar diagnósticos tempranos y tratar enfermedades de manera oportuna a través de acciones preventivas y terapéuticas. Estas técnicas y procedimientos favorecen la remineralización de las lesiones sin cavitación, la mínima invasión de las lesiones con cavitación y la reparación de las restauraciones defectuosas, encaminado a evitar el avance de la caries dental, su detección temprana y a la preservación de la estructura dental. (6)

El enfoque mínimamente invasivo en el tratamiento de la caries dental incorpora la ciencia dental de detectar, diagnosticar, interceptar y tratar la caries dental a nivel microscópico [7]. Este enfoque ha evolucionado a partir de una mayor comprensión del proceso de caries y el desarrollo de materiales restauradores adhesivos y biomiméticos. Con la odontología mínimamente invasiva, la caries dental se

trata como una condición infecciosa en lugar de un producto final de la misma. Ahora ya no se practica la "extensión radical para la prevención", sino que se ha cambiado a "constricción con convicción". (8)

### **1.1.3 Materiales Bioactivos**

Según la definición más aceptada en el ámbito científico, refiriéndose aun material bioactivo: Es una sustancia que demuestra una respuesta específica biológica, en la interfase del material, la cual es resultante en la formación de una unión de un material y los tejidos al contacto con los fluidos del organismo. Ocurriendo un intercambio de iones de naturaleza fisicoquímica entre el material bioactivo, tejido blando y hueso. (9)

Un compuesto biocompatible representa a los materiales que no inducen respuesta de tipo negativa, los componentes liberados no son tóxicos, ni tampoco inducen a reacciones inflamatorias, así como no son rechazados por los tejidos adyacentes. Dado que, en la actualidad se investiga el uso de materiales bioactivos, buscando que los mismos induzcan a una respuesta biológica específica, en la interfase material-tejido, donde la interacción, sea una respuesta positiva de integración. (10)

Los primeros intentos de producir materiales activos, que podrían interactuar con los tejidos y fluidos del cuerpo humano, fueron impulsados por el concepto de que los materiales que liberan fluoruro ejercen efectos útiles en el cuerpo. El concepto de utilizar los materiales "inteligentes" en odontología ha atraído mucha atención en los últimos años. (11)

Entre las principales características que deben reunir dicho tipo de sustancias para su empleo se pueden encontrar ser biocompatibles, estériles, no solubles ni reabsorbibles, bactericidas, bacteriostáticos, no ser afectados ni contaminados por sangre, capaces de estimular la formación de dentina reparativa, la adhesión a la dentina y otros materiales de restauración, resistir las fuerzas de compresión y tracción, al igual que proveer un buen sellado contra bacterias y líquidos, además de evitar la filtración al encontrarse situados en un entorno húmedo. (12)

Estos materiales bioactivos se caracterizan por brindar una respuesta de remineralización al tejido dental afectado o desmineralizado, el cual tiene el potencial de recuperarse gracias a componentes como iones de flúor, calcio y fosfato, además se reduce el crecimiento de la placa y se ayuda a prevenir la caries dental. (13)



### 1.1.3.1 Antecedentes históricos de los materiales bioactivos

En el año 1969, Larry Hench desarrolla los vidrios denominados bioactivos; buscaba un material que pudiera unirse al hueso, de forma que descubre una composición que contenía 45 % en peso de óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), 24,5 % en peso de óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), 24,5 % en peso de óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), y 6 % en peso de óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), el cual fue comercializada con el nombre de Bioglass® 45S5 en el año 1985. (14)

A partir de este material usaron diferentes composiciones químicas del Bioglass, desarrollando así nuevos materiales bioactivos tales como son: (11)

MATERIAL	FÓRMULA
Vivoxid	$\text{S}_{53}\text{P}_4$ ( $\text{P}_2\text{O}_5$ , 4%; $\text{CaO}$ , 20%; $\text{Na}_2\text{O}$ 23%; $\text{SiO}_2$ , 53%).
NBG	$45\text{S}_4$ ( $\text{P}_2\text{O}_5$ , 4.9%; $\text{SiO}_2$ , 44.7%; $\text{Na}_2\text{O}$ , 22.8% $\text{CaO}$ , 27.5%).
Perioglass	45S5

### 1.1.3.2 Clasificación de los materiales bioactivos

En el año de 1994, se propuso una clasificación de materiales bioactivos. El cual se dividen en 2 grupos: (A y B) (11)

Grupo A:

Los materiales inducen respuestas intracelulares y extracelulares. Son capaces de unirse al hueso, así como a los tejidos blandos. Estos materiales también son denominados osteoconductores y sus superficies son colonizadas por células madre osteogénicas.

Grupo B:

Los materiales son osteoconductores, inducen respuestas extracelulares.

Nueva generación de biomateriales (tercera generación):

Estos materiales tienen la finalidad de buscar la regeneración de tejidos y que los componentes se encuentren en polvo o solución para inducir la reparación local de tejidos. Además de lograr que se liberen agentes químicos en forma de iones disueltos o factores de crecimiento, un ejemplo es la proteína

morfogénica del hueso, que estimula y activa las células. Estas células producen más factores de crecimiento, que inducen la proliferación y regeneración celular.

#### **1.1.4. Generalidades de los Ionómeros de Vidrio**

Además de su primera indicación como material de restauración, hoy en día los ionómeros vítreos pueden emplearse para distintos procedimientos como lo son: bases y rellenos cavitarios, reconstrucción de muñones dentarios, recubrimientos cavitarios, restauraciones intermedias e inactivación de lesiones de caries, hipomineralizaciones, cementado o fijación de restauraciones de inserción rígida, tratamientos restaurativos atraumáticos y cementado así como de bandas y *brackets* de ortodoncia. A estos usos se sumó recientemente la posibilidad de aplicar ionómeros para el sellado de fosas y fisuras, así como para remineralizar lesiones en el esmalte y en la dentina, esta última indicación surgió frente a la singular renovación de los conceptos de la cardiología, basada esencialmente en el concepto de desmineralización/remineralización que hace patente la naturaleza dinámica de la caries y en consecuencia el deseo de revertir el proceso de desmineralización dentaria, en particular en sus estadios incipientes. Así se afianza una herramienta más de desarrollo de la denominada invasión mínima, filosofía de creciente relevancia que se basa en la atención ultraconservadora de las lesiones dentarias, especialmente las ocasionadas por caries. Como todo cemento dental el ionómero se basa en una reacción ácido base y en la formación de una sal de estructura nucleada, lo que significa que todo ionómero debe presentar dos componentes: un polvo (base), compuesto por un vidrio y un líquido (ácido) constituido por una suspensión acuosa de ácidos policarboxílicos, más correctamente denominados polialquenoicos. Dicha composición es la base de todos los ionómeros de vidrio. (15)

##### **1.1.4.1 Antecedentes históricos de los Ionómeros de Vidrio**

El ionómero de vidrio o polialquenoato de vidrio fue desarrollado en 1969 por Wilson y Kent, quienes al combinar el polvo del cemento de silicato y el líquido del cemento de policarboxilato de zinc crearon un nuevo material dental, basado en una reacción del aluminosilicato con el ácido poliacrílico, conjugando propiedades de los dos cementos, logrando: adhesión específica y liberación de fluoruro. (16)

El primer ionómero que fue comercializado tuvo como lugar en Europa en el año de 1975 bajo el nombre de ASPA (Caulk DeTrey), y dos años más tarde (1977) fue introducido en Estados Unidos y en los países latinoamericanos hacia finales de la década de 1970. Desde entonces y hasta el presente los ionómeros vítreos constituyen el grupo de materiales restauradores que más han evolucionado no sólo por las modificaciones introducidas en sus componentes, sino por el constante mejoramiento de sus

propiedades, principalmente por su excelente unión por el intercambio iónico tanto en dentina como esmalte, lo que se ha traducido en una amplia gama de indicaciones clínicas. (17)

Los polialquenoatos de vidrio se han usado en Europa desde el año de 1975, como material de tipo restaurador. En Estados Unidos comenzaron a ser usados dos años después. (18)

El primer ionómero de vidrio restaurador estéticamente aceptado fue el Fuji II, el cual presentó mejores propiedades físicas. (16)

La modificación más importante de los cementos de ionómero de vidrio ha sido la incorporación de componentes resinosos, dando paso así a los nuevos ionómeros de vidrio modificados con resina, los cuales fueron introducidos en el mercado entre los años 1993 y 1994, pudiendo ser utilizados como materiales de restauración definitiva. (16)

#### 1.1.4.2 Composición de los ionómeros de vidrio

Ionómeros de vidrio convencionales

POLVO	LÍQUIDO
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Ácido itacónico
Fluoruros	Ácido tartárico
	Agua

Fuente: Cabrera Villalobos, Y., Álvarez Llanes, M., Gómez Mariño, M., & Casanova Rivero, Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio. Rev. AMC2010;14(1), 0-0.

Ionómeros de vidrio modificados con resina autopolimerizables

POLVO	LÍQUIDO
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Copolímeros carboxílicos
Fluoruros	Monómero hidrófilo soluble
Catalizador	Agua

<b>Activador</b>	Radicales metacrílico-iniciador
------------------	---------------------------------

Fuente: Cabrera Villalobos, Y., Álvarez Llanes, M., Gómez Mariño, M., & Casanova Rivero, Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio.Rev. AMC2010;14(1), 0-0.

Ionómeros de vidrio modificado con resina fotopolimerizables

<b>POLVO</b>	<b>LÍQUIDO</b>
<b>Sílice</b>	Ácido poliacrílico
<b>Alúmina</b>	Copolímeros carboxílicos
<b>Fluoruros</b>	Monómero hidrófilo soluble
<b>Foto iniciador</b>	Agua
<b>Líquido</b>	Radicales metacrílico

Fuente: Cabrera Villalobos, Y., Álvarez Llanes, M., Gómez Mariño, M., & Casanova Rivero, Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio.Rev. AMC2010;14(1), 0-0.

Primers o promotores de adhesión

<b>Ácido poliacrílico 10-25%</b>
<b>Resina hidrófila</b>
<b>Cloruro férrico</b>

Fuente: Cabrera Villalobos, Y., Álvarez Llanes, M., Gómez Mariño, M., & Casanova Rivero, Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio.Rev. AMC2010;14(1), 0-0.

### 1.1.4.3 Clasificación de los ionómeros de Vidrio

De acuerdo con la clasificación de Mount (1990) (19) podemos dividir a los ionómeros de vidrio de acuerdo su indicación clínica, el cual consta de 3 tipos de divisiones:

TIPO I: Para cementado o fijación de restauraciones indirectas (de inserción rígida).

TIPO II: Para restauraciones directas (II.1 estéticas y II.2 intermedias o reforzadas).

TIPO III: Para base cavitaria o recubrimiento.

Existe otra clasificación que resulta ser más práctica, propuesta por McLean y cols. (1994), (20) ellos optaron por dividirlos según su composición y reacción de endurecimiento (I y II):

- I. Ionómeros vítreos convencionales o tradicionales con 2 subgrupos:
  - Ionómeros de alta densidad y Ionómeros remineralizantes
  
- II. Ionómeros vítreos, modificados con resinas que también incluyen 2 subgrupos:
  - Ionómeros vítreos modificados con resinas fotopolimerizables
  - Ionómeros vítreos modificados con resinas autopolimerizables

#### **1.1.4.4 Reacción del ionómero de vidrio**

Se basa en una reacción de tipo ácido-base y la formación resultante de una sal de estructura nucleada. El ácido ataca al vidrio y salen iones calcio, estroncio, cinc, flúor y aluminio; queda como núcleo la estructura silíceo del vidrio. Los iones bivalentes de calcio y estroncio, luego los de aluminio constituirán la matriz nucleada del ionómero como policarboxilato de calcio y aluminio. El flúor queda en libertad y puede salir del ionómero como compuesto de fluoruro de sodio, mecanismo de liberación del fluoruro de sodio, mecanismo de liberación del flúor. Los VIR fotopolimerizables endurecen a los 20-30seg y los autopolimerizables tardan 2-3min. En cambio, los convencionales demoran 4-7min debido a que contienen más aluminio para que sea menos soluble. (21)

#### **1.1.4.5 Reacción del Fraguado de Ionómero de vidrio**

El fraguado de los CIVC está basado en el principio de neutralización de ácidos hidrosolubles que pueden ser contenidos en un líquido, con una base sólida pulverizada hecha con vidrios de aluminio-silicato para tener como resultante una sal. A grandes rasgos, cuando el ácido entra en contacto con el polvo, se desencadenará un ataque del primero descomponiendo las partículas del segundo aproximadamente en 20-30% de su volumen. Al disolverse, las partículas podrán liberar iones como el calcio, aluminio o flúor en cantidades variables, los cuales se combinan con grupos carboxílicos del ácido para formar sales que componen cadenas y se precipitan. Durante los primeros 5 minutos, hay un predominio de cadenas formadas con calcio. En este punto, la superficie del cemento se manifiesta clínicamente duro, pero es importante saber que las cadenas aún son demasiado frágiles e hidrosolubles; aproximadamente 24 horas después de haber mezclado el CIV, predominan las cadenas formadas con iones aluminio, las cuales refuerzan la matriz, haciendo al cemento más resistente, insoluble y de excelentes propiedades físicas; la

preponderancia de cadenas formadas con iones calcio y aluminio marcan las llamadas fases de maduración de los CIV. (20)

En los casos de ionómeros de vidrios que han sido modificados con resina fotopolimerizables también van a producir una reacción propia del ionómero, pero puesto que contiene resina con grupos metacrilatos que son capaces

de polimerizar por la acción simple de la luz visible, el endurecimiento entonces se producirá en pocos segundos después de la aplicación (entre aproximadamente 20 a 30 segundos) dependiendo según el tipo de ionómero, siempre con el consiguiente beneficio de tiempo clínico. Cabe destacar que aun cuando la resina contiene el cemento fotopolimerizable endurece con rapidez, la reacción ácido base sigue posteriormente hasta completar el endurecimiento del cemento ionómero de vidrio. Esto le confiere al producto las propiedades esenciales tales como son: la adhesión específica, la biocompatibilidad biológica y la adhesión de flúor. (21)

### **1.1.5 Ionómero de vidrio de alta densidad**

Permiten mayor tiempo de trabajo y de endurecimiento así como de sus propiedades físico-químicas y mecánicas, mejor resistencia compresiva, resistencia flexural y al desgaste, además de presentar mínima solubilidad que mantendrá la activación química, (22) son materiales de alta viscosidad con vidrios mejorados con compuestos como estroncio e incluso circonio, se utilizan en procedimientos preventivos, para remineralización e inactivación de caries, utilizados frecuentemente en la innovadora técnica restauradora atraumática (TRA). (23,24)

#### **1.1.5.1 Historia**

En 2007, se desarrolló un nuevo concepto restaurador basado en la tecnología de ionómeros de vidrio convencionales que consiste en 2 componentes el ionómero de vidrio Fuji IX GP Extra y un recubrimiento nanofillizado, de ahí en el 2011 pasó a llamarse Equia Fil. En 2015, se lanzó Equia Forte como un nuevo material basado en tecnología híbrida, que consiste en un ionómero de vidrio convencional altamente viscoso combinado con un material de recubrimiento nanofiliado (Equia Forte Coat). (25)

### **1.1.6 Ionómero de vidrio híbrido (Equia Forte)**

El nombre de esta técnica proviene de las siglas en inglés de *Easy, Quick, Unique, Intelligent y Aesthetic*. La técnica de obturación EQUIA tiene un beneficio dual, ya que combina la utilización de dos materiales, el Fuji IX GP Extra y el G-Coat Plus, cuyas principales características y ventajas se describirán a continuación, y significa una nueva opción de tratamiento para obtener cavidades. (26, 27)

EQUIA Forte™ es un ionómero de vidrio basado en la técnica de obturación en masa (bulk fill); es un sistema rápido, fácil y sencillo de restauración basado en el rendimiento notable en los ensayos clínicos del EQUIA y presenta una alternativa viable para restauraciones de amalgama en dientes posteriores. (27)

Existen tres generaciones de Fuji IX. El primero, el Fuji IX GP, tiene como principal característica la de poderse colocar como obturación permanente o sustituto de dentina logrando su endurecimiento a los seis minutos. Después se desarrolló el Fuji IX GP FAST, con las mismas características que el anterior pero cuyo endurecimiento es más rápido —a los tres minutos 35 segundos—. Posteriormente, salió al mercado el Fuji IX GP EXTRA, diferenciándose de los anteriores en que el endurecimiento se presenta a los dos minutos y medio; además, tiene translucidez y un elevado desprendimiento de flúor, el cual es seis veces mayor por su contenido del 10% al 23% de este elemento. Por ello, su principal ventaja es su alto efecto cariostático, debido a la liberación de flúor y su actividad antibacteriana, existiendo una relación directa del fluoruro presente en el ionómero y la cantidad de flúor que libera. (27)

### 1.1.6.1 Presentación

- Capsulas con colores disponibles: A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3 y C4. Colores basados en guía Vita.

Contenido por capsula: 0,40 g polvo y 3,13 g (0,10 mL) Líquido.

- *Cavity conditioner* (GC)
- *Equia forte coat* 4mL.



Ilustración 1. Fuente propia



Ilustración 2. Fuente propia



Ilustración 3. Fuente propia

### **1.1.6.2 Composición**

Las partículas de vidrio convencionales, presenta partículas ultrafinas de reactivos que se dispersan en el ionómero de vidrio de alta densidad. Hacen una combinación con un ácido poliacrílico de peso molecular superior, este ionómero de vidrio híbrido tiene la capacidad de aumentar la disponibilidad de iones lo cual, mejorando la formación de la matriz, lo provoca una estructura mucho más fuerte. El polvo consiste en un 95% de vidrio de fluoroaluminosilicato de estroncio, partículas pequeñas altamente reactivas recién agregadas además de un 5% de ácido poliacrílico. En el líquido consiste en 40% de ácido poliacrílico acuoso. El estroncio es el encargado del aumento de la radiopacidad. El cambio del calcio por el estroncio mejora la liberación de fluoruro debido que la sal necesita disociarse y difundirse a través del cemento a granel. Como el calcio es más electropositivo que el estroncio, el  $\text{CaF}_2$  es menos soluble que el  $\text{SrF}_2$ .

El segundo componente es G-COAT PLUS, se trata de un sellador con monómeros adhesivos y nanorrellenos de formulación única, consta de 50% de metacrilato de metilo y 0,09% de canforquinona. Sirve para glasear y sellar las restauraciones de resinas, ionómeros, coronas. Al momento de sellar los márgenes y penetrar en el ionómero, reduce el riesgo de sensibilidad postoperatoria, desgaste abrasivo, cambio de color; protegiéndolos del agua y humedad durante el endurecimiento inicial además de ser compatible con diferentes tipos de unidades de fotocurado (halógenas, LED y plasma).

En combinación con un ácido poliacrílico de peso molecular superior, este vidrio híbrido tiene en su fórmula la capacidad de poder aumentar la disponibilidad de iones mejorando su formación de la matriz, lo que logrará que ésta obtenga una estructura con mayor fuerza. (27)

### **1.1.6.3 Indicaciones de acuerdo con su aplicación**

- Restauraciones clase I
- Restauraciones clase II que soportan stress
- Restauraciones clase III que no soportan stress
- Restaurador intermedio
- Restauraciones de clase V y restauraciones en superficie radicular
- Reconstrucción sobre muñones



#### **1.1.6.4 Unión química a la estructura dentaria**

La unión que presenta el material a la estructura de dentina, gracias a los nanorellenos vítreos que se encuentran en la composición de este producto, lo que provoca una precipitación de las sales de fosfato y calcio durante el proceso de intercambio de iones, entre la dentina y el ionómero. (27)

El subsecuente intercambio de iones durante el endurecimiento del ionómero de vidrio y las fibras de colágeno parcialmente desmineralizadas, lleva a cabo la formación de una superficie intermedia entre la dentina intacta y el barrillo dentinario acondicionado, creando una capa similar a la que encontramos en la capa híbrida de los adhesivos dentinarios. (27)

#### **1.1.6.5 Liberación de iones de flúor**

Su principal ventaja es su alto efecto cariostático, debido a que la liberación de flúor y su actividad antibacterial, (28,29) existiendo una relación directa del fluoruro presente en el ionómero y la cantidad de flúor que libera. La habilidad de recarga de iones de flúor es una cualidad muy importante en los ionómeros de vidrio, los cuales permiten aplicar sus reservas recargables para la continua liberación de flúor. (27)

#### **1.1.7 Cention N**

Actualmente se ha lanzado al mercado un nuevo material de obturación que pertenece al grupo de materiales de los alkasites. El relleno alcalino que contiene en su parte inorgánica produce un aumento en la liberación de iones de hidróxido para regular el valor del pH durante los ataques con ácido. Como resultado, la desmineralización puede ser prevenida. Además, la liberación de grandes cantidades de iones fluoruro y calcio forma una base sólida para la remineralización del esmalte dental. (28)

Cention N es un material recientemente introducido al mercado odontológico de relleno en bloque y libre de metales el cual los fabricantes afirman, posee mejores propiedades que el ionómero de vidrio y la amalgama al satisfacer la demanda de ser un material de restauración sin mercurio. Este material, según Mazumdar y Mishra, se encuentra dentro de una nueva categoría que utiliza relleno alcalino llamado "alkasite" capaz de liberar iones neutralizantes de ácido que rodean la restauración. (29)

### 1.1.7.1 Presentación

Cention N es un material restaurador cuya presentación consta de un polvo 1x15 g y un líquido 1x4g autopolimerizable envasados por separado, de mezclado manual con la propiedad de fotopolimerizado opcional.

Se encuentra disponible un solo tono A2 radiopaco.



Fuente propia

### 1.1.7.2 Composición

Kaur y Cedillo mencionan en sus estudios, que la presentación de Cention N de polvo y líquido contienen las siguientes sustancias:

Polvo: consiste en partículas de relleno y otros componentes iniciadores.

El líquido comprende de di-metacrilatos e iniciadores, mientras que la porción de polvo contiene varios de vidrio cargas, iniciadores y pigmentos. Debido al uso exclusivo de una reticulación monómeros de metacrilato en combinación con un iniciador de autocurado estable, eficiente, Cention N exhibe una densidad de red de alto polímero y el grado de polimerización sobre la profundidad completa de la restauración. Es además de que esto incluye una carga especial (isorrelleno) que actúa como un calmante para la tensión de contracción al minimizar la fuerza de contracción. La relación orgánica e inorgánica,

así como la composición de monómero del material también es responsable de la baja contracción volumétrica que conduce a que exista una menor microfiltración.

Cuando se polimerizan los materiales, ya sea en el modo de autocurado o a través de la luz de curado adicional, las cadenas de estos monómero situados en los materiales de carga junto con los silanos darán lugar a un proceso y las fuerzas de reticulación entre los materiales de carga individuales entran en juego que (si el restaurador tiene sido colocado con adhesivo) lugar la tensión en las paredes de la cavidad será tratada. Este estrés se ve influida tanto por la contracción volumétrica y el módulo de elasticidad del material. Debido a su bajo módulo elástico (10 GPa) el mitigador de la tensión de contracción dentro de Cention N reducirá la contracción de polimerización y la microfiltración. (30)

José Cedillo menciona que la parte monomérica orgánica de este material se encuentra de la siguiente manera

: Líquido: Compuesto de 4 dimetacrilatos diferentes que interactúan durante la polimerización, dando como resultado un material con fuertes propiedades mecánicas y buena estabilidad a largo plazo. Dichos componentes representan el 21.6% del peso final del material, los cuales son:

-Dimetacrilato de uretano (UDMA): principal componente de dicha matriz de monómeros, no contiene grupos laterales de hidroxilo. Exhibe una sola viscosidad moderada. Es hidrofóbico, por lo tanto, muestra una baja absorción de agua que se ve expuesta. Al polimerizar produce excelentes propiedades mecánicas.

-Dimetacrilato de triciclohexan-dimetanol (DCP): Es un monómero de metacrilato difuncional de baja viscosidad que permite la mezcla manual del material.

-Dimetacrilato tetrametil-xilileno-duiretano (UDMA-alifático aromático): Este elemento es un reticulante hidrofóbico de alta viscosidad que combina las propiedades favorables de los disocianatos alifáticos (baja tendencia a la decoloración) y aromáticos (rigidez).

-Glicol polietileno 400 dimetacrilato (PEG 400 DMA): Este componente mejora la fluidez del material, es de carácter hidrofílico que promueve la capacidad para mejorar el sustrato dental (esmalte o dentina) y se adapta al barrillo dentinario. (28, 29)

RELLENO	FUNCIÓN
<b>Vidrio de aluminosilicato de bario</b>	Dureza
<b>Trifloruro de iterbio</b>	Radiopacidad
<b>Tecnología Isofiller (Tetric N-Ceram)</b>	Alivio al estrés por contracción
<b>Vidrio flurosilicado de aluminio y bario de calcio</b>	Dureza y liberación de fluoruro
<b>Vidrio de flurosilicato de calcio (alcalino)</b>	Liberación de iones de F, OH, Ca

### 1.1.7.3 Indicaciones

- Útil para su uso sin adhesivo en las cavidades de clase I y II con preparaciones retentivas.
- Restauraciones de clase I y II en dientes permanentes con el empleo de un adhesivo.
- Restauraciones de clase V en dientes permanentes con el empleo de un adhesivo.
- Restauraciones en dientes deciduos (con o sin adhesivo).

### 1.1.7.4 Contraindicaciones

- Uso en campos operatorios no secos.
- Uso sin adhesivo para restauraciones interproximales.
- Uso sin adhesivo para reemplazar cúspides.
- Uso como cemento resinoso.
- Paciente con alergia a alguno de los componentes.

### 1.1.7.5 Liberación de iones de fluoruro

La liberación de iones de fluoruro dependerá del valor de pH en la cavidad oral. Cuando el valor de pH es bajo (ácido), debido, por ejemplo, a un *biofilm* de placa activo, es decir, bacterias cariogénicas altamente activas, Cention N libera una cantidad significativamente mayor de iones que cuando el valor del pH es neutral. (13)

También se sabe que el fluoruro posee propiedades antibacterianas, reduce la actividad cariogénica pues bacterias tales como lo son el *Streptococcus Mutans* tiene la capacidad de captar glucosa de manera adecuada por lo que se disminuye el crecimiento y actividad microbiana. (13)

### 1.1.7.6 Reacción química

El Isofiller, es un relleno patentado funcionalizado por silanos, está unido a otras partículas de relleno esto producirá un incremento en el enlace entre la matriz de monómero orgánico y la carga inorgánica. Los fotoiniciadores Ivocerin, un derivado de dibenzoil germanio y óxido de acil fosfina, absorben los fotones durante el curado, lo que produce a la ruptura del enlace químico dentro de los iniciadores, lo que lleva a la formación de dos radicales que reaccionan con los monómeros orgánicos para producir una red de polímero fuerte. (31)

### 1.1.7.7 Ventajas

- Material altamente estético.
- Autopolimerizable con opción fotopolimerizable.
- Reduce la contracción por polimerización y microfiltración.
- Puede ser colocado en bloque (tecnología *bulk fill*)
- No requiere equipo dental específico.
- Libera iones de fluoruro, hidróxido y calcio que ayudan a prevenir la desmineralización del sustrato dental, promueve la remineralización y ayuda a prevenir la caries

### 1.1.7.8 Desventajas

- Color único disponible A2
- En polimerización por luz solo puede penetrar adecuadamente hasta 4mm máximo.
- Cuando no se utiliza adhesivo la cavidad debe ser retentiva.
- No puede ser utilizado para la reconstrucción de cúspides.
- Tiempo de trabajo relativamente corto.

## 1.8 Adhesión

Adhesión del latín. Adhaesio, adhaesionis, que significa adherencia, unión; unirse una superficie a otra.  
(32)

Unión entre dos sustratos de diferente naturaleza. Sólo si las moléculas son aproximadas a un rango nanométrico las fuerzas intermoleculares pueden ser formadas.

Adhesión entre sustratos de la misma naturaleza: Cohesión

Adhesión entre sustratos de diferente naturaleza: Adhesión

Se han descrito requisitos ideales que debe de cumplir un material adhesivo:

- Capacidad reactiva al calcio y al colágeno para producir una adhesión química a los tejidos duros del diente.
- Tensión superficial adecuada para que humecte la superficie y se produzca el fenómeno de capilaridad en las micro retenciones.

- Baja viscosidad para que fluya en el interior de estas micro retenciones.
- Capacidad de polimerización con mínimos cambios dimensionales y en un corto período de tiempo.
- Resistencia adecuada para que no se produzca fractura cohesiva del material.
- Resistencia adhesiva elevada, debiéndose adquirir esta resistencia en el mínimo período de tiempo posible.
- Elasticidad y flexibilidad para que no se deforme permanentemente.
- Insoluble a los fluidos orales y ácido-resistente.
- Bactericida y bacteriostático, para eliminar los posibles gérmenes que hayan quedado tras la preparación.
- Cariostáticos, mediante la liberación de flúor.
- Biocompatible.
- Fácil manipulación.
- Costo accesible.

Aunque lamentablemente no siempre se cumple con estos requisitos. (33)

#### **1.1.8.1 Fallas en adhesión**

Existen diversas causas responsables de un fallo adhesivo temprano, entre ellas destaca: es la contaminación del campo operatorio por saliva, sangre o restos de ácido fosfórico o cualquier otro agente grabador. De todos ellos, el que más perjudica al procedimiento adhesivo es la contaminación por sangre. Seguido de causas propias del material desde su fabricación (características adhesivas/potencial adhesivo). (34)

#### **1.1.8.2 Fallas adhesivas**

Hace referencia a la falla de adhesión que involucra superficies de distinta naturaleza, es decir, en la interfaz de ambas. Por ejemplo: Cemento de ionómero de vidrio-esmalte, cemento de ionómero de vidrio-dentina. (35)

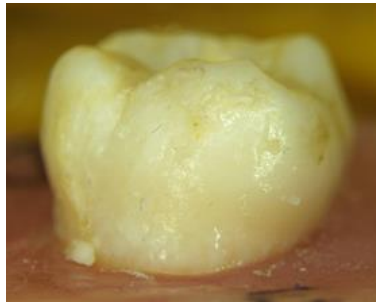
#### **1.1.8.2 Fallas cohesivas**

Se refiere a la falla adhesiva que sucede en superficies de la misma naturaleza, o en el interior de la estructura del material o sustrato dental. (35) Por ejemplo: Cemento de ionómero de vidrio-cemento de ionómero de vidrio, alkasite-alkasite, esmalte-esmalte, resina-resina.

### 1.1.9 Índice de adhesivo remanente

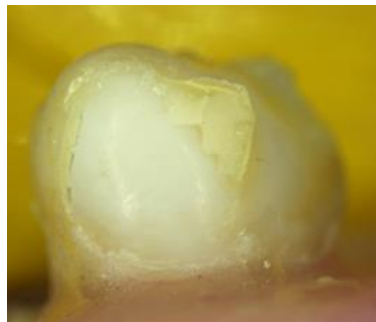
El índice de adhesivo remanente clasifica la cantidad de material existente en la superficie dental previamente adherida, posterior a su descementación y comprende una escala del 0 al 3.

a) Grado 0: Sin material restaurador en la superficie dental,



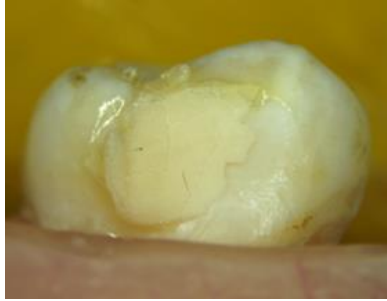
Fuente propia

b) Grado 1: Menos de la mitad del material restaurador permanece en la superficie dental,



Fuente propia

c) Grado 2: Más de la mitad el material restaurador permanece en la superficie dental



Ffuente propia

d) Grado 3: Todo el material restaurador permanece en la estructura dental.



Fuente propia

### 1.1.10 citotoxicidad celular

Los materiales dentales se estudian generalmente en tres niveles de tipo biológicos. Inicialmente son sometidos a pruebas que evalúan su toxicidad. Los estudios del segundo nivel se realizan con animales de experimentación con el fin de evaluar cómo responden los tejidos a los que se somete este material. Las pruebas del tercer nivel recrean situaciones clínicas. De manera que existen (36):

1. Pruebas de citotoxicidad general:
  - Efecto citotóxico.
  - Efecto cancerígeno y mutagénico.
  - Efecto sensibilizante.
  
2. Pruebas de detección de citotoxicidad local:



- Aplicación de unos 15 minutos, corta duración, al tejido.
- Implantación del material a largo plazo, superior a 1 año, en tejido subcutáneo.

### 3. Estudios de uso y ensayos clínicos.

Para el comité de pruebas de toxicidad y evaluación de agentes medioambientales, los ensayos de citotoxicidad de un material deben incluir su caracterización química, necesaria para determinar el tipo de ensayo al que debe someterse o bien que no es necesario aplicarle ninguno. Las pruebas de toxicidad se dividen en dos parcelas (36):

- Líneas para estudiar la toxicidad: se basan en la respuesta celular y señales metabólicas de las células cuando son sometidas al contacto con el material. Se recomienda usar células humanas y realizar pruebas que incluyan la respuesta celular como la citotoxicidad, proliferación celular y apoptosis.
- Las pruebas sobre órganos o tejidos diana que podrán ser *in vivo* o *in vitro*.

El término citotoxicidad se utiliza para describir los eventos de la cascada molecular que por alguna causa se ven interrumpidos e interfieren en la síntesis de macromoléculas provocando daño celular, estructural y funcional. (37)

Para realizar una evaluación biológica adecuada, el contacto entre células y material debe ser óptimo se puede conseguir mediante: contacto directo, indirecto o a través de extractos. (37)

Los estudios existentes realizan ensayos de actividad metabólica con WST-1,XTT,MTS siendo el más común el ensayo MTT con modificaciones ya que como las partículas están siendo estudiadas apenas, no existe aún un consenso en cuanto a las condiciones y estándares bajo los cuales el ensayo debe ser llevado a cabo (Kong, 2011), aunque cabe aclarar que todos los estudios toman como base la norma ISO 10993 que describe métodos de prueba para evaluar la citotoxicidad *in vitro* de dispositivos médicos (*Biological evaluation of medical devices—Part 5: Tests for in vitro cytotoxicity*) donde se destaca la clasificación de citotoxicidad con base a el porcentaje de viabilidad celular: 100-75%: No citotóxico, 74-50%: Ligeramente citotóxico, 49-25%: Moderadamente citotóxicos, 24-0%: Extremadamente citotóxico (Young, 2005)(37)

### **1.1.11 Proliferación celular**

La viabilidad celular se define como el número de células sanas en una muestra, determina la cantidad de células que están vivas o muertas basándose en la muestra total de células, mientras que la proliferación celular es un indicador vital para comprender los mecanismos en acción de ciertos genes, proteínas y vías implicadas en la supervivencia o muerte celular después de la exposición a agentes tóxicos (Thermo Fisher Scientific, 2017). (37)

## **CAPÍTULO 2**

## **Capítulo 2**

### **2.1 Planteamiento del problema**

La caries dental afecta en un 95% a mexicanos entre 20-64 años, por lo que es necesario el uso de materiales de restauración bioactivos que pueden beneficiar a la condición dental, sin dejar de lado la compatibilidad biológica y propiedades adhesivas.

Actualmente existen muchos materiales de restauración-cementación en el mercado, pero es importante encontrar uno que interactúe con el sustrato dental, que muestre compatibilidad biológica y química de larga duración. Para cubrir estas necesidades, muchos materiales dentales como los alcasites y ionómeros han pasado por diferentes modificaciones con el fin de lograr adquirir propiedades específicas y mejoradas, es por eso por lo que se han usado dos materiales dentales de uso contemporáneo para evaluar su eficacia ante estas modificaciones aplicadas de manera de simulación clínica y de forma *in vitro*.

Por todo lo anterior mencionado, surge la siguiente pregunta de investigación:

### **2.2 Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los efectos biológicos, resistencia al descementado en esmalte y dentina, así como el índice remanente adhesivo (IRA) de CA y CIV?

### **2.3 Justificación**

Algunos de los problemas que se presentan a corto, largo y mediano plazo después de restauración/cementación dental es la deficiente adhesión, aparición de caries recurrente, sensibilidad postoperatoria, irritación pulpar, poca estética, etc.

Los cementos de ionómero de vidrio y alcasites tienen propiedades que favorecen la estructura sobre la que se emplea, por lo que se han ido modificando para hacerlos más versátiles y que sean el material de elección para restauraciones directas.

Pero al ser materiales relativamente nuevos, es necesario evaluar su biocompatibilidad y capacidad adhesiva e índice adhesivo remanente ya que existen pocos estudios específicos de estos cementos.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis de Investigación**

El cemento alcasite es menos citotóxico y contribuyen a la proliferación celular, además de que posee mayor resistencia al descementado que cemento de ionómero de vidrio híbrido en un 70%, sobre todo en las muestras de superficie de esmalte.

### **2.4.2 Hipótesis nula**

El cemento alcasite es más citotóxico y no contribuyen a la proliferación celular, es decir por debajo del 70%, así como una deficiente adhesión sobre superficies de esmalte y dentina.

## **2.5 Objetivos**

### **2.5.1 Objetivo general**

Conocer la citotoxicidad y proliferación celular de un cemento de Ionómero de Vidrio y cemento Alcasite en cultivo *in vitro* con células pulpares humanas (HPC), fibroblastos gingivales humanos (HGF) y células óseas humanas (HBC). Así como evaluar la resistencia al descementado e índice remanente adhesivo (IRA) en esmalte y dentina.

### **2.5.2 Objetivos específicos**

Biológicos: Conocer el efecto citotóxico y proliferativo del alcasite y de ionómero de vidrio híbrido por contacto directo e indirecto en cultivos celulares HPC, HGF y HBC.

Mecánicos: Conocer la resistencia a descementación en esmalte y dentina en megapascales del alcasite y del cemento de ionómero de vidrio híbrido, así como evaluar el índice remanente adhesivo (IRA) post descementación.

## **Capítulo 3**

## Capítulo 3

### 3.1 Universo de estudio

Alkasite: CENTION N. Ivoclar Vivadent. *Liechtenstein*.

Ionómero de vidrio híbrido: EQUIA FORTE FIL. *GC CORPORATION*. Tokio, Japón. (CIV)

Muestreo y tamaño de muestra: 4mm\*4mm\*1mm. Líneas celulares: 5X10<sup>5</sup> HPC, HGF Y HBC. 34 dientes

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

Resistencia al descementado: Esmalte y Dentina (n=17 por grupo)

Bloques de material ensayos biológicos (n=9 por grupo)

#### 3.1.1 Tipo de estudio

#### 3.1.2

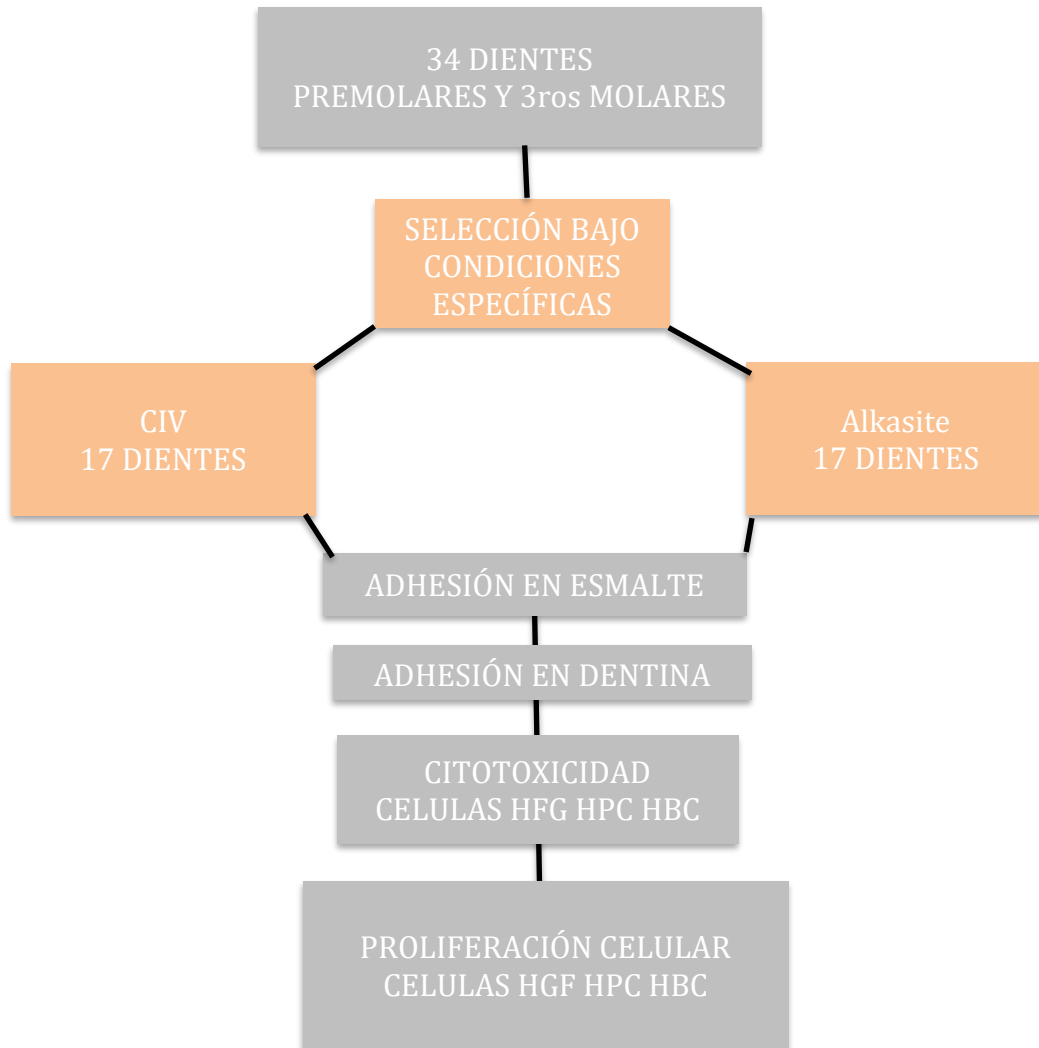
-Experimental.

-In vitro.

-Prospectivo.

-Descriptivo

### 3.1.2 Diseño Experimental



### 3.1.3 Criterios

#### 3.1.3.1 Criterios de inclusión

- Dientes sin caries, no extraídos hace más de 6 meses.
- Cantidades considerables de células para el estudio.
- Material en buenas condiciones, mezclados con las proporciones indicadas por el fabricante



### 3.1.3.2 Criterios de exclusión

- Dientes cariados o extradíos hace más de 6 meses.
- Material caduco.
- Deficiente cantidad de células.
- Mayores o menores cantidades de muestras celulares y del material.

### 3.1.3.3 Criterios de eliminación

- Medios celulares contaminados.
- Concentraciones de reactivos alteradas.
- Muestras con alteraciones.

### 3.1.4 Variables

#### 3.1.4.1 Variables dependientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Citotoxicidad</b>	La citotoxicidad es la cualidad de ser tóxico para las células. Puede medirse por distintos métodos.	Se evaluó ensayo de MTT por contacto directo e indirecto de viabilidad celular según la norma ISO 10993 a 24-96hrs. 100-75%: No citotóxico, 74-50%: Ligeramente citotóxico, 49-25%: Moderadamente citotóxicos, 24-0%: Extremadamente citotóxico.	Cuantitativa	De razón viabilidad celular (%)
<b>Proliferación celular</b>	Indicador vital para comprender los mecanismos en acción de ciertos genes, proteínas y vías implicadas en la supervivencia o	Se evaluó ensayo de MTT por contacto directo e indirecto proliferación celular según la norma ISO 10993 a 24-96hrs.	Cuantitativa	De razón viabilidad celular (%)

	muerte celular después de la exposición a agentes tóxicos.(37)			
<b>Fuerza de descementación</b>	Monitoreo de la capacidad adhesiva de los materiales a estudiar.	Carga oclusogingival aplicada en la interfaz del diente y del cemento para producir el desprendimiento utilizando el extremo aplanado de una barra de acero unida a la máquina de ensayos universales.	Cuantitativa	De razón Mpa
<b>IRA</b>	Utilizado para evaluar la cantidad de cemento remanente del material sometido a prueba de descementación. Identifica fallo adhesivo o cohesivo.	Evaluación de la superficie dental bajo a microscopio posterior a la prueba de descementación para determinar con parámetros 0-3 la cantidad de material residual sobre los dientes. 0- Sin material remanente. 1- Menos del 50%. 2- Mas del 50%. 3- Todo el material	Cualitativo politómica	Nominal

### 3.1.4.2 Variables independientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Tipo celular</b>	Número de células viables resultantes de ensayos biológicos.	Para evaluar ensayos de citotoxicidad y proliferación celular mediante método MTT.	Cualitativa	Nominal HPC-HGF-HBC.
<b>Tipo de cemento dental</b>	Los (CA) son materiales de carga alcalina, a base de resina, de autocurado, Los CIV de vidrio híbrido para restauraciones directas, con la ventaja de combinar distintos tamaños de relleno.	Material estudiado en ensayos para citotoxicidad, proliferación celular, resistencia al descementado e IRA	Cualitativa	Nominal CA. Cention N CIV. Equia forte Fill

### 3.1.5 Grupos selectivos y tamaño de muestra

CA, CIV: 4mm\*4mm\*1mm.

Líneas celulares:  $5 \times 10^5$  HPC, HGF Y HBC.

34 dientes

## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Bloques de ionómeros

Fueron confeccionados en una tablilla prefabricada de metal inoxidable cuyas medidas son 4mm\*4mm\*1mm.

Se preparó el material (cention N y equia forte) usando las medidas que el fabricante indicaba.

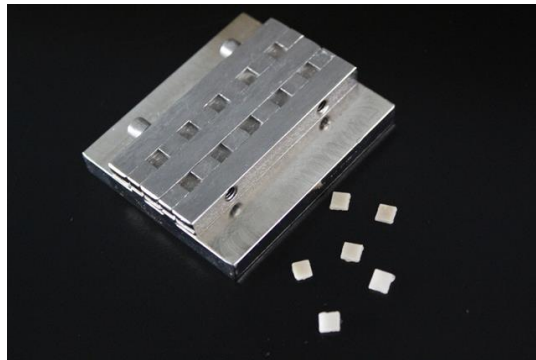
Cention N:

Se colocó sobre una loseta de papel limpia 1 cucharada de medición de polvo y 1 gota de líquido con una relación en peso de 4,6: 1.

Se mezcló la primera mitad del polvo con el líquido hasta obtener una mezcla homogénea, posteriormente se agregó la otra mitad (45-60s) y se pasó a colocar el material sobre los moldes de la tablilla, con un tiempo de trabajo de 3 min como máximo. Una vez colocado el material se puso un portaobjetos sobre la tablilla, de manera que se lograba la confección de los bloques respetando las medidas, se procedió a polimerizar por 40s. Pasando este tiempo se desmontó la tablilla para poder sacar las muestras del material.

Equia Forte:

Antes de activar la capsula se agitó, posteriormente se procedió a activarla empujando el émbolo hasta que alcanzara el nivel del cuerpo inicial. Esta misma cápsula se colocó inmediatamente en el amalgamador durante 10 segundos, posteriormente se colocó en la pistola aplicadora. De la misma manera se llevó el material a los moldes de la tablilla para después colocar sobre el mismo el portaobjetos y se polimerizó durante 40s.



Fuente propia

### 3.2.2 Muestras biológicas

Se utilizaron células pulpares Humanas (HPC), células de fibroblastos gingivales humanos (HGF) y células de osteoblastos humanos (HBC), proporcionadas por el Laboratorio de Investigación Interdisciplinaria de la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad León de la UNAM. Con una densidad celular aproximada de  $=5 \times 10^5$  células/mL, las células fueron inoculadas por cada experimento.

### 3.2.3 Materiales biológicos

- Tablilla metálica
- Porta objetos
- Amalgamador

- Lámpara de fotocurado
- Loquetas de papel
- Espátulas de plástico
- Ionómero de vidrio híbrido Equia Forte
- Alkasite Cention N
- Campana de flujo laminar
- Incubadora de CO<sub>2</sub>
- Microscopio de contraste de fases
- Fibroblastos Gingivales Humanos (HGF)
- Células Pulpares Humanas (HPC)
- Células Óseas Humanas (HBC)
- Micropipetas de 20-200  $\mu$ L y 100-1000  $\mu$ L
- Medio DMEM suplementado
- Suero Fetal Bovino
- PBS
- Cajas de Petri de vidrio
- Placas de 96 pocillos
- Tripsina-EDTA (FPS)
- Muestras de Cention N
- Muestras de Equia Forte
- Micropipeta multicanal
- Balanza analítica
- Reactivo MTT
- Cámara de Neubauer
- Cubreobjetos

#### **3.2.4 Muestras mecánicas**

Recolectamos 34 dientes, entre ellos premolares y terceros molares libres de caries, que no tuvieran más de 3 meses de haber sido extraídos. Teniendo en cuenta que debían de tener intactas las caras vestibulares y palatinas de todos los dientes.

La limpieza de los dientes se realizó con curetas para eliminar los restos de ligamento periodontal y cemento radicular, fueron sumergidos en agua oxigenada dejándolos libres de sangre, posteriormente

fueron colocados en un frasco de cristal lleno de solución salina estéril y almacenados en el refrigerador a 4°C del laboratorio de Investigación Interdisciplinaria de la ENES Unidad León.

De manera aleatoria se separaron los 34 dientes formando dos grupos, conformado cada uno por 17 dientes. Grupo A, Dientes con muestras de bloques de Cention N y Grupo B, dientes con muestras de Equia Forte.

#### **3.2.4.1 Grupo A: Uso de material restaurativo Cention N en esmalte y dentina**

1. Cada una de las muestras fue desinfectada con agua y clorhexidina al 12%.
2. Aleatoriamente se colocaron muestras de bloques de Cention N en caras vestibulares/palatinas/linguales:
  - Se desinfectó la superficie del esmalte con clorhexidina al 12%.
  - Se preparó la porción de la dosis que nos servirá para cementar el bloque de Cention N sobre la cara del diente, para esto se colocó 1 cucharada de medición de polvo y una gota del líquido (lo cual corresponde a una relación en peso de 4,6: 1,), las porciones fueron preparadas en una loseta de papel y mezcladas con la espátula aplicadora que contiene el mismo producto. El tiempo de mezclado a temperatura ambiente tuvo un tiempo de 45-60 segundos,
  - El material se utilizó como cemento de unión de la cara de esmalte del diente y la muestra ya antes fabricada del alcasite Cention N.
  - Para la cementación sobre la dentina, se realizó un desgaste sobre la superficie del diente con una fresa troncocónica de diamante de grado fino hasta dejar la superficie de dentina expuesta. Sobre esta superficie se cemento la muestra fabricada de Cention N.



Fuente propia

### 3.2.4.2 Grupo B: Uso de material restaurativo Equia Forte en esmalte y dentina

1. Cada una de las muestras fue desinfectada con agua y clorhexidina al 12%.
2. Aleatoriamente se colocaron muestras de bloques de Cention N en caras vestibulares/palatinas/linguales:
  - Se desinfectó la superficie del esmalte con clorhexidina al 12%.
  - Se preparó la porción de la dosis que nos servirá para cementar el bloque de Equia Forte sobre la cara del diente, para esto se colocó la capsula se dónde se procedió a activarla empujando el émbolo hasta que alcanzara el nivel del cuerpo inicial, para inmediatamente en el amalgamador durante 10 segundos, posteriormente se colocó en la pistola aplicadora. De la misma manera se llevó el material a la superficie del diente y posterior mente se polimerizo durante 20 segundos.
  - El material se utilizó como cemento de unión de la cara de esmalte del diente y la muestra ya antes fabricada del ionómero de vidrio hibrido Equia Forte.
  - Para la colocación sobre la dentina, se realizó un desgaste sobre la superficie del diente con una fresa troncocónica de diamante de grado fino hasta dejar la superficie de dentina expuesta. Sobre esta superficie se cemento la muestra fabricada de Equia Forte.



Fuente propia

### 3.2.5 Materiales

- Tablilla metálica
- Porta objetos
- Amalgamador
- Lámpara de fotocurado
- Loetas de papel
- Espátulas de plástico
- Ionómero Equia Forte
- Alkasite Cention N

- Dientes (3ros molares-premolares sin caries)
- Acrílico
- Monómero
- Molde para confeccionar muestras
- Máquina de ensayos universales
- Agua bidestilada
- Estereoscopio

### **3.2.6 Prueba de citotoxicidad y proliferación celular en HGF, HBC y HPC.**

Los cementos dentales fueron esterilizados mediante un autoclave (Tuttnauer) durante 30 min. Los ensayos se realizaron por contacto directo e indirecto donde, las células HPC, HGF y HBC fueron inoculadas a una densidad aproximada de  $5 \times 10^4$  células/mL. Las muestras fueron inoculadas por contacto indirecto consistió en agitar las muestras de ambos cementos en medio de cultivo MEM durante 24 h a  $37^\circ\text{C}$  a 50 rpm, el medio de cultivo resultante fue inoculado en conjunto con las tres líneas celulares ya antes mencionada en platos de cultivo de 96 pocillos. Las muestras de contacto directo e indirecto fueron incubadas a  $37^\circ\text{C}$  con 5% de  $\text{CO}_2$  y 95% humedad relativa durante 24, 48, 72 y 96 h. Posterior a dicho periodo, el número relativo de células viables se determinó mediante el método MTT [“0.2 mg/mL,” -bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il) -2,5-difeniltetrazolio] durante 7 horas. El formazán fue disuelto con dimetilsulfóxido y analizado en un lector de microplaca (MultiSkan Go, Thermo Scientific Fisher, Finlandia) a una longitud de onda de 570 nm.

### **3.2.7 Prueba de descementado en esmalte y dentina**

Los experimentos que se realizan con el fin de evaluar la resistencia al descementado proporcionan un monitoreo inicial de la capacidad adhesiva de los materiales a estudiar. Todos estos deberían ser evaluados por el fabricante, pero no siempre es así o no existe una comparación entre materiales similares que han mostrado efectividad clínica. (38)

Para esta investigación se utilizó la máquina de ensayos universales con una velocidad de 1mm/min ubicado en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de Odontología CIEAO de la Universidad Autónoma del Estado de México, el procedimiento fue el siguiente:

- Las dientes con las muestras cementadas fueron colocadas durante 24hrs antes de la prueba a la descementación en un recipiente con agua destilada a una temperatura de  $37^\circ\text{C}$ .



-Se realiza la simulación de una carga ocluso-gingival con ayuda de un embolo con borde de cincel en la interfaz de la cara vestibular o palatina de los dientes con las muestras.

- La fuerza será continua hasta conseguir el desprendimiento de la muestra del alcasite o ionómero de vidrio. Los valores fueron obtenidos en megapascales (Mpa) al aplicar la siguiente formula: cuando esté se logre, obtendremos los valores correspondientes a la resistencia a la descementación de estos materiales.

### 3.2.8 Análisis estadístico

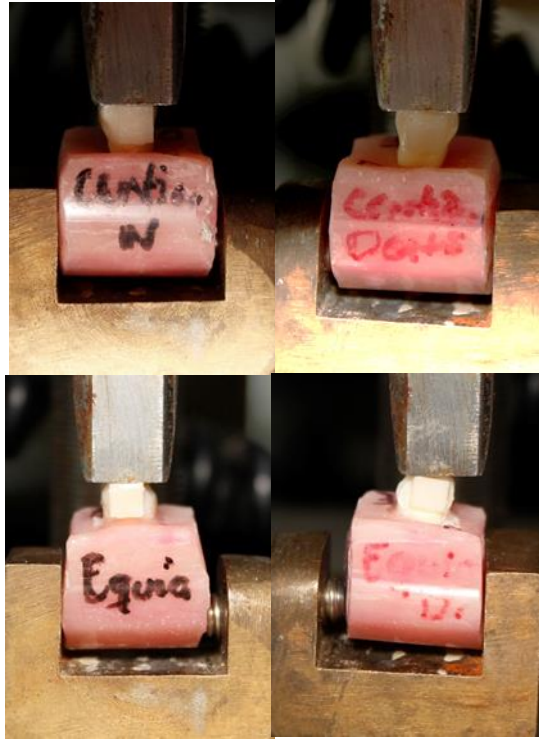
El ensayo se realizo por triplicado de tres experimentos independientes (n=9) para los ensayos biológicos y las pruebas de resistencia de descementado con un tamaño de muestras de 17 por cada grupo, se calcularon porcentajes: promedio y desviación estándar. Los datos obtenidos fueron analizados con pruebas de normalidad Shapiro-Wilks, la significancia estadística fue fijada con un valor de  $p < 0.05$ . Los datos fueron representados con gráficas de polígonos de frecuencias.



Fuente propia



Fuente propia



Fuente propia

## Capítulo 4

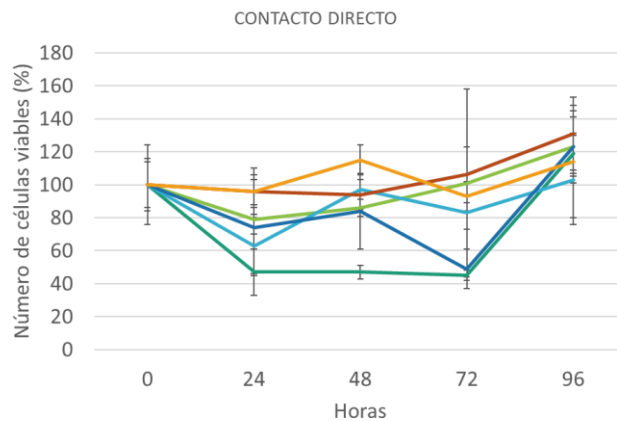
## Capítulo 4. Resultados

### 4.1 Resultados biológicos

Se observó en las muestras por contacto directo que las células del cemento de ionómero de vidrio en HGF y HPC fueron las que sufrieron una menor viabilidad celular en tiempos d 24- 72 Hrs, mientras que a las 96 Hrs se mostró una proliferación aceptable de todas las líneas celulares. Grafica 1A

Por contacto indirecto las células que presentaron una viabilidad celular menor fue la del grupo de ionómero de vidrio en células HGF en un lapso de 72 hrs, pero al llegar a las 96 hrs se logró una proliferación celular aceptable.

Los grupos con mayor estabilidad y proliferación celular en este ensayo son EQUIA y CENTION en HBC. Grafica 1B



Gráfica 1A



Gráfica 1B

## 4.2 Resultados mecánicos

RESISTENCIA AL DESEMENTADO (Promedio± Desviación Estándar)		
Cemento	Esmalte	Dentina
EF	0.8±0.8	1.3±0.9
CN	3.2±1.9**	3.7±1.7**

EF= Equia forte (CIV), CN = Cention N (Alkasite)

\*p<0.05, \*\*p<0.01, prueba t student, n=17

Se analizó el tipo de fractura presente en cada grupo de bloques de cements y se agruparon de acuerdo al índice remanente adhesivo (IRA) en 4 grupos. En la tabla, podemos observar que el tipo 1 de fractura fue el más recurrente en todos los grupos de cements, seguido por el tipo 0, tipo 2 y ningún grupo presentó fractura tipo 3.

ÍNDICE ADHESIVO REMANENTE (IRA)				
0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	n
<b>ESMALTE</b>				
4(23.52)	9(52.94)	4(23.52)	0(0)	17
11(64.70)	5(29.41)	0(0)	1(5.88)	17
<b>DENTINA</b>				
1(5.8)	3(17.6)	3(17.6)	10(58.82)	17
13(76.4)	2(11.76)	1(5.8)	1(5.8)	17

## **Capítulo 5**

## Capítulo 5. Discusión

### 5.1 Discusión

Dentro los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con autores que hablan con respecto a respuestas biológicas, demostrando que no existe citotoxicidad significativa dentro de las horas estudiadas, así mismo con la resistencia el descementado que presentan los ionómeros de vidrio, sin embargo, aún faltan estudios para complementar con respecto a datos de Alkasite.

Costa et 2003. Ensayo in vitro, mediante método MTT demostró CIVMR en células óseas mostraron niveles citotóxicos a 72hrs. (40)

Ismael Rodríguez. 2017 demostró un comportamiento de biocompatibilidad aceptable de los CIV en un modelo experimental in vitro de HGF. (39)

Miguel P. 2017 demostró disminución de la viabilidad celular de CIVMR en HPC a 72 hrs. mostrando a las 24 y 48hrs viabilidad celular similar del grupo control en CIV EF. (36)

La biocompatibilidad de los ionómeros de vidrio modificados con resina se ha considerado en términos de su citotoxicidad hacia las células pulpares en un ensayo MTT. Estos estudios han demostrado que la concentración de iones inorgánicos, a saber,  $Sr^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  y  $F^-$  son demasiado bajos para tener algún efecto citotóxico. (49)

Marczuk-Kolada G, y cols. 2017 Realizaron un estudio en el que evaluaron la citotoxicidad de los cementos de ionómero de vidrio convencionales en células de fibroblastos gingivales humanos, en donde se observó que los materiales estudiados pueden pertenecer al mismo grupo de cementos, se caracterizan por una citotoxicidad baja, aunque no uniforme, sobre los fibroblastos gingivales humanos. Los efectos tóxicos no deben asignarse a un grupo relevante de materiales, sino que cada producto odontológico debe evaluarse individualmente, por lo que es importante realizar pruebas de citotoxicidad a materiales dentales contemporáneos ya que se han ido modificando para hacerlos más versátiles. (48)

John W. Nicholson, Beata Czarnecka. En el 2008 publican un artículo donde mencionan que Los ionómeros de vidrio modificados con resina no pueden considerarse biocompatibles casi en la misma medida que los ionómeros de vidrio convencionales. Se debe tener cuidado con respecto a su uso en

odontología y, en particular, el personal dental puede estar en riesgo de sufrir efectos adversos como dermatitis de contacto y otras respuestas inmunológicas. (49)

Resistencia al descementado:

David Lafuente y cols. CIV con 2.5-5.2 MPa en dentina. (41)

Consuelo L. 2013. Adhesión en CIV convencional y modificados con resina, teniendo menor resistencia los CIVC sobre dentina sin uso de acondicionador. (42)

Mauro SJ. Adhesión en CIVMR en dentina, resultados concuerdan con los de la investigación sobre CA. (43)

La adhesión aplicada en los cementos de ionómero de vidrio convencionales ha presentado gran capacidad de adhesión al esmalte, dentina y cemento demostrado clínicamente. Aunque de forma experimental no supera los 10MPa. (42)

Cedillo en su investigación de 2017 reporta Estudios anteriores de fuerza de adhesión de los ionómeros convencionales indican que solamente han alcanzado una fuerza de 5 Mpa. Por otro lado, a partir de la aparición de los ionómeros de vidrio de alta viscosidad, se ha observado que pueden alcanzar un rango de 12 a 15 MPa, aumentando significativamente la fuerza de adhesión. (27)

En un estudio de 2014 de Gurgan y sus colaboradores, abarca un periodo de cuatro años, se expone que este material Equia Forte de innovación ofrece el mismo comportamiento clínico que una restauración de resina. (44)

En un artículo publicado por Biffar y sus colaboradores (Fuji IX GP Fast plus Fuji Coat LC, both GC) los cuales comparten componentes con Equia Forte y se demuestran sus superiores propiedades físicas comparándolo con los ionómeros de vidrio convencionales, especialmente en cavidades clase I. (27)

Muhammet Karadas y Makbule Gamze Atıcı. 2019 realizaron una investigación in vitro donde evaluaron la resistencia adhesiva en distintos materiales utilizados como recubrimientos pulpares, entre ellos Equia Forte; donde colocaron incrementos de 3 mm de diámetro y 2 mm de profundidad sobre superficies oclusales planas y profundas en dentina y asignaron aleatoriamente a dos grupos (dentina sana o afectada por caries artificial). Los resultados indicaron que Equia Forte presentó una resistencia significativa mayor al descementado que los otros materiales estudiados con un tipo de falla adhesivo,



misma falla que se encontró en esta investigación sobre superficie dentinaria en cemento Equia Forte. (45)

Arca A. Latta y Cols. 2020 publicaron un artículo donde compararon la fuerza adhesiva entre una resina unida con un adhesivo universal en modo autograbado y tres materiales de restauración con propiedades autoadhesivas, entre ellos Equia forte, tanto en dentina como esmalte. Se concluyó que los resultados adhesivos sobre superficies de dentina eran mayores que en la superficie del esmalte, esto debido tal vez a que la dentina tiene menos hidroxapatita que el esmalte, es posible que la reacción de la retención micromecánica sobre la dentina tiene una influencia mayor que la unión química sobre ese sustrato, al menos comparando los materiales autoadhesivos con los materiales utilizados con adhesivo universal. Con respecto a esta investigación se comparten mejores resultados sobre la superficie de la dentina sobre la del esmalte para Equia Forte. (46)

Karakaş, S. N. y Turgut en 2021 realizaron un estudio donde se comparó el uso de ionómero de vidrio reforzado con el de ionómero de vidrio de alta densidad y el giómero, como materiales de restauración permanente evaluando sus términos de propiedades mecánicas, dentro de las cuales fue la prueba de adhesión. El valor de unión más bajo se presentó en Equia Forte (4MPa), con diferencia significativa entre los grupos, el tipo de fallo que se presentó en este estudio fue de tipo cohesivo.

En los estudios de Carvalho et al., se afirmó que los estudios que probaron la fuerza de unión de cemento de ionómero de vidrio a la dentina encontraron valores que varían entre 1,32- 4,10 MPa, y estos valores mostraron alguna mejora en los ionómeros de vidrio de alta viscosidad y fueron valores más altos, en el rango de 4,9- 7,6 MPa (47)

Dentro de las limitantes de estudio:

Se identificó que durante la realización de este estudio se obtuvo como imitante el conseguir todo el material necesario para realizar las pruebas biológicas y mecánicas en tiempos iguales debido a que dentro de la ciudad de León Gto no había existencia suficiente, así como determinar el tipo de preparación de superficie previa al cementado de muestras de cada uno de los materiales a estudiar, para que fueran sometidos a las evaluaciones mecánicas donde se obtuvieron parámetros como resistencia al descementado e IRA.

## **PERSPECTIVAS A FUTURO**

Las pruebas biológicas y mecánicas son esenciales para el correcto estudio de diversos materiales restauradores disponibles en el mercado, siendo los materiales bioactivos uno de los más demandantes en la práctica clínica por sus buenas propiedades físicas, se espera que con este estudio el uso de materiales relativamente nuevos como Cention N y Equia Forte puedan ser utilizados de una forma segura en distintos procedimientos clínicos.

Se espera que a partir de este estudio, se generen nuevas investigaciones en el laboratorio de la ENES unidad León de la UNAM, y así poder incrementar los estudios de esta línea de investigación, donde características como proliferación celular, citotoxicidad, resistencia al descementado e índice remanente adhesivo sean parámetros de investigación clave para cualquier material restaurador utilizado de manera clínica, con el fin de asegurar el uso seguro de estos materiales así como su éxito clínico.

### **5.2 Conclusión**

Con respecto a la hipótesis de investigación se cumple lo esperado al presentar el alcasite Cention N una mejor respuesta ante la citotoxicidad y proliferación celular, además de una mejor resistencia al descementado tanto en dentina como en esmalte ante el ionómero de vidrio híbrido Equia Forte, sobre todo en superficies de dentina.

Sin embargo, podemos concluir que: El protocolo que se siguió para evaluar la proliferación y citotoxicidad celular, así como pruebas al descementado e índice remanente adhesivo de ambos cementos es satisfactorio porque se encontró que la formulación no es citotóxica para las células: (HPC, HGF y BHC) independientemente de la dosis y de la presentación, por lo tanto, ambos cementos tiene alto grado de biocompatibilidad, sobre todo en tiempos de 96 hrs donde se observa una mayor proliferación.

El uso de materiales bioactivos son hoy en día una alternativa de material de restauración ideal tanto en pacientes adultos como en niños, por lo que es importante realizar pruebas para evaluar su eficacia tanto clínica como *in vitro*.

## Bibliografía

1. Hidalgo-Lostaunau RC, Mendez-Renderos ME. Ionómeros de vidrio convencionales como base en la técnica restauradora de sándwich cerrado: su optimización mediante la técnica de acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo. *Acta Odontol Venez.* 2009; 47 (4): 1-2.
2. Hilton TJ. Cavity sealers, liners, and bases: current philosophies and indications for use. *Oper Dent.* 1996; 21 (4): 134-146.
3. Hábitos de higiene bucal y caries dental en escolares de primer año de tres escuelas públicas [Internet]. [cited 2020 Jun 6]. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=82798>
4. Organización Mundial de la Salud. Salud Bucodental; Centro de Prensa Nota N° 318. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2012.
5. Villena H. Terapia pulpar. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2001.
6. Chapple Gil AM, Gispert Abreu EdlÁ. Generalidades sobre la mínima intervención en cariología. *Rev Cubana Estomatol.* 2016 [acceso: 19/08/2020]; 53(2).
7. CA Murdoch- Kinch, MA Mc Lean. Minimally invasive dentistry. *JADA.* 2004;134:87-95.
8. Jingrwar MM, Bajwa NK, & Pathak A. A Minimal Intervention Dentistry –A New Frontier in Clinical Dentistry] *Clin Diagn Res.* 2014 Jul;8(7):4-8
9. Tay, F. Pashley Denting Bonding- is there a future. *J Adhes Dent* 2004. (Jeferies, S. J. Esth Rest Dent, 26:14-26, 2014).
10. Martínez, Graciela E.; Estelrich, María José (2016) "Bioactividad en odontología restauradora: ". En: *Revista de la Facultad de Odontología*, Vol. 10, no. 2, p. 7-12.
11. Khoroushi M, & Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)* 2013;10(4): 411-420.
12. Jiménez RIM. Biomateriales que inducen la remineralización del esmalte dental y dentina. *Rev ADM.* 2021;78(4):195-204. doi:10.35366/101073.
13. Ivoclar Vivadent. Cention N Scientific Documentation. (Internet) 2016. Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.in/p/all/cention-n>
14. Garchitorena María Inés. Vidrios bioactivos en odontología restauradora. *Odontostomatología [Internet]*; 21(34):33-43. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S168893392019000200033&ln=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168893392019000200033&ln=es). Epub 01-Dic-2019. <http://dx.doi.org/10.22592/ode2019n34a5>.
15. Zeballos-López L, Valdivieso-Pérez A. Materiales dentales de restauración. *Rev Act Clin Med.* 2013; 30: 1498-1504
16. De-la-Paz T, Garcia-Alguasil C, Ureña-Espinosa M. Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta [Internet]*. 2016; 41 (7) Disponible en: <http://revzoilomarinellosldcu/index.php/zmv/article/view/724>
17. Cedillo-Valencia JJ. Ionómero de vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de sándwich. *Rev ADM.* 2011; 68 (1): 39-47.
18. Guzmán, H., Biomateriales odontológicos de uso clínico. 5ta ed., Bogotá. ECOE Ediciones, 2013. pp.105-117
19. Mount GJ. Atlas of glass ionomer cements. London: Martin Dunitz; 1990. p. 1-4.
20. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994; 25 (9): 587-589.
21. Cabrera Villalobos Yanelys, Álvarez Llanes Marina, Gómez Mariño Mercedes, Casanova Rivero Yanett. En busca del cemento adhesivo ideal: los ionómeros de vidrio. *AMC [Internet]*. 2010 Feb ;14(1). Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552010000100016&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552010000100016&lng=en).
22. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *J Dent* 2000; 28(5):361- 366
23. Frencken JE, Holmgren CJ. Atraumatic restorative treatment for dental caries. Nijmegen: STI Book b.v.; 1999
24. Cedillo J, Herrera A, Farías R. Revista ADM: Hibridación a esmalte y dentina de los ionómeros de vidrio de alta densidad, estudio con MEB. *Revista ADM.* 2017; 74(4): 177-184.

25. Brzović-Rajić V, Miletić I, Gurgan S, Peroš K, Verzak Ž, & Ivanišević-Malčić A. *Acta Stomatol croata*.2018;52 (4): 307–313
26. Cedillo, J., y J. Lugo. "Ionómero de vidrio recargable como restauración definitiva (equia)". *Revista ADM*. 2010; 67 (4):
27. Cedillo J, Herrera A, & Cedillo V. Equia Forte. *Innovación Del Futuro En Obturación De Cavidades*. RODYB. 2017; 6(1): 1-11
28. Cedillo, J., Espinosa R., Farías, R. Adaptación Marginal e Hibridación de los Alkasites; Estudio in vitro, al MEB-EC. *Marginal Adaptation and Hibridization ok alkasites in vitro, al MEB-EC*. RODYB *Revista de Operatoria dental y Biomateriales*. 2018 18 october; (1) 8 – 9. Español
29. Pérez Trinidad, M., Comparación de propiedades físicas de ionomeros de vidrio Cention N contra ionomero de vidrio Ketac Molar. [dissertation]. CDMX; 2019. 71p,
30. Soumita S, Utpal D, Aditya M. Comparison of Microleackage in Class V Cavity Restored with Flowable Composite Resin Glas Ionomer cement and Cention N. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*. 2017; 3(8): 180-183.
31. Sadananda V, Shetty C, Hegde MN, & Bhat GS. Alkasite Restorative Material: Flexural and Compressive Strength Evaluation. *Res J Pharm Biol Chem Sci*. 2018; 9(5): 2179-2182
32. Lijima M, Muguruma T, Brantley WA, Yuasa T, Uechi J, Mizoguchi I. Effect of mechanical properties of fillers on the grindability of composite resin adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.2010; 138 (4): 420-426.
33. Jiménez Planas A. *Manual de materiales odontológicos*.1a edición: España Secretariado de publicaciones de la universidad de Sevilla, 2007.
34. Hormati AA, Fuller JL, Denehy GE. Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *J Am Dent Assoc* 1980;100:34-8.
35. Herrera, E. (2005). *Fracasos en la adhesión*. Scielo, (21), 2.
36. Pecci D. Citocompatibilidad de Dos Nuevos Cementos de Ionómero de Vidrio (GICS) en células Made de Pulpa dental. [dissertation]. Murcia: Universidad de Murcia; 2017. 124p
37. Acosta L, Concepción MA, Garcia R, Rodriguez M. Manual para la enseñanza practica del ensayo MTT para evaluar la citotoxicidad de nanopartículas. *Escuela Nacional de Estudios Superiores, unidad León, UNAM*. 2018: 1-25.
38. Carillo Novia Iris. Comparación de la resistencia al descementado de brackets metálicos adheridos con resina fluida, una bioresina y una resina convencional [dissertation]. Toluca. Estado de México: Universidad del Estado de México; 2017. 57p.
39. Campos, F.; et al. Análisis de biocompatibilidad de cementos ionómero de vidrio de alta viscosidad. *Actualidad Médica*, 102(802):151-155 (2017). [<http://hdl.handle.net/10481/51618>]
40. Rozas CA. "Evaluación de la citotoxicidad de dos cementos de ionómeros vitreos en un modelo experimental de fibroblastos gingivales humanos: estudio estructural y microanalítico". [Tesis de posgrado]. Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba; 2010. Disponible: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1165/Rozas%2c%20Carlos%20A.%20-%20Tesis%28Doctor%20en%20Odontolog%3%ada%29--Facultad%20de%20Odontolog%3%ada.%20Universidad%20Nacional%20de%20C%3%b3rdob a%2c%202010..pdf?sequence=8&isAllowed=y>
41. Lafuente D, Romero Zuñiga P, Lachner Gonzalez E. Influencia de acondicionador dental en la fuerza de adhesión de ionómeros de vidrio para restauraciones. [Internet] 2011; 13. Disponible: <http://www.fodo.ucr.ac.cr/sites/default/files/revista/Influencia%20de%20acondicionador%20de ntinal%20en%20la%20fuerza%20de%20adhesi%C3%B3n%20de%20ion%C3%B3meros%20de %20vidrio%20para%20restauraciones.pdf>.
42. Labraña Ramírez C. "Evaluación del grado de adhesión obtenido con vidrio ionómero convencional y vidrio ionómero modificado con resina, con y sin imprimación previa de la dentina". [Tesis Licenciatura]. Santiago Chile; 2013. Disponible: [https://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/477/Labra%3%B1a\\_Consuelo %20%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/477/Labra%3%B1a_Consuelo %20%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
43. Mauro SJ, Sundfeld RH, Bedran-Russo AKB, Fraga Briso ALF. *J Minim Interv Dent* [Internet] 2009; 2 . Disponible: <http://www.miseeq.com/s-2-1-6.pdf>
44. Cedillo Valencia J, Herrera Almanza A, Cedillo Félix VM. EQUIA FORTE. *Innovación del futuro en obturación de cavidades equia forte*. The future in cavity obturation. *Rev de operatoria dent y*

- materiales [Internet] 2017; 6, 11. Disponible: [https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2017/01/rodyb-enero2017\\_art1.pdf](https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2017/01/rodyb-enero2017_art1.pdf)
45. Muhammet Karadas, Makbule Gamze enCI. Microsc Res Tech. [internet]. 2020; 83: 514-522. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31912929/>
46. Arca A. Latta, Akimasa T , Toshiki T, Wayne W. Barkmeier. Enamel and Dentin Bond Durability of Self-Adhesive Restorative Materials. J Adhes Dent. [internet] 2020; 22(1):99-105. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32030380/>
47. Karakaş, S. N. & Turgut, H. EVALUATION OF THE SHEAR BOND STRENGTH, MICROLEAKAGE AND COMPRESSIVE STRENGTH OF REINFORCED GLASS IONOMER CEMENTS USED AS PERMANENT RESTORATIVE MATERIALS. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi , [internet]. (2021) 9 (1) , 41-54 . DOI: 10.33715/inonusaglik.815914
48. Marczuk-Kolada G, Łuczaj-Cepowicz E, Pawińska M, Hołownia A. Evaluation of the cytotoxicity of selected conventional glass ionomer cements on human gingival fibroblasts. Adv Clin Exp Med. 2017 Oct;26(7):1041-1045. doi: 10.17219/acem/64944.
49. John W. Nicholson, Beata Czarnecka. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. Dental Materials. 2008; Vol 24, (12); 1702-1708. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.04.005>.



LA SOCIEDAD NACIONAL DE INVESTIGADORES EN ODONTOLOGÍA, A.C. Y LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

otorgan el presente:

## RECONOCIMIENTO

a:

**Maybeline Michelle Márquez-Limón, Laura Susana Acosta Torres, Rogelio J. Scougall-Vilchis, René García-Contreras**

por haber obtenido el 1er lugar en la categoría licenciatura,  
área de Investigación Básica, exposición virtual, con su trabajo:

**"EFECTOS MECÁNICOS-BIOLÓGICOS DE DOS CEMENTOS DENTALES DE USO CONTEMPORÁNEO:  
IONÓMERO HÍBRIDO Y ALKASITE"**

en el marco del "XXVIII Encuentro Nacional y XIX Iberoamericano de Investigación en Odontología ENIO 2020".

Toluca, México, 18 al 20 de noviembre de 2020.

**ATENTAMENTE  
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO**

*"2020, Año del 25 Aniversario de los Estudios de Doctorado en la UAEM"*

**DRA. EN C.S. EDITH LARA CARRILLO**  
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UAEMex



**DR. AMAURY DE JESÚS POZOS GUILLEN**  
PRESIDENTE DE SNIO



Facultad de Odontología  
Jesús Carranza Requena Pozos Toluca,  
C.P. 50130, Estado de México  
tel. (722) 2179607 y 2179070 ext. 3040  
www.uaemex.mx

FO



Escuela  
Nacional de  
Estudios  
Superiores



LABORATORIO DE  
Desarrollo de  
Biomateriales  
– y Servicios –  
Biotecnológicos



Campus León

División de Ciencias  
e Ingenierías

OTORGAN LA PRESENTE

# CONSTANCIA

A:

**Maybeline Michelle Márquez Limón**

Por su participación en el  
**SIMPOSIO DE  
BIOMATERIALES  
2020 VIRTUAL**

con el trabajo:

EFFECTOS MECÁNICOS-BIOLÓGICOS DE DOS  
CEMENTOS DENTALES DE USO CONTEMPORÁNEO:  
IONÓMERO HÍBRIDO Y ALKASITE

realizado el 11 de noviembre de 2020

**DRA. LAURA SUSANA ACOSTA TORRES**  
Directora de la ENES  
Unidad León.

**DR. BIRZABITH MENDOZA NOVELO**  
Director del Departamento de Ingenierías Química,  
Electrónica y Biomédica, UG.