

51  
2oj.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Odontología

Seminario de Titulación

MATERIALES DENTALES

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD  
DEL IONOMERO DE VIDRIO

T E S I S  
Que para obtener el Título de  
CIRUJANO DENTISTA  
presentan

MA. DEL ROCIO CARRILLO ROMAN  
EUGENIA FLORES SANCHEZ  
NATIVIDAD HERRERA DE LA ROSA

Conductores:

Dr. Mario Palma Calero

Dr. Arcadio Barrón Zavala

Vº Bº  
*[Signature]*

México, D. F.

Junio 1992



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

# I N D I C E

	PAGS.
INTRODUCCION	1
HISTORIA DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO	3
COMPOSICION QUIMICA DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO	5
CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO	7
ARTICULOS DE APOYO DE INVESTIGACION	10
CEMENTOS INVESTIGADOS	38
EQUIPO E INSTRUMENTAL	39
METODOS	43
RESULTADOS	53
CONCLUSIONES	61
COMENTARIOS	63
BIBLIOGRAFIA	64

## I N T R O D U C C I O N

Los cementos de ionómero de vidrio, consisten en un vidrio de aluminio de sílice con un alto contenido de fluor que reacciona con un ácido poliacrílico.

Debido al auge que ha tenido el uso de estos cementos en los últimos años, se decidió realizar la valoración de dos ionómeros con representación en el mercado nacional.

La valoración fue realizada de acuerdo a los lineamientos que marca la norma #66 de la A.D.A. (Asociación Dental Americana) que es específica para este producto.

La norma exige que el ionómero de vidrio cumpla requisitos con respecto a:

Espesor de película

Tiempo de endurecimiento

Tiempo de trabajo

Resistencia compresiva

Solubilidad

Opacidad

Cuantificación de AC. arsénico

Contenido de plomo

Por razones de tiempo, las pruebas de tiempo de trabajo, cuantificación de arsénico y plomo, no fueron practicadas y en su lugar, aunque fuera de la norma, se cuantificó la temperatura generada durante la reacción. Así mismo y debido a que frecuentemente se publicita un ionómero tipo II como tipo I, se practicó la prueba de grosor de película al tipo II.

## HISTORIA DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO

En 1969, en Inglaterra, Wilson y Kent desarrollaron un nuevo producto dental al que llamaron "Ionómero de Vidrio". Después de algunas pruebas, este cemento fue anunciado en 1971; la motivación principal de los investigadores fué eliminar algunas de las deficiencias de los cementos de Silicato.

Originalmente el producto fue identificado como cemento ASPA (las siglas de Alumino Silicato de Poliacrilato).

Las ventajas que prometía el producto son el intercambio iónico con la estructura del diente, hecho que favorece al fenómeno de adhesión, y la liberación de fluoruro hacia la estructura dentaria, hecho que minimiza la reincidencia de caries.

Aunque los Ionómeros actuales muestran cambios en comparación con la formulación original, las ventajas antes mencionadas siguen siendo los atributos más sobresalientes de este producto.

## DESCRIPCION DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO

El cemento de Ionómero consiste en un vidrio de aluminio y sílice con alto contenido de fluoruro, lo anterior interactúa con un ácido polialquenoico. El resultado de la reacción es una masa endurecida que consiste en partículas de vidrio rodeadas y sostenidas por una matriz producto de la disolución de la superficie de las partículas de vidrio en el ácido. Inicialmente se forman cadenas de poliacrilato y calcio que constituyen la matriz; tan pronto como los iones de calcio queden envueltos en la matriz, iones aluminio empezarán a formar cadenas de aluminio y poliacrilato, y estas, menos solubles y más fuertes, forman la matriz final. Aunque esta matriz es relativamente insoluble en fluidos bucales, permite la separación del flúor por que éste no forma parte integral de aquella.

Aproximadamente el 24% de la masa endurecida es agua y hasta la formación de la cadena de aluminio y poliacrilato, el producto puede absorber más agua gracias a la solubilidad en agua de las cadenas de calcio y poliacrilato; contrastantemente, si el cemento queda expuesto el aire perderá agua; este problema de equilibrio hidrico, es probablemente el más crítico y menos conocido de los Ionómeros de vidrio. La reacción química del producto es bastante lenta; el fraguado inicial puede ser alcanzado a los 4 minutos, sin embargo, la completa maduración y resistencia a la pérdida de agua llegarán hasta más o menos las dos semanas para los Ionómeros de endurecido rápido y probablemente 6 meses para los de fraguado lento. Algunos fabricantes tratando de resolver el problema anterior, eliminan de la superficie de las partículas de vidrio el exceso de iones calcio (responsables del problema) con esto, las propiedades físicas no disminuyen pero la translucidez se pierde.

De cualquier manera las concentraciones de agua se modifican ya sea por absorción o por pérdida; el problema es de magnitud considerable durante la primera hora y puede continuar durante las 24 horas siguientes, después de ese lapso aunque el hecho continúa, su importancia es mínima.

Se está haciendo un gran esfuerzo para superar los problemas, de balance acuoso, respetando las ventajas de la unión al esmalte y dentina así como la continua liberación de fluoruro.

En el mercado existen hoy en día, materiales para proteger la cavidad que son fotopolimerizables y que permiten su colocación en la cavidad y fraguado en 20 a 30 segundos utilizando la lámpara de luz halógena, se puede colocar encima inmediatamente otros materiales restauradores. Básicamente consisten en un Ionómero de vidrio altamente fluorado con ácido polialquenoico, es posible que el desarrollo de las cadenas de poliacrilato todavía tengan lugar y sea posible la quelación a la estructura del diente y la liberación de fluoruro, Sin embargo la aplicación clínica de estos cementos debería de estar limitada a proteger una cavidad seguida de una cobertura completa con otro material restaurador. La liberación de fluor estará limitada a la dentina del diente restaurado contiene hasta un 10 % de resina que permite la reacción del fraguado inicial fotopolimerizable, se ignora hasta que punto esto puede alterar el desarrollo de las cadenas poliacrílicas.

La reacción inicial del fraguado, desarrollado bajo la influencia de la luz, lleva a una consistencia firme, pero se necesitan 24 horas para que tenga un fraguado completo y haber desarrollado sus propiedades físicas.

Debe tenerse cuidado de no someter a tensión alguna al material durante este período y no exponerlo al medio ambiente oral, siendo así, representara un material protector seguro y de rápida colocación.

Existen otros materiales disponibles que contienen Ionómero de vidrio sin ácido polialquenoico y con ingredientes adicionales, que alteran la química. Estos no se ajustan a la categoría de cementos de ionómero de vidrio.

Se está haciendo un gran esfuerzo para superar los problemas, de balance acuoso, respetando las ventajas de la unión al esmalte y dentina así como la continua liberación de fluoruro.

En el mercado existen hoy en día, materiales para proteger la cavidad que son fotopolimerizables y que permiten su colocación en la cavidad y fraguado en 20 a 30 segundos utilizando la lámpara de luz halógena, se puede colocar encima inmediatamente otros materiales restauradores. Básicamente consisten en un Ionómero de vidrio altamente fluorado con ácido polialquenoico, es posible que el desarrollo de las cadenas de poliacrilato todavía tengan lugar y sea posible la quelación a la estructura del diente y la liberación de fluoruro, Sin embargo la aplicación clínica de estos cementos debería de estar limitada a proteger una cavidad seguida de una cobertura completa con otro material restaurador. La liberación de fluor estará limitada a la dentina del diente restaurado contiene hasta un 10 % de resina que permite la reacción del fraguado inicial fotopolimerizable, se ignora hasta que punto esto puede alterar el desarrollo de las cadenas poliacrílicas.

La reacción inicial del fraguado, desarrollado bajo la influencia de la luz, lleva a una consistencia firme, pero se necesitan 24 horas para que tenga un fraguado completo y haber desarrollado sus propiedades físicas.

Debe tenerse cuidado de no someter a tensión alguna al material durante este período y no exponerlo al medio ambiente oral, siendo así, representara un material protector seguro y de rápida colocación.

Existen otros materiales disponibles que contienen Ionómero de vidrio sin ácido polialquenoico y con ingredientes adicionales, que alteran la química. Estos no se ajustan a la categoría de cementos de ionómero de vidrio.

## COMPOSICION Y QUIMICA DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO

Composición y química : El cemento líquido es una solución acuosa ( alrededor de 50 % en peso ) de ácido poliacrílico o un copolímero de acrílico y ácido itacónico. El copolímero también puede secarse por congelación e incorporarlo dentro del polvo, como se hace en los cementos de poliacarboxilato. Además el copolímero de ácido itacónico - ácido acrílico, también contiene pequeñas cantidades de ácido tartárico ( 5% ). El ácido itacónico reduce la viscosidad del líquido y también lo hace más resistente a la gelación. Si ésta ocurre, el líquido llega a ser tan viscoso que se vuelve inservible. El ácido tartárico mejora las características y fraguado.

El polvo es un vidrio de alúminosilicato preparado con fundentes fluorados. El polvo de la fórmula del material de relleno es más grueso que el del cemento que se usa como recubrimiento con una capa más delgada, pues su tamaño va de 20 a 50 micras. Contiene una proporción más alta de  $Al_2O_3/SiO_2$  (Oxido de aluminio y Oxido de Silicio) y por eso es más básico que el vidrio empleado para los polvos de cemento de silicato.

La reacción del fraguado es semejante a la del cemento del silicato. Cuando se mezclan el polvo y el líquido para formar la pasta, el vidrio es afectado por el ácido y se liberan iones de  $Al^{+++}$ ,  $Ca^{++}$  y  $Na^+$ , como ocurre con el fluoruro, probablemente en forma de complejos. El calcio y las polisales de aluminio entrecruzan las cadenas de polianión. Las sales se hidratan y forman una matriz de gel y, como ocurre con el silicato, la partícula de vidrio que no reacciona se cubre con un gel de sílice que se desprende al liberarse los cationes de la superficie de las partículas.

El cemento fraguado consta de una aglomeración de partículas de polvo sin reaccionar rodeadas por un gel de sílice, el cual se mantiene unido por una matriz amorfa de calcio hidratado y polisales de aluminio.

El mecanismo de adhesión al esmalte y a la dentina se efectúa al reaccionar los grupos carboxilo del poliacrílico con el calcio de la estructura dental y tal vez con el colágeno de la dentina.

## CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO

Los cementos de Ionómero de vidrio se clasifican según la norma en:

Tipo I - Agente cementante

Tipo II- Material de restauración

De estos dos tipos de cementos, existen tres variantes (aunque la norma no las menciona):

- Sellador de fisuras (en investigación)
- Bases u fondos intermedios (Sandwich)
- Reforzado con metal, para reconstrucción de muñones

### TIPO I AGENTE CEMENTANTE

#### Descripción

La química de los cementos selladores es esencialmente similar a la de los restantes miembros de este grupo de materiales. Sin embargo el tamaño de las partículas de polvo es más fino para asegurar el espesor de película adecuado. Este implica un equilibrio en el que, con el tamaño de las partículas más fino, el tiempo de trabajo y el fraguado se reducen y las propiedades físicas mejoran. Las características del fluido son tales que la colocación de una restauración en toda su extensión es relativamente fácil, y a diferencia de los cementos de fosfato de cinc, no es necesario mantener una presión positiva sobre la restauración durante el periodo de endurecimiento.

Utilizar elementos que endurecen con agua es aconsejable para el sellado, por que, de esta forma, el mezclado a mano es más simple y la viscosidad inicial muy baja. El tiempo de fraguado en la cavidad oral es un poco más rápido y la conservación es excelente.

Con los cementos selladores no es posible variar el tiempo de fraguado ya que se produce un fraguado instantáneo, tanto si la loseta está fría como si no lo está y a pesar de la velocidad con que se haya incorporado el polvo en el líquido. El incremento de viscosidad y el alcanzar un fraguado instantáneo varía entre productos, y los tipos anhidridos tienden a permitir un tiempo de trabajo más largo, antes de volverse demasiado viscosos y así, posibilitar la colocación de la restauración.

Por lo demás, el cemento fluye tan rápidamente que la restauración no necesita mantenerse bajo presión durante su endurecimiento.

## TIPO II CEMENTOS RESTAURADORES

### Descripción

Los Ionómeros que en la actualidad se clasifican como de tipo II, corresponden a los primeros que aparecieron en el mercado, y de hecho, son los que más problemas de comportamiento clínico presentan. En los últimos años ha existido una tendencia desafortunada a buscar un material restaurador que pueda ser recontorneado y pulido en una sola visita clínica, algo indeseable por muchas razones. Si las superficies oclusales están afectadas se hace necesario un ajuste de la oclusión. Si la restauración ha de ser estética, es indispensable una posterior revisión del color. Debe evitarse el pulido antes de concluir el proceso químico y los cambios dimensionales en cualquier material restaurador, y el cemento de ionómero de vidrio no es la excepción.

Los cementos de ionómero de vidrio gozan de todas las propiedades del material restaurador ideal, excepto que carecen de resistencia física a cargas oclusales excesivas. La similitud del color puede ser satisfactoria, así como puede corregirse la translucidez, aunque necesita unos días para desarrollarse. La adhesión tanto al esmalte como a la dentina puede conseguirse perfectamente, y la biocompatibilidad es de alto nivel, lo que significa que la irritación pulpar no es un problema. La liberación de fluoruro es una gran ventaja y no existen informes

de microfiltraciones ó caries recurrente. La manipualción clínica no es exigente y la estabilidad a largo plazo en el ambiente oral ~~ha~~ sido bien aprobada.

LOS ARTICULOS QUE A CONTINUACION APARECEN, FUERON TOMADOS DE VARIAS REVISTAS CIENTIFICAS Y CONSIDERAMOS QUE ES NECESARIO INTRODUCIRLOS EN NUESTRA TESIS POR QUE CONSIDERAMOS QUE ESTAN MUY RELACIONADOS CON LA INVESTIGACION QUE REALIZAMOS.

## CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO PARA BEBES, NIÑOS Y ADOLESCENTES

### CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO

Cuando los clínicos entiendan completamente la naturaleza de los materiales de vidrio ionómero y los usen dentro de sus límites, entonces se podrá mejorar la calidad de las restauraciones dentales y su cuidado en los pacientes jóvenes. Los materiales para pacientes jóvenes pueden clasificarse como cementos de unión, rellenos de reemplazo dentinario y bases y materiales restauradores de vidrio ionómero para la dentina y esmalte. Los futuros esfuerzos de investigación deben ser dirigidos a mejorar los cementos de vidrio ionómero aumentando su resistencia a la fractura y resistencia al desgaste, disminuyendo el tiempo de endurecimiento y simplificando su técnica de manejo.

El uso de vidrios ionómeros para niños, jóvenes y adolescentes en odontología es invaluable. Si el odontólogo entiende como trabajan los varios tipos de vidrio ionómero, cómo deben manejarse y lo más importante sus limitaciones, su uso puede grandemente mejorar la calidad del cuidado restaurador dental para los pacientes jóvenes.

Las ventajas de las restauraciones de vidrio ionómero, cemento de unión, rellenos dentinarios y bases incluyen:

- Los materiales se unen químicamente al esmalte y dentina con muy poco calor del material durante su endurecimiento.
- El coeficiente de expansión térmica es similar al de la estructura dentinaria y los materiales son biocompatibles.
- Ciertos sistemas predosificados y encapsulados (más caros) ahorran tiempo, son convenientes y eliminan las inconveniencias del manejo.

- Iones de fluor son liberados para rodear las estructuras del diente sin afectar la integridad de la base de vidrio ionómero.
- Los materiales vienen con colores para que se parezcan a los dientes, excepto las mezclas de vidrio ionómero metálicas.
- El material es inyectable con jeringa para su más fácil aplicación.
- El material de vidrio ionómero una vez endurecido es virtualmente insoluble en los fluidos orales.
- Ciertos reemplazos de relleno dentinarios y bases tienen una gran fuerza compresiva y no se modifican cuando son comprimidos por una restauración tal como amalgama o resina compuesta.
- El material ya endurecido cuando se usa como reemplazo de la dentina puede formar una excelente unión adherente micromecánica con el material de resina compuesta. Tal tipo de restauración estratificada capitaliza todas las ventajas de los materiales usados y minimiza las desventajas de los mismos.
- Una nueva base y relleno de vidrio ionómero endurecida con luz (Vitrabond, 3M Dental Products) simplifica grandemente y mejora el reemplazo dentinario. Se ahorra mucho tiempo de trabajo al endurecer el material con luz visible.
- Las desventajas de los vidrios ionómeros para ser usados en pacientes jóvenes son pocas, pero críticas. Estas incluyen:
  - \* La superficie endurecida de vidrio tiene poca resistencia al desgaste.
  - \* La placa de vidrio ionómero endurecida tiene una pobre resistencia a la fractura.

- \* Los materiales son extremadamente sensibles a la humedad durante el proceso de aplicación y a la deshidratación durante la reacción de endurecimiento.
- \* Aunque estos materiales vienen con colores, ellos aún no han igualado los resultados estéticos que pueden ser obtenidos con ciertos materiales de resina compuesta.
- \* Con excepción de los sistemas de relleno/base que endurecen con la aplicación de un rayo de luz visible concentrado, el endurecimiento más rápido de los materiales aún toma entre 4 y 6 minutos para el endurecimiento inicial.

#### MATERIALES PARA NIÑOS

Los materiales usados para niños pueden ser categorizados en tres tipos generales: cementos de unión, rellenos de reemplazo dentinario y bases, y vidrios ionómero para dentina y esmalte. El vidrio ionómero como esmalte para sellantes de fosas y fisuras es clasificado dentro de los materiales restauradores.

#### MATERIALES DE UNION

Como material de unión, el cemento de vidrio ionómero no ofrece una ventaja particular sobre los cementos de policarboxilato para la colocación segura de coronas de acero inoxidable. Sin embargo, el cemento de unión puede ser usado exitosamente con este propósito. Algunos clinicos usan el cemento de vidrio ionómero para asegurar las bandas ortodónticas. La relativa insolubilidad en los fluidos orales y la liberación de iones de flúor al esmalte adyacente a los márgenes de las bandas de acero inoxidable son ventajas importantes en el uso de tal material para pegar las bandas de ortodoncia. Adicionalmente, alguna unión existe entre el acero inoxidable y el material de vidrio ionómero. Sin embargo, los cementos de ionómero de vidrio son más sensibles en cuanto a su técnica y están sujetos a diluirse por contaminación con la humedad durante e inmediatamente después de la cementación de la banda. Los colegas ortodoncistas reportan

que luego del uso de cementos de vidrio ionómero y comparándolos con los cementos tradicionales para bandas ortodónticas, ellos generalmente usan el vidrio ionómero para pacientes con alto riesgo de caries. La liberación de iones de flúor en tales pacientes es importante.

#### RELLENOS Y BASES

Los rellenos y bases de vidrio ionómero usados para reemplazar la dentina de dientes caídos y fracturados se ha hecho indispensable para el tratamiento de niños. Los rellenos y bases pueden ser usados:

- Como base de unión química bajo una restauración de amalgama.
- Como reemplazo de la dentina en una restauración estratificada de vidrio ionómero y resina compuesta.
- Para el tratamiento inmediato de pacientes que han sufrido una fractura dental traumática, como medio de aislar rápidamente la dentina expuesta por un corto periodo.
- Como material biocompatible y de fácil manipulación para la inmediata readhesión de un segmento grande de diente fracturado por trauma. Este uso debe ser seguido por la colocación de una resina compuesta sobre los márgenes fracturados para asegurar los segmentos fracturados en su sitio.

El Vitrabond, relleno y base que se endurece con luz visible, es excelente para los tratamientos de emergencia de dientes fracturados. Este material cubre rápidamente los túbulos dentinarios expuestos y aísla el acceso de los microbios hacia la pulpa dental. El material también trabaja bien como agente de unión de endurecimiento rápido para obtener una readherencia rápida de los segmentos fracturados de esmalte. El material se endurece totalmente en menos de un minuto al exponerlo a la luz visible, lo cual significa un ahorro de tiempo para el

odontólogo. El vitrabond también se usa como un material restaurador rápido y conveniente para lesiones de superficie lisa de los dientes primarios en los cuales el color no es primordial. Aunque hay cierta preocupación en cuanto a la resistencia al desgaste por abrasión con el cepillo de dientes, los resultados luego de doce meses han sido alentadores.

### MATERIALES RESTAURADORES

Un tipo de material restaurador de ionómero de vidrio único fué introducido en 1984. El Ketac-Silver es un material restaurador de vidrio ionómero y plata. Este material consiste en partículas de plata pura, el cual es convertido en polvo de vidrio de iones de calcio-aluminio fluorsilicado. Las partículas de plata y vidrio se combinan en una reacción de altas temperaturas, de manera similar a como la porcelana dental se funde o se une a ciertas aleaciones de oro. La resultante de este proceso se muele hasta resultar en un polvo y cuando se combina con una mezcla acuosa de polímero de ácido acrílico, ácido maleico y ácido tartárico el material se endurece. Este material restaurador de plata endurecido tiene todas las ventajas de vidrio ionómero; adicionalmente, tiene la opacidad similar a la de la amalgama y su resistencia al desgaste es mayor que la de otros vidrios ionómeros. Luego de casi cinco años de uso frecuente en pacientes odontológicos jóvenes, se observó una ligera desventaja del material como lo es su ligero color gris, lo cual hace que este material no sea el más adecuado para ser usado en regiones estéticas de la boca. Otra desventaja del material es su baja resistencia a la fractura lo que hace que el material sea de poco valor para su uso en regiones sujetas a estrés oclusal.

Otra ventaja de Ketac-Silver es que no contiene mercurio. Aunque los odontólogos saben que no hay ningún peligro para la salud en el uso de las amalgamas por su contenido de mercurio. Algunos padres insisten en que no se usen en sus hijos materiales que contengan mercurio.

Debe hacerse notar que en el mercado existe un material de vidrio ionómero que contiene polvo de aleación de amalgama de plata llamado Miracle Mix (G. C. International). El cemento de plata también ha sido exitoso para restauraciones que no tienen mucho

estrés en los primeros y segundos molares permanentes especialmente cuando tales dientes tienen caries y solo han erupcionado parcialmente.

En estas circunstancias el Ketac-Silver puede ser visto como una restauración ideal intermedia. En este momento no sabemos que tanto es "intermedia" en un diente permanente, pero cuatro años en mi propia práctica es prometedor cuando el Dr. Ralph Phillips y yo descubrimos por primera vez el uso de Ketac-Silver para niños y adolescentes nosotros dijimos que si el material es capaz de durar cuatro a siete años en boca, entonces dura tanto como la amalgama y lo hace un material atractivo y una alternativa de tratamiento para los pacientes jóvenes. Excepto para su uso en restauraciones clase II, después de cinco años, el Ketac-Silver hasta ahora ha pasado las pruebas impresionantemente. La única ventaja de la amalgama sobre el Ketac-Silver en restauraciones clase II de dientes primarios, es que el Ketac-Silver se fractura fácilmente a menos que la restauración sea mantenida fuera de oclusión y el material se colocó en grandes cantidades.

Los vidrios ionómeros incluyendo el Ketac-Silver han sido recomendados como sellantes de fosas y fisuras debido a su propiedad de liberar flúor.

A medida que se ha incrementado el uso de ionómero de vidrio ha habido un incremento en las preparaciones de tipo túnel desde que fué descrito inicialmente por Jinks en 1962, la preparación tipo túnel ha intrigado a los odontólogos quienes tratan de conservar lo más posible de la estructura dental durante la preparación de la cavidad y la subsecuente restauración. En pacientes jóvenes, yo encontré que el cemento de plata es ideal para la preparación de túnel y su restauración debido a su gran radiopacidad, inyectabilidad y conveniencia del sistema encapsulado.

También el odontólogo debe asegurarse que existe suficiente masa original de reborde marginal para que no haya fractura luego de la preparación de la cavidad tipo túnel en los molares primarios. En los casos cuestionables, es preferible realizar una cavidad convencional tipo clase II, ó si es posible también se puede colocar una corona de acero inoxidable.

El material restaurador de ionómero de vidrio coloreado, actualmente no puede competir con la resina compuesta micromecánicamente unida para pacientes jóvenes, bien sea, para restaurar el esmalte perdido por caries o por fractura del diente. En este momento los ionómeros de vidrio pueden ser vistos como nuestro mejor reemplazo dentinario. Sin embargo, los materiales de ionómero de vidrio coloreados, especialmente el sistema encapsulado, puede ser usado en adolescentes y jóvenes adultos con lesiones de erosión cervical y en pacientes propensos a caries que requieran restauraciones que no estén sujetas a fuerzas oclusales.

## COMPORTAMIENTO DE ESCURRIMIENTO DE LOS MATERIALES RESTAURATIVOS DE IONOMERO DE VIDRIO

### INTRODUCCION

El uso de los cementos de ionómero de vidrio como materiales restaurativos está aumentando, y muchas clases de cementos de ionómero de vidrio están ahora comercialmente disponibles. Estos han sido usados exitosamente para la obturación estética de las cavidades sujetas a baja presión por ejemplo: la restauración de clase V con lesiones de erosión y cavidades clase III y para el relleno o sellado de fosetas y fisuras. Sin embargo, la fragilidad de estos materiales radica en sus propiedades mecánicas, las cuales reflejan la naturaleza frágil de los cementos. La fuerza flexural del ionómero de vidrio es baja (McLean, 1984). La resistencia para usarse en contactos oclusales es también inadecuada y los estudios clínicos muestran que una pérdida gradual del control puede ser esperada debido a su degradación química y el desgaste de la superficie también. Esta debilidad en las propiedades mecánicas y físicas hace a los cementos de ionómero de vidrio inadecuados para uso en áreas de soporte de alta tensión, tales como las restauraciones MOD y de clase II (McLean, 1980; Prosser y ot, 1984).

Para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de estos materiales, fueron incorporadas dentro del cemento de vidrio partículas de metal muy finas llamado "cementos cermet" (McLean y Gasser, 1985). Un trabajo de investigación considerable ha sido hecho de las propiedades físicas y mecánicas de estos materiales, pero sólo muy pocos relacionados con su comportamiento de escurrimiento.

El propósito de este estudio fué para determinar el módulo de fuerza tangencial y el comportamiento de escurrimiento de cinco productos restaurativos de ionómero de vidrio y un cermet con un método de escurrimiento estático. El efecto de temperatura fué también investigado.

MATERIALES Y METODOS.

Cinco cementos comerciales de ionómero de vidrio y un cemento cermet fueron seleccionados para el estudio y están enlistados en la tabla I.

MATERIALES DE RESTAURACION INVESTIGADOS

IONOMERO DE VIDRIO	COMPOSICION	TIPO	FABRICANTE
KETACFIL	IONOMERO DE VIDRIO ACIDO POLIMALEICO	CONVENCIONAL	ESPE GMBH ALEMANIA
KETACSILVER	IONOMERO DE VIDRIO ACIDO POLIAMLEICO REFORZADO CON 40% DE PLATA	CERMET ENCAPSULADO	ESPE GMBH ALEMANIA
CHEMFIL II	IONOMERO DE VIDRIO ACIDO POLIACRILICO	RESISTENTE AL AGUA	DETREY DENTSPLY U.K.
FUJI IONOMER TIPO II	IONOMERO DE VIDRIO ACIDO POLIACRILICO	CONVENCIONAL	G.C. DENTAL INDUSTRIAL CORP.
AQUA SET III	IONOMERO DE VIDRIO ACIDO POLIACRILICO	RESISTENTE AL AGUA	S.S.WHITE SIPRODA, FRANCIA
IONOFIL U	IONOMERO DE VIDRIO ACIDO POLIACRILICO	CONVENCIONAL	VOCO CHEMIE CUXHAVEN ALEMANIA

(TABLA 1)

Después de que los cementos de ionómero de vidrio fueron mezclados o triturados para los materiales encapsulados, de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes, la mezcla fué inyectada dentro de tubos capilares de vidrio y permaneció ahí por una hora, de tal manera, que la terminación de la curación pueda ser asegurada. Por este método fueron construidas las muestras cilíndricas de 0.85 mm. de diámetro. Tres muestras fueron probadas de cada material. Todas las muestras fueron condicionadas por una semana en agua destilada a 37 grados centígrados.

Cada experimento consistió de la aplicación de una fuerza constante registrando el desplazamiento angular de las muestras por tres horas. Liberando de la tensión y registrando la recuperación por 50 horas el nivel de la tensión y el tiempo del material fueron los mismos para las tres muestras, pero la temperatura en cada experimento varió, a saber, 21°, 37° y 50° grados centígrados.

La torsión aplicada a las muestras fué de  $2.47 \times 10$  a la menos cuatro en N.m. debe notarse que esta es una tensión muy pequeña que ha sido estimada para estar por abajo del límite proporcional de los compuestos.

Para ser probadas, las muestras fueron montadas (con un jig usado para centrar) entre un disco de flexividrio y un vástago o varilla. La prueba de extensión de cada muestra fué de 18 mm. Una cámara de agua hermética con unidad de calefacción y termocople rodeó las muestras durante la prueba.

Medidas: Los materiales de ionómero de vidrio fueron probados en un aparato de escurrimiento torsional.

Un extremo de la muestra fué fijada al aparato y el otro fué ligado a un ensamble de espejo magnético por medio del cual la torsión fué generada, y el desplazamiento angular fué medido. El momento torsional,  $M$ , en la muestra fué controlado por la corriente (en amperes) en una bobina Helmholtz, en la cual las muestras fueron suspendidas.  $M = 2.47 \times 10$  Nm/amp para este aparato. El ángulo curvo del extremo libre de la muestra, el

diámetro fué determinado por el desplazamiento,  $X$ , de un rayo laser reflejado en una gráfica a una distancia,  $D$ , de 740 cm., donde el diámetro =  $X/2D$ .

El peso del magento resultó en una pequeña constante de tensión en la muestra. No fué forzada la muestra para la torsión d extensión. En principio, una carga torsional generará una deformación en un espécimen, sin embargo, esto es un efecto no lineal, el cual es insignificante en los niveles pequeños de torsión usados. Además, el método para medir el desplazamiento angular torsional es totalmente insensitivo para cualquier deformación, la cual puede ocurrir.

La distribución de la fuerza tangencial " $Y$ " en un cilindro circular de torsión que es  $Y = r\tau/L$ , donde  $r$  es la distancia radial de la línea del centro y  $L$  es la longitud del cilindro. La distribución de la fuerza tangencial depende de las propiedades del material de la muestra. Si es linealmente o longitudinalmente elástico o linealmente viscoso-elástico, la fuerza tangencial está dada por  $T = MR/(\tau R^4/2)$  donde  $R$  es el radio de la muestra. La interpretación de los resultados de la torsión es directa cuando la tensión es lo suficientemente pequeña para que las muestras sean linealmente viscoso-elásticas. A tensión más alta, la precaución es requerida, ya que sólo las capas externas de la muestra experimentan las tensiones máximas. Consecuentemente, el material intrínseco no alineado es sobreestimado en los resultados.

Los coeficientes de fuerza tangencial,  $G = T/Y$ , fueron calculados de la ecuación  $G = 2ML/R^4$ . La constante  $J$ , es la recíproca del módulo de fuerza tangencial. La fuerza tangencial inicial  $o$ , y el módulo de fuerza tangencial inicial,  $G_0$ , fueron determinados a 10 segundos y estos reflejaron la respuesta elástica instantánea del material. las variantes fueron normalizadas por 10 segundos de la variante,  $J_0$ , para facilitar el despliegue gráfico de los resultados para diferentes materiales.

## RESULTADOS

Los resultados evaluados de los experimentos de recuperación de escurrimiento están dados en la tabla 2, tensión inicial ( 10 s.), tensión residual ( 50 Hrs.) y módulos de fuerza tangencial inicial.

Las tensiones iniciales a 10 s. fueron usadas para normalizar las curvas. El efecto de la temperatura en el escurrimiento de los materiales es obvia. Al incrementar la temperatura resulta en aumento el escurrimiento de todos los ionómeros de vidrio.

### VARIACION INICIAL DE LA FUERZA RESIDUAL A 10 SEG. Y 50 HRS. RESPECTIVAMENTE Y LA FUERZA DE MODULOS CON LA TEMPERATURA DE SEIS IONOMEROS DE VIDRIO Y DOS RESINAS

MATERIAL	TEMPERATURA	FUERZA INICIAL x 10 RADIO	FUERZA RESIDUAL	FUERZA INICIAL MODULO GN/m
KETACFIL	21	1.77	0.01	11.50
	37	2.26	0.02	9.04
	50	2.45	0.23	8.34
KETACSILVER	21	2.47	0.006	8.42
	37	2.55	0.08	8.03
	50	3.11	0.34	6.57
CHEMFIL II	21	2.59	0.01	7.89
	37	3.75	0.10	5.46
	50	5.10	0.35	4.01
FUJI IONOMER TIPO II	21	2.10	0.02	9.75
	37	2.88	0.20	7.11
	50	2.98	0.69	2.98

ACUAGEM III	21	2.99	0.02	6.83
	37	3.68	0.11	5.56
	50	4.38	0.28	4.66
IONOFIL U	21	2.54	0.04	8.03
	37	2.97	0.15	6.89
	50	3.32	0.39	6.15
SILAR (5)	37	4.70	0.40	2.61
ESTILUX (6)				
POSTERIOR	37	2.36	0.10	5.18

(TABLA 2)

#### DISCUSION

Los materiales de opturación de ionómero de vidrio exhibieron comportamiento visco-elástico lineal, como se esperaba. Este comportamiento fue dominado por tensión elástica instantánea y tensión retardada, con poca tensión viscosa ocurrente.

Las respuestas de escurrimiento y recuperación así como la variante de escurrimiento y respuestas de recuperación tienen magnitud idéntica lo cual es de esperarse en materiales linealmente viscoso-elástico.

Aunque la tensión aplicada fué muy pequeña ( $2.47 \times 10$  N.m.) y abajo del límite proporcional de las resinas compuestas la tensión residual resultó del fluido viscoso que fué observado en todos los casos.

Las magnitudes de escurrimiento y tensión residual de ionómero de vidrio medidos en este estudio fueron similares a aquellos de algunas resinas medidas por el mismo método (Papadogianes et al, 1984, 1985).

La influencia de temperatura fué muy seria y tuvo resultados dramáticos en algunos casos.

El incremento de temperatura influyó en el módulo y tensiones residuales. Hubo una disminución en las magnitudes del módulo, pero no fué de gran importancia, ya que no expusieron cambios observables (tabla 2). Ward (1985) menciona que el aumento del escurrimiento y el decremento del módulo puede ser atribuido a transiciones secundarias pequeñas que influyen en las propiedades de los materiales. A bajas temperaturas, hay usualmente, diversas transiciones secundarias involucrando comparativamente pequeños cambios en los módulos. Estas transiciones son atribuidas a rangos tales como movimiento del grupo - lateral, por ejemplo en los grupos metil ( - CH<sup>3</sup> ) en polipropileno.

En los materiales probados, los pequeños cambios en los módulos observados a diferentes temperaturas podrían ser atribuidos a transiciones secundarias similares.

Las deformaciones mas bajas de escurrimiento y las pequeñas tensiones residuales y módulos muy altos fueron obtenidos del ionómero de vidrio ácido polimaléico, Ketacfil. El incremento de escurrimiento y fluido viscoso con aumento de temperatura, especialmente a 50 grados centígrados, fué casi normal.

Estos resultados están de acuerdo con los resultados de McKinney y ot. (1987), quien examinó el desgaste y la microdureza de Chelon, Chenfil II y Fuji II. Chelon es el mismo ionómero de vidrio que Ketacfil, pero no está encapsulado. De acuerdo a éstos, los mejores resultados de Chelon se atribuyen a su alta densidad de que está constituido proveniente del alto contenido de ácido carboxílico del polielectrolito ácido maléico.

Los resultados del comportamiento, tensión y coeficiente de escurrimiento del ionómero de vidrio cermet Ketac-Silver fueron también muy buenos como se puede ver en la tabla 2, en todos los casos las magnitudes del escurrimiento, tensiones fueron más satisfactorios que en otros ionómeros de vidrio excepto por el Ketacfil. Parece que la adición de las partículas de plata sinterizada al polvo de vidrio influye en las propiedades físicas del cemento fraguado, pero las alteraciones no son todas ventajosas, como sugiere Walls y ot. (1987) ellos compararon las propiedades físicas y características del fraguado del Ketacfil y

Ketac-Silver y encontraron que a pesar de la adición de plata en el polvo de vidrio del Ketac-Silver se mejoró la resistencia compresiva del material y la resistencia a la abrasión. Y se redujo la fuerza flexural y los módulos de elasticidad y se convirtió más frágil (Walls y ot. 1987).

No hubo diferencias sustanciales en los valores de escurrimiento obtenidos de otros ionómeros de vidrio, los cuales también exhibieron buen comportamiento de escurrimiento con la excepción del ionómero Fuji II, donde a 50 grados centígrados la prueba mostró un incremento dramático en escurrimiento y tensión residual y disminuyó el módulo. Para este material, McKinney y ot. (1987) encontraron que almacenándolo en agua parecía producir un pronunciado efecto suavizante. Oilo (1988) también encontró que el ionómero fuji II tuvo una solubilidad significativamente más alta que de otros cementos de ionómero de vidrio que él examinó.

Las propiedades de escurrimiento y módulos de los ionómeros de vidrio probaron ser similares a aquellos de algunas resinas compuestas medidos por el mismo método el aumento de temperatura incremento el escurrimiento y las tensiones residuales, y disminuyó el módulo de fuerza tangencial de los materiales examinados.

## LIBERACION DE FLUORURO DE CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO EN AGUA DESIONIZADA Y SALIVA ARTIFICIAL.

### INTRODUCCION.

La liberación del fluoruro es una de las desventajas de los cementos de ionómero de vidrio. la introducción de fluoruro por la dentina y las paredes de esmalte en contacto con restauraciones de ionómero de vidrio han sido demostradas (Wesenberg y Hals, 1980, Hicks y ot. 1986). La iniciación de caries secundarias y su propagación se encontraron significativamente reducida cuando las restauraciones de ionómero de vidrio fueron colocadas (Retief y ot. 1984). Debido a este efecto benéfico del fluoruro, se realizó un trabajo de investigación extenso del promedio de flúor liberado de los ionómero de vidrio. Sin embargo la mayoría de los datos fueron recolectados por la exposición del cemento en agua deionizada, considerando la complejidad del medio ambiente oral, la composición de la saliva natural, la composición y reacción de colocación de los cementos de ionómero de vidrio (Wilson y Prosser, 1982), parece increíble que los datos sobre la liberación del fluoruro en agua desionizada son representativos del proceso de liberación en vivo. En este estudio, la cantidad y el patrón de liberación de fluoruro de 4 cementos diferentes de ionómero de vidrio en una solución de saliva artificial fueron comparados con aquellos de liberación de fluoruro dentro de agua destilada en un período de 60 días. Se empleó saliva artificial en un intento para mantener las condiciones químicas que se aproximan a aquellas del medio ambiente oral.

### MATERIALES Y METODOS.

Diez discos de muestra (2.0 X 2.1 cm.) fueron preparados para cada uno de los cuatro cementos de ionómero de vidrio, siendo: Ketac-Fil y Ketac-Silver (ESPE Fabrik Pharmazeutischer Preparate, GmbH Seefeld/Oberbay FRG), Fuji tipo II y Miracle Mix (G-C Dental Industrial Corp. Tokio, Japón). Los cementos fueron mezclados de acuerdo con las instrucciones respectivas del fabricante y fueron colocados en moldes planos de acero inoxidable, luego presionadas, después entre dos losetas de vidrio. Hilo dental encerado de las mismas longitudes fueron horno de calor seco a 37 C por una hora las muestras después

fuerón removidas de sus moldes y pesadas. Luego estas fuerón divididas en dos grupos. Cada grupo consistió de 5 muestras de cada cemento, cada muestra fué suspendida en una botella de plástico conteniendo 20 ml de una solución de saliva artificial (Grupo 1) ó agua desionizada (Grupo 2). Las muestras fuerón almacenadas en sus respectivos medios por 24 horas. Después de lo cual éstos fuerón enjuagados con 5 ml. de agua desionizada y fueron transferidos dentro de botellas que contenían un medio de almacenaje fresco. El procedimiento fué repetido diariamente por 30 días, luego cada 2 días haciéndolo hasta el final de este estudio (60 días).

Las soluciones recolectadas fuerón amortiguadas con un volúmen igual (25 ml) de solución TISAB. El fluoruro contenido fué medido por medio de una combinación de electrodos de fluoruro y un ionanalizador Orion modelo 901 (Orion Research, Inc., Cambridge, Ma). Las concentraciones del ion fluoruro fuerón calculadas en ppm. Las desviaciones principales y estándar para las 5 muestras de cada cemento en cada grupo, fuerón calculadas por cada día y por el total de 60 días, y fueron comparados por la prueba Student.

## RESULTADOS.

Liberación de fluoruro en agua desionizada contra aquella en saliva artificial.

- 1) La liberación de fluoruro es consistentemente más alta en agua desionizada que en saliva artificial.
- 2) En general, hay un promedio alto de liberación de fluoruro en los primeros días el cual disminuye con el tiempo.

Liberación de fluoruro del cemento convencional contra cementos de ionómero de vidrio reforzados con metal, en ambos medios.

Parece que los ionómeros de vidrio convencionales liberan más fluoruro que aquellos reforzados con metal, en ambos medios.

1) Para todos los cementos, la liberación total de fluoruro es significativamente menor en saliva artificial que en agua desionizada ( $p < 0.01$ ).

2) Los ionómeros de vidrio convencionales liberan significativamente más fluoruro que aquellos reforzados con metal en ambos medios ( $p < 0.01$ ).

3) Ketac-Silver libera menor cantidad de fluoruro comparado con otros cementos en ambos medios.

4) El análisis de los datos indicaron que la cantidad relativa de fluoruro liberado depende tanto del material como del medio ambiente.

En relación con la liberación del fluoruro de Ketac-Fill y Fuji II. Ketac-fill libera 20% más fluoruro que Fuji II en agua desionizada libera 49% más de fluoruro que el Ketac-Fill sobre el periodo de prueba.

#### DISCUSION.

La alta liberación de fluoruro observada en las primeras 24 Hrs. Consiste en reportes previos (Crisp y ot.1980) en la erosión temprana de los ionómeros de vidrio, los fluoruros son liberados como fluoruros de sodio. Esta sposición se basó en la disponibilidad del sodio en el vidrio, y de alguna manera la baja reacción del aluminio con las matrices anteriores las cuales las hacen vulnerables a la filtración. A pesar de reportes previos de que los ionómeros de vidrio liberán más fluoruro en el medio ácido, fué un hallazgo en este estudio que menos fluoruro fué liberado en la saliva artificial ligeramente ácida (ph 5.5) empleada, que en agua desionizada. La presencia de varios cationes en saliva artificial puede ser la responsable de este fenómeno. Esto es también consistente con el reporte de que los ionómeros de vidrio son menos solubles en saliva artificial que en agua (Saito, 1987).

El hecho de que los ionómeros de vidrio reforzado con metal liberan significativamente menos fluoruro que los convencionales no es una sorpresa, ya que los metales reemplazan 40% (en Ketac-Silver) (McLean y Gasser, 1985) y 50% (en Miracle Mix) (Simmons, 1983) de los vidrios que contienen fluoruro y ha sido reportado para el sistema Ketac en el pasado (Thornton y ot. 1986). La reducción significativa de la cantidad de fluoruro liberado del Ketac-Silver comparado con la Miracle Mix, en ambos medios, puede deberse a la formación de fluoruro de plata, así mantiene parte de los iones de fluoruro adheridos al cemento.

También ha sido comentado (Mount, 1984), que el sistema Fuji debe demostrar una liberación más baja de fluoruro debido a su historia termal causando una ausencia de goteo de fluoruro de calcio. Esto fué verificado sólo cuando Fuji y Ketac-Fil fueron comparados en saliva artificial. en el agua desionizada, fuji II liberó más fluoruro consistentemente que el Ketac-Fil (Excepto en el cuarto día. Miracle Mix, sin embargo liberó más fluoruro que el Ketac-Silver en ambos medios.

La inversa del comportamiento de Fuji II y Ketac-Fil cuando se probaron en saliva artificial y agua desionizada, además de la diferencia en cantidades y patrones de liberación de fluoruro de todos los cementos en agua desionizada comparado con aquellos fluoruros liberados de saliva artificial, origina preguntas como la relevancia de la información reportada en el pasado, basado en mediciones hechas en agua desionizada.

#### CONCLUSIONES.

- 1) Los cementos de ionómero de vidrio liberan significativamente menos fluoruro en saliva artificial que en agua desionizada.
- 2) Los cementos de ionómero de vidrio convencionales liberan más fluoruro que los reforzados con metal en ambos medios.
- 3) Comparando la liberación de fluoruro diaria y total sobre un período de 60 días muestra una inversión en comportamiento de los ionómeros de vidrio en saliva artificial y agua desionizada. En saliva artificial, el total de fluoruro liberado del Ketac-Fil

fué 20% más alto que la de Fuji II, mientras que en agua desionizada Fuji II liberó 40% más fluoruro que Ketac-Fil.

4) Lo más probable es que la liberación del fluoruro de los cementos de ionómero de vidrio en agua desionizada no represente su liberación actual dentro del ambiente oral.

## PROPIEDADES FISICAS DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO REFORZADO CON PLATA Y CON ACERO INOXIDABLE

### INTRODUCCION.

Los cementos de ionómero de vidrio poseen ciertas propiedades que los hace mejores como material de relleno restaurativo. Estas propiedades incluyen:

1) Un bajo coeficiente de expansión térmica, similar a aquella de la estructura dental (Shillingburg y Kessler 1982 Mclean y Gasser, 1985)

2) Adherencia físico-química en esmalte y dentina (Lacefield y ot, 1985)

3) Liberación de iones de fluoruro en la estructura dental contigua.

Desafortunadamente, estos cementos son también susceptibles a la fractura y exhiben baja resistencia a la abrasión.

Debido a la poca resistencia a la tensión y la fragilidad de los cementos de ionómero de vidrio no reforzados ha sido dirigida a tensión especial a mejorar su resistencia con la adición de polvos de metal. Y la resistencia compresiva del cemento de ionómero de vidrio ha sido incrementada significativamente con la adición de aleación de polvo de plata. Esta mezcla de aleación de vidrio demostró mejorar la resistencia a la abrasión cuando se comparó con los cementos no reforzados. Ha sido demostrado que las mezclas simples de polvos de metal y polvo de ionómero de vidrio de aluminio-silicato fracasaron para formar una adhesión suficiente para la matriz interfase de metal-poliacrilato (McLean, 1988). McLean y Gasser 1985, recomendaron el uso de una composición cerment sinterizada de metal-vidrio para incrementar la unión entre el polvo y el vidrio aluminosilicato y el relleno de metal.

Diferentes polvos metálicos fueron tratados, incluyendo aleaciones de plata y estaño, plata pura, oro, titanio y paladio. El oro y la plata se encontraron ser superiores para formar una unión adecuada con el aluminosilicato. Sin embargo, la resistencia de estos cementos reforzados como tal se encontraron ser todavía inadecuados para usarlos en áreas sujetas a altas tensiones.

Estudios previos con cemento de policarboxilato también un material a base de ácido poliacrílico ha demostrado que el acero inoxidable forma una unión adhesiva con este tipo de cemento.

Un incremento en las resistencias a la tensión y la compresión de los cementos de policarboxilato pueden ser obtenido en la adición de polvos de acero inoxidable o fibras respectivamente (Brown y Combe, 1973).

En el presente estudio, un cemento experimental de ionómero de vidrio reforzado con acero inoxidable fue formulado con el objetivo de incrementar las propiedades deseables del material de relleno restaurativo, cuando se comparó con aquellos cementos de ionómero de vidrio reforzados con plata del mercado actual.

El propósito de este estudio fue comparar las propiedades físicas específicas de un cemento experimental de ionómero de vidrio reforzado con acero inoxidable con dos cementos de ionómero de vidrio reforzado con plata. Las propiedades físicas evaluadas fueron, resistencia compresiva y a la tensión, tiempo de fraguado, tiempo de trabajo y solubilidad con ácido láctico. Los métodos de prueba son los propuestos por la especificación número 66 de la ANSI/ADA para cementos dentales de ionómero de vidrio (1987).

#### **MATERIALES Y METODOS.**

Cementos, tres cementos de ionómero de vidrio reforzados con metal fueron probados fuji II más lumi aleación (GC Internacional, Scotts dale, AZ), Ketac-Silver (Espe Premier Dental Products, Norristown, PA), y un cemento experimental reforzado con acero inoxidable. fuji II más lumi aleación

conocida como miracle mix, es un cemento de ionómero de vidrio convencional, consiste en polvo de aleación de amalgama esférica mezclado con un vidrio de aluminosilicato de ión filtrable y una solución acuosa de ácido poliacrílico. Ketac-Silver es un cemento que endurece con agua, consiste de un polvo mezclado con un vidrio de aluminio silicato de ión filtrable fusionado dentro de partículas finas de plata y un ácido piro (acrílico maleico) copolimero combinado con una solución acuosa diluida de ácido tartárico.

El cemento experimental reforzado con acero inoxidable fue preparado combinando < 25mm de polvos de acero inoxidable atomizado (tamaño de la partícula promedio de 9mm) y un polvo de ionómero de vidrio Fuji tipo II con un tamaño de partícula promedio de 4.2mm (GC Internacional, Scottsdale AZ). El polvo de acero inoxidable fue primero tratado con ácido luego lavado con agua destilada y alcohol metilanhidro, con el objetivo de producir partículas limpias, libres de grasas con incremento de ionización de la superficie. El polvo de acero inoxidable tratado fue entonces adicionado al polvo de ionómero de vidrio en una proporción de peso específico.

La combinación resultante fue filtrada a través de un cedazo de 45mm (325 mesh) pra producir una mezcla dispersa del polvo de acero inoxidable y el polvo de aluminosilicato. El tratamiento con ácido del polvo con acero inoxidable, fracción del volumen del relleno y la proporción polvo a liquido fueron el resultado de varios estudios pilotos que fueron dirigidos a maximizar las características de trabajo y resistencia.

Para los cementos disponibles comercialmente, las especificaciones del fabricante, así como el tiempo de mezcla adecuado y las proporciones liquido-polvo fueron cuidadosamente seguidos. El Ketac-Silver el cual es surtido en forma de encapsulado fue mezclado en un amalgamador a alta velocidad por diez segundos a temperatura ambiente 23+-2° C. Miracle Mix y el cemento experimental fueron mezclado en una loseta de vidrio seca a temperatura ambiente hasta que todo el polvo y el liquido fueron incorporados. El tiempo de mezcla para ambos cementos fue mantenido a 35 segundos. Sólo aquellos cementos con el número de lote fueron utilizados.

La producción y las muestras de prueba fueron hechas al azar para evitar prejuicios.

Pruebas de resistencia compresiva y diametral, muestras cilíndricas de cada tipo de cemento fueron hechas en moldes planos de acero inoxidable lubricados con silicona. Después de una hora, las muestras fueron removidas de los moldes e inmediatamente ligados los extremos con 320, 400, y 600, papel de carbide silicón arenoso y agua para producir un cilindro de 6mm (diámetro) Por 12mm sin defectos superficiales visibles. todas las muestras fueron mantenidas en agua destilada a  $37 \pm 2^\circ \text{C}$  hasta el tiempo de prueba. La prueba de las muestras fue llevada a cabo una hora y 24 horas en una máquina de prueba mecánica (MTS Sercohydraulic, Modelo 812, MTS Systems Corporation, Minneapolis, MN) bajo un goteo de agua a  $37 \pm 2^\circ \text{C}$  con un desplazamiento promedio de 0.5mm/min. para la prueba de resistencia a la tensión diametral y 1.0mm/min. para la prueba de resistencia compresiva, para ambas pruebas, tensión diametral y resistencia compresiva cinco muestras de cada tipo de cemento fueron probadas en una hora, y diez muestras de cada tipo de cemento fueron probadas a 24 horas un procedimiento de variante de análisis en sólo sentido con comparaciones subsecuentes utilizando una prueba de comparación multiple de Tukey fue realizado con todos los datos de las pruebas de resistencia tensión diametral y resistencia compresiva.

#### TIEMPO DE FRAGUADO.

Un indentador de 450 g que cuenta con un extremo plano de 1.0 mm de diámetro fue colocado lenta y verticalmente dentro de tres bloques de muestra de cada tipo de cemento, comenzando 120 seg. desde que se inició la mezcla a  $23 \pm 2^\circ \text{C}$ . Este procedimiento fue repetido cada diez segundos hasta que la aguja del indentador falló a hacer una indentación circular completa.

#### TIEMPO DE TRABAJO.

Un indentador de 28 g. teniendo un extremo plano de 2.0 mm de diámetro fue bajado verticalmente dentro de tres bloques de muestra de cada tipo de cemento comenzando 120 seg. desde el comienzo de la mezcla a  $23 \pm 2^\circ \text{C}$ . Este procedimiento fue

repetido cada diez segundos hasta que la aguja del indentador falló a hacer una indentación circular completa.

#### PRUEBA DE SOLUBILIDAD.

Cuatro discos de prueba de 20 mm (diámetro) x 1.5 mm de cada tipo de cemento fueron preparados con moldes de latón de círculo-plano y dejados para endurecer por una hora a  $37 \pm 2^\circ \text{C}$  y 100% de humedad relativa. Las muestras fueron después removidas de los moldes de anillo y después suspendidas en 0.01 mol/l de una solución buffer de ácido láctico a  $37 \pm 2^\circ \text{C}$  como recomendó Kent y ot. (1975), para evaluar la erosión ácida. La solubilidad acídica fue evaluada por el porcentaje de cambio de peso sobre un período de 23 horas.

#### RESULTADOS.

La prueba ANOVA de resistencia tensión diametral y compresiva a 1 y 24 horas mostraron diferencias altamente significativas entre los tres cementos probados ( $p < 0.001$ ).

La prueba de rango múltiple estandarizado de Tukey indicó diferencias significativas entre el cemento experimental y los otros dos cementos comercialmente disponibles para ambas resistencias tensión y compresiva a 1 y 24 hrs.

Después de una hora la resistencia a la tensión y compresión del cemento reforzado con acero inoxidable fueron de más de 40% que aquellas de los cementos comercialmente disponibles.

El cemento de ionómero de vidrio experimental reforzado con acero inoxidable fue de más del 50% en resistencia compresiva y 60% más grande en resistencia a la tensión que el Ketac-Silver a 24 horas. La resistencia del cemento experimental a 24 horas fue también 50% más alto en compresión y más del 100% en tensión que la Miracle Mix. No se demostraron diferencias significativas entre los cementos comerciales disponibles a 1 y 24 horas con la prueba de resistencia compresiva a una hora con la prueba de resistencia diametral  $\approx 0.01$ .

La Miracle Mix tuvo el tiempo de trabajo más corto, mientras que el Ketac-Silver tuvo el más largo ( $P < 0.05$ ) el cemento experimental y Miracle Mix tuvieron tiempos similares de fraguado.

Ketac-Silver y el cemento reforzado con acero inoxidable mostraron la erosión ácida más baja mientras que Miracle Mix demostró la más alta ( $p < 0.05$ ).

#### DISCUSION.

Puede haber diversas explicaciones para los incrementos dramáticos en resistencia a la compresión y tensión del cemento experimental cuando se comparó con aquellos cementos reforzados con plata que están disponibles comercialmente. Una explicación posible puede ser el aumento de adhesión interfacial entre el relleno de acero inoxidable y la matriz de poliacrílico del cemento de ionómero de vidrio. Esto puede ser debido en parte, a la naturaleza polar de los iones de hierro y/o cromo sobre la superficie del relleno de acero inoxidable el cual puede formar puentes iónicos fuertes entre el relleno y la matriz de polianiones del cemento (Smith 1968; Moser y ot. 1974).

Estudios con composites demostraron claramente que los valores de resistencia son reducidos substancialmente cuando el relleno de la matriz del adhesivo es pobre.

Aunque ha sido demostrado que una resistencia de interfase en la unión puede aumentar la resistencia de un composito esto puede ser a expensas de la fractura.

También ha sido demostrado que un adherente químico efectivo puede estar formado entre las películas de óxido de ciertos metales y los grupos de carboxilato del ácido poliacrílico (Hotz y ot. 1977) Sarkar y ot. 1989, reportaron que la oxidación controlada del relleno de un cemento de ionómero de vidrio experimental reforzado con aleación de plata resultó mejorado en la resistencia a la abrasión cuando se comparó con fuji Miracle Mix.

Un examen micrográfico buscando el electrón mostró la evidencia de la oxidación y adherencia interfacial en la oxidación del cemento de ionómero de vidrio con aleación de plata, pero no en Miracle Mix. El cromo níquel y óxidos férricos en la superficie de las partículas del relleno del acero inoxidable puede formar una adhesión similar con los grupos de carboxilato del ácido poliacrílico dentro de la matriz poliacrilato del cemento experimental de ionómero de vidrio reforzado con acero inoxidable. El examen SEM de fractura diametral probó muestras del cemento experimental y reveló adhesión entre la matriz del cemento poliacrilato y la superficies de las partículas de relleno de acero inoxidable.

El ataque del ácido poliacrílico puede también causar la extracción y la migración de iones metálicos de las superficies de las partículas de relleno de acero inoxidable durante la reacción de fraguado del cemento. Esto iones disponibles de cromo y férrico pueden remplazar los iones de calcio a aluminio para formar por separado, puentes fuertes de iones metálicos dentro de la matriz de poliacrilato. Esto podría resultar en una resistencia, mayor resistencia a la fractura de la capa del cemento rodeada inmediatamente de partículas de relleno de acero inoxidable.

Otra razón para las características de resistencia superior del cemento reforzado con acero inoxidable puede simplemente ser disminuido por la propagación de las fracturas debido a los tamaños, números y formas de la d partículas de relleno. Lange (1970, 1971) propuso que durante la propagación de las fracturas "Fracturas Espiga" y la inclinación de las fracturas frontales entre las partículas del relleno incrementarían la extensión de la fractura y, así, la energía de la fractura.

La fracción de relleno bajo y el tamaño pequeño de la partícula del relleno de acero inoxidable puede permitir el interespacio de la partícula, la cuál es conducida a la fractura y puede ser un mecanismo, por medio del cuál la resistencia del cemento experimental se ha incrementado. Además, la proporción baja del polvo /líquido del cemento experimental (cuando se comparó con miracle mix) puede haber resultado en más alta resistencia, a la tensión debido a la disminución de porosidad de la muestra durante la mezcla. La resistencia compresiva del cemento del ionómero de vidrioka mostrado incrementarse con el tiempo (Crisp y ot.1976).

Un aumento sustancial en ambas resistencias, tensional y compresiva del cemento experimental y de los cementos disponibles fué notado de 1 a 24 horas en tiempo de fraguado. Sin embargo las mínimas diferencias en fuerza tensional se observó entre 1 y 24 Hrs con ambos cementos Ketac-Silver y Miracle Mix.

Los resultados sugieren que el cemento experimental proporcionó las propiedades físicas más favorables cuando se comparó con los cementos comercialmente disponibles. Esto incluyó resistencias tensionales y compresivas altas, tiempo de fraguado y trabajo favorables y solubilidad ácida relativamente baja. Para entender mejor las propiedades físicas del cemento, es necesario más estudios para investigar las fracturas mecánicas y la composición química, incluyendo una caracterización química detallada del relleno matriz de la interface.

## CEMENTOS INVESTIGADOS

Se utilizaron los ionómetros de vidrio que tienen mayor uso y demanda en la actualidad.

AquaCem tipo I  
Dentsply  
Lote - 920205  
Adquirido en depósito dental Arais. C.U.  
Fecha de adquisición, 23 de Abril de 1992

Base Line tipo II  
Dentsply  
Lote - 920204  
Adquirido en depósito dental Arias. C.U.  
Fecha de adquisición, 23 de Abril de 1992

Bond tipo II  
Degussa  
Lote, no tiene  
Adquirido en depósito dental Leo. C.U.  
Fecha de adquisición, 7 de Mayo de 1992

## EQUIPO E INSTRUMENTAL .

- Balanza analítica marca OHAUS.
- Mecanismo de carga con una masa de 15 kg.
- Cabina capaz de mantener una temperatura constante de 37 grados centígrados más menos 1 grado centígrado y una humedad relativa de por lo menos 30%.
- Horno K.H. HUP-PERT CO capaz de mantener una temperatura de 100 a 150 grados centígrados.
- Indentador de masa 400 más menos 5 gr. (Gillmore).
- Estufa Hanau.
- Cronómetro.
- Termómetro.
- Tornillo micrométrico marca Digit Outside.
- Molde consistente de un anillo de acero inoxidable, con una altura de 1.00 más menos 0.03 mm., y diámetro interno de 30 más menos 1 mm., para la prueba de opacidad.
- Hacedores de muestras para las pruebas de resistencia a la compresión.
- Hacedores con un diámetro de 20 más menos 1 mm., para la prueba de opacidad.

- Hacedores de acero inoxidable para la prueba de tiempo de endurecimiento.
- Espátula para cementos.
- Loseta de vidrio pulida, 150 mm., de largo por 75 mm., de ancho y 2 mm., de grosor.
- Pipeta graduada, capacidad 2 ml.
- Dos platos de vidrio rectangulares planos ópticamente, con un grosor no menor a 5 mm.
- Estándares de vidrio ópalo, con valores de 0.35 y 0.90 respectivamente para la prueba de opacidad.
- Platos de cristal planos, aproximadamente de 35 x 35 y 5 ml., de espesor.
- Bloque de vidrio de 8 x 75 x 100 ml.
- Botellas de vidrio de boca ancha.
- Alambre de platino.
- Abrazaderas de tornillo individual.
- Llave allen.
- Hoja de material blanco, a prueba de agua de 110 x 40 mm., marcado a todo lo largo con franjas negras de 2mm., de ancho y a 3mm., de distancia una de otra.

- Hojas de acetato de celulosa de 35 x 35mm.
- Hojas de papel aluminio.
- Solución de Tolueno con cera microcristalina al 3% (separador).
- Agua desionizada.

## REQUERIMIENTOS PARA LA REALIZACION DE LAS PRUEBAS. .

### COMPONENTES

#### LIQUIDO

El líquido debe de ser claro, libre de depósitos visibles ó filamentos en el interior del contenedor, no debe de haber signos visibles de gelificación.

#### POLVO

El polvo debe de estar libre de materiales extraños y si tuviese coloración, el pigmento debe de estar, dispersado uniformemente a través del polvo, cuando es examinado visualmente.

El cemento preparado debe de presentar una textura suave, uniforme y no debe de tener gases.

Las medidas polvo - líquido y la manipulación de la muestra se realizaron siguiendo las instrucciones del fabricante.

**PRUEBA DE GROSOR DE PELICULA  
CEMENTO IONOMERO DE VIDRIO**

**MATERIALES PROBADOS:**

AquaCem tipo I Dentsply Polvo:1.65 gr. Agua desionizada .5ml  
Bond tipo II Degussa Polvo:1.8 gr. Acido poliacrilico.5ml

**METODO:**

Mida el grosor de los platos poniéndolos en contacto ó que llegen a + - 0.1 micras.

Ponga una cantidad pequeña de cemento mezclado en el centro de uno de los platos de vidrio y ponga el plato en las guías. Ponga el plato de vidrio centrado sobre el primer plato. (leyendo A) dos minutos después de haber empezado la mezcla, cuidadosamente aplique una fuerza de 14.7 N. Verticalmente sobre el plato, déjelo por 7 minutos, asegúrese de que el cemento llene completamente el espacio entre los dos platos de vidrio, 10 minutos después de haber empezado el batido remueva la fuerza que ha sido aplicada, levante y saque los dos platos de vidrio y mida el grosor de la película del cemento que ha unido a los platos de vidrio (leyendo B).

Calcule el grosor de la película como la diferencia entre la lectura de B y la lectura de A. Apunte el resultado principal después de haber hecho tres pruebas y el que más se acerque a una micra.

**PRUEBA DE TIEMPO DE ENDURECIMIENTO  
CEMENTO IONOMERO DE VIDRIO**

**MATERIALES PROBADOS:**

AquaCem tipo I	Dentsply	Polvo: 1.65gr.	Agua desionizada .5ml
Base Line tipo II	Dentsply	Polvo: 1.28gr.	Agua desionizada .2ml
Bond tipo II	Degussa	Polvo: 1.8gr.	Acido poliacrilico.5ml

**METODO**

Coloque el módulo acondicionado a  $23 \pm 1$  grado centigrado en la hoja de aluminio y llénelo a nivel de la superficie con cemento mezclado.

Dos minutos después de comenzar la mezcla coloque el montaje comprimiendo el molde, la hoja de metal y el espécimen de cemento en el bloque condicionado a  $37 \pm 1$  grado centigrado en la estufa Hanau asegure el buen contacto entre el molde, la hoja y el bloque.

Dos minutos y medio después de haber empezado la mezcla, baje con cuidado el indentador verticalmente encima de la superficie del cemento y permita que repose ahí 5 segundos. Lleve a cabo una prueba para determinar el tiempo de preparación, repitiendo los cortes a intervalos de 30 segundos. Hasta que la aguja deje de hacer una huella circular completa, éste se ve usando un lente manual de baja amplificación. Limpie la aguja si es necesario entre cada corte. Repita el proceso comenzando los cortes 30 segundos antes del tiempo aproximado de preparación, haciendo los cortes a intervalos de 10 segundos. Mida el tiempo de preparación como el tiempo que pasa entre el comienzo de la mezcla y el tiempo cuando la aguja deja de hacer una huella circular completa en el cemento. Tome el significado de estas pruebas redondeando el resultado a los 10 segundos más cercanos.

**PRUEBA A LA RESISTENCIA COMPRESIVA ..  
CEMENTO IONOMERO DE VIDRIO**

**MATERIALES PROBADOS:**

AquaCem tipo I	Dentsply	Polvo:1.65gr.	Agua desionizada .5ml
Base Line tipo II	Dentsply	Polvo:1.28gr.	Agua desionizada .2ml
Bond tipo II	Degussa	Polvo:1.6gr	Acido poliacrilico.5ml

**METODO**

Preparación de cinco especímenes de prueba.

Acondicione los moldes, los platos de arriba y de abajo y las abrazaderas de tornillo, a una temperatura ambiente 23 + - 1° grado centígrado.

NOTA: Para facilitar la remoción del espécimen de cemento, la superficie interna del molde y platos debe tener una capa pareja antes de llenar, con un 3% de solución de cera microcristalina en tolueno puro (separador).

Empaque el cemento mezclado con un ligero exceso en el molde dividido dentro de los dos minutos de haber empezado la mezcla.

NOTA: Para consolidar el cemento y evitar que atrape aire se aconseja juntar las porciones más convenientemente grandes de cemento mezclado al molde y aplicar en un lado con un instrumento apropiado.

Llene el molde con exceso y coloque en el plato de abajo con la aplicación de presión ligera.

Remueva cualquier abultamiento que sobresalga en el cemento, coloque el plato de arriba en posición y manualmente apriéte los

juntos. Ponga el molde y los platos en la abrazadera y atornillelos fuertemente juntos. No más de 3 minutos después de empezada la mezcla transfiera el montaje completo a la cabina.

Remueva los platos 60 + - 5 minutos después de empezada la mezcla y prepare la superficie de los extremos planos del espécimen en ángulos rectos a la longitud del axis, triturando los extremos planos y removiendo cualquier exceso de cemento dibujando o secando para adelante y para atrás sobre un plato de vidrio con una pequeña cantidad de polvo de carburo de silicio de 240 mezclado con agua. Mantenga ambos extremos del espécimen mojados durante la trituración y deberá rotar el espécimen 1/4 de vuelta después de determinados golpes.

Remueva el espécimen del molde después de que surja a la superficie y rápidamente cheque capsulas de aire y orillas despostilladas, desheche cualquier espécimen defectuoso.

Sumerja el espécimen en agua desionizada y manténgalo a 37 + - 1° grado centigrado por 23 + - 1 hora.

#### PROCEDIMIENTO

Pruebe cinco especímenes.

Calcule el diámetro tomando el significado y medidas dos de cada extremo del espécimen en rectas de uno a otro, a una exactitud de + - 0.01 mm. 24 horas después de empezar la mezcla.

Determine la fuerza compresiva de los especímenes de prueba usando la máquina universal de pruebas con una velocidad de cabeza de 5.0mm/minuto.

Coloque cada espécimen con los extremos planos entre los platos del aparato de manera que la carga se aplique en el axis largo del espécimen.

Marque la carga aplicada cuando se fracture el espécimen y calcule la fuerza compresiva en megapascales usando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Kg}}{2.88} = \text{M.P.a.}$$

Si cuatro ó cinco de los resultados obtenidos están debajo del límite especificado en la tabla, el material deberá ser considerado como falla en cuanto a los requerimientos de la tabla. Si cuatro ó cinco de los resultados están por arriba del límite especificado en la tabla el material deberá ser considerado como que cumplió con los requerimientos de la tabla.

**PRUEBA DE SOLUBILIDAD  
CEMENTO IONOMERO DE VIDRIO**

**MATERIALES PROBADOS:**

AquaCem tipo I	Denstply	Polvo:1.65	Agua desionizada .5ml
Base Line tipoII	Denstply	Polvo:1.28	Agua desionizada .2ml
Bond tipo II	DeGussa	Polvo:1.8	Acido poliacrílico.5ml

**METODO**

Preparación de los especímenes para prueba.

Prepare cuatro especímenes, coloque el molde en una hoja de acetato de celulosa soportado por un plato plano, inserte "tared" conveniente en la longitud del alambre de platino a través del anillo separado, para que por lo menos 10mm, se proyecten dentro del anillo.

**NOTA:** Un agente libre como lubricante de película en una solución de cera microcristalina y tolueno puro al 3%, pueda ser aplicado al anillo para facilitar la remoción del espécimen.

Llene el anillo separado con cemento mezclado, cubra la capa de un plato con una hoja de acetato de celulosa. Presione firmemente y aplique la abrazadera de tornillo, 3 minutos después de haber empezado la mezcla coloque el molde, los platos y la abrazadera de tornillo en la cabina manteniéndola a  $37 \pm 1$  grado centígrado, y A una humedad relativa de 30%.

Después de una hora remueva los platos y la hoja de acetato de celulosa de la abrazadera y separe con cuidado los discos de cemento y el alambre de platino del anillo separado, remueva cualquier cemento que sobresalga de la orilla del disco para quitar cualquier material suelto.

NOTA: Debido a la naturaleza del cemento que adquiere en esta etapa, se aconseja limpiar el exceso de cemento de la superficie del anillo antes de intentar remover el espécimen.

#### Preparación de la solución de prueba.

Por cada par de especímenes, use una botella limpia junto con una tercera botella a una estimación en blanco (botella testigo, que se llevará a cabo simultáneamente; seque las botellas a  $150 \pm 5$  grados centígrados por lo menos durante dos horas; enfríe las botellas por 1hr. a temperatura ambiental en un desecador, conteniendo suficiente gel activo de sílica y peso de 0.1 mg. (MASS M2), durante estas operaciones maneje las botellas lo menos posible para prevenir la contaminación. Colocar los dos especímenes inmediatamente después de la preparación en cada botella, excepto la botella testigo y pese el total (MASS M3).

La masa de cada par de especímenes se da con la siguiente fórmula masa 3 - (M2 + M1) donde M1 es la suma de las masas de los alambres de platino. Inmediatamente sumerja los dos discos en 50ml de agua desionizada en la botella y suspendiendo los especímenes con el alambre de manera que uno no toque al otro ni descansen en los lados de la botella y almacénela por 23 hrs. a  $37 \pm 1^\circ$  grados centígrados en la cabina. Coloque 50 ml de la misma agua en la botella testigo y almacénela en la misma cabina que contienen las botellas con los especímenes.

Después de 23 hrs. de inmersión, remueva los especímenes de agua y evapore el agua de la botella espécimen y de la botella testigo a una temperatura, justo por debajo de los 100 grados centígrados y seque las botellas por 24 hrs. a  $150 \pm 5$  grados centígrados, enfríe y pase las botellas como se le indicó antes al pasarlas vacías, la masa de la botella espécimen en cada caso es masa, M4 y el incremento en masa de la botella testigo es masa M5.

Expresé el contenido de agua filtrada S, para el par de especímenes como un porcentaje por masa, usando la siguiente ecuación:

$$S = \frac{m4 - (m5 + m2)}{m3 - (m2 + m1)} \times 100$$

---

TABLA DE PESAJES PARA LA PRUEBA DE SOLUBILIDAD EN CEMENTOS DE  
IONOMERO DE VIDRIO TIPO I Y TIPO II

---

CEMENTO AQUACEM TIPO I

FRASCO 1

- \* Alambre sostenedor 0.3826 GRs.
- \* Alambre grande para muestra 0.0261 grs.
- \* Alambre chico para muestra 0.252 grs.
- \* Peso m2 frasco vacío 67.8440 grs.
- \* Peso m3 frasco con muestras 69.7876 grs.
- \* Peso m4 frasco -- terminó prueba 67.8540 grs.
- \* Fecha elaboración especímenes 11/mayo/92
- \* Temperatura ambiente 21 C.

FRASCO 2

- \* Alambre sostenedor 0.3835 GRs.
- \* Alambre grande para muestra 0.0266 grs.
- \* Alambre chico para muestra 0.246 grs.
- \* Peso m2 frasco vacío 67.5244 grs.
- \* Peso m3 frasco con muestras 69.6052 grs.
- \* Peso m4 frasco -- terminó prueba 67.5378grs.
- \* Fecha elaboración especímenes 11/Mayo/92
- \* Temperatura ambiente 21 C.

FRASCO TESTIGO

- \* Peso frasco antes de prueba 69.8123 grs.
- \* Peso m5 frasco después de prueba 69.8206 grs.

---

CEMENTO BASE LINE TIPO II

FRASCO 1

- \* Alambre sostenedor 0.4026 grs.
- \* Alambre grande para muestra 0.0258 grs.
- \* Alambre chico para muestra 0.257 grs.
- \* Peso m2 frasco vacío 63.0492 grs.
- \* Peso m3 frasco con muestras 65.5285 grs.
- \* Peso m4 frasco -- terminó prueba 63.0590 grs.
- \* Fecha elaboración especímenes 12/mayo/92
- \* Temperatura ambiente 21.66 C.

FRASCO 2

- \* Alambre sostenedor 0.3408 grs.
- \* Alambre grande para muestra 0.0254 grs.
- \* Alambre chico para muestra 0.0249 grs.
- \* Peso m2 frasco vacío 64.9439 grs.
- \* Peso m3 frasco con muestras 67.4284 grs.
- \* Peso m4 frasco -- terminó prueba 64.9556 grs.
- \* Fecha elaboración especímenes 12/Mayo/92
- \* Temperatura ambiente 21.66 C.

FRASCO TESTIGO

- \* Peso frasco antes de prueba 63.0731 grs.
  - \* Peso m5 frasco después de prueba 63.0826 grs.
- IDENTIFICACION DE VIDRIO TIPO I Y TIPO II
- 

CEMENTO BOND TIPO II

FRASCO 1

- \* Alambre sostenedor 0.3829 grs.
- \* Alambre grande para muestra 0.0255 grs.
- \* Alambre chico para muestra 0.0239 grs.
- \* Peso m2 frasco vacío 65.4650 grs.
- \* Peso m3 frasco con muestras 67.5375 grs.
- \* Peso m4 frasco -- terminó prueba 65.4766 grs.
- \* Fecha elaboración especímenes 14/mayo/92
- \* Temperatura ambiente 21 C.

FRASCO 2

- \* Alambre sostenedor 0.3834 grs.
- \* Alambre grande para muestra 0.0254 grs.
- \* Alambre chico para muestra 0.0246 grs.
- \* Peso m2 frasco vacío 65.2077 grs.
- \* Peso m3 frasco con muestras 67.4202 grs.
- \* Peso m4 frasco -- terminó prueba 65.2252 grs.
- \* Fecha elaboración especímenes 14/Mayo/92
- \* Temperatura ambiente 21 C.

FRASCO TESTIGO

- \* Peso frasco antes de prueba 62.8496 grs.
  - \* Peso m5 frasco después de prueba 62.8592 grs.
-

**PRUEBA DE OPACIDAD  
CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO**

**MATERIALES PROBADOS:**

AquaCem tipo I	Dentsply	Polvo:1.28	Agua desionizada .2ml.
Bond tipo II	Degussa	Polvo:1.8	Acido poliacrilico.5ml.

**METODO**

Preparación de los especimenes de prueba.

Usando el anillo de acero inoxidable, presione una cantidad de mezcla de cemento entre las dos hojas de acetato de celulosa y dos platos de vidrio para formar un disco de aproximadamente 30 mm., de diámetro y un grueso de  $1 \pm .025$  mm, después del inicio de la mezcla, coloque todo el ensamble en la cabina, después de una hora remueva el especimen de los platos y almacene por 7 días en agua desionizada a  $37 \pm 1^\circ$  C en la cabina.

Compare la capacidad del cemento con el de los dos estándares de vidrio opalo que tienen valores de (0.70 de 0.35 y 0.40) respectivamente, colocando el primer especimen y los estándares contra el fondo blanco y negro, durante las observaciones cubra los especimenes, los estándares y el espacio entre ellos y el fondo blanco y negro con una película de agua desionizada.

Si la capacidad del especimen queda entre la capacidad de los estándares, se considera que el cemento satisface los requisitos de la tabla.

---

**RESULTADOS DE GROSOR DE PELICULA**

---

Exigencia de la norma .025micras

---

**DENTSPLY TIPO I**

Elaboración del espécimen:  
06 de Mayo de 1992.  
Temperatura 22 C.

Especimen	Lectura A	Lectura B	Diferencia entre A y B
1	11.662	11.673	.011
2	11.414	11.425	.021
3	11.671	11.686	.015

Valor Promedio: .015 micras

---

**DEBUSSA TIPO II**

Elaboración del espécimen:  
06 de Mayo de 1992.  
Temperatura 22 C.

Especimen	Lectura A	Lectura B	Diferencia entre A y B
1	11.647	11.697	.050
2	11.417	11.467	.050
3	11.418	11.469	.051

Valor Promedio: .050

---

---

RESULTADOS DE TIEMPO DE ENDURECIMIENTO

---

AQUACEM TIPO I DENTSPLY

Elaboración de especímenes:  
15 de Mayo de 1992  
Temperatura 21 C.

Exigencia de la norma para tipo I 7'5"

---

Especimen	Tiempo
1	6'30"
2	6'30"
3	6'30"
Valor Promedio:	6'30"

---

BASE LINE TIPO II DENTSPLY

Elaboración de especímenes:  
15 de Mayo de 1992  
Temperatura 21 C.

Exigencia de la norma para tipo II 5'

---

Especimen	Tiempo
1	4'30"
2	4'15"
3	4'05"
Valor Promedio:	4'16"

---

**BOND TIPO II DEGUSSA**

Elaboración especímenes:  
22 de Mayo de 1972  
Temperatura 21 C.

**Exigencia de la norma para tipo II 5'**

---

<b>Especimen</b>	<b>Tiempo</b>
1	7'45"
2	7'30"
3	7'20"
<b>Valor Promedio:</b>	<b>7'31"</b>

---

**RESULTADOS RESISTENCIA COMPRESIVA  
IONOMERO DE VIDRIO AQUACEM TIPO I**

MUESTRAS	1	2	3	4	5
TEMPERATURA AMBIENTE	21 C	22 C	22 C	21 C	21 C
FECHA DE ELABORACION	28/04	06/03	1992 06/05	07/05	07/05
HORA DE ELABORACION	10:50	11:22	A.M. 11:35	10:35	10:45
PRUEBA A LAS 24 HORAS	10:50 29/03	11:22 07/05	11:35 07/05	10:35 08/05	10:45 08/05
RESISTENCIA EN KGS.	140	165	150	196	196
RESISTENCIA EN M.P.a.	65.97	57.29	52.08	68.05	68.05

Se tomaron en cuenta tres valores, eliminando 2, que están fuera del rango de resultados y que no alcanzaron el 15% de diferencia entre un resultado y otro.

Promedio final: 194 Kgs. = 67.36 M.P.a.

Exigencia de la norma: 65 M.P.a.

MONOMERO DE VIDRIO BOND TIPO 11 DEGUSSA

MUESTRAS	1	2	3	4	5
TEMPERATURA AMBIENTE	21 C				
FECHA DE ELABORACION	07/05	07/05	11/05	11/05	11/05
HORA DE ELABORACION	13:55	14:15	10:23	10:40	12:15
PRUEBA A LAS 24 HORAS	13:55 08/05	14:15 08/05	10:23 12/05	10:40 12/05	12:15 12/05
RESISTENCIA EN KGS.	242	242	241	241	242
RESISTENCIA EN M.P.a.	84.02	84.02	83.68	83.68	84.02

Tomando en cuenta los cinco valores el promedio final es:  
244 kgs. = 81.72 M.P.a.

Exigencia de la norma: 125 M.P.a.

IONOMERO DE VIDRIO BASE LINE TIPO II "

MUESTRAS	1	2	3	4	5
TEMPERATURA AMBIENTE	21 C	21 C	22 C	22 C	22 C
FECHA DE ELABORACION	11/05	11/05	1992 14/05	14/05	14/05
HORA DE ELABORACION	14:40	14:50	10:40	10:50	12:15
PRUEBA A LAS 24 HORAS	14:40 12/05	14:50 12/05	10:40 15/05	10:50 15/05	12:15 15/05
RESISTENCIA EN KGS.	372	372	372	372	370
RESISTENCIA EN M.P.a.	129.16	129.16	129.16	129.16	128.47

Tomando en cuenta los cinco valores el promedio final es:  
371.6 kgs. = 129.02 M.P.a.

Exigencia de la norma: 125 M.P.a.

Los resultados de la prueba de solubilidad realizada en los cementos de ionómero de vidrio tipo I y tipo II que hemos estado mencionando se determinaron mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{M I - M F}{M I} \times 100\%$$

---

RESULTADO DE EL CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO  
AQUACEM TIPO I DENTSPLY.

---

Exigencia que marca la norma para el tipo I 1.0%  
tipo II 0.7%

---

Frasco 1	0.771
Frasco 2	0.421
Valor Promedio:	0.59%

---

Cemento tipo II Base Line Dentsply

Frasco 1	0.019
Frasco 2	0.128
Valor Promedio:	0.074%

---

Cemento tipo II (Bond) Degussa

Frasco 1	0.173
Frasco 2	0.735
Valor Promedio:	0.45%

---

**RESULTADOS DE OPACIDAD  
CEMENTO IONOMERO DE VIDRIO**

De acuerdo al criterio marcado por la norma correspondiente de la A.D.A. (Asociación Dental Americana) con respecto a opacidad:

Base Line II Dentsply: Cumple con los requisitos de la norma.

Bond II Degussa: No cumple.

## C O N C L U S I O N E S

A partir de las pruebas realizadas a los cementos de ionómero de vidrio, podemos afirmar que dichos materiales son confiables para nuestra práctica odontológica diaria y que algunas de sus propiedades físicas cumplieron satisfactoriamente con la norma en su especificación #66 de la A.D.A.

Cabe aclarar que de las dos marcas investigadas, el cemento Bond tipo II Degussa solo pasó la prueba de solubilidad y temperatura; a su vez se le realizó la prueba de grosor de película en vista de que el comerciante lo vende como tipo I y II y la norma lo exige solamente para tipo I.

Otra de las pruebas que se realizaron fuera de la norma fué la de temperatura, con el fin de comprobar su reacción exotérmica generada comparado con el cemento de fosfato de cinc, dicha prueba resultó favorable para todas las marcas investigadas del cemento ionómero de vidrio. Se realizó poniendo la mezcla de cemento en un recipiente de plástico de 1.5 de diámetro X 1 cm., aproximadamente e introduciendo un termómetro en el centro del recipiente tomando un registro de tiempo-temperatura.

	TIEMPO	TEMPERATURA
AquaCem tipo I	10 min.	3 C
Base Line tipo II	8 min.	5 C
Bond tipo II	10 min.	5 C
Fosfato de Cinc	10 min.	10 C

Como última observación se aclara que la ecuación que exige la norma para la prueba de la determinación de porcentaje de solubilidad no fué aplicada, se substituyó por la siguiente ecuación:

$$S = \frac{MI - MF}{MI} \cdot X 100$$

## COMENTARIOS

Este estudio fué realizado debido a la inquietud que el cemento de ionómero de vidrio ha causado en estos tiempos, ya que no se cuenta con la literatura suficiente para la información de dicho cemento, por lo cual se decidió comprobar algunas de sus propiedades físicas que se nos prometen al emplear el ionómero de vidrio. Los comerciantes de productos dentales no dan dicha información, muchas veces desorienta al odontólogo y por consecuencia repercute en el bienestar de nuestros pacientes ya que ellos depositan su confianza en nosotros.

Las investigaciones de dicho cemento se llevaron a cabo en la Universidad Autónoma de México, facultad de Odontología, Departamento de Materiales Dentales.

B I B L I O G R A F I A

- GRAHAM Y MOUNT.  
ATLAS PRACTICO DE CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO  
EDITORIAL SALVAT  
1990
  
- SKINNER R. W. PHILLIPS  
CIENCIA DE LOS MATERIALES DENTALES  
8a. EDICION
  
- TEODORE F. CROLL  
CEMENTO DE IONOMERO PARA BEBES, NIÑOS Y ADULESCENTES  
ARTICULO #12 DE EDUCACION CONTINUA FUENTE JADA .  
AÑO 6 - No. 4 - 1990 PAG. 58 - 62
  
- PAPAIOGIANNIS Y COLABORADORES  
COMPORTAMIENTO DE ESCURRIMIENTO DE LOS MATERIALES  
RESTAURATIVO DE IONOMERO DE VIDRIO  
DENTAL MATERIALS, JANUARY 1991 PAG. 40 - 43
  
- B.F. EL MALLAKH Y COLABORADORES, DENTAL MATERIALS  
LIBERACION DE FLUORURO DE CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO  
EN AGUA DESIONIZADA Y SALIVA ARTIFICIAL  
ABRIL 1990 PAG. 118 - 122
  
- R.E KERBY AND R.F BLEHOLDER  
PROPIEDADES FISICAS DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE  
VIDRIO REFORZADO CON PLATA Y ACERO INOXIDABLE  
JOURNAL OF DENTAL RESEARCH  
AGOSTO 1990 VOLUMEN 69 # 8 PAG. 1358 - 1361