



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO: VALORACIÓN DE
ACUERDO A LA NORMA 96 DE LA A.D.A.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

RAFAEL PÉREZ PEÑA ROSAS

MTRA. JUANA PAULINA RAMÍREZ ORTEGA

MÉXICO D. F.

MAYO DEL 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Agradezco

A mis padres Rafael J. Pérez Peña Reyes y Silvia R. Rosas Orta. Por siempre darme todo lo necesario para ser una mejor persona en todos los aspectos de la vida, por apoyarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida, en verdad agradezco y valoro mucho todo lo que me han dado y sobre todo agradezco infinitamente la fortuna que tuve de que sean mis padres...

A mis tres hermanas Cintia, Diana, y Nadia por estar conmigo en los momentos en los que más las he necesitado...

A los Doctores que han dejado huella en mi formación profesional dando y exigiendo el más alto nivel académico:

Mtra. Laura Baires V. (Cátedra de Microbiología), por crear en mí una consciencia de preparación profesional.

C.D.E.E. Gabriela Fuentes M. (Cátedra de Endodoncia), por enseñarme que la dedicación y entrega debe ser parte diaria en mí ejercer profesional y por haberme enseñado de manera magistral las bases en el área de Endodoncia.

Mtra. María Teresa Espinosa M. (Cátedra de Farmacología), por crear en mí una sed de conocimiento y de superación profesional.

C.D.E.E. Alejandra Rodríguez Hidalgo (Cátedra de Endodoncia), por enseñarme la excelencia profesional que se puede alcanzar si se trabaja arduamente, por la gran oportunidad de aprender de su conocimiento y en especial por haber dejado en mí este deseo tan fuerte de especializarme en la apasionante área de Endodoncia.

C.D. José V Nava Santillan Jefe de enseñanza de la Clínica Periférica Padierna, por todo el interés y dedicación que me brindó para integrar todos mis conocimientos y por hacer mi estancia en la clínica periférica una experiencia única.

Agradezco sinceramente a todos los que hicieron posible este trabajo final:

C.D. Jaime González Orea

Mtro. Jorge Guerrero Ibarra

Dr. Carlos Álvarez Gayosso

Y a todo el personal que labora en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología

Y en Especial A la Mtra Paulina Ramírez Ortega, por haber sido un pilar fundamental en mi formación profesional y por tutelarme en este último paso para la culminación de mis estudios a nivel licenciatura.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Historia del Ionómero de Vidrio.....	6
1.2 Generalidades.....	7
1.3 Composición.....	7
1.4 Reacción Química.....	8
1.4.1 El agua en la reacción química.....	8
1.5 Características y Propiedades del Ionómero de Vidrio.....	10
1.6 Principios en la Utilización del Ionómero de Vidrio.....	11
1.7 Propiedades Físicas del Ionómero de Vidrio.....	12
1.7.1 Adhesión a Tejidos Dentarios.	12
1.7.2 Propiedades Térmicas.....	13
1.7.3 Liberación de Fluoruros.....	13
1.7.4 Biocompatibilidad.....	14
1.8 Modificaciones Realizadas a los Ionómeros de Vidrio.....	15
1.8.1 Ionómeros de vidrio Modificados con Metales.....	15
1.8.2 Ionómeros de Vidrio Modificados con Resina.....	17
1.8.2.1 Propiedades y Usos de los Ionómeros de vidrio modificados con resina.....	18
1.9 Clasificación del Ionómero de Vidrio.....	19
INVESTIGACIÓN.	
2.1 Planteamiento del Problema.....	20
2.1.1 Justificación del Problema.....	20
2.2 Hipótesis.....	21
2.3 Objetivos.....	22
2.3.1 Objetivo General.....	22
2.3.2 Objetivos Específicos.....	22
2.4 Metodología.....	23
2.4.1 Población de Estudio.....	23

2.4.2 Selección de la Muestra.....	23
2.4.3 Criterios de Inclusión.	23
2.4.4 Criterios de Exclusión.	23
2.4.5 Criterios de Eliminación.....	24
2.4.6 Métodos de prueba.....	25
2.4.7 Prueba de Espesor de película.....	25
2.4.7.1 Materiales.....	25
2.4.7.2 Procedimiento.....	26
2.4.8 Prueba de Resistencia a la compresión.....	27
2.4.8.1 Materiales.....	27
2.4.8.2 Procedimiento.....	29
2.4.9 Prueba de Erosión ácida mediante la técnica de chorro de choque.....	30
2.4.9.1 Materiales.....	30
2.4.9.2 Procedimiento.....	33
RESULTADOS	
3.1 Espesor de Película.....	35
3.2 Resistencia a la Compresión.....	36
3.3 Erosión Ácida.....	37
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43

INTRODUCCIÓN.

Los materiales dentales han sido desde siempre una base fundamental en la Odontología, debido a esto la investigación en cuanto a nuevos materiales o nuevas modificaciones a los ya existentes nunca cesa.

Es importante conocer las bases del material a utilizar en cada tratamiento para brindar atención odontológica de primer nivel.

Es por eso que iniciamos esta investigación en la cual hablaremos del cemento de Ionómero de vidrio, uno de los materiales dentales que más ha sido valorado e investigado debido a sus nobles propiedades como adhesión específica o química al diente y liberación de fluoruro brindando así un efecto anticariogénico.

El ionómero de vidrio es un material que desde su creación en 1969 hasta la fecha ha tenido varios cambios en su estructura con la finalidad de preservar sus buenas propiedades y compensar ciertas deficiencias (baja resistencia mecánica y a la abrasión).

Cualquier material debe de cumplir con ciertos requerimientos para su uso odontológico, uno de los organismos internacionales encargados de establecer estos parámetros es la Asociación Dental Americana (A.D.A.), la cual en su norma N° 96 establece las pruebas físico-químicas que deben cumplir los ionómeros de vidrio.

Es por eso que nosotros valoraremos tres Ionómeros de vidrio disponibles actualmente en el mercado mexicano con la finalidad de comprobar si estos realmente cumplen con los requerimientos mínimos de acuerdo a la A.D.A. para su uso como agentes cementantes.

MARCO TEÓRICO.

1.1 Historia del Ionómero de Vidrio

A través del tiempo han surgido muchos materiales dentales con el objetivo de mejorar la calidad de todo tratamiento odontológico en el caso de los cementos dentales se pretendía que tuvieran características como: ser biocompatibles, ser aislantes térmicos y eléctricos, CELT similar al del diente, resistencia compresiva adecuada para soportar cargas masticatorias, baja solubilidad y una fluidez adecuada, con este fin en 1969 Alan Wilson y Brian Kent en el Laboratory of The Government Chemist desarrollaron un material dental basado en la reacción del aluminio silicato con el ácido poliacrílico conocido inicialmente como cementos ASPA, los que presentaron algunas desventajas, como: fraguado lento, sensibilidad a la humedad, textura irregular en su superficie y muy poca estética, sin embargo tenía la gran cualidad de liberar fluoruro por periodos prolongados y un CELT similar al del diente dada por el aluminio de silicato además de adhesión específica o química al diente gracias al ácido poliacrílico¹⁻⁵ fue por eso que no desistieron en el perfeccionamiento de este material realizando distintas modificaciones en su estructura hasta obtener lo que hoy conocemos como Ionómero de vidrio, un material el cual tiene diferentes usos en odontología como:

Agente Cementante

Material Restaurador

Bases, Forros Cavitarios

1.2 Generalidades.

El ionómero de vidrio, conocido también como polialquenoato de vidrio es un cemento dental de base acuosa, el cual presenta una reacción ácido-base al mezclar sus componentes².

1.3 Composición.

Polvo: en el cual encontramos en diferentes porcentajes sílice, alúmina, fluoruro cálcico, fluorina y en menor porcentaje hay fosfato de aluminio, fluoruro de sodio y sustancias opacificadoras, todos estos componentes se sinterizan entre los 1100-1500°C obteniendo así un vidrio el cual posteriormente es triturado hasta obtener cristales muy finos. El tamaño de la partícula va de los 40µm (micrómetros) en los ionómeros de restauración y 25µm en los ionómeros de cementación.

Líquido: contiene ácido poliacrílico al 50%, además de otros polímeros o copolímeros como el ácido itacónico, maleico, tartárico, fumárico y otros ácidos mas que tienen buena afinidad al complejo dentino pulpar, ayudando a reducir los comportamientos no deseados en el material. En algunas presentaciones (Hidrofraguables) el ácido poliacrílico se presenta en forma deshidratada en el polvo al cual hay que agregarle agua destilada al emplearlo, esto aumenta el tiempo de almacenamiento.⁶⁻¹³

1.4 Reacción Química.

Los ionómeros de vidrio tienen una reacción ácido-base durante el fraguado del cemento, esto se da cuando se ponen en contacto los cristales de vidrio y el ácido poliacrílico generando tres fases:

Primera fase: hay una liberación y transporte de los iones de vidrio después del ataque ácido.

Segunda fase: se da una unión iónica de cationes y polianiones con precipitación de las sales, generando gelación y endurecimiento.

Tercera fase: aquí hay una hidratación de las sales dando formación y endurecimiento del material.

Es fundamental prevenir la contaminación del material en las dos primeras fases ya que los iones se encuentran en la solución acuosa y hay mayor susceptibilidad de que cualquier solución como saliva, sangre, etc, impidan la correcta fijación de los iones.^{14-18.}

1.4.1 El agua en la reacción química.

El agua es un componente inherente de los cementos de ionómero de vidrio. El agua que se forma como un producto de la reacción ácido-base y el agua originalmente contenida en el componente ácido, crea fases acuosas. Estas fases acuosas permanecen en el cemento ya fraguado en forma de hidrogeles los cuales permiten movimiento iónico dentro del mismo cemento e intercambio iónico del cemento y su medio oral. Estos hidrogeles también minimizan el cambio dimensional sobre el cemento de ionómero de vidrio. La pérdida de agua o la deshidratación de los hidrogeles da como resultado una

pérdida en volumen que afecta la integridad del cemento de ionómero de vidrio. De igual manera, la hidratación excesiva del cemento que contiene agua en su primera etapa da como resultado un movimiento de fluido el cual deslava los iones formados en la matriz, limitando las propiedades físicas del producto final. La sensibilidad de estos cementos a la excesiva hidratación y deshidratación es probablemente el factor más grande que se presenta en la práctica clínica.¹³

1.5 Características y Propiedades del Ionómero de Vidrio.

Son muchas las características importantes que tiene este material:

- Adhesión a la estructura dentaria (dentina, esmalte y cemento) además de cierta adhesión a algunos metales (níquel-cromo, plata paladio etc).
- Baja reacción exotérmica.
- Baja contracción de polimerización.
- Estabilidad dimensional en humedad después del fraguado.
- Liberación de fluoruro, dando protección anticariogénica.
- Propiedades aislantes, térmicas y eléctricas.^{2-9.}

Sin embargo también tiene otras características que no son deseables

- Alta sensibilidad a la humedad en fases tempranas del fraguado.
- Difícil pulimento.
- Estética pobre.

1.6 Principios en la Utilización del Ionómero de Vidrio.

- Proteger áreas profundas con protectores pulpares a base de hidróxido de calcio
- Utilizar la proporción polvo/líquido indicada por el fabricante.
- No remover la capa de lodo dentinario con ácidos ya que puede provocar mayor sensibilidad
- No desecar el diente.
- Colocar el agente cementante tanto en la restauración como en la preparación (teniendo en cuenta el tiempo de trabajo para evitar fraguado del material).
- Asentar la restauración lentamente y ejercer presión únicamente hasta que se vea un contacto íntimo de los márgenes.
- Los cementos presentan estabilidad dimensional en humedad después del fraguado, sin embargo se tiene que tomar en cuenta el proteger de la humedad al material en su fase inicial.^{13-20.}

1.7 Propiedades Físicas del Ionómero de Vidrio.

Los factores más comunes que afectan de manera negativa las propiedades óptimas de los ionómeros de vidrio son.^{2, 4, 6.}

- Variación en la relación polvo-líquido.
- Contaminación del cemento.
- Porosidad (generada por inadecuada manipulación).

1.7.1 Adhesión a Tejidos Dentarios.

El contenido de calcio presente en la estructura dental químicamente se une al ácido polialquenoico dando como resultado la adhesión del ionómero de vidrio al esmalte y a la dentina. La adhesión con la dentina es aproximadamente de 60 a 120 Kg/cm² que representa cerca del doble de la fuerza de la adhesión de las resinas compuestas. Esta es una de las propiedades más significativas de este material, la cual se da en forma química y a largo plazo (aún en condiciones húmedas) mediante enlaces covalentes, la reacción del cemento del ionómero de vidrio y la estructura dentaria es inorgánica y simple, en la cual el ion de calcio del diente es liberado y reacciona ionicamente con el ácido poliacrílico del cemento. El complejo de iones inorgánicos liberados por el ácido tartárico del cemento facilita la unión cruzada de las cadenas de poliacrilato.^{4,11,12, 17.}

1.7.2 Propiedades Térmicas.

Una de sus mejores cualidades es poseer un coeficiente de expansión lineal térmico (CELT) similar al del diente. Gracias a esto se ha demostrado en estudios que el ionómero de vidrio empleado en restauraciones logra disminuir significativamente la microfiltración marginal.^{17.}

1.7.3 Liberación de Fluoruros.

El fluoruro es utilizado como fundente en la elaboración del polvo (cristales de aluminosilicato) gracias a esto hay una considerable liberación de fluoruro después de ser mezclado con el ácido poliacrílico ya que este ataca la parte superficial de estos vidrios, creándose un flujo continuo a partir de la matriz durante largos periodos de tiempo. Existe una capa entre el material y la dentina la cual esta compuesta por carbono apatita fluorada siendo esta de alta resistencia y escasa solubilidad dando así protección a la disolución de la dentina logrando una acción bacteriostática. El fluoruro inhibe el crecimiento o el metabolismo de las bacterias logrando así que la bacteria no pueda adherirse a la estructura del diente.^{5,6.}

1.7.4 Biocompatibilidad.

La compatibilidad biológica de estos cementos es algo controversial, ya que en estudios realizados poco después de su introducción por Wilson y Kent, en 1972 mostraron que son menos irritantes para la pulpa dental debido a que poseían un alto peso molecular que dificultaba su paso a través de los túbulos dentinarios. Posteriormente Klötzer y Uçok ratificaron estos estudios. Otros estudios hablan de que son materiales biocompatibles, siempre que la cavidad no sea muy profunda; si esto ocurre debe emplearse un cemento a base de hidróxido de calcio como protector pulpar. La compatibilidad biológica de los cementos de ionómero de vidrio se explica por su capacidad para disminuir la infiltración bacteriana por liberar fluoruro, adhesión química a la estructura dental.³

Existen múltiples factores que se relacionan a la sensibilidad dental de los cementos de ionómero de vidrio estos son:

- Microfiltración secundaria
- Contaminación temprana por humedad
- Deshidratación excesiva del diente
- Presión hidrostática
- pH bajo
- Proporción P/L baja
- Remoción de la capa de lodo dentinario con ácidos.

1.8 Modificaciones Realizadas a los Ionómeros de Vidrio.

Debido a las excelentes propiedades que presentan los ionómeros de vidrio como adhesión específica o química a las estructuras del diente y la capacidad de liberar fluoruros por largos periodos, se han realizado diferentes estudios y modificaciones con la finalidad de aprovechar dichas propiedades y ampliar las propiedades de tan noble material. Las modificaciones más importantes realizadas y actualmente disponibles son:

1.8.1 Ionómeros de vidrio Modificados con Metales

Fue en 1962 cuando apareció el primer estudio realizado por Mahler y Armen donde demostraron que al adicionar un metal mejoraba la resistencia transversal y había menos solubilidad en comparación con los convencionales.

La principal razón por la que se adicionó un metal al Ionómero de vidrio convencional fue por que no soportaba alta tensión y no era resistente al desgaste.

De esta modificación existen dos tipos:

Ionómeros de vidrio con aleación de plata-estaño (mezcla milagrosa).¹⁴

Ionómeros de vidrio sinterizados con un metal precioso (oro o plata) conocidos como Cermets.

Las modificaciones con metal tienen la cualidad de conferir más resistencia al material posibilitando su uso para restauraciones sin embargo en comparación con las amalgamas esta resistencia sigue siendo insuficiente.¹⁴

Comparando estos dos tipos de ionómeros modificados con metal podemos concluir que los Cementos al contener metales preciosos como el oro o la plata tienen un menor desgaste que la mezcla milagrosa sin embargo la estética de este tipo de ionómeros es muy pobre lo cual limita su uso en odontología.

Las indicaciones de estos materiales son:

- Bases
- Obturaciones en donde no se requiera de estética
- Reconstrucción de muñones
- Obturaciones retrógradas
- Restauración en dientes temporales
- Obturaciones de preparaciones radiculares

Es importante tomar en cuenta que estos ionómeros modificados con un metal al igual que los ionómeros de vidrio convencionales son muy inestables en presencia de humedad, en fases iniciales.

1.8.2 Ionómeros de Vidrio Modificados con Resina.

Este tipo de ionómeros presentan la reacción ácido-base ya conocida y otra reacción de polimerización iniciada químicamente o por luz, favoreciendo el fraguado inicial del material y disminuyendo la posibilidad de contaminación de este. Esto se logró mediante la modificación del ácido poliacrílico agregando a su estructura cadenas de resina polimerizable, permitiendo la formación de una estructura resinosa a través del curado de luz. Posteriormente se hicieron modificaciones para que polimerizara químicamente. La modificación de resina reduce drásticamente el movimiento de agua dentro y fuera de la matriz de los cementos de ionómero de vidrio mientras sus efectos son mínimos en la formación de hidrogeles y la liberación de fluoruro. En las modificaciones más recientes a este material el agua es sustituida por una resina como el hidroxietilmetacrilato (HEMA) o BIS-GMA.^{9,10,11.}

Actualmente los Ionómeros de vidrio modificados con resina se pueden clasificar de acuerdo a los mecanismos que intervengan para su fraguado final y se clasifican de la siguiente manera:

Ionómeros de vidrio modificados con resina de doble curado presentan:

1. Reacción ácido-base convencional.
2. Fotopolimerización.

Ionómeros de vidrio modificados con resina de triple curado presentan:

1. Reacción ácido-base convencional.
2. Fotopolimerización.
3. Autopolimerización.

1.8.2.1 Propiedades y Usos de los Ionómeros de vidrio modificados con resina.

Las modificaciones realizadas en la estructura del Ionómero de vidrio con resina presentaron buenos resultados como:^{9,10,11.}

- Aumento de las propiedades mecánicas
- Corto tiempo de fraguado
- Estética
- Menor sensibilidad a la humedad
- Mayor adhesión a dentina
- Además de conservar sus propiedades como liberación de fluoruro y adhesión química con la estructura del diente.

Gracias a las mejoras realizadas a estos Ionómeros se han ampliado los usos en odontología, siendo los mas frecuentes:

- Restauraciones con poca carga masticatoria
- Erosiones cervicales
- Bases
- Reconstrucción de muñones

1.9 Clasificación del Ionómero de Vidrio

Especificación N° 66 de la Asociación Dental Americana.²

Esta norma clasificaba al Ionómero de Vidrio en:

Tipo I: Agente Cementante.

Tipo II: Material Restaurativo.

Especificación N° 96 de la Asociación Dental Americana.³

Actualmente esta norma rige a todos los cementos basados en agua (incluido aquí el ionómero de vidrio convencional) y los clasifica de acuerdo a su uso en:

Agente Cementante.

Material Restaurativo.

Bases y Forros Cavitarios.

INVESTIGACIÓN.

2.1 Planteamiento del Problema.

Todos los cementos Ionómero de vidrio son regidos por la Norma N° 96 de la Asociación Dental Americana (A.D.A). Esta dictamina cuales son las características físicas y mecánicas mínimas que debe tener este material para su uso odontológico. Es importante hacer una valoración de acuerdo a esta norma comparando cementos de Ionómero de Vidrio de marcas ya reconocidas con marcas más económicas y de reciente aparición en el mercado mexicano para conocer si el costo tiene relación con la calidad de estos productos relativamente nuevos en el mercado nacional.

2.1.1 Justificación del Problema.

Al existir tantas marcas comerciales de Ionómero de Vidrio para cementación con precios tan diferentes existen opiniones encontradas de si el factor económico tiene que ver con el factor de calidad en los productos, es decir si cumplen con los requisitos mínimos requeridos para el desempeño clínico al que están destinados.

Este estudio valorará de acuerdo a la norma N° 96 de la A.D.A. las propiedades físicas (resistencia a la compresión y espesor de película) así como la propiedad química (erosión ácida) de tres Ionómeros de vidrio para cementación.

2.2 Hipótesis.

- Los ionómeros de vidrio cementantes Fuji GC, Mirafill y Glasion cumplirán los requisitos de espesor de película, resistencia a la compresión y erosión ácida, establecidos en la norma N° 96 de la A.D.A. para cementos de base acuosa.
- Los ionómeros de vidrio cementantes Fuji GC, Mirafill y Glasion no cumplirán en los parámetros de espesor de película, resistencia a la compresión y erosión ácida, establecidos en la norma N° 96 de la A.D.A. para cementos de base acuosa.

2.3 Objetivos.

2.3.1 Objetivo General.

- Valorar tres Ionómeros de Vidrio para cementación de las marcas comerciales Fuji GC, Mirafill y Glasion de acuerdo a la Norma N° 96 de la A.D.A.

2.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinación de la resistencia a la compresión
- Determinar el espesor de película.
- Determinar la erosión ácida.
- Comparar los resultados obtenidos con los que establece la norma N° 96 de la A.D.A.

2.4 Metodología.

2.4.1 Población de Estudio.

- Ionómero de Vidrio para cementación.

2.4.2 Selección de la Muestra.

- Fuji GC de GC Corporation hecho en Japón.
- Mirafill de Faprodmir hecho en Alemania.
- Glasion de Sci-Pharm hecho en U.S.A.

2.4.3 Criterios de Inclusión.

- Ionómeros de vidrio cementantes de las marcas comerciales señaladas antes.

2.4.4 Criterios de Exclusión.

- Ionómeros de vidrio para base y restauración
- Ionómeros de vidrio cementantes de cualquier otra marca no incluida

2.4.5 Criterios de Eliminación.

- Se eliminarán aquellas muestras que no cumplan las indicaciones que marca la norma.
- Cualquier muestra con defectos o porosidades.

2.4.6 Métodos de prueba.

Preparación de las muestras de prueba.

Condiciones ambientales. Todas las muestras de prueba se prepararon a una temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ con una humedad relativa de $50 \pm 5\%$.

Método de mezclado. El cemento se preparó de acuerdo a las indicaciones de cada fabricante. Se mezcló la cantidad suficiente de cemento con el fin de garantizar la preparación de cada muestra de prueba a partir de una sola mezcla. Se preparó una mezcla fresca para cada una de las muestras de prueba.

2.4.7 Prueba de Espesor de película.

2.4.7.1 Materiales.

- Loseta de vidrio
- Espátula para cementos
- Dos placas de cristal cuadradas o circulares (fig. 1), ópticamente planas, con un área de la superficie de contacto de $200\text{mm}^2 \pm 25\text{mm}^2$. El grosor de cada placa será uniforme y no inferior a 5mm.
- Micrómetro o instrumento de medición equivalente, con una precisión de 1.25 Micrómetros.
- Dispositivo de carga del tipo que se representa en la figura 3 o cualquier otro método equivalente, con el cual se le pueda aplicar a la muestra de ensayo una fuerza vertical de $150\text{N} \pm 2\text{N}$ a través de la placa de vidrio superior. En la figura 3, el yunque que se fija a la parte

inferior de la barra que transporta la carga, es horizontal y paralela a la base. La carga se aplicara suavemente y de forma tal que no produzca rotación.



Fig. 1

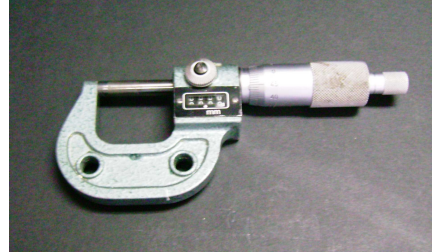


Fig. 2

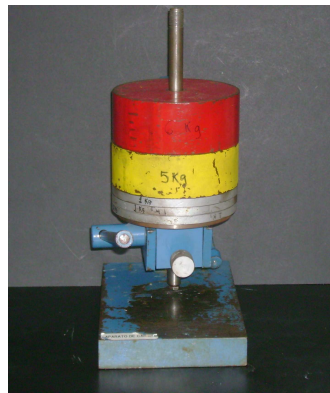


Fig. 3

2.4.7.2 Procedimiento.

Procedimiento. Se midió, con una precisión de ± 1.25 micrómetros, el grosor combinado de las dos placas de cristal ópticamente planas estando sobrepuestas una encima de la otra. Se retiró la placa superior y se colocó 0,1ml \pm 0,05ml del cemento mezclado en el centro de la placa inferior y se colocó exactamente debajo del dispositivo de carga. Se colocó la segunda

placa exactamente sobre la muestra de cemento y en la misma posición en que se realizó la primera medición.

10 segundos antes de que concluyera el tiempo de trabajo que declaró el fabricante, se aplicó, con cuidado, una fuerza de $150\text{N} \pm 2\text{N}$ verticalmente sobre el centro de la muestra y a través de la placa superior. Asegurándonos de que el cemento llenó completamente el espacio que queda entre las placas. Cuando se cumplió un periodo de 10 minutos después de la aplicación de la carga, se retiraron las placas y se midió el grosor combinado de las dos placas de cristal y de la película de cemento.

Se anotó la diferencia del grosor de las placas con y sin la película de cemento como el valor de grosor de la película. Se repitió la prueba cuatro veces.

Para que el material cumpla con los requisitos que se muestran en la tabla A. al menos cuatro de los cinco resultados deberán ser inferiores a $25\ \mu\text{m}$. Si solamente dos de los resultados o menos son inferiores a $25\ \mu\text{m}$, entonces el material no cumple con los requisitos establecidos. Si se registran tres resultados por debajo $25\ \mu\text{m}$, se somete a prueba a otro grupo adicional de cinco muestras de prueba. En este caso, para que el material cumpla los requisitos establecidos, todas las muestras de la segunda serie estarán por debajo de $25\ \mu\text{m}$

2.4.8 Prueba de Resistencia a la compresión.

2.4.8.1 Materiales.

- Cámara (fig. 4) que se mantenga a una temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de al menos 30%.

- Molde de dos piezas y placas, como se muestra en la fig. 5. Las dimensiones internas del molde de dos piezas serán de $6\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ de altura y $4\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ de diámetro. El molde y las placas serán de acero inoxidable u otro material que no sea afectado por el cemento. En los casos en que los cementos a base de ácidos poliacrílicos puedan adherirse a las placas se utilizaran placas de acetato de celulosa.
- Prensas con tornillos como se muestra en la fig. 5.
- Aparato de carga (fig. 6) que pueda funcionar a una velocidad de desplazamiento del eje transversal de la cabeza de $0.75\text{mm}/\text{min} \pm 0,30\text{mm}$ sobre minuto o a una velocidad de carga de $50\text{N}/\text{min} \pm 16\text{N}/\text{min}$.



Fig. 4

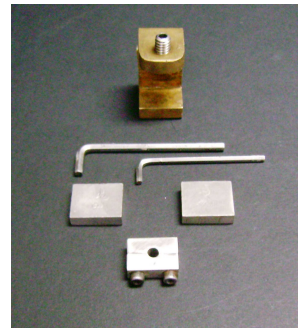


Fig. 5



Fig. 6

2.4.8.2 Procedimiento.

Preparación de las muestras de prueba. Se acondicionó el molde de dos piezas y sus placas y la prensa de tornillo hasta que alcanzaron una temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$. 60 s. Después de finalizado el proceso de mezclado, se rellenó en exceso el molde con el cemento, que se preparó conforme a las instrucciones del fabricante.

El cemento se llevó en pequeñas proporciones al molde y se aplicó de lado para evitar que quedara aire atrapado en la muestra. Se llenó el molde dejando un excedente de cemento enseguida se colocó cinta mylar y la placa metálica superior en su posición sobre el molde y se presionó el conjunto. Se pusieron el molde y las placas en la prensa de tornillos y se apretó. A los 120 s después de finalizado el proceso de mezclado se colocó el conjunto en la cámara a 37°C y 30% de humedad relativa.

Una hora después de terminada la mezcla, se retiraron las placas y se pulieron los extremos de las superficies planas de la muestra de tal forma que la acción se realizó perpendicularmente al eje longitudinal. Para ello se utilizó papel de lija de carburo de silicio de grado 400m.

Inmediatamente después de que finalizó el pulido se retiró la muestra del molde y se comprobó a simple vista si quedaron oquedades o bordes dentellados.

Se prepararon 5 muestras de ensayo de este tipo e inmediatamente después de la preparación de cada una se sumergieron en agua desionizada a una temperatura de $37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 23 horas $\pm 0,5$ horas.

24 horas después de que finalizó el proceso de mezclado se colocaron las muestras de prueba en la máquina Instron, con los extremos planos de cada

muestra entre las placas del aparato de carga y se aplicó una carga de compresión a una velocidad de 1mm/min.

Se registró el valor de la carga aplicada hasta que la muestra se fracturara y se calculó la resistencia a la compresión, C, en megapascales, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C=4p/nXd^2$$

Donde

p= es la carga máxima aplicada en N

d= es el diámetro de la muestra de prueba en mm

El material habrá pasado la prueba si al menos cuatro de los cinco resultados son superiores al valor mínimo de resistencia de 70Mpa. En los casos que obtengan otros resultados se preparara un grupo adicional de diez muestras. Para que el material pase la prueba, al menos doce de del total de quince resultados deberán ser superiores al valor mínimo de resistencia.

2.4.9 Prueba de Erosión ácida mediante la técnica de chorro de choque

2.4.9.1 Materiales.

- Aparatos de chorro de choque. Este dispositivo está encaminado a mantener un chorro constante de líquido sobre la superficie de la muestra de ensayo de cemento, tal y como se muestra en la figura 7. El aparato consiste de una fuente constante de líquido que alimenta a

ocho chorros separados de 1mm de diámetro interno, con una bomba de recirculación y una reserva de aproximadamente 10 l de capacidad. El flujo de líquido de cada chorro será de 120 ml/min \pm 4ml/min, valor que se puede ajustar mediante la variación de la altura de la fuente de líquido. El aparato será de vidrio de borosilicato y los tubos que transportan el líquido serán de goma o de plástico. El ensamblaje de los chorros se puede construir con otros materiales si ello resultara más conveniente. Por ejemplo, tubos plásticos transparentes con acoplamientos Luer, siendo los chorros unos tubos de acero inoxidable con diámetro interno de 1mm y las correspondientes uniones Luer.

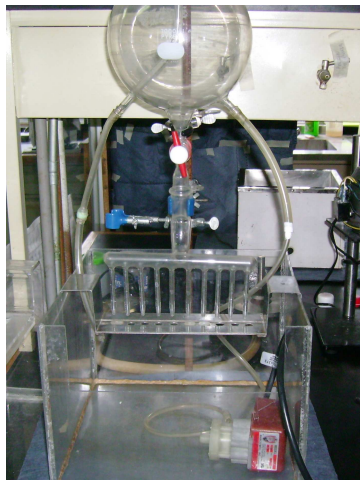


Fig. 7

- Los moldes de las muestras de ensayo son de acero inoxidable, con las dimensiones que se muestran en la figura 8. Los moldes de acero inoxidable que contienen a las muestras se ponen sobre ocho aberturas de una bandeja plástica situada de manera tal que cada muestra de prueba se encuentre exactamente de 10mm \pm 02mm por debajo del correspondiente chorro. Lo anterior se logra más fácilmente colocando a la fuente de líquido en una posición fija y montando la

reserva y las muestras sobre un dispositivo ajustable para así lograr la ubicación exacta de las muestras debajo de los chorros.

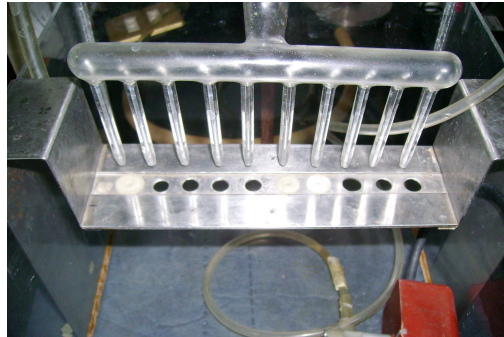


Fig. 8

- Micrómetro de profundidad (fig. 9), cuya precisión sea de $\pm 0.01\text{mm}$ y que la punta de la aguja tenga un extremo plano de 1mm.
- Molde conforme se muestra en la figura 10.
- Cámara ambientadora (fig. 11) a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Cronómetro.
- Reactivos del ácido láctico, $20\text{ mmol/l} \pm 1\text{ mmol/l}$. con la ayuda de agua de grado 3 conforme a la norma ISO 3696, se prepara un volumen de 5 l al menos 18 hrs antes de su utilización (esto permite la hidrólisis de la lactona).
- Justo antes de su utilización, se comprueba que el pH de la solución de $2,7 \pm 0,02$ y se ajusta dicho valor, si fuera necesario, empleando una solución de hidróxido de sodio 1mol/l o de ácido clorhídrico 1mol/l .

Este reactivo siempre se preparará recientemente para cada una de las muestras que se sometan a la prueba.



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

2.4.9.2 Procedimiento.

Inmediatamente después del periodo de acondicionamiento se midió la profundidad D1 de las muestras de prueba dentro de los moldes con ayuda del micrómetro de profundidad (Mitutoyo, Japan), tomando el valor medio de al menos 5 lecturas en diferentes zonas de la superficie de la muestra de prueba. 24 horas después del inicio de mezcla, se llenó la bomba del aparato de chorro de choque con los 5 litros de la solución de ácido láctico y se inició la circulación del líquido. Durante la prueba, se mantuvo la temperatura del líquido de circulación a $(23^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C})$. Con ayuda de un espaciador, se colocaron las muestras de prueba en su posición dentro del aparato de tal forma que el centro de cada una de las muestras se encontró exacta y

verticalmente a $10 \text{ mm} \pm .02 \text{ mm}$ debajo del chorro. Se accionó el cronómetro y se permitió que el aparato funcionara hasta el momento en que transcurrieron 24 horas.

Se midió la profundidad media, D_2 , de las muestras de prueba según se ha descrito previamente y se calculó el ritmo de erosión.

Tratamiento de los resultados. Se calculó la cantidad de erosión, R , en milímetros por hora, a partir de la ecuación siguiente:

$$R = \frac{D_2 - D_1}{t}$$

Donde

D_1 y D_2 son, como se especificó anteriormente en milímetros.

t es el tiempo de erosión, en horas.

Para que el material pase la prueba, al menos tres de las cuatro determinaciones deben ser inferiores a la velocidad de 0.05 mm/h . Si tres de cuatro determinaciones son superiores a la velocidad que se muestra en la tabla el material no habrá pasado la prueba.

Si únicamente dos de las cuatro determinaciones se encuentran por debajo de la velocidad especificada se repite el ensayo con un grupo adicional de cuatro muestras de prueba. Para que el material pase el ensayo, las cuatro muestras de la segunda serie de prueba deberán presentar resultados inferiores a la velocidad especificada para el producto.

RESULTADOS.

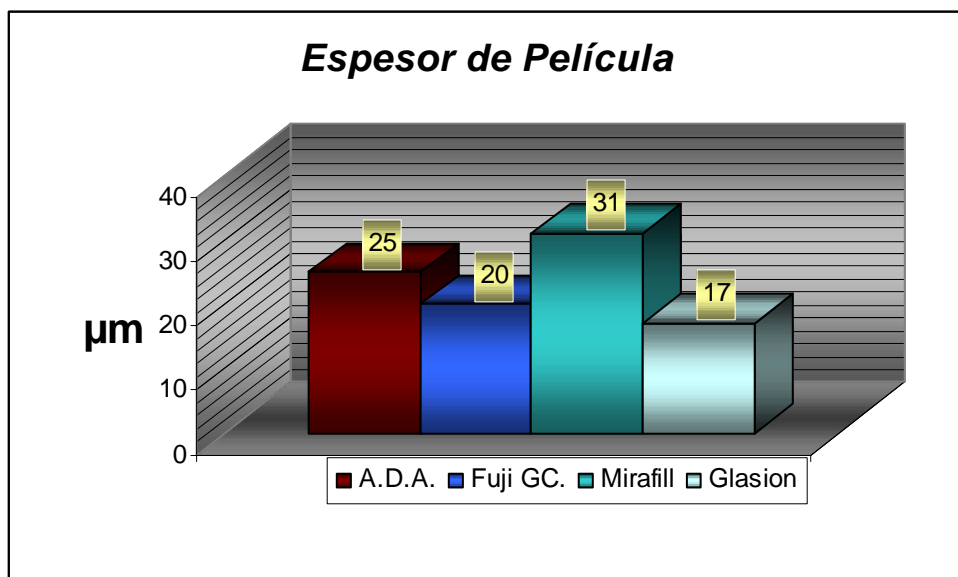
3.1 Espesor de Película.

Norma N° 96 de la A.D.A.	
Espesor de Película Máximo	25 μm

Tabla A. Se muestra el valor máximo permitido para el espesor de película.

	Fuji GC	Mirafill	Glasion
	19	36	18
	19	36	11
	21	27	25
	20	30	19
	21	28	13
×	20 μm	31 μm	17 μm

Tabla A.1. Se muestran los valores obtenidos de las 5 muestras, así como el valor promedio de cada marca.



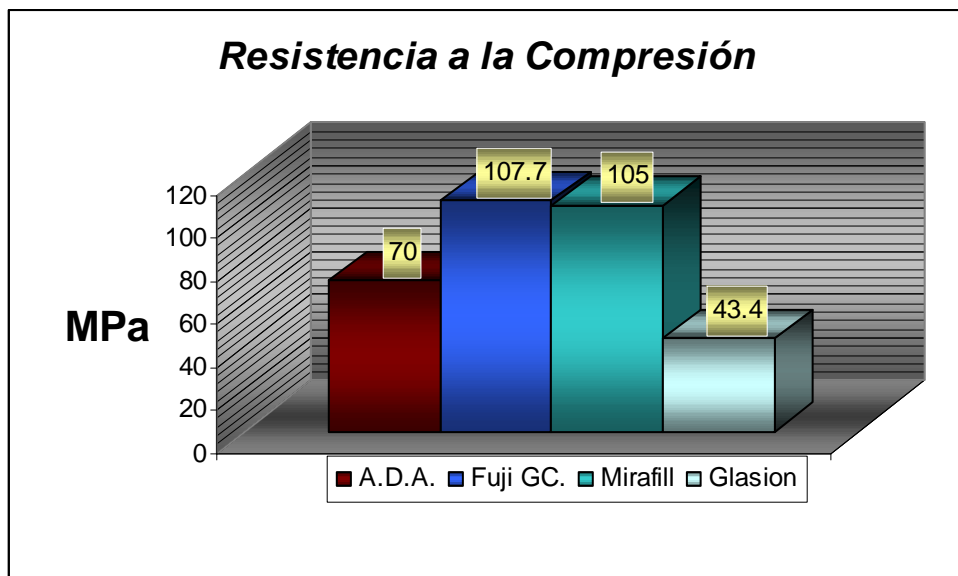
3.2 Resistencia a la Compresión.

Norma N° 96 de la A.D.A.	
Resistencia a la Compresión Mínima	70 MPa

Tabla B. Se muestra el valor mínimo para el ionómero de vidrio en esta prueba.

	Fuji GC	Mirafill	Glasion
	99.9	113.6	39.3
	106.1	98.0	43.7
	99.2	85.5	51.8
	104.2	118.6	26.8
	129.0	109.5	55.6
×	107.7 MPa	105.0 MPa	43.4 MPa

Tabla B.1. Se muestran los valores obtenidos de las 5 muestras, así como el valor promedio de cada marca.



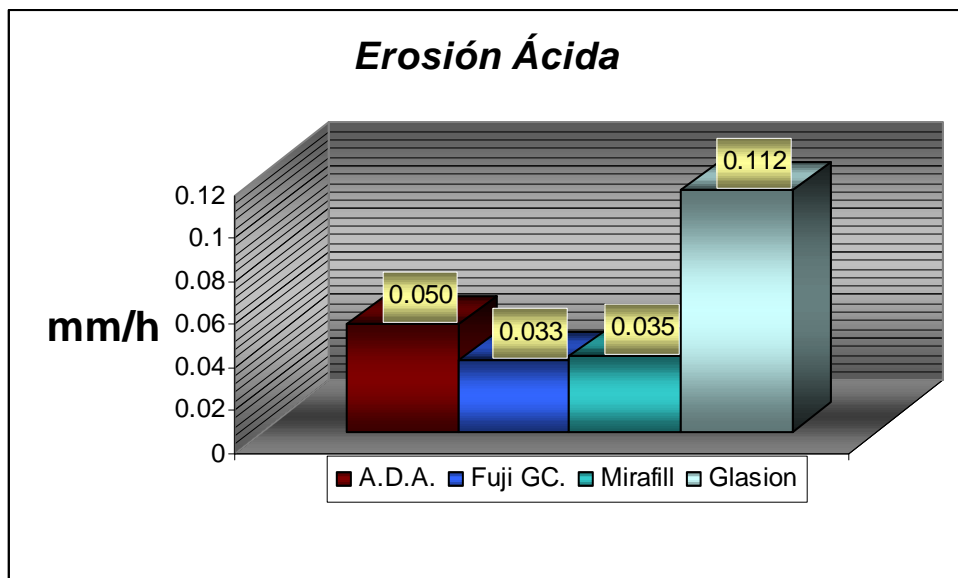
3.3 Erosión Ácida.

Norma N° 96 de la A.D.A.	
Erosión Ácida Máxima	0.05 mm/h

Tabla C. Se muestra el valor máximo permitido a la erosión ácida

	Fuji GC	Mirafill	Glasion
	.026	.032	.135
	.037	.068	.146
	.035	.026	.146
	.036	.015	.021
×	.033 mm/h	.035mm/h	.112 mm/h

Tabla C.1. Se muestran los valores obtenidos de las 4 muestras, así como el valor promedio de cada marca.



DISCUSIÓN.

El cemento de ionómero de vidrio presenta cualidades como: adhesión a la estructura dental, baja solubilidad, resistencia y retención satisfactorias, coeficiente de expansión térmica similar al diente y liberación de fluoruro, lo que le confiere propiedades anticariogénicas.

La Asociación Dental Americana en su norma N° 96 determina cuales son los requerimientos específicos que debe tener un cemento de base acuosa para su uso odontológico.

Prueba de espesor de película: en esta prueba la Norma N° 96 de la A.D.A. dice que el valor máximo en el espesor de película debe de ser de 25 μm .

Los resultados obtenidos fueron:

Marca Comercial Fuji GC espesor de película 20 μm , este valor se obtuvo de un promedio de 5 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 1:2 de acuerdo al fabricante. Este valor hace constar que la marca Fuji GC cumple con este parámetro excelentemente.

Marca Comercial Mirafill espesor de película 31 μm , este valor se obtuvo de un promedio de 5 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 1:1 de acuerdo al fabricante. El valor promedio obtenido de esta marca rebasa el máximo permitido por la Norma N° 96 de la A.D.A. Cabe mencionar que el dosificador del líquido de esta marca es de difícil manipulación ya que al ponerlo verticalmente como indica el fabricante no se puede dosificar correctamente la cantidad de líquido que sale ya que el contenedor es de vidrio y no cuenta con un tope que detenga la salida del líquido propiciando que se exceda la cantidad del mismo, resultando en una

proporción inadecuada. Comparado con las otras dos marcas comerciales valoradas la diferencia en el contenedor del líquido radica en que es de plástico y cuenta con un tope para el líquido lo cual permite la fácil dosificación por gotas proporcionadas al apretar suavemente. Esto es algo que se tiene que tomar en cuenta ya que en esta marca (Mirafill) se desperdicia mucho líquido, el tamaño de la gota no es proporcional y si no se dosifica con extremada precisión puede alterar las propiedades de dicho material.

Marca comercial Glasion espesor de película 17 μm , este valor se obtuvo de un promedio de 5 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 2:4 de acuerdo al fabricante. Este valor queda 8 μm , por debajo del valor máximo de acuerdo a la Norma N° 96 de la A.D.A. Al mezclar con la proporción dada por el fabricante se obtuvo una consistencia más fluida que las otras marcas comerciales valoradas, a lo cual se le atribuyó el espesor de película tan bajo. Un dato que es importante mencionar es que en el instructivo el fabricante menciona que el espesor de película es de 24 μm , lo cual es un valor que en la práctica no se obtuvo.

Prueba de Resistencia a la Compresión: en esta prueba la Norma N° 96 de la A.D.A. dice que el valor mínimo de resistencia a la compresión es de 70 MPa.

Los resultados obtenidos fueron:

Marca Comercial Fuji GC resistencia a la compresión de 107.7 MPa, este valor se obtuvo de un promedio de 5 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 1:2 de acuerdo al fabricante. La marca comercial Fuji GC pasó esta prueba satisfactoriamente.

Marca Comercial Mirafill resistencia a la compresión de 105.0 MPa, este valor se obtuvo de un promedio de 5 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 1:1 de acuerdo al fabricante. El material en esta prueba si paso con buenos resultados. Relacionando la prueba anterior en la que el material tuvo un espesor mayor al especificado por la norma podemos deducir hipotéticamente que hay una mayor proporción de polvo en las muestras o que la partícula del polvo es más grande en comparación con los otros cementos valorados, lo que le confiere a este mayor rigidez y mayor espesor de película.

Marca comercial Glasion resistencia a la compresión de 43.4 MPa, Este valor se obtuvo de un promedio de 5 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 2:4 de acuerdo al fabricante. El material no logró pasar esta prueba al quedar por debajo del valor mínimo exigido por la norma. De acuerdo al instructivo de fabricante este material tiene un resistencia a la compresión de 102 MPa lo cual no se vió reflejado en la las pruebas realizadas. Relacionando el resultado obtenido en la prueba anterior en la cual habíamos mencionado que la mezcla obtenida era muy fluida, podemos suponer que hay mas líquido que polvo en ella, lo cual le confiere mayor fluidez y por ende un espesor de película menor pero conllevando al material a tener una menor resistencia a la compresión.

Prueba de Erosión Ácida: en esta prueba la Norma N° 96 de la A.D.A. dice que el valor máximo de erosión ácida debe de ser de 0.05 mm/h.

La duración de esta prueba en el presente estudio fue de 24 horas para cada marca comercial.

Los resultados obtenidos fueron:

Marca Comercial Fuji GC erosión ácida de 0.033 mm/h, este valor se obtuvo de un promedio de 4 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 1:2 de acuerdo al fabricante. En esta prueba como en las dos anteriores el material tuvo un desempeño estable, pasando satisfactoriamente las tres pruebas realizadas. De acuerdo a esta valoración la marca comercial Fuji GC. Cumple con los requisitos mínimos que debe de tener un Ionómero de Vidrio como agente cementante para uso odontológico.

Marca Comercial Mirafill erosión ácida de .0.035 mm/h, este valor se obtuvo de un promedio de 4 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 2:4 de acuerdo al fabricante. Esta ultima prueba realizada la marca Mirafill paso satisfactoriamente.

Marca comercial Glasion erosión ácida de 0.112 mm/h, este valor se obtuvo de un promedio de 4 muestras de prueba realizadas con una proporción P/L de 2:4 de acuerdo al fabricante. El material no logro pasar esta prueba al quedar por arriba del valor máximo exigido por la norma. La marca comercial Glasion de acuerdo a esta valoración solamente logro pasar satisfactoriamente la prueba de erosión ácida no cumpliendo así con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión y de erosión ácida, que debe de tener un ionómero de vidrio como agente cementante para uso odontológico.

Relacionando los resultados obtenidos de las 3 pruebas realizadas a la marca Glasion, podemos suponer que la relación P/L es inadecuada por los valores bajos obtenidos de resistencia a la compresión, así como alta erosión ácida; por la misma razón el espesor de película también fue muy bajo.

CONCLUSIONES.

Cemento marca Fuji I GC. La consistencia del material al ser mezclado con las proporciones indicadas por el fabricante fue adecuada para su uso como agente cementante. El material paso satisfactoriamente todas las pruebas realizadas confirmando así que cumple con los requisitos mínimos como agente cementante.

Cemento marca Mirafill. La consistencia de este material fue muy variable (a veces muy fluida), por el aditamento inadecuado para dosificar correctamente el líquido. Cumplió satisfactoriamente las pruebas de resistencia a la compresión y erosión ácida, sin embargo no paso la prueba de espesor de película, al obtener un valor mayor de lo que pide la norma.

Cemento marca Glasion. La consistencia obtenida de acuerdo a las instrucciones del fabricante fue demasiado fluida en comparación con las otras dos marcas. No paso las pruebas realizadas de resistencia a la compresión ni la de erosión ácida, solo logro pasar la prueba de espesor de película.

De las tres marcas de cementos de ionómero de vidrio valoradas en este estudio solamente una cumplió con todos los requisitos mínimos exigidos por la A.D.A. la cual fue Fuji GC.

De acuerdo a los resultados obtenidos sugerimos llevar a cabo una valoración similar a otras marcas de ionómero de vidrio cementantes que se encuentran en el mercado, pero por falta de tiempo ya no se podrán valorar en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA.

1. McKenzie MA, Linden RWA, Nicholson JW. The physical dental cements stored in saliva, proprietary acidic beverages, saline and water. *Bio Mat* 2003; 24: 4063-4069.
2. Carrillo C Actualización sobre los cementos de ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). *Rev ADM*. 2000; LVII , 2: 65-71.
3. Barcena V, González J. Historia y actualización del ionómero de vidrio (revisión bibliográfica). México: Ed Independiente, 2006 Pp.15-72.
4. Denisova L.A, Maev R, Poyurovskaya I. The use of acoustic microscopy to study the mechanical properties of glass-ionomer cement. *Dental Mat*. 2004, 20: 358-363.
5. Yamamoto K, Arai K, Fukazawa. Effect of plaque fluoride released from a glass-ionomer cement on enamel remineralization in situ *Caries Research* 2005; 39: 157-160
6. Barceló F, Sato M, Sanchez J, Serrano C, Guerrero J. Estudio Comparativo de ionómeros de vidrio y reforzados con metal. *Rev ADM* 1999; LVI:5:177-181
7. Venkata S, Nagarajan, Said J. In vitro contact wear of dental composites. *Dent Mat* 2004; 20:63-71
8. Leon H, Prentice. The effects of boric acid and phosphoric acid on the compressive strength of glass-ionomer cements. *Dental Mat*. 2006; 22: 94-97
9. Kevin H, Royer J. The effects of two cavity preparation methods on the longevity of glass ionomer cement restorations. *JADA* 2002; 133: 744-751
10. Theodore P, Croll. Clinical performance of resin-modified glass ionomer cement restorations in primary teeth. *JADA* 2001;132:1110-1116

11. Mark D. Snyder: The efficacy of luting all-ceramic crown with resin – modified glass ionomer cement. JADA 2003; 134:609-612.
12. Poulsen S. A field trial of resin-based and glass ionomer fissure sealants: clinical and radiographic assessment of caries. Community Dent Oral Epidemiol 2006;34:36-40.
13. Carrillo C. Sensibilidad postoperatoria con cementos de ionómero de vidrio utilizados como agentes cementantes. Rev ADM 2004 LXI; 6: 238-239.
14. Berrios K. Respuesta pulpar frente a diferentes agentes cementantes. Rev. Estomatol. Herediana. 2004; 14: 84-88
15. Astorga C, Bader M, Baeza. Texto de biomateriales odontológicos. 1ª. Ed. Chile.
16. Macchi R. Materiales Dentales. 3ª. Ed. México: Editorial Panamericana, 2000:137-138.
17. Barceló F, Palma M. Materiales Dentales. 2ª. Ed. México: Editorial Trillas. 2004:98.
18. Ewoldsen N, Herwig L. Materiales restaurativos anticariogénicos. Rev. ADM. 1999; LVI, 2: 70-75.
19. Wayne W. Reported sensitivity to glass ionomer luting cements. JADA Assoc Reports 1984; 109: 476.
20. Kenneth J. Anusavice, Ciencia de los materiales Dentales. 10ª ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana. 1998;10:600.