



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DE
IONÓMERO DE VIDRIO CENTION N CONTRA
IONÓMERO DE VIDRIO KETAC MOLAR.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

MARIO PÉREZ TRINIDAD

TUTOR: Dr. GABRIEL SÁEZ ESPÍNOLA



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

A mi querida madre, Isabel, por su apoyo incondicional en cada decisión que he tomado, por ser un ejemplo de trabajo y superación, motivarme a ser mejor cada día y sentirte orgullosa de mis logros, gracias por ser la mejor mamá, te quiero con todo mi corazón.

A mis tíos Ángela, Félix, Viky e Isidro, por sus consejos, enseñanzas y por hacerme saber que cuento con ustedes en cualquier circunstancia, gracias por creer en mí. También gracias a mi compañerito de facultad, mi primo Alberto, que con tu alegría y ocurrencias llenas de felicidad cada lugar al que voy contigo.

A mi tutor, Dr. Gabriel Sáez Espínola y a mi asesora, Dra. Eira López Palacios, por sus enseñanzas, que sembraron en mí, desde su primera clase, el agrado por la odontología y ahora son parte fundamental en esta investigación. Sin su guía, no hubiera sido posible. Agradezco enormemente sus consejos, su apoyo y su paciencia en la realización de este trabajo; por los hechos suscitados, mi más sincera disculpa.

A Carolina por tu cariño y perseverancia, por impulsarme a seguir adelante. Gracias por ser parte y recorrer a mi lado de la mejor etapa de mi vida, somos el mejor equipo.

A mis amigos Robert, Gabriela, Manzanita, Ricardo y Fernanda, compañeros de vida que hicieron más divertido este proceso, hemos compartido alegrías que dejan magníficos recuerdos. A mi amiga Jacqueline, que extraño a cada día, donde quiera que te encuentres, te quiero.

A mi abuelita Julia que siempre me alentó a estudiar y que nos cuida desde el cielo. A mi hermano Jorge, por estar junto a mí, darme ánimos y protegerme siempre.

A mi hija Luna, que adoro con todas mis fuerzas y has sido mi motivación desde el primer día que te vi y lo serás siempre.

A Dios gracias.

Orgullosamente UNAM.

“Por mi raza hablara el espíritu”



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	MARCO TEÓRICO	8
2.1.	Antecedentes históricos	8
2.1.1.	Cementos dentales	8
3.	IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL	10
3.1.	Presentación del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II).....	12
3.2.	Composición del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II).....	13
3.3.	Reacción química del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II).....	14
3.4.	Propiedades del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II).....	15
3.5.	Manipulación del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II).....	16
3.6.	Indicaciones y contraindicaciones del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)	17
3.7.	Ventajas y desventajas del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II).....	18
4.	KETAC™ MOLAR EASYMIX.....	20
4.1	Presentación	21
4.2	Composición	22
4.3	Manipulación	22
4.4	Indicaciones y contraindicaciones	25
5.	VARIANTES DEL IONÓMERO DE VIDRIO.....	26
5.1.	Ionómeros modificados con metal	26
5.2.	Ionómeros modificados con resina	28
6.	CENTION N:.....	30
6.1.	Presentación	31
6.2.	Composición	31
6.3.	Mecanismos de polimerización.....	34
6.4.	Manipulación	35
6.5.	Indicaciones y contraindicaciones	39
6.6	Ventajas y desventajas	39
7.	PROPIEDADES FÍSICAS	41



8.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	42
9.	JUSTIFICACIÓN	43
10.	HIPÓTESIS	44
10.1.	Hipótesis alterna.....	44
10.2.	Hipótesis nula.....	44
11.	OBJETIVOS	45
11.1.	Objetivos generales.....	45
11.2.	Objetivos específicos	45
12.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
12.1.	Tipo de estudio.....	46
12.2.	Población de estudio	46
12.3.	Muestra	46
12.4.	Criterios de inclusión	47
12.5.	Criterios de exclusión	47
12.6.	Variables de estudio	48
12.7.	Recursos.....	48
12.8.	Materiales y equipo	49
12.9.	Métodos	52
13.	RESULTADOS	62
14.	DISCUSIÓN.....	66
15.	CONCLUSIONES.....	68
16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1.	Composición del polvo de ionómero de vidrio convencional	14
Tabla 2.	Tempo de trabajo Ketac™ Molar Easymix	25
Tabla 3.	Composición del polvo de Cention N	32
Tabla 4.	Tiempo de trabajo Cention N	38



ÍNDICE DE GÁFICAS

Gráfica 1. Promedio de resultados Resistencia a la compresión de dos ionómeros de vidrio	62
Gráfica 2. Promedios de Módulo Elástico de dos ionómeros de vidrio	63
Gráfica 3. Valor promedio de sorción acuosa	64
Gráfica 4. Valor promedio de solubilidad	65



1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la odontología, los cementos dentales se han utilizado con el fin de adherir dos materiales, su presentación más común es polvo/líquido, y deben poseer características adecuadas para ser utilizados en el medio bucal.

Uno de los cementos de más uso clínico odontológico es el ionómero de vidrio, que fue descubierto por Allan Wilson y Brian Kent en 1969 y fue comercializado por primera vez como “ASPA” en 1975. Este material tuvo grandes desventajas como corto tiempo de trabajo, alta solubilidad, fragilidad y tiempo de fraguado largo; pero fueron sus ventajas como alto potencial de liberación de iones de fluoruro, adhesión química y coeficiente de expansión térmica similar a estructuras dentales lo que motivó al mejoramiento del ionómero de vidrio, así como de sus aplicaciones clínicas.

Ketac™ Molar Easymix es un ionómero de vidrio radiopaco para relleno de cavidades en bloque que posee buenas propiedades mecánicas y fue hecho para mejorar el mezclado manual del polvo/líquido, que es estándar para todos los cementos de ionómero de vidrio convencionales y sus usos clínicos van desde reconstrucción de muñones hasta selladores de fosetas y fisuras.

Actualmente, existen modificaciones en la composición del ionómero de vidrio, al cual se agrega un monómero polimerizable con la finalidad de mejorar la baja resistencia y la sensibilidad a la humedad relativamente alta.

Tal es el caso de Cention N, un nuevo material de relleno en bloque y libre de metales que se introdujo al mercado odontológico en 2016, el cual, los fabricantes afirman, es una alternativa fiable para sustituir a la amalgama al satisfacer la demanda de ser un material de restauración sin mercurio que se coloca en pocos pasos además de poseer mejores propiedades físicas que el ionómero de vidrio convencional.



El presente estudio tiene como finalidad comparar propiedades físicas como resistencia a la compresión, solubilidad y sorción, del ionómero de vidrio convencional Ketac™ Molar Easymix contra el nuevo ionómero de vidrio modificado con resina Cention N.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes históricos

2.1.1. Cementos dentales

La palabra *cemento* deriva del latín “*caementum*”, el cual, es una mezcla de materiales calcáreos sometidos a cocción y finamente molidos que tienen la propiedad de solidificar y endurecer después ser mezclados con un líquido, además de ser capaz de unir o adherir dos cosas o materiales con propiedades físicas diferentes.

En odontología, los cementos son utilizados, en algunas ocasiones, con la finalidad de adherir dos materiales, sin embargo, estos mismos también se usan con otros fines.¹

La mayoría de los cementos dentales se suministran en forma de dos componentes: polvo y líquido.²

El polvo desde el punto de vista químico, consiste en partículas de óxido metálico o un hidróxido (contiene átomos metálicos y no metálicos).¹

El líquido, por su parte, suele ser una solución ácida donante de protones. Dependiendo del tamaño de las partículas y la relación entre polvo y líquido, cuando se mezclan los dos componentes se alcanza una consistencia fluida o más espesa, que endurece (o fragua) en un tiempo razonable y adquieren resistencia suficiente como para que puedan ser empleados como una base, una restauración permanente o temporal o como un agente cementante.²

En la actualidad, la American Dental Association (ADA) se encarga de crear normas mediante las cuales se pueden medir las propiedades físicas y químicas clínicamente significativas de los materiales para ser utilizados de manera satisfactoria. (2) La norma que establece los lineamientos y requisitos que deben cumplir los cementos dentales de base acuosa para



asegurar que tendrán un buen desempeño clínico es la número 96 de la ADA.³

Los cementos que serán usados en el medio bucal deben tener ciertas características ideales, como son: ser aislante térmico y eléctrico, biocompatibilidad, color y coeficiente de expansión lineal térmico similar al de un diente, resistencia a cargas de masticación, baja solubilidad a fluidos orales, buena adhesión a los tejidos dentales, manipulación sencilla, tiempo de trabajo y de fraguado adecuados y bajo costo.²

3. IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL

En 1969, en Inglaterra, Allan Wilson y Brian Kent, combinando el polvo del cemento de silicato y el líquido del cemento de policarboxilato de zinc, desarrollaron un material dental basado en la reacción del aluminosilicato con el ácido poliacrílico, conjugando propiedades de ambos cementos: adhesión específica a tejidos dentales, liberación de fluoruro y un coeficiente de expansión térmica similar a la de la estructura dental.³

Sin embargo, mostró desventajas como textura irregular en su superficie, fraguado lento, sensibilidad a la humedad, poca estética y dolor pos operatorio.³ Además era difícil de usar, tenía un tiempo de trabajo muy corto.⁴ A pesar de ello, sus ventajas motivaron al mejoramiento del material hasta conseguir el cemento que ahora conocemos como ionómero de vidrio.³

Originalmente, este cemento fue llamado ASPA (Aluminio, Silicato del polvo y Ácido Poliacrílico del líquido) tomando las primeras letras de sus componentes para su acrónimo.³⁻⁶



Figura 1. Presentación del primer ionómero de vidrio comercial.

En 1972, A. Wilson, hizo evidente que la incorporación del isómero positivo del ácido tartárico puede mejorar las propiedades de manipulación del

cemento y su tiempo de fraguado. Informó que es posible controlar la deposición de aluminio con el ácido tartárico y, por lo tanto, se produjo y comercializó un material clínico eficaz que llamó ASPA II.⁵ Sin embargo, los cambios al componente líquido de este último fueron necesarios para el debida solidificación del ácido poliacrílico, lo que provocó investigar una modificación que contenía metanol (ASPA III)^{6,7}, y luego una variante adicional que contenía copolímeros de ácidos acrílicos, ácido itacónico y ácido tartárico (ASPA IV), siendo este último el primer ionómero de vidrio comercial^{4,6,7}, lanzado a la venta en 1975 por Amalgamated Dental Company (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) bajo el nombre comercial "ASPA". Figura 1.

Shahzad y Fleming, indicaron en su artículo publicado en 2015 que el uso del acrónimo "ASPA" fue confinado a la codificación de materiales experimentales desarrollados en el ionómero de vidrio⁶.

A su vez, Upadhya y Kishore nos mencionan en su artículo de 2005 que

- a) Material cementante. (Tipo I)
- b) Material de restauración convencionales y reforzados. (Tipo II)
- c) Cementos de revestimiento y base^{5,7}. (Tipo III)

Hay una serie de aplicaciones para estos cementos y son clasificadas de la siguiente manera⁷. Figura 2.



Figura 2. Clasificación del ionómero de vidrio según su aplicación.

Desafortunadamente, el uso del ionómero de vidrio convencional como material de restauración es limitada a áreas con bajas fuerzas masticatorias debido a sus bajas propiedades mecánicas, además de que su reacción de fraguado es lenta, lo que pospone el terminado y pulido en una visita adicional, como lo afirma Shebl en su estudio de 2015⁸.

Por otra parte, D. Xie y W.A. Brantley refieren, en el año 2000, que todos los ionómeros comerciales han sido divididos en dos grandes categorías: cementos de ionómero de vidrio convencional y cementos de ionómero de vidrio modificados con resina. Menciona también, que estos últimos muestran mejores propiedades mecánicas que los convencionales⁹.

3.1. Presentación del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

En la actualidad, el ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II) cuenta con dos presentaciones: Figura 3.

- Polvo y un líquido (mezclado manual)^{1-8,10}.
- Cápsulas predosificadas^{2,4}.

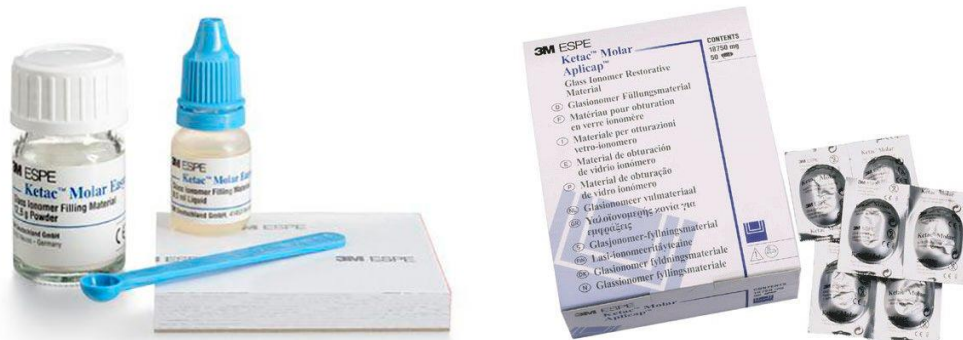


Figura 3. Presentaciones del ionómero de vidrio convencional.

3.2. Composición del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

La composición química del ionómero ha evolucionado a lo largo del tiempo. La necesidad de enriquecer sus propiedades mecánicas llevo a la incorporación de partículas para su mejoramiento. Actualmente, el ionómero de vidrio se basa en la reacción de un polvo de vidrio de silicato y ácido poliacrílico líquido².

Upadhyya y Kishore sustentan que los cementos de ionómero de vidrio, son materiales hechos de vidrio de aluminosilicato de estroncio y calcio en el polvo (base), combinado con un polímero soluble en agua (ácido)⁷.

Dado lo anterior, puede decirse que, en su mayoría, dichos cementos se constituyen de los siguientes componentes:

- Polvo: Está hecho a base vidrios de sílice, aluminio, calcio y flúor, cuya forma es, flúor-aluminosilicato de calcio ($\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaF}_2$)⁶.
- Líquido: Contiene ácido poliacrílico, agua y pequeñas proporciones de ácidos tartárico, itacónico y ácido maleico^{2,6}.

La presencia del fluoruro en la composición fue una ventaja, ya que redujo la temperatura de fusión desorganizando la red del vidrio y permitió el empleo de una temperatura de fusión más baja.

Recientemente, en 2016, Nicholson, refiere, además, que el ionómero de vidrio contiene materiales complejos y numerosos componentes enlistados en la tabla siguiente¹⁰: Tabla 1.

Tabla 1 **Composición del polvo de ionómero de vidrio convencional**

Componente	% en contenido
SiO ₂	24.9
Al ₂ O ₃	14.2
AlF ₃	4.6
CaF ₂	12.8
NaAlF ₆	19.2
AlPO ₄	24.2

3.3. Reacción química del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

Khoroushi publicó un artículo en 2013, en el cual, menciona que la reacción química se produce mediante una reacción ácido-base entre el ácido poliacrílico como donante de protones y el vidrio de aluminosilicato como receptor de protones⁵. Nicholson refiere que esta misma reacción es la causante de que la pasta (formada de la mezcla del polvo de vidrio alcalino y el líquido ácido no saturado⁴) endurezca o fragüe gradualmente¹⁰.

El mecanismo de fraguado puede dividirse en dos fases⁴: en la primera fase el ácido destruye la red de vidrio y libera cationes como Al³⁺, Ca²⁺. Estos cationes son atrapados por el polícarboxilato y quelados, finalmente producen enlaces cruzados en la cadena de polímeros y neutraliza las moléculas de polialquenoato, solo así, el cemento fragua. Esto tiene lugar en un corto período de tiempo, generalmente de 2 a 5 minutos después de ser mezclados el polvo y líquido¹⁰.

En esta etapa, el cemento es susceptible a intercambios acuosos debido a que su superficie aun esta inmadura. Puede perder agua provocando microfracturas o una apariencia rugosa. Por el contrario, al ganar humedad, pierde potencialmente iones formadores de redes y aumenta su volumen y, por lo tanto, se torna más débil¹⁰.

La manera de prevenir dicho intercambio acuoso es cubriendo el cemento recién colocado con una capa de petrolato o barniz.

A medida que la reacción continúa, los iones de aluminio Al^{3+} son disueltos y se forma un gel de carboxilato de aluminio cálcico tridimensional en la matriz preformada⁴ lo que conduce al endurecimiento del cemento⁵. El intercambio acuoso desaparece casi por completo en esta segunda fase o maduración^{4,10}.

3.4. Propiedades del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

El ionómero de vidrio posee ciertas propiedades únicas que lo hacen útil en el uso clínico⁹, como la liberación de fluoruro^{3,4,7-9,11,12}. En su estudio comparativo del presente año Gupta y cols refieren que dicha propiedad ayuda a prevenir la desmineralización del esmalte, promueve la remineralización, reduce el crecimiento de placa y, en consecuencia, ayuda a prevenir la caries dental¹¹.

Se ha demostrado que poseen, además, adhesión a las estructuras dentales^{3,4,7-9,11,12}. Esto se debe, según Shebl, a un proceso de intercambio iónico en la interfase existente entre el ionómero de vidrio y las estructuras dentales calcificadas que consiste en un grupo carboxilo y iones de calcio y fosfato, derivados del cemento y del esmalte y la dentina⁸.

Otra propiedad del ionómero de vidrio fue su coeficiente de expansión térmica similar al diente^{3,5,7-9,12}. Este material no experimenta grandes cambios dimensionales en un ambiente húmedo en respuesta al calor o al frío, pero exhiben una contracción notable a temperaturas superiores a los 50°C en un ambiente seco, comportamiento similar al de la dentina.

3.5. Manipulación del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

Dosificación:

- Se debe seguir la proporción P/L recomendada por cada fabricante del ionómero de vidrio en un papel de mezclado o loseta de vidrio.
- No se debe dispensar el polvo y el líquido hasta que no se comience el procedimiento de mezclado.
- Una exposición prolongada a la intemperie puede alterar la proporción P/L correcta.

Mezclado:

- El polvo se debe incorporar rápidamente al líquido empleando una espátula rígida en el caso de aplicaciones restauradoras.
- Durante el mezclado, el material debe tener un aspecto brillante.
- Una loseta de vidrio seca y fría puede emplearse para retardar la reacción y aumentar el tiempo de trabajo. Figura 4.



Figura 4. Mezclado de ionómero en loseta de vidrio.

Aplicación:

- Las superficies del diente a restaurar deben estar limpias y secas.
- Acondicionar la cavidad con ácido fosfórico al 37% seguido de un lavado con agua durante 20 a 30 segundos.
- Secar la superficie, sin desecar excesivamente.
- Evitar contaminación por saliva o sangre que impida la adhesión.
- Se debe proteger la superficie de la restauración para prevenir el agrietamiento o la desecación.

Tiempo:

El tiempo de mezcla no debe pasar de 45 a 60 segundos y el tiempo de trabajo de 4 a 6 minutos (dependiendo de la marca)².

3.6. Indicaciones y contraindicaciones del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

Nicholson indicó que los ionómeros de vidrio, particularmente los convencionales, encuentran aplicación en técnicas de tratamiento restaurativo atraumático (ART).

También se refiere que es útil para obturar en cavidades clase V por su adhesión química natural, el ionómero de vidrio actuó como una zona de amortiguación minimizándola contracción en el área gingival, además obtuvo mejor adhesión cervical en donde el esmalte era suficiente, esto fue sustentado en un estudio del 2019 por Mazumdar¹³.

También está indicado como sellador de fosetas y fisuras, gracias a su liberación de fluoruro.

Shebl, refiere que el cemento de ionómero de vidrio puede tener diferentes usos clínicos como, cementación de restauraciones indirectas,

revestimiento, como material de restauración, sobre todo en áreas con bajas fuerzas de masticación⁸.

También puede ser utilizado como base para restauraciones de resinas compuestas de una o varias superficies y para reconstrucción de muñones⁴.

Gupta menciona que no soporta fuerzas tensionales, por lo tanto, está contraindicado en cavidades amplias sometidas a cargas masticatorias¹¹. Shahzad, confirma el argumento anterior, mencionando que, el ionómero de vidrio no puede ser usado en restauraciones de dentición posterior debido a sus pobres propiedades mecánicas⁶.

Abhishek concluye en su estudio comparativo de 2018 que el ionómero es inadecuado para ser usado como material de restauración en áreas donde se produce estrés continuo¹².

Xie afirma que la baja resistencia mecánica que existe en su composición lo hace inadecuado para el uso en restauraciones como clase I y II⁹.

3.7. Ventajas y desventajas del ionómero de vidrio convencional para restauración (tipo II)

Ventajas

- ✓ Alto potencial de liberación de iones de fluoruro en un periodo de tiempo prolongado.^{7, 11}
- ✓ Biocompatibilidad⁵
- ✓ Adhesión química a dentina y esmalte.⁷
- ✓ Coeficiente de expansión térmica similar a las estructuras dentales.⁷
- ✓ Baja conductividad térmica y eléctrica.¹³
- ✓ Cambios dimensionales mínimos.⁸
- ✓ Propiedades anticariógenas.^{9, 11}
- ✓ Baja citotoxicidad.⁹



Desventajas.

- Resistencia a la flexión demasiado baja¹¹.
- Alta solubilidad¹⁴
- Baja resistencia a la abrasión.¹⁴
- Alta erosión ácida¹³
- Corto tiempo de trabajo.
- Baja resistencia a la fractura.^{11,14}
- Fragilidad
- Tiempo de fraguado largo.
- Poca resistencia al desgaste.
- Susceptibilidad a la contaminación por humedad o deshidratación durante la primera fase de la reacción de fraguado.



4. KETAC™ MOLAR EASYMIX

Es un material de obturación de ionómero de vidrio radiopaco para relleno de cavidades en bloque, desarrollado para que el mezclado manual del Ketac Molar fuera más sencillo y al mismo tiempo conservara sus propiedades mecánicas. Fue hecho para mejorar el mezclado manual del polvo/líquido y ofrecer un alto grado de reproducibilidad en la dosificación.

Ketac™ Molar Easymix ofrece ciertas características, que son: una humectación mejorada del polvo con el líquido para un mezclado más fácil y rápido, un polvo granulado que fluye para obtener porciones más precisas, una reducida formación de polvo al abrir el frasco de polvo, dosificarlo y mezclarlo.

Este ionómero de vidrio cuenta con una reacción de fraguado ácido-base, misma que dispone al material de la liberación y precipitación de iones de calcio y aluminio, así como, la gelificación de iones de flúor y tartratos⁴.

Se ha observado que la liberación de flúor es predominante en un medio ácido, produciendo un efecto protector de caries, así lo plantea el investigador Gupta en su estudio comparativo, el cual concluye que, en medio neutro, el ionómero mostro una liberación de iones de fluoruro con mayor potencial y en medio ácido aumento gradualmente¹¹.

Como ya se había mencionado, este material es soluble y poco resistente en la primera fase de fraguado, por lo tanto, no se debe exponer la obturación a ninguna fuerza durante una hora, después de este tiempo el material se torna más fuerte.

Flores Sánchez menciona en su artículo, que Ketac™ Molar Easymix, una vez finalizado su proceso de fraguado (24 h), fue uno de los cementos que superaron los valores de resistencia a compresión de acuerdo a la norma 96 de la ADA, obteniendo en promedio 175.16 Mpa³.

En la práctica el material es mezclado manualmente en un sistema polvo/líquido que es estándar para todos los cementos de ionómero de vidrio convencionales y en el sistema de cápsulas.

4.1 Presentación

El material se encuentra disponible en dos versiones:

- La versión de mezclado manual polvo/líquido. Figura 5.
- En el sistema de Cápsula Aplicap™.



Figura 5. Presentación polvo/líquido de mezclado manual.

En el caso de Ketac™ Molar Easymix está disponible en los siguientes tonos:

- ✓ A1, A3, A4, B2. Todos ellos en tonos radiopacos⁴.

4.2 Composición

Ketac™ Molar Easymix en la actualidad se basa en la fórmula de ASPA IV para su composición, por lo tanto, podemos decir que se compone de los elementos siguientes:

- Polvo: Está hecho a base vidrios de sílice, aluminio, calcio y flúor, además de lantano.
- Líquido: Contiene ácido poliacrílico, ácido maleico y agua⁶.

4.3 Manipulación

Dosificación del polvo:

- ✓ Poner a mano los instrumentos necesarios.
- ✓ Agitar el frasco para permitir que el polvo fluya libremente.
- ✓ Para dosificar se debe utilizar la cuchara medidora incluida en el producto, sumergirla en el polvo, deslizarla en el inserto de plástico para llenarla al ras evitando comprimirla, esta medida equivale 4.5 partes. Figura 6.
- ✓ Una vez dosificado, colocar el polvo en un bloque de mezcla.
- ✓ Cerrar bien el frasco de polvo asegurándose que no tenga residuos.

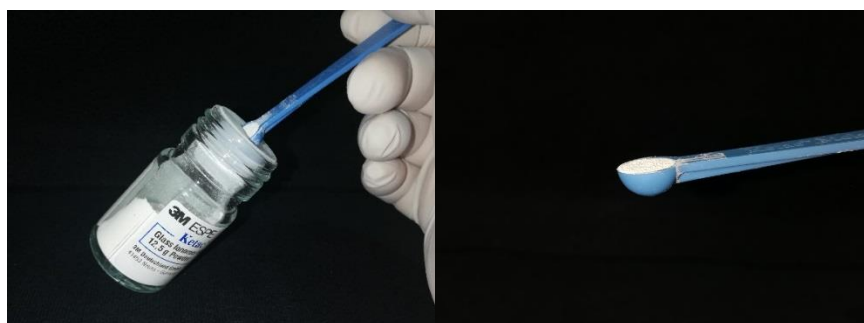


Figura 6. Dosificación correcta de polvo.

Dosificación del líquido:

- ✓ El dispositivo de dosificación de gotas debe estar libre de cualquier residuo seco del líquido.
- ✓ Asegurarse de que la gota dosificada no tenga burbujas de aire.
- ✓ Mantener la botella de líquido en posición vertical durante la dosificación de la parte de líquido (1 gota). Figura 7.
- ✓ Dosificar el líquido en áreas adyacentes del mismo bloque de mezcla que el polvo.
- ✓ Después de su uso cerrar de forma segura el frasco del líquido asegurándose de que no quede ningún residuo en el gotero.

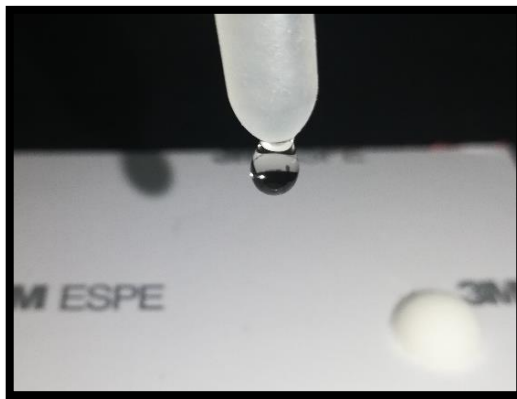


Figura 7. Dosificación correcta del líquido

Mezclado:

- ✓ La mezcla debe realizarse a una temperatura ambiente de 20-25°C.
- ✓ Utilizar una espátula para cemento metálica o de plástico y un bloque de mezcla o una loseta de vidrio.
- ✓ Transferir el polvo hacia el líquido en no más de dos porciones. figura 8a.
- ✓ Mezclar la pasta extendiéndola repetidamente hasta obtener una consistencia homogénea, de no obtenerla desechar el material. Figura 8b.



Figura 8. Mezcla del material. a) Transferencia del polvo al líquido.
b) Mezcla homogénea.

Aplicación:

- ✓ Limpiar la cavidad con agua y secar con aire la zona de trabajo antes de empezar la preparación y mantenerla seca durante el tratamiento (aspecto lustroso mate).
- ✓ Para una óptima adherencia química a los dientes se debe eliminar el barrillo dentinario y colocar acondicionador Ketac™ Conditioner durante 10 segundos, enjuagar con abundante agua, secar con aire libre de agua y aceite o secar por toques con bolitas de algodón en 2-3 intervalos cortos de tiempo.
- ✓ Transportar a la zona de empleo en varias porciones utilizando el instrumento adecuado. Los cortes o escalones de la cavidad necesitan ser tratados primero.
- ✓ Evitar el atrapamiento de burbujas de aire bajo los cortes de esmalte.
- ✓ Colocar vaselina como protector de la obturación.

Tiempo de trabajo:

A una temperatura ambiente de 23°C y a una humedad relativa del 50% se aplican los siguientes tiempos: Tabla 2.

Tabla 2. Tempo de trabajo Ketac™ Molar Easymix

	Min:seg
Mezclado	00:30
Tiempo de trabajo desde el inicio de la mezcla	03:00
Fraguado desde el inicio de la mezcla	05:00

4.4 Indicaciones y contraindicaciones

Algunas de las indicaciones para Ketac™ Molar Easymix son las siguientes:

- ✓ Como base cavitaria en obturaciones de una o varias superficies.
- ✓ Reconstrucción de muñones.
- ✓ Obturación de dientes temporales.
- ✓ Obturación en superficies donde no haya oclusión.
- ✓ Obturaciones de clase V.
- ✓ Tratamiento de obturación mínimamente invasiva.
- ✓ Sellador de foseas y fisuras.

Las contraindicaciones del cemento son las siguientes:

- ☒ En restauraciones clase I y II con alto estrés.
- ☒ En cavidades donde se dificulte el aislado y haya contaminación.
- ☒ En cavidades con bordes delgados con menos de 0.5mm.
- ☒ Obturaciones donde la estética es primordial.

5. VARIANTES DEL IONÓMERO DE VIDRIO.

Ya se ha mencionado que el ionómero de vidrio convencional tiene gran cantidad de aplicaciones en odontología, sin embargo, la falta de resistencia y tenacidad son desventajas importantes que posee este material⁵.

Con el propósito por mejorar dichas desventajas se han hecho intentos para reforzar la matriz del ionómero adicionando diferentes tipos de materiales a los componentes del polvo, como polvos metálicos de acero inoxidable o metales preciosos como plata, oro o paladio⁶.

También se han comercializado ionómeros de vidrio modificados con resina, monómeros hidrofílicos como el hidroxietilmetacrilato(HEMA)⁵ o uretano dimetil metacrilato(UDMA) para acelerar el fraguado mediante luz o productos químicos, con el fin de evitar la sensibilidad a la humedad y la baja resistencia inicial, y así, permitir que la reacción ácido-básica siga su curso tras la polimerización. Estos materiales están clasificados como ionómeros de vidrio modificados con resina o ionómeros híbridos².

5.1. Ionómeros modificados con metal

Como ya hemos visto, los cementos de ionómero de vidrio carecen de resistencia, por lo cual no soportan altas concentraciones de carga lo que favorece a propagaciones de fracturas del material². Con la intención de mejorar algunas propiedades mecánicas se incorporaron a la composición materiales metálicos basados en la unión a altas temperaturas (sinterización), por ejemplo, las partículas de vidrio con las partículas de plata¹.

Upadhyha menciona en su artículo que la adición de polvo o fibras metálicas a los cementos de ionómero de vidrio pueden mejorar su resistencia. Se

descubrió que las fibras metálicas eran buenas para aumentar la resistencia flexural⁷.

Simmons sugirió mezclar polvos esféricos de aleación de amalgama a los cementos y desarrolló el sistema de forma clínica bajo el nombre de "Mezcla milagrosa" en 1983⁶. Él utilizó esta mezcla de aleación/ionómero de vidrio para la construcción de muñones y para el tratamiento de pacientes con alta incidencia de caries. Sin embargo, la estética era pobre y no podía bruñirse⁷. Figura 9.



Figura 9. Presentación de la "Mezcla milagrosa"

También surgió otra variante que estaba modificado con polvos de acero inoxidable, los cuales, según Shahzad, algunas de sus propiedades físicas fueron investigadas y comparadas con la Mezcla milagrosa, por ejemplo, la resistencia a la compresión, la cual fue mayor con el ionómero de vidrio reforzado con acero inoxidable⁶.

La sinterización de metales preciosos (plata, oro o paladio) en la constitución del ionómero de vidrio fue propuesta como una alternativa de refuerzo metálico y fue comercializada en 1986 por ESPE GmbH como "cermet" con el nombre de Chelon Silver, que era mezclado a mano y Ketac Silver en una presentación encapsulada. Estos materiales no eran estéticos, y causaban decoloración de los dientes restaurados, debido a



esto, los “cermets” fueron limitados a un rango muy corto de aplicaciones clínicas⁶.

Las adiciones ya sea de polvo o fibras metálicas, mejoran la resistencia a la abrasión y la reducen en comparación con el cemento de ionómero de vidrio convencional.

Estas mezclas simples con polvos metálicos fallaron en la interfase de unión de metal/poliacrilato y fue esta su mayor desventaja⁷. Otra desventaja fue que la presencia de rellenos de metal hace que estos materiales tengan un color opaco y grisáceo².

Los datos clínicos sugieren que estos cementos tienen pocas expectativas, al ser utilizados en restauraciones de cavidades clase II sufren fracturas, similar a los ionómeros de vidrio convencionales. Por otro lado, tienen un tiempo de trabajo relativamente corto. Anusavice recomienda que este tipo de ionómeros no debe ser utilizado en reconstrucciones que sobrepasen el 40% del volumen, así mismo, es deseable que se apliquen junto con pines u otros métodos de retención².

5.2. Ionómeros modificados con resina

Uno de los problemas del ionómero convencional es la sensibilidad a la humedad⁷ y la baja resistencia inicial que son resultado de una reacción ácido-básica lenta², para superar este problema, se intentó combinar la química del ionómero de vidrio con la de las resinas compuestas⁷, ya que su mecanismo de polimerización produce un rápido endurecimiento¹.

Originalmente fueron introducidas en 1991 como un material liner/base¹⁰, pero gracias a sus propiedades mecánicas fueron utilizadas rápidamente como material de restauración.

Los ionómeros de vidrio modificados con resina se produjeron agregando un monómero polimerizable⁵, 2 hidroxietilmetacrilato (HEMA) o Bis GMA al

ácido poliacrílico^{7,10}. De esta manera cuando se mezcla el polvo se inicia la reacción habitual de este cemento y la reacción se complementa con la unión de moléculas polialquénicas con las de HEMA con sus dobles ligaduras abiertas con capacidad de polimerizar¹.

Dependiendo de la formulación y la porción polvo/líquido del fabricante, las aplicaciones clínicas pueden ser las siguientes²:

- ✓ Recubrimientos cavitarios
- ✓ Selladores de fosetas y fisuras
- ✓ Bases
- ✓ Reconstrucción de muñones
- ✓ Material restaurador
- ✓ Adhesivos para brackets de ortodoncia
- ✓ Obturación radicular retrograda

En general, este material tiene ventajas como buena adaptación y adhesión a esmalte o dentina, liberación de fluoruro aceptable, estética similar a los composites, características de fuerza superiores al convencional¹⁰, además poseen gran tiempo de trabajo, son menos sensibles a la deshidratación en la primera fase de fraguado y pueden ser terminados y pulidos inmediatamente después de haber sido polimerizados⁸.

Algunas desventajas del ionómero de vidrio modificado con resina son que: sufren contracción, tienen limitación de la profundidad de curado especialmente en los cementos más opacos⁷ y tienen menos biocompatibilidad en comparación con los ionómeros convencionales¹⁰.

Actualmente existen nuevos materiales que usan dimetacrilato de uretano (UDMA) en la composición del monómero para conferirles un mejor rendimiento, tal es el caso de Cention N, un material moderno que, según Kaur y colaboradores, en su estudio comparativo del presente año, ofrece dichas características y ventajas sobre ionómeros de vidrio convencionales e incluso sobre otros materiales como la aleación de amalgama¹⁴.



6. CENTION N

El avance de la odontología y la búsqueda de del desarrollo de nuevos materiales para la restauración de tejidos dentales se ha conducido hacia el uso generalizado de compuestos a base de resina para restauraciones de dientes posteriores, sobre todo por su estética y la posibilidad de restauraciones más conservadoras gracias al uso de la técnica mínimamente invasiva. La incorporación de partículas de relleno de diversos tamaños y morfologías, tanto a las resinas compuestas como al ionómero de vidrio, les ha aportado mejores propiedades mecánicas, esta es una de las razones por la cual se ha desplazado a la amalgama como principal material restaurador en áreas que se encuentran sometidos a estrés, otro motivo es el contenido de mercurio en este tipo de restauraciones, así lo afirman Thakarshibhai y cols, en su estudio de 2018¹⁵.

Con los avances odontológicos se han propuesto nuevos materiales de relleno en bloque “bulk-fill” que, al decir del fabricante, supuestamente permiten la acumulación de restauraciones en capas de hasta 4-5mm, al poseer una mayor profundidad de curado y una menor contracción^{11,15}.

Cention N es un material recientemente introducido al mercado odontológico de relleno en bloque y libre de metales¹¹, el cual los fabricantes afirman, posee mejores propiedades que el ionómero de vidrio y la amalgama¹⁴ 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^{12,13}.

6.1. Presentación

La presentación del Cention N consta de un polvo y un líquido autopolimerizable envasados por separado de mezclado manual con la propiedad de fotopolimerizado opcional^{13,14}. Figura 10.

Se encuentra disponible un solo tono A2 radiopaco¹⁴.



Figura 10. Presentación de Cention N.

6.2. Composición

Kaur y Cedillo mencionan en sus estudios del reciente año, que la presentación de Cention N de polvo y líquido contienen las siguientes sustancias^{14,17}:

- Polvo: consiste en partículas de relleno y otros componentes iniciadores¹⁴. Tabla 3.

Tabla 3. Composición del polvo de Cention N.

Relleno	Función
Vidrio de aluminosilicato de bario	Dureza
Trifluoruro de iterbio	Radiopacidad
Tecnología Isofiller (Tetric N-Ceram)	Alivio al estrés por contracción
Vidrio fluorosilicado de aluminio y bario de calcio	Dureza y liberación de fluoruro
Vidrio de fluorosilicato de calcio (alcalino)	Liberación de iones F^- , OH^- , Ca^{2+} .

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

- Líquido: Compuesto de 4 dimetacrilatos diferentes que interaccionan 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 son¹⁷:
 - Dimetacrilato de uretano (UDMA): principal componente de la matriz de monómeros y no contiene grupos laterales de hidroxilo. Exhibe una viscosidad moderada. Es hidrofóbico, por lo tanto, muestra una baja absorción de agua. Al polimerizar produce fuertes propiedades mecánicas. Figura 11.
 - 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^{14,17}.

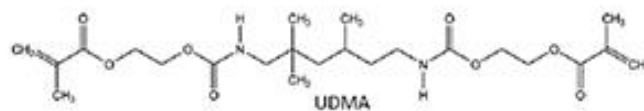


Figura 11. Dimetacrilato de uretano.

Debido al uso exclusivo de monómeros de metacrilato reticulados en combinación con un iniciador de auto curado estable y eficiente, Cention N exhibe una alta densidad de red de polímeros y un grado de polimerización en toda la profundidad de la restauración. Cedillo afirma que esta es una buena base para tener restauraciones de larga duración¹⁷.

Una buena fuerza de compresión es una de las mejores propiedades que debe poseer un material de restauración, sobre todo en dientes posteriores.

En un estudio comparativo de 2019, Kaur evaluó la fuerza de compresión de Cention N contra el cemento de ionómero de vidrio como material de restauración, en el cual concluyó que Cention N obtuvo 133.77 Mpa, resultados significativamente más altos que el ionómero de restauración¹⁴.

Mishra realizó en 2018 un estudio similar comparando algunas propiedades mecánicas de Cention N contra 3 materiales de restauración diferentes, ionómero de vidrio Fuji tipo IX, Amalgama de plata DPI y resina Tetric N-Ceram Ivovlar Vivadent. En el cual la fuerza de compresión de Cention N fue de 189.49 Mpa, valor más bajo que la amalgama y la resina, pero mayor que el ionómero de vidrio.

También evaluó la resistencia a la flexión obteniendo como resultados que la resina mostró un valor más alto que los demás materiales incluido Cention N, aunque superó significativamente los valores de la amalgama y el ionómero convencional¹².

Los resultados del estudio anterior se contradicen con los obtenidos por Chole en su artículo comparativo, en el cual se muestra que Cention N tuvo el valor más alto en resistencia flexural, por encima de las resinas Bulk fill, resinas de nanorelleno y ionómero de vidrio modificado con resina¹⁸.

6.3. Mecanismos de polimerización

Como ya se ha mencionado, Cention N es un material autopolimerizable, pero también cuenta con fotopolimerización opcional. Debido a esto la profundidad de curado es teóricamente ilimitada.

Cuando el material se utiliza de forma autocurable se basa en un sistema iniciador estable que consiste en una sal de cobre, un hidroperóxido y una tiocarbamida¹⁷. La incorporación del hidroperóxido es más estable que el peróxido de benzoilo ya que le da mayor resistencia a la temperatura, es decir, es menos sensible al calor. El uso de la tiocarbamida en lugar de la amina también mejora la estabilidad del color del producto y la sal de cobre acelera la reacción de fraguado^{14,17}.

Sin embargo, por la rapidez y la conveniencia en el acabado de la restauración, puede considerarse ventajoso utilizar la función de fotopolimerización opcional¹⁷, que contiene Cention N, tratándose, según Madzumar, de una patente de relleno especial llamado Isofiller, que posee un estrés de contracción mínimo, mientras que las porciones orgánicas/inorgánicas tanto como el material de composición monomérica son responsables de la baja contracción volumétrica¹⁹.



Cedillo describe el proceso de polimerización del Cention N de la siguiente manera: La polimerización tiene lugar mediante radicales libres. Los fotones de luz entrantes son absorbidos por un fotoiniciador llamado Ivocerin®, que es de tono amarillento (complementario a la luz azul), se produce una ruptura de un enlace químico dentro de la molécula iniciadora y se forman dos radicales, que reaccionan posteriormente con el monómero para producir una red polimérica. Dichos fotones solo pueden ser absorbidos por los fotoiniciadores en un rango espectral específico el cual va de 370 a 460nm, con la sensibilidad máxima de 410nm¹⁷.

Por otra parte, Meshram explica el proceso de polimerizado, ya sea auto o fotopolimerización adicional, en el cual las cadenas de monómeros ubicadas en los rellenos junto con los silanos comienzan un proceso de reticulación y las fuerzas entre los rellenos individuales entran en acción, lo que ejerce tensión en las paredes de la cavidad. Esta tensión está influenciada tanto por la contracción volumétrica como por el módulo de elasticidad del material, que es bajo (10GPa), por lo tanto, los silanos unidos a las partículas de relleno mejoran el enlace entre el relleno inorgánico y la matriz de monómero, ya que esta puede establecer un enlace químico en la superficie del vidrio. La contracción volumétrica y la tensión de contracción en Cention N se reducen en la polimerización, lo que permite colocar incrementos en bloque¹⁶.

6.4. Manipulación

Dosificación del polvo:

- ✓ Agitar el frasco para permitir que el polvo fluya libremente.
- ✓ Para dosificar se debe utilizar la cuchara medidora llena al ras (4.6pp) deslizándola en el inserto de plástico y evitando comprimir el polvo. Figura 12a.

- ✓ Colocar el polvo en un bloque de mezcla.
- ✓ Cerrar bien el frasco de polvo asegurándose de que quede sin residuos.

Dosificación del líquido:

- ✓ El dispositivo de dosificación de gotas debe estar libre de cualquier residuo seco del líquido.
- ✓ Asegurarse de que las gotas no tengan burbujas de aire.
- ✓ Mantener la botella de líquido en posición vertical durante la dosificación de la parte de líquido (1 gota). Figura 12b.
- ✓ Dosificar el líquido en áreas adyacentes del mismo bloque de mezcla que el polvo
- ✓ Cerrar bien el frasco del líquido asegurándose de que no quede ningún residuo.

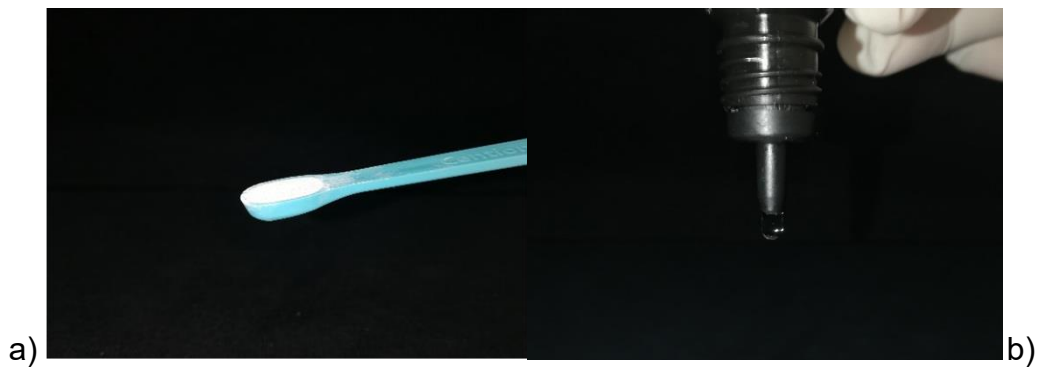


Figura 12. Dosificación de Cention N. a) Polvo. b) Líquido.

Mezclado:

- ✓ La mezcla debe realizarse a una temperatura ambiente de 20-25°C
- ✓ Utilizar una espátula de plástico (incluida en el producto).

- ✓ Expandir el líquido en la superficie del bloque de mezcla.
- ✓ Separar el polvo en dos porciones. Figura 13a.
- ✓ Transferir una porción de polvo hacia el líquido.
- ✓ Una vez que los componentes hayan sido mezclados se añade la segunda parte del polvo y se espátula vigorosamente hasta obtener una mezcla homogénea. Figura 13b.



Aplicación:

Uso con adhesivo:

- ✓ La forma de la cavidad vendrá determinada por las dimensiones de la lesión de caries o por la obturación anterior.
- ✓ Redondear o biselar los márgenes del esmalte ligeramente con instrumento diamantado.
- ✓ Enjuagar la cavidad para eliminar residuos y secar con aire libre de aceite.
- ✓ Adaptar el material cuidadosamente, condensarlo y eliminar cualquier exceso oclusal.



Uso sin adhesivo:

- ✓ Se realiza diseño de preparación retentiva.
- ✓ Evitar esmalte sin soporte dentinario.
- ✓ La base de la cavidad debe redondearse para reducir picos de tensión.
- ✓ Se debe evitar preparaciones con áreas severamente socavadas que condicen al debilitamiento de las cúspides.
- ✓ Los bordes de esmalte no se deben biselar.
- ✓ Enjuagar la cavidad para eliminar residuos y secar con aire libre de aceite.
- ✓ Adaptar el material cuidadosamente, condensarlo y eliminar cualquier exceso oclusal.
- ✓ Polimerizar durante 20s a 1000mW/cm²

Tiempos:

A una temperatura de 23° aplican los siguientes tiempos: Tabla 4.

Tabla 4. Tiempo de trabajo Cention N

	Min:seg
Mezclado	00:45 - 60
Tiempo de trabajo desde el inicio de la mezcla	03:00
Fraguado desde el inicio de la mezcla (autocurado)	05:00

6.5. Indicaciones y contraindicaciones

- Restauraciones de clase I y II con adhesivo.
- Restauración de cavidades clase I y II con preparación retentiva sin adhesivo.
- Restauraciones de cavidades clase V con adhesivo.
- Restauración en dientes deciduos con o sin adhesivo.

La aplicación de Cention N está contraindicada cuando:

- No es posible establecer un campo de trabajo seco.
- Se usa sin adhesivo para restaurar una caja proximal.
- Se usa sin adhesivo para reemplazar una cúspide.
- Se usa como cemento de resina.
- El paciente es alérgico a cualquiera de sus componentes.

6.6 Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de Cention N son:

- El material es estético.
- Es autopolimerizable con opción fotopolimerizable.
- Puede ser utilizado en restauraciones directas.
- Reduce la contracción de polimerización y la microfiltración.
- Puede ser colocado en bloque.
- 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^{13,17,19}.



Sus desventajas son:

- Solo se presenta en un tono A2.
- En polimerización por luz, la luz solo puede penetrar adecuadamente capas de hasta 4mm máximo.
- Cuando se usa sin adhesivo, se necesita una cavidad retentiva.
- No puede ser usado para reconstrucción de cúspides.
- Tiempo de trabajo relativamente corto (3 min).



7. PROPIEDADES FÍSICAS

Sorción acuosa: Se define como la cantidad de agua absorbida sobre la superficie (adsorción), o que se difunde o penetra en un material sólido (absorción).

La sorción acuosa según la norma ISO-4049 deberá ser de $\leq 40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ para todos los materiales.

Solubilidad: Se define como una disminución del peso provocada por la degradación, liberación o disolución de partículas del relleno, iones y sustancias orgánicas, dada por la sorción acuosa de un material.

Según la norma ISO-4049 la solubilidad de todos los materiales debe ser $\leq 7.5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$.

Resistencia a la compresión: Es una propiedad física que puede definirse como la oposición que muestra un material al ser modificado por una carga mecánica.

De acuerdo con la norma ADA 96 el valor mínimo para resistencia a la compresión es de 130 MPa.



8. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la última década, han existido cambios y desarrollos odontológicos a un ritmo acelerado, sobre todo en materiales restauradores que reestablecen la función. En la práctica dental moderna existen diversos materiales de relleno directo, desde las amalgamas, hasta las recientes resinas “bulk fill”, todos y cada uno con ventajas y desventajas.

Recientemente, se ha lanzado al mercado Cention N, un producto que busca ser una alternativa real a las desventajas de amalgama de plata (como la incorporación de mercurio en sus componentes), pero, manteniendo las bondades del ionómero de vidrio, que posea, además, propiedades similares a las de una resina compuesta (al estar reforzado con monómeros como UDMA) y pueda ser colocado de una sola intención en relleno en bloque.



9. JUSTIFICACIÓN

Los materiales de relleno en bloque como Cention N, se han desarrollado en los últimos años debido a una alta demanda de estética y durabilidad, además de que puedan ser colocados de manera rápida y eficiente.

Por esta razón, surge la necesidad de evaluar algunas de las propiedades físicas del reciente material con la intención de proporcionar al odontólogo información franca de este producto al momento de ser utilizado en la práctica clínica como material de restauración.



10. HIPÓTESIS

10.1. Hipótesis alterna

El ionómero de vidrio Cention N cumplirá con los valores mínimos de sorción y solubilidad y de resistencia a la compresión; en comparación con el ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix, de acuerdo a las normas ISO 4049 y ADA 96 respectivamente.

10.2. Hipótesis nula

El ionómero de vidrio Cention N no cumplirá con los valores mínimos de sorción y solubilidad y de resistencia a la compresión; en comparación con el ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix, de acuerdo a las normas ISO 4049 y ADA 96 respectivamente.



11. OBJETIVOS

11.1. Objetivos generales

Comparar propiedades físicas de ionómero de vidrio Cention N contra ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix.

11.2. Objetivos específicos

- Determinar el valor de resistencia a la compresión del ionómero de vidrio Cention N comparado con el ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix.
- Comparar los resultados de sorción y solubilidad entre el ionómero de vidrio Cention N y ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix.

12. MATERIALES Y MÉTODOS

12.1. Tipo de estudio

Estudio experimental

12.2. Población de estudio

- Cention N Ivoclar Vivadent Ref: 684199, Lote: Y21723, Caducidad: 12-03-2021 tono A2.
- Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE No. Catalogo: 56633, Lote: 5199550, Caducidad: octubre 2020, tono A3.

12.3. Muestra

- 15 Muestras de ionómero de vidrio Cention N de 15 mm \pm 0.1mm de diámetro y 1 mm \pm 0.1mm de espesor.
- 15 Muestras de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix de 15 mm \pm 0.1mm de diámetro y 1 mm \pm 0.1mm de espesor.
- 15 Muestras de ionómero de vidrio Cention N de 6mm \pm 0.1mm de altura y 4mm \pm 0.1mm de diámetro.
- 15 Muestras de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix de 6mm \pm 0.1mm de altura y 4mm \pm 0.1mm de diámetro.



12.4. Criterios de inclusión

- Ionómero de vidrio Cention N de la casa comercial Ivoclar Vivadent en tono A2.
- Ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix de la casa comercial 3M ESPE en tono A3.
- Paquetes nuevos con fecha de caducidad prolongada en presentación polvo y líquido de mezclado manual.
- Muestras de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix de 15 mm ± 0.1 mm de diámetro y 1 mm ± 0.1 mm de espesor sin fracturas ni burbujas.
- Muestras de ionómero de vidrio Cention N de 15 mm ± 0.1 mm de diámetro y 1 mm ± 0.1 mm de espesor sin fracturas ni burbujas.
- Muestras de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix de 6mm ± 0.1 mm de altura y 4mm ± 0.1 mm de diámetro sin fracturas ni burbujas.
- Muestras de ionómero de vidrio Cention N de 6mm ± 0.1 mm de altura y 4mm ± 0.1 mm de diámetro sin fracturas ni burbujas.

12.5. Criterios de exclusión

- Ionómeros de vidrio de distintas casas comerciales y tonos a los mencionadas anteriormente.
- Muestras que presenten defectos: contaminación, fracturas o burbujas.
- Muestras con medidas o formas diferentes a las de las normas ISO-4049 y ADA 96



12.6. Variables de estudio

- Independientes:
 - Muestras de ionómero de vidrio Cention N Ivoclar Vivadent
Ref: 684199, Lote: Y21723, Caducidad: 12-03-2021.
 - Ketac™ Molar Easymix. 3M ESPE No. Catalogo: 56633,
Lote: 5199550, Caducidad: octubre 2020.

- Dependientes: Sorción, solubilidad y resistencia a la compresión.

12.7. Recursos

Humanos:

Tesista: Mario Pérez Trinidad

Tutor: DCO. Gabriel Sáez Espínola

Asesora: DCO. Eira López Palacios

Infraestructura:

Laboratorio de investigación de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI), Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

12.8. Materiales y equipo

Materiales resistencia a la compresión:

- ♦ Hacedor de muestras de acero inoxidable (6mm x 4mm)
- ♦ Cinta mylar
- ♦ Aceite de silicón
- ♦ Microbrush
- ♦ Campos desechables
- ♦ Espátula para cementos de plástico (recomendado por el fabricante).
- ♦ Bloques de mezcla de papel encerado
- ♦ Loseta de vidrio gruesa
- ♦ Agua desionizada
- ♦ Recipientes plásticos con capacidad de 10 ml
- ♦ Pinzas de curación

Equipo resistencia a la compresión:

- ♦ Horno Felisa® N. 1 de temperatura controlada. No. De equipo: 01807038. Figura 14a.
- ♦ Microscopio óptico ruso LOMO® MGC-10 no.3, no. Serie: N9117390. Figura 14b.
- ♦ INSTRON®, modelo 5567, no. 1. Figura 14c.
- ♦ Vernier digital Mitutoyo® no. 3, inventario: 507565848. Figura 14d.

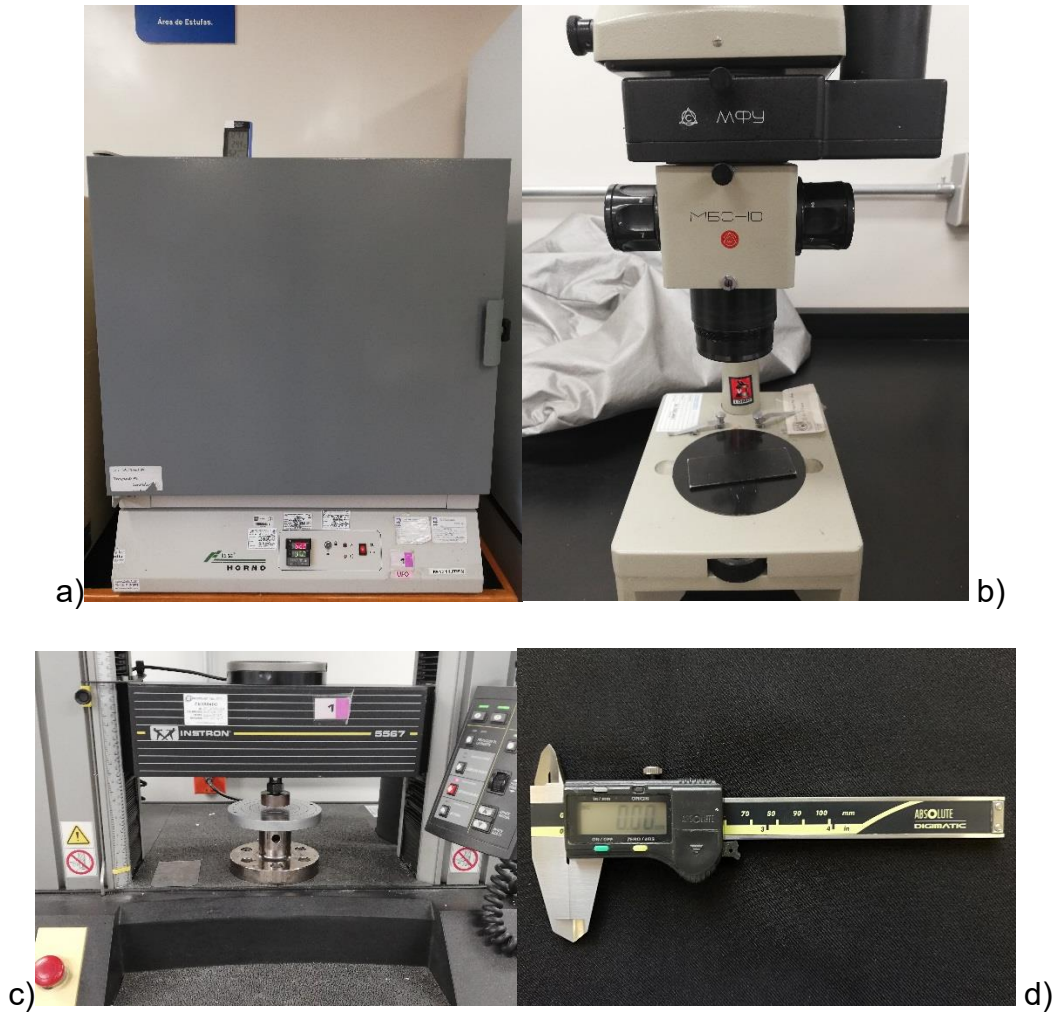


Figura 14. a) Horno Felisa®. b) Microscopio óptico ruso LOMO®.
c) INSTRON® d) Vernier digital Mitutoyo®

Materiales sorción y solubilidad:

- ♦ Hacedor de muestras de acero inoxidable (15mm x 1mm)
- ♦ Campos desechables
- ♦ Aceite de silicón
- ♦ Microbrush
- ♦ Cinta mylar
- ♦ Loseta de vidrio pequeña
- ♦ Espátula para cementos de plástico (recomendado por el fabricante).

- ♦ Bloques de mezcla de papel encerado
- ♦ Loseta de vidrio gruesa
- ♦ Sílica gel
- ♦ Agua desionizada
- ♦ Recipientes plásticos con capacidad de 10ml
- ♦ Pinzas de curación

Equipo sorción y solubilidad

- ♦ Vernier digital Mitutoyo® no. 3, inventario: 507565848.
- ♦ Desecador 27.16 B. Figura 15a.
- ♦ Micrómetro digital no.2, serie. 85061480. Figura 15b.
- ♦ Horno Felisa® N. 1 de temperatura controlada. No. De equipo: 01807038
- ♦ Balanza analítica BOECO Germany BBI-31, no. De equipo: 02375567. Figura 16.

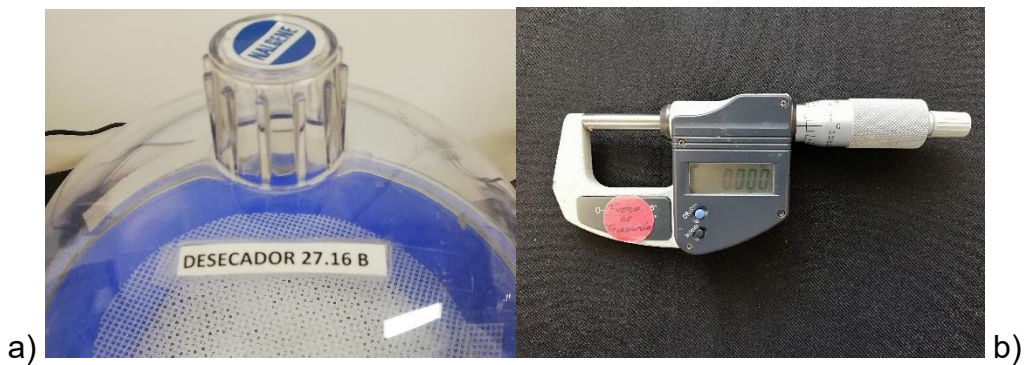


Figura 15. a) Desecador. b) Micrómetro digital.



Figura 16. Balanza analítica BOECO.

12.9. Métodos

Sorción y solubilidad:

Se determinó un grosor de muestra de 1 mm, con ayuda del vernier digital se modificó la profundidad del pistón del hacedor de muestras y se fijó apretando el tornillo. Figura 17.

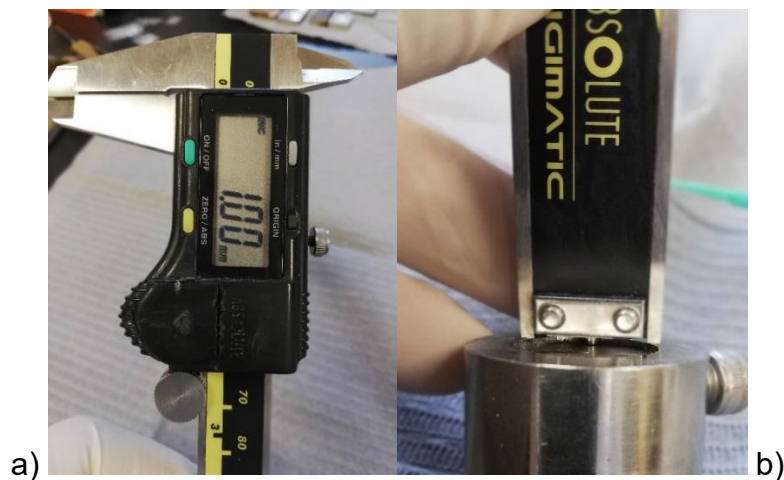


Figura 17. a) Medida del grosor de muestra indicado en el vernier.
b) Profundidad del pistón en el hacedor de muestra.

Se colocó una ligera capa de aceite de silicona en la base y las paredes del hacedor de muestras para evitar la adhesión del material al metal y así facilitar la obtención de la muestra. Figura 18.



Figura 18. Colocación de capa de aceite de silicona en el hacedor de muestras.

Se dosificó y mezcló el material conforme a las especificaciones del fabricante y se colocó la mezcla dentro del hacedor de muestras, se desbordaron excedentes con ayuda de la cinta mylar y una loseta de vidrio pequeña haciendo presión ligera y se esperó el tiempo de fraguado indicado para el cemento. Figura 19.

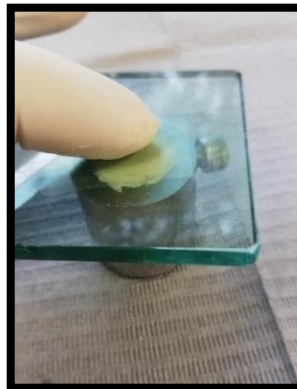


Figura 19. Desborde de excedentes

Una vez fraguado se aflojó el tornillo de seguridad, se deslizó el pistón, se obtuvo la muestra con cuidado para evitar fracturas, se retiraron excedentes y se limpió perfectamente el hacedor. Figura 20.



Figura 20. Obtención de las muestras.

Se realizaron 15 muestras de cada marca de ionómero de vidrio siguiendo estos mismos pasos

Cada muestra se colocó en un primer desecador con sílica gel a una temperatura controlada de 37°C dentro del horno Felisa durante 22 horas. Después, las muestras se colocaron en un segundo desecador a una temperatura controlada de 23°C con una humedad de 44% durante dos horas. Figura 21.



Figura 21. a) Sílica gel. b) Muestras en primer desecador.
c,d) Muestras en segundo desecador.

Pasado este tiempo, las muestras se pesaron en la balanza analítica. Las muestras se pesaron cada 24 horas hasta que la variación de peso no fuera mayor a 0.02mg y así obtener una masa constante cuya medida se registró como M1. Figura 22.



Figura 22. Pesaje de las muestras (M1).

En este punto, se midió el espesor de las muestras con el micrómetro en 5 puntos diferentes y se obtuvo un valor promedio. También, con ayuda del vernier digital, se midió el diámetro de la muestra en dos puntos diferentes y de igual forma se obtuvo un valor promedio para calcular el volumen expresado en mm^3 . Figura 23.



Figura 23. Medición de las muestras.

Al término de la medición, se sumergieron las muestras en 10 ml de agua desionizada a 37°C durante 7 días, colocándolas en posición inclinada para que la absorción de agua sea uniforme. Figura 24.



Figura 24. Muestras sumergidas en agua desionizada.

Pasados los 7 días las muestras se pesaron nuevamente; se retiraron del agua, se eliminó el líquido excedente con un papel absorbente y se agitaron durante 15 segundos hasta quedar libres de humedad, 1 minuto después de haber sido retiradas del agua fueron pesadas en la báscula analítica y la medida obtenida fue registrada como M2. Figura 25.



Figura 25. a) Secado de las muestras b) Obtención de M2.

Inmediatamente después de haber registrado M2, las muestras se colocaron una vez más en el desecador con sílica gel para obtener

nuevamente una masa constante usando el ciclo de M1; una vez conseguido, el peso de cada espécimen se registró como M3.

Finalmente, se aplicaron los cálculos necesarios para obtener y registrar los valores de sorción y solubilidad.

Resistencia a la compresión:

Se colocó con una ligera capa de aceite de silicona dentro de las paredes de los hacedores de muestra de 6mm de altura x 4 mm de diámetro asegurándonos que estén perfectamente apretados los tornillos. Figura 26.

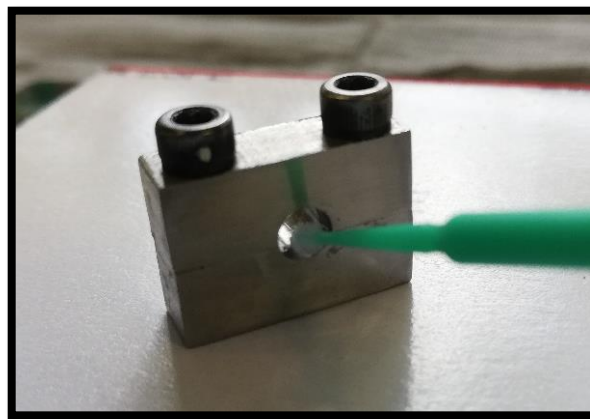


Figura 26. Colocación del aceite de silicona.

Se dosificó y mezcló el material como lo indica el fabricante, una vez finalizada la mezcla, se compactó dentro del hacedor.

Con ayuda de una porción de cinta mylar y los bloques de metal se prensó el material y se esperó a que fragüe según las especificaciones del fabricante. Figura 27.

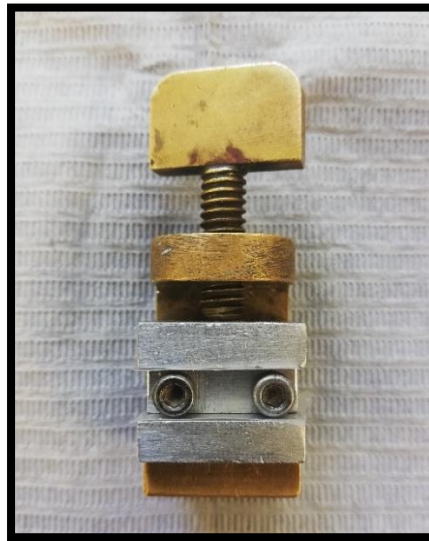


Figura 27. Prensado del hacedor de muestra.

Pasando el tiempo de fraguado, se aflojaron los tornillos y se obtuvieron las muestras ejerciendo un poco de presión para retirarlas, se limpiaron perfectamente los hacedores evitando dejar residuos de material. Figura28.

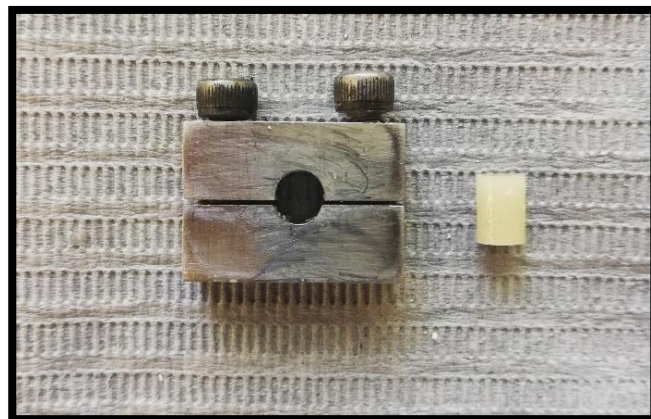


Figura 28. Obtención de las muestras.

Siguiendo este proceso, se realizaron 15 muestras de cada marca de ionómero de vidrio.

Una vez obtenidas las muestras, se colocaron en un recipiente plástico sumergidos en 10 ml de agua grado 3 durante 23 horas a una temperatura controlada de $37^{\circ} \pm 1$ dentro del horno Felisa. Figura 29.

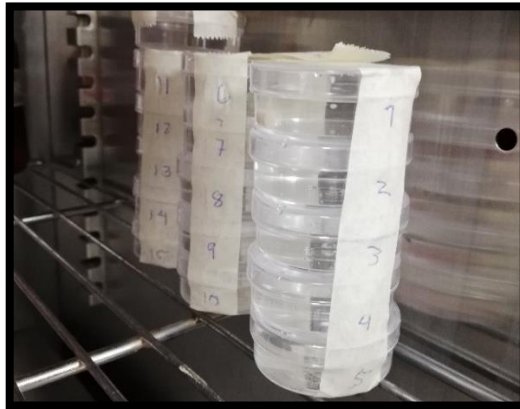


Figura 29. Muestras dentro del horno Felisa®.

Transcurridas las 23 horas, se retiraron las muestras del horno y se colocaron a una temperatura de $23^{\circ} \pm 1$ durante una hora.

Inmediatamente después de haber sido retiradas del agua, se eliminó el exceso de líquido con un papel absorbente, se midió la altura y el diámetro de cada muestra y se sometieron a la prueba de compresión. Figura 30.



Figura 30. Medición del diámetro de las muestras.

Se colocó cada muestra en la máquina de pruebas INSTRON, aplicando una carga compresiva a una velocidad de 1mm/min a lo largo del axis del espécimen. Figura 31.



Figura 31. Prueba de resistencia a compresión.

Finalmente, se registraron los valores obtenidos y las muestras fueron observadas al microscopio óptico LOMO. Figura 32.

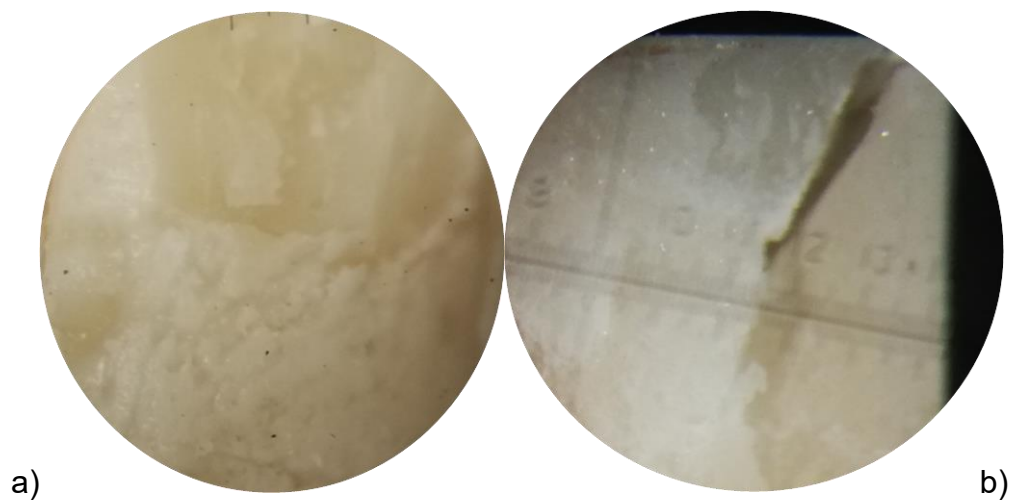


Figura 32. Muestras observadas al microscopio óptico x7.

a) Ketac™ Molar Easymix. b) Cention N.

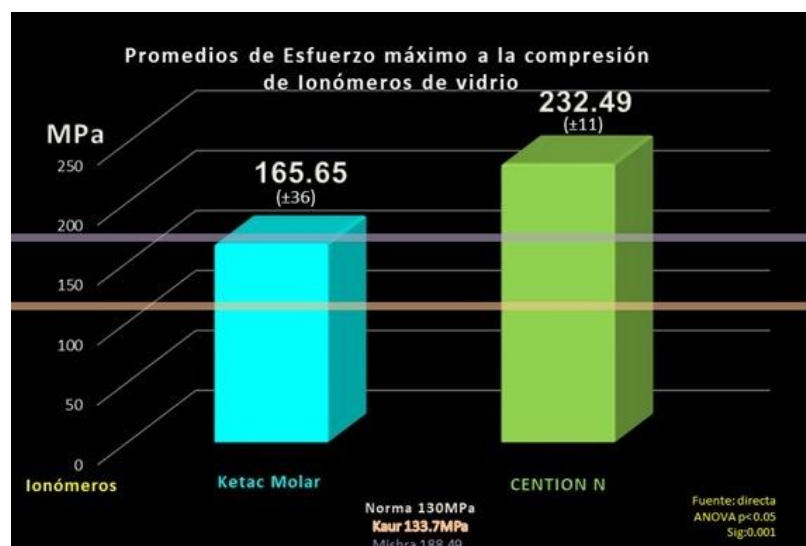
13. RESULTADOS

Resistencia a la compresión.

Se evaluó la resistencia a la compresión (15 especímenes por cada grupo con prueba compresiva) de los grupos control obteniendo los valores expresados en la Gráfica 1. Los resultados fueron tratados con ANOVA ($p < 0.05$) y prueba de Tukey.

Se evaluaron un total de 30 muestras divididas en dos grupos, el primer grupo conformado por 15 muestras de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix y el segundo grupo constituido por 15 muestras de ionómero de vidrio Cention N.

En la gráfica siguiente se pueden observar los resultados promedio de esfuerzo máximo a la compresión de los dos grupos, siendo el grupo de Cention N el cual obtuvo los valores más altos en esta prueba.



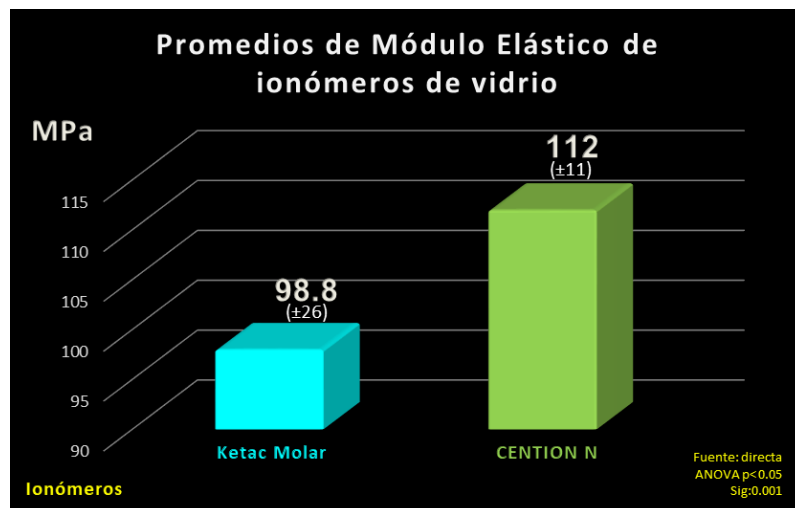
Gráfica 1. Promedio de resultados Resistencia a la compresión de dos ionómeros de vidrio.

Para encontrar las diferencias estadísticas se realizó la Prueba de Tukey, encontrándose éstas entre ambos grupos, siendo Cention N, quien presentó mayor resistencia y los valores más homogéneos, resultando con desviación estándar menor.

Módulo elástico.

Los valores del Módulo elástico de los dos ionómeros de vidrio incluidos en este estudio se muestran en la Gráfica 2.

El área promedio fue 12mm.



Grafica 2. Promedios de Módulo Elástico de dos ionómeros de vidrio

Para encontrar las diferencias estadísticas se realizó la Prueba de Tukey, encontrándose éstas entre ambos grupos, siendo Ketac® Molar Easymix quien presento los valores más bajos, lo que se expresa como un comportamiento más elástico del material, a diferencia de Cention N, quien presentó mayores valores, siendo éste más rígido en su comportamiento.

Sorción acuosa.

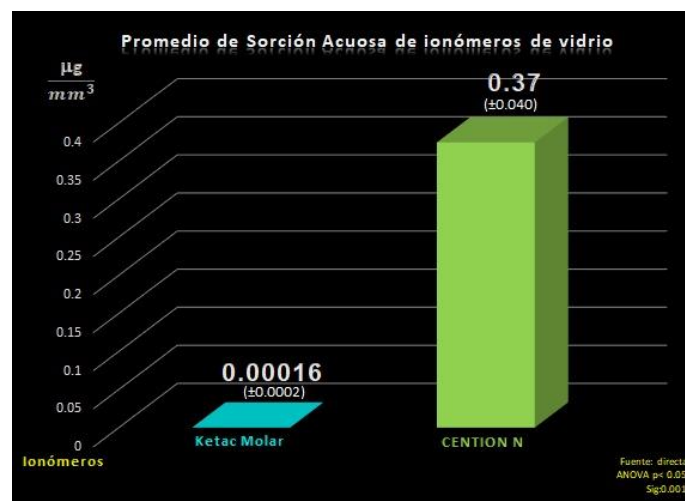
Para obtener el valor de la sorción acuosa se evaluaron 30 muestras que fueron divididas en 2 grupos, el primero de Ketac™ Molar Easymix y el segundo de Cention N, cada grupo constituido por 15 especímenes. La medición se obtuvo mediante la fórmula siguiente indicada en la norma ISO 4049:

$$wsp = \frac{m2-m3}{v}$$

Se calculó la sorción de los de los dos ionómeros; para encontrar las asociaciones estadísticas se utilizó prueba de ANOVA.

En la Gráfica 3 se muestra el valor promedio de sorción acuosa de los dos grupos incluidos en la prueba.

Gráfica 3. Valor promedio de sorción acuosa.



Se observa que Cention N absorbió mayor cantidad de agua (0.37 µg/mm³) comparado con Ketac® Molar Easymix (0.000016 µg/cm³).

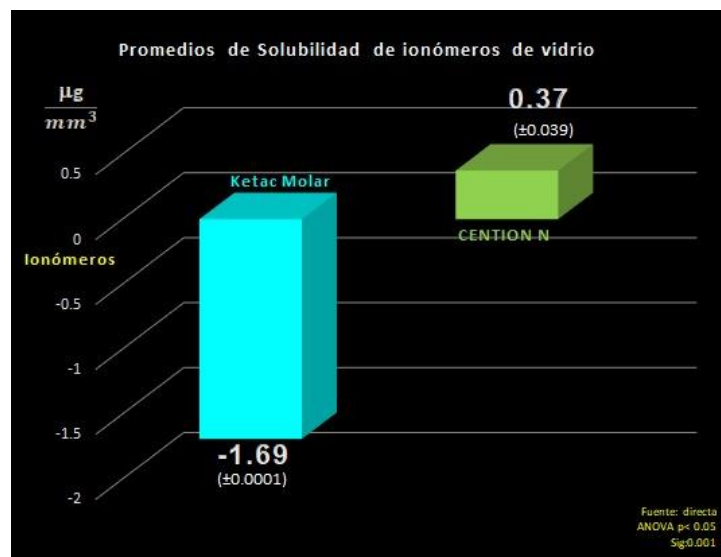
Solubilidad.

Para esta prueba se evaluaron 30 muestras, 15 muestras de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix y 15 muestras más de ionómero de vidrio Cention N, los resultados se obtuvieron mediante la fórmula proporcionada por la norma ISO 4049 siguiente:

$$wsl = \frac{m1 - m3}{v}$$

Los resultados de la prueba de solubilidad se muestran en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Valor promedio de solubilidad.



Buscando las diferencias entre los grupos, se realizó prueba de Tukey. Las diferencias encontradas fueron que los valores negativos de Ketac™ Molar Easymix (-1.69 μg/mm³) demuestran que en vez de perder líquido aumentó su peso, lo que se traduce en absorción de agua o hinchamiento de la muestra; a diferencia de Cention N que solubilizo (0.37 μg/mm³).

14. DISCUSIÓN

Uno de los objetivos del presente estudio fue evaluar la resistencia a la compresión de dos ionómeros de vidrio; se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos de estudio, en donde ambos cumplen con los valores mínimos que pide la norma ADA 96, sin embargo, Cention N presentó mejor desempeño en la prueba mecánica de resistencia a la compresión, resultando un promedio de 232.49 MPa comparado con Ketac™ Molar Easymix quien presentó valor promedio de 165.65 MPa.

Flores y colaboradores en 2010, valoraron diferentes ionómeros de vidrio, dentro de los que se encontraba Ketac™ Molar Easymix reportando valores para éste de 175.16 (+/-27.24) MPa, siendo estos valores semejantes a los determinados en el presente estudio, cabe mencionar que Flores únicamente evaluó 5 muestras, a diferencia de nosotros que valoramos 15 especímenes.

Mishra y colaboradores en 2018 determinaron valores para Cention N de 188.49 MPa, siendo estos más bajos que los del presente estudio en donde se reporta en promedio 232.49 (+/-11) MPa; en ambos estudios se empleó la misma metodología, pero Mishra empleó 10 especímenes para el estudio.

Kaur y colaboradores en 2019, empleando la misma metodología que en el presente estudio encontraron que Cention N presentó valores de 133.7 MPa, los cuales son significativamente más bajos que los reportados por nosotros.



Cabe mencionar que ninguno de los autores citados anteriormente, reportan valores de módulo elástico, lo cual se considera importante ya que Ketac™ Molar Easymix presento valores de 98.8 (+/-26) MPa siendo éste un comportamiento más elástico que Cention N, quien presentó valores de 112 (+/- 11); lo cuál puede ser un valor determinante para elegir un material sobre otro en la aplicación clínica.

Respecto a las pruebas de sorción y solubilidad, lo que se pretende es encontrar un material que sea estable en inmersión acuosa tal como será su desempeño en la clínica; en el presente estudio se reportan valores de sorción mínimos ($0.00016 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) para Ketac™ Molar Easymix, sin embargo los valores de solubilidad encontrados fueron negativos ($-1.69 \mu\text{g}/\text{mm}^3$), lo que se traduce en que la muestra en vez de perder el agua que gana, la está manteniendo en su interior, lo que en física de superficie se conoce como hinchamiento por lo que será interesante en un siguiente estudio determinar el comportamiento de este grupo a largo plazo.

Para Cention N Se encontraron valores de sorción ($0.37 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) y solubilidad ($0.37 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) iguales, por lo que este material presenta estabilidad dimensional cuando es sometido a inmersión y desecación.



15. CONCLUSIÓN

Se determina que Cention N puede ser utilizado como una mejor alternativa como material para restauración sobre Ketac™ Molar Easymix, tanto por su resistencia a la compresión como por su estabilidad dimensional al ser inmerso en un medio acuoso.



16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Macchi RL. Materiales Dentales. 4th ed. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana; 2007.
2. Anusavice KJ. Ciencia de los Materiales Dentales. 11th ed. Florida: ELSEVIER; 2004.
3. Flores LA. Ionómeros de vidrio restauradores: valoración de acuerdo a la Norma 96 de la ADA. Revista ADM. 2010 Marzo-Abril; LXVII(2).
4. 3MESPE. Ketac Molar Easymix Material de Obturación de Ionómero de Vidrio.
5. Khoroushi M, keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. Dental research journal. 2013 July; 10(4).
6. Shahzad Baig M, Fleming GJP. Conventional glass-ionomer materials: A review of developments in glass powder, polyacid liquid and the strategies of reinforcement. Journal of Dentistry. 2015 abril; 43.
7. Upadhya N, Kishore G. Glass Ionomer Cement - the different generations. Trends in biomaterials and artificial organs. 2005 enero; 18(2).
8. Shebl EA, Etman WM, Genaid TM, Shalaby ME. Durability of bond strength of glass-ionomers to enamel. Tanta Dental Journal. 2015 March;(12).
9. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. Academy of Dental Materials. 2000 Mar; 16.
10. Nicholson W. Adhesion of glass-ionomer cements to teeth: A review. International Journal of Adhesion & Adhesives. 2016 March;(69).
11. Gupta N, Jaiswal S, Nikhil V, Gupta S, Jha P, Bansal P. Comparison of fluoride ion release and alkalizing potential of a new bulk-fill alkasite. Journal of Conservative Dentistry. 2019 July; 22(3).
12. Mishra A, Singh G, Singh SK, Agarwal M, Qureshi R, Khurana N. Comparative Evaluation of Mechanical Properties of Cention N whit Conventionally used



Restorative Materials-An In Vitro Study. International Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry. 2018 January; 8.

13. Mazumdar P, Das A, Kumar UD. Comparative evaluation of microleakage of three different direct restorative materials (silver amalgam, glass ionomer cement, cention N), in Class II restorations using stereomicroscope: An in vitro study. Indian journal of dental research. 2019 May; 20(2).
14. Kaur M, Singh NM, Jhamb A, Batra D. A comparative evaluation of compressive strength of Cention N with glass Ionomer cement: An in-vitro study. International Journal of Applied Dental Sciences. 2019 January; 5(1).
15. Thakarshibhai RH, Batra R, Kapoor S. Comparative Evaluation of Postoperative Sensitivity in Bulk Fill Restoratives: A Randomized Controlled Trial. Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry. 2018 Nov; 8.
16. Meshram P, Meshram V, Palve D, Patil S, Gade V, Raut A. Comparative evaluation of microleakage around Class V cavities restored with alkasite restorative material with and without bonding agent and flowable composite resin: An in vitro study. Indian Journal of Dental Research. 2019 May; 30(3).
17. Cedillo J, Espinoza R, Farias R. Adaptación marginal e hibridación de los alkasites: estudio in vitro AL MEB-EC. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales. 2019 enero-mayo 2019; 8(1).
18. Chole D, Khushal HS, Kundoor S, Blake S, Gandhi N, Hatte N. In Vitro Comparison of Flexural Strength of Cention-N, BulkFill Composites, Light-Cure Nanocomposites And Resin-Modified. Journal of Dental and Medical Sciences. 2018 october; 17(10).
19. Mazumdar P, Das A, Guha C. Comparative evaluation of hardness of different restorative materials (restorative gic, cention n, nanohybrid composite resin and silver amalgam) – An in vitro study. International Journal of Advanced Research. 2018 March; 6(3).