



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**CAMBIOS EN LA RESISTENCIA  
COMPRESIVA DE DOS IONÓMEROS DE  
VIDRIO AL GRABARLOS CON ÁCIDO  
FOSFÓRICO A DIFERENTES TIEMPOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

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

**Michelle Andrea Tschiporikov Legaria**



**DIRECTOR DE TESIS:  
ESP. Abel Gómez Moreno  
2015**

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## ÍNDICE

➤ Introducción.....	3
➤ Planteamiento del Problema.....	4
➤ Marco Teórico.....	5
○ Ionómero de Vidrio .....	5
○ Indicaciones y usos actuales de los Ionómeros.....	9
○ Propiedades del Ionómero de Vidrio Convencional.....	10
○ Ionómeros de Vidrio Resino Modificados.....	11
○ Clasificación de los materiales a base de Ionómero de Vidrio .....	12
○ Ionómeros de Vidrio Vitrebond y Mirafill.....	16
○ Ácido Fosfórico.....	16
○ Scotchbond Gel Grabador.....	17
○ Importancia de la Resistencia Compresiva en el Ionómero de Vidrio.....	18
➤ Hipótesis de Investigación.....	20
➤ Hipótesis Nula.....	20
➤ Metodología de la Investigación .....	21
○ Análisis Estadístico.....	25
➤ Análisis de Resultados.....	25
➤ Conclusiones.....	27
➤ Discusión.....	28
➤ Bibliografía.....	30

## **INTRODUCCIÓN**

El Ionómero de vidrio es uno de los materiales más utilizados en el área de rehabilitación oral, y actualmente es el material de elección como base intermedia debido a sus ventajas, las más sobresalientes son: Liberación de flúor, efecto anticariógeno, afinidad con el sustrato dentinario y mayor adhesión potencial a los tejidos dentarios. Además tiene una reacción ácido-base, para el estudio de los cambios en la resistencia compresiva de los Ionómero de Vidrio al grabarlos con ácido fosfórico a diferentes tiempos nos basamos en las siguientes implicaciones clínicas de la reacción del Ionómero de vidrio:

- Aunque el Ionómero de vidrio este duro clínicamente, no debe ser perturbado durante los primeros minutos ya que hay una preponderancia de cadenas de calcio que son frágiles y solubles.
- Por otro lado, los Ionómeros de Vidrio Convencionales (CIV) presentan algunas limitaciones particularmente con el manejo de su equilibrio hídrico, o sea, la sensibilidad inicial a la pérdida y/o ganancia de agua, fenómenos también conocidos como sinéresis o imbibición.

Al obturar cavidades con resina es necesaria la adhesión entre resina y estructuras dentarias para poder alcanzar las características de sellado marginal y protección biomecánica del remanente dentario.

Para lograr que las moléculas de la resina penetren en la estructura dentinaria se necesita realizar un grabado de las estructuras del diente, los mejores resultados se obtienen con la utilización de ácidos, en especial, el ácido fosfórico al 37%.

Después de aplicar el ácido grabador se realiza un lavado de 30 segundos con agua, por esta razón no podemos evitar completamente que el Ionómero de vidrio tenga un contacto con el agua y presente los fenómenos de sinéresis e imbibición que pueden provocar un cambio en la resistencia compresiva (tensión máxima que genera el material antes de romperse) del mismo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**Objetivo General:** Determinar si existe una diferencia en la resistencia compresiva del Ionómero de vidrio Vitrebond® (3M) y el Ionómero de vidrio Mirafill (Faprodmir) al grabarlos con ácido fosfórico al 37% Scotchbond™ (3M ESPE) a diferentes tiempos.

**Objetivo Específico:** Determinar si el tiempo en el que se realiza el grabado con ácido fosfórico causa un cambio en la resistencia compresiva del Ionómero de Vidrio.

**Justificación:** El ionómero de vidrio es un material muy utilizado en odontología, uno de sus usos es en el tratamiento de cavidades como base que posteriormente tienen que ser restauradas con resina compuesta, la cual requiere el uso de ácido grabador como parte de su técnica. Sabemos que existen técnicas de grabado selectivo pero tomamos en cuenta que no siempre es posible grabar únicamente esmalte o dentina, por lo que este estudio nos ayudara a determinar si existen cambios en la resistencia compresiva de dos tipos de ionómero de vidrio que se utilizan como base al grabarlos con ácido fosfórico.

**Preguntas de Investigación:** ¿Existe un cambio en la resistencia compresiva del Ionómero de Vidrio al aplicarle ácido grabador?

Sí se aplica el ácido grabador inmediatamente después de que el Ionómero de vidrio ha fraguado, ¿Existe alguna variación en la resistencia compresiva en comparación con el Ionómero de vidrio que fue grabado a las 24 horas después de su fraguado?

¿Habrà alguna diferencia en la resistencia compresiva del Ionómero de Vidrio Vitrebond® (3M) en comparación con el Ionómero de vidrio Mirafill (Faprodmir)?

## MARCO TEÓRICO

### IONÓMERO DE VIDRIO

El Ionómero de vidrio es uno de los materiales más utilizados en el área de rehabilitación oral, y actualmente es el material de elección como base intermedia debido a sus propiedades, las cuales mencionaremos más adelante.

Las bases de Ionómero de vidrio fueron desarrolladas e introducidas en los años 70, actualmente se les llama Ionómero de Vidrio Convencional (CIV) estos están compuestos por un polvo y un líquido:

Los componentes básicos del polvo son sílice ( $\text{SiO}_2$ ), alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y fluoruro cálcico o fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), que se funden a  $1100\text{-}1500^\circ\text{C}$  obteniéndose un vidrio que se tritura posteriormente hasta conseguir el polvo de uso clínico. El vidrio al ser atacado por el ácido es capaz de liberar una gran cantidad de iones (de ahí el nombre de Ionómero). Además de los componentes básicos, el polvo tiene otros componentes como son el fosfato de aluminio, fluoruro de aluminio, fluoruro de sodio. La cantidad de flúor en peso final es de aproximadamente un 20%. Esta cantidad de flúor es importante, no solo por su liberación y efecto anticariogénico, sino por que retrasa la gelificación ya que reacciona más rápido que los iones más pesados (si estos iones reaccionaran antes, la gelificación sería acelerada y el material se convertiría en una pasta difícil de manejar). También incorpora cantidades pequeñas y variables de estroncio, bario, plata, óxido de zinc, entre otros, que confieren radioopacidad al material. El tamaño de las partículas del polvo oscila entre  $13$  y  $19\ \mu\text{m}$  en los Ionómeros que se utilizan para cementado, esto con el fin de conseguir espesores más pequeños para que la restauración tenga lugar dentro de la cavidad. En el caso de los Ionómeros que se utilizan como selladores las partículas de polvo tienen más espesor, miden de  $20$  a  $50\ \mu\text{m}$ .

Los componentes del líquido son tres:

1. Los poliácidos: Son ácidos conocidos como polialquenoicos o policarboxílicos porque presentan múltiples grupos carboxilo (COOH). Fundamentalmente están integrados por homopolímeros (un sólo compuesto que se repite) o copolímeros (dos compuestos que se repiten) de ácidos mono, bi o tricarboxílicos insaturados como son el ácido acrílico, el ácido maleico o el ácido itacónico. Los poliácidos más usados son los homopolímeros de ácido acrílico o los copolímeros de ácido acrílico. Estos ácidos pueden presentarse como parte de una solución acuosa al 40-50%.
2. El agua: Constituye el medio donde se produce la reacción. Está presente en el líquido con los poliácidos y en una proporción del 50-60%, con algunos fabricantes, es necesario añadirlo directamente según las indicaciones del producto. En general, una reducción en la cantidad de agua de la mezcla conlleva una mayor dureza del material y un fraguado más rápido. Por el contrario, un exceso de agua produce una mezcla más débil y la reacción de fraguado se hace más lenta.
3. Aceleradores: Suele tratarse del ácido tartárico. Actúa como acelerador del endurecimiento ya que facilita la extracción de los iones de las partículas de polvo. Además, debido a sus características posibilita trabajar con cristales con menor cantidad de flúor haciendo posible la existencia de materiales más translúcidos y estéticos.

El fraguado consiste en una reacción ácido-base entre los ácidos policarboxílicos del líquido (ácido) y las partículas de vidrio de silicato de aluminio fluorado del polvo (base) que genera una sal (policarboxilato) y agua:

Ac. Policarboxílicos + Vidrio (fluoroaluminosilicato) → Sal (policarboxilato) + Agua

Dicha sal forma un entramado que retiene las partículas de vidrio sin reaccionar. Se trata, por tanto, de un material no homogéneo sino compuesto. Estas partículas

presentan una capa externa a partir de la cual se realiza el intercambio iónico. En este sentido, el poliácido libera protones que atacan la capa externa, que contiene iones metálicos, liberándose éstos al medio al tiempo que la capa externa queda con un claro predominio de sílice y protones. Por todo ello, esta capa se denomina "capa de gel silícico hidratado". Además, esta reacción es escasamente exotérmica y conlleva una muy ligera contracción, que se ve compensada por la expansión higroscópica posterior. La reacción comienza cuando los protones provenientes de los ácidos poliacrílico, itacónico y tartárico (que se disocian al estar en un medio hídrico) atacan la superficie de las partículas de vidrio liberándose cationes ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ) y iones fluoruro. Los iones calcio se liberan en las fases iniciales de la reacción, en las fases más tardías y de forma más lenta se liberan los iones aluminio (debido a su mayor peso molecular).

De esta forma el fraguado tiene lugar en dos fases distintas:

1. La primera fase es el endurecimiento de la matriz la cual se produce a los pocos minutos de realizar la mezcla.
2. En la segunda fase se produce la unión entre la matriz y el relleno. Esta segunda fase comienza pasados 5 a 30 minutos y prácticamente se completa a las 24 horas. En esta reacción, el agua sirve de medio a través del cual tiene lugar el transporte de iones. Por lo tanto, en medios no acuosos la reacción del ionómero de vidrio no puede ser tan significativa.

Aproximadamente el 24% de la composición del Ionómero de Vidrio Fraguado es agua, probablemente ese sea el mayor inconveniente en cuanto al uso de los ionómeros de Vidrio, el hecho de ser considerablemente sensibles a la hidratación y deshidratación durante su fraguado sobre todo durante la primera fase. Debido a que esta reacción es lenta, el tiempo durante el cual son susceptibles a los cambios hídricos es amplio. En los primeros momentos de fraguado (formación de complejos con los iones calcio) hay una gran capacidad de absorción de agua. Posteriormente durante la formación de complejos con los iones de aluminio



disminuye esta capacidad, siendo más intensa la posibilidad de pérdida de agua.

Por lo anterior, es recomendable que no se deseque ni humedezca el material durante las primeras horas. Ya que el efecto pudiera no ser el mismo al secarlos en exceso (resquebrajamiento) que al mojarlos (disolución).

**En el artículo “Ionómeros De Vidrio Convencionales Como Base En La Técnica Restauradora De Sándwich Cerrado: Su Optimización Mediante La Técnica De Acondicionamiento Ácido Simultáneo Y Selectivo” los autores mencionan que aunque el Ionómero de Vidrio este duro clínicamente, no debe ser perturbado durante los primeros minutos ya que hay una preponderancia de cadenas de calcio que son frágiles y solubles.**

Diferentes autores mencionan que el balance del agua no debe de alterarse ya que posteriormente queda integrada dentro de la matriz, esto último permite establecer una estructura fuerte y constante. En los primeros minutos de reacción ácido-base, coincidente con la formación de cadenas de calcio, la vulnerabilidad del cemento es mayor y el agua de reacción se denomina "débilmente unida" la cual puede ser fácilmente perdida. A medida que el CIV progresa en su maduración, que también es coincidente con la formación de cadenas de aluminio, el agua va incorporándose a la matriz por medio de hidratación de las sales, convirtiéndose en "fuertemente unida". El paso de agua "débilmente unida" a "fuertemente unida" es lento, delicado y unido con la transición de las cadenas de calcio a aluminio, delimitan e influyen críticamente en las fases de maduración de los CIV. <sup>(6)</sup>

Es normal que el CIV sea expuesto a deshidratación o exposición excesiva de humedad durante algún proceso, pero como lo menciona los autores del artículo *The effects of maturity and dehydration shrinkage on resin modified glass ionomer restorations* el contacto prematuro o excesivo del CIV con agua causa una marcada degradación superficial, lavado de iones metálicos (especialmente el calcio) y disminución del módulo de elasticidad del material, una vez disueltos y

arrastrados por el exceso de agua, los iones son perdidos irreversiblemente de la matriz y el cemento se debilitara permanentemente. <sup>(15)</sup>

Desgraciadamente esto es imperceptible clínicamente por el odontólogo que frecuentemente somete al Ionómero de base al contacto con agua, esto ocurre comúnmente al aplicar un sistema adhesivo que incluyan ácido grabador, ya que como será mencionado de forma amplia posteriormente, este requiere de lavado y secado sobre un CIV recién fraguado, por lo cual la base es expuesta a la combinación de todas las situaciones negativas antes descritas, cambiando así sus propiedades.

## **INDICACIONES Y USOS ACTUALES DE LOS IONÓMEROS**

En la actualidad podríamos indicar materiales para las siguientes situaciones:

A) Recubrimiento o “Liner” (forro cavitario): ésta técnica clínica permite que el Ionómero funcione como protector dentino-pulpar, lo que aísla este tejido de los agentes químicos y físicos a los cuales se somete durante la restauración, ya sea con amalgamas o composite y evita la necesidad del grabado ácido de la dentina para la formación de capa híbrida.

B) Base o relleno cavitario: el Ionómero cuando presenta consistencia más densa puede ser utilizado como base o relleno cavitario al igual que para reconstrucción de muñones, basado fundamentalmente en que posee propiedades mecánicas similares a la dentina, es adhesivo y libera fluor. Esta indicación permite que el Ionómero pueda considerarse como “dentina artificial”.

C) Restauraciones: si bien la utilización de un ionómero como material restaurativo no resulta una técnica de uso frecuente, para algunas situaciones clínicas donde el diagnóstico pulpar contraindican el uso de grabado ácido o en restauraciones de

Clase V, el ionómero puede resultar una alternativa adecuada al igual que en odontopediatría por su técnica rápida y sencilla.

D) Técnica ART (Técnica Restauradora Atraumática): en la práctica odontopediátrica como en los planes sociales de poblaciones carenciadas se requiere un material para la inactivación de caries abiertas o caries rampantes que puede utilizar en forma rápida y sencilla. Debido a que el óxido de zinc eugenol (IRM) puede inhibir la polimerización de resinas adhesivas, el uso del ionómero resulta una alternativa eficaz e interesante porque además brinda el efecto adicional de la liberación de flúor.

## **PROPIEDADES DEL IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL**

Una de las propiedades más importantes de los Ionómeros de Vidrio es que tienen la posibilidad de adherirse químicamente a las estructuras dentarias al reaccionar parte de los grupos carboxilo de sus moléculas especialmente con el calcio de la hidroxiapatita. Para que esto se produzca es necesario poner el material en contacto con el tejido dentario cuando todavía existen grupos carboxilo sin reaccionar. <sup>(7)</sup>

Propiedades físicas:

El módulo flexural es similar a la dentina al igual que el coeficiente de expansión térmica que es comparable al de la estructura del diente. La resistencia compresiva aumenta con el envejecimiento de la restauración debido a la incorporación de iones dentro de la matriz y de la cadena cruzada de estas. A pesar que la resistencia de un ion a la dentina (2 a 3 Mpa), es mucho más baja que las resinas, los estudios clínicos han demostrado que su retención en áreas de erosión cervical es considerablemente mejor que las resinas. <sup>(16)</sup>

Sus ventajas más sobresalientes son:

- Liberación de flúor
- Efecto anticariógeno
- Afinidad con el sustrato dentinario
- Mayor adhesión potencial a los tejidos dentarios <sup>(8)</sup>

## **IONÓMEROS DE VIDRIO RESINO MODIFICADOS**

Ya que el Ionómero de vidrio convencional cuenta con muchas ventajas y se convirtió en uno de los materiales más utilizados en la odontología, los fabricantes se dispusieron a mejorar las propiedades del mismo, así surgen los Ionómeros de vidrio resino modificados (CIV-R) con el objetivo de resolver las desventajas de los cementos de (CIV) tales como el corto tiempo de trabajo, el largo tiempo de fraguado y la sensibilidad a la humedad durante las etapas de endurecimiento; preservando a su vez las ventajas clínicas tales como la estética, la adhesión a los tejidos dentarios, la liberación de flúor y el aislamiento térmico.<sup>(9)</sup>

Los CIV-R son predominantemente Ionómero de Vidrio en un 80% con un 20% de resina fotocurada. Ellos endurecen mediante una reacción ácido-básica entre el ión filtrable del polvo del vidrio y el ácido poliacrílico, resultando en una transformación sol-gel. En los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina más recientes, el componente de agua es sustituido con una resina tal como el hidroxietilmetacrilato (HEMA) o BIS-GMA.

Siendo una combinación de dos materiales químicamente diferentes, sus características también son diferentes. Aunque no parece haber un consenso en este tópico, la reacción inicial parece ser una interacción ácido-base, seguida por la polimerización fotoquímica de la matriz cuando es sometida al fotocurado.<sup>(10)</sup>

La capacidad adhesiva de los CIV-R, su actividad cariostática, su menor contracción de polimerización y su capacidad para liberar el estrés de

polimerización mediante absorción de agua hacen de ellos una muy buena opción para utilizarlos como material en el consultorio dental diariamente.

Como se ha mencionado anteriormente, el Ionómero de vidrio es un material que atrae al odontólogo por sus propiedades, por lo que se utilizó para crear nuevos materiales y así surge una clasificación según su composición que se muestra a continuación.

## **CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES A BASE DE IONÓMERO DE VIDRIO**

Según su composición:

### **1. - Cementos de Ionómero de Vidrio Convencionales (CIV).**

Son denominados así ya que son los primeros en desarrollarse, están compuestos por un polvo (vidrio molido basado en sílice y alúmina). La proporción en la que se mezclan esos óxidos determina, junto con otros factores, la facilidad con que puede ser atacado por un ácido y con ello la velocidad de la reacción que determina el endurecimiento del cemento. El fabricante lo regula en función de la indicación del uso al que destinará el producto, por ejemplo: restauraciones, recubrimiento, base o relleno, restauración intermedia, sellado de fosas y fisuras, reconstrucción de muñones). Es interesante notar que para lograr la fusión de la sílice y la alúmina para formar el vidrio resulta conveniente incorporar otras sustancias que faciliten el proceso. Estas sustancias pueden ser diversas pero resultan adecuados algunos fluoruros. Hay otros óxidos que se usan también para balancear en parte el desequilibrio energético que produce la presencia de dos elementos de valencia diferente como el silicio y el aluminio y algunos otros como los de estroncio, bario o zinc para lograr

radioopacidad. Se agregan además pigmentos para imitar el color de los tejidos dentarios.

El líquido, como ya se indicó, es una solución en agua de polímeros o más habitualmente copolímeros de ácidos alquenoicos (acrílico, maleico, itacónico, etc.). Con mucha frecuencia es incorporada a la solución una cierta cantidad de ácido tartárico.

Lo que caracteriza a un Ionómero de Vidrio Convencional (CIV) es que tiene un tiempo largo de maduración después de un fraguado inicial que no agota su reacción y que su mecanismo de adhesión a los tejidos dentarios es por intercambio iónico mediante difusión entre el material y el diente, de manera que se forma una interfase continua entre ambos. No se activan con luz en ningún momento, y sólo se pueden utilizar con previa mezcla.

## **2. - Cementos de Ionómero de Vidrio con Resina (CIV-R).**

Como se mencionó anteriormente, son aquellos Ionómeros de vidrio cuya composición es un 80% Ionómero de vidrio y un 20% Resina fotocurada. Para poder obtener esto, el líquido contiene una solución acuosa de moléculas de un ácido polialquenoico que, además de tener grupos carboxilo, tiene grupos laterales vinílicos. Esto significa grupos adicionales con dobles ligaduras y por ende con capacidad de polimerizar por adición. Además, el líquido por lo general también incluye otras moléculas solubles en agua (hidrofilicas) con capacidad de polimerizar (por tener dobles ligaduras) como es el antes mencionado hidroxietilmetacrilato (HEMA). De esta manera, cuando se lo mezcla con un polvo con la composición descrita para los Ionómeros (vidrio de sílice y alúmina con fluoruros o vidrio de fluoraluminosilicato) se inicia la reacción habitual en este cemento. Como el polvo contiene además sustancias capaces de iniciar la polimerización (iniciadores) esa reacción se complementa con la unión de las moléculas polialquenoicas y las otras como las de HEMA a partir de la apertura de sus dobles ligaduras. Como en toda reacción de polimerización, la etapa de iniciación necesita ser activada para que se

produzca con eficacia. Según el iniciador que haya sido incorporado en la composición de un producto en particular esa activación puede ser hecha con luz como en los selladores (iniciadores del tipo dicetonaamina) o sobre la base de una reacción química (iniciador de tipo peróxido activado con aminas). Algunos Ionómeros de este tipo incluyen ambas posibilidades y la polimerización se da ante la acción de la citada radiación de luz o por activación química en aquellas zonas donde la luz no llega. Previamente a la aplicación de la luz el material ha debido ser mezclado. <sup>(17)</sup>

### **3. - Resinas compuestas modificadas, generalmente (aunque no exclusivamente) con ionómeros de vidrios (RC-V).**

Son aquellos materiales, para los que se propone el nombre de compómeros, El término compómero deriva de la asociación de dos palabras: COMPOsite y ionóMERO, y sugiere la combinación de las tecnologías de ambos. Caracteriza a una resina compuesta que posee, una vez polimerizada (y en contacto con la humedad), las características típicas de un Ionómero de vidrio, en el sentido de que puede producir una reacción ácido-base similar al Ionómero convencional. Resumiendo, un compómero es una resina reforzada con algunas propiedades similares a un Ionómero. Luego de polimerizado y en función del tiempo de exposición a la humedad de la cavidad bucal, el compómero experimenta una serie de reacciones químicas que le permiten una transformación en estado sólido mediante la cual es capaz de, como un Ionómero de vidrio, liberar fluoruro que precisan ineludible y exclusivamente la acción de la luz para su curado, y que son de presentación monocomponente. <sup>(16)</sup>

Ya que los distintos materiales de Ionómero de vidrio se han ido mejorando para utilizarlos en diferentes áreas de la odontología, se creó una clasificación según sus indicaciones.

Según sus indicaciones:

**Tipo I: Cementado de restauraciones rígidas.** Se requiere buena capacidad de flujo y poco espesor de película, radiopacidad y color adecuado (en el caso de cementado de restauraciones translúcidas, también llamadas estéticas, de resina o de porcelana). Evidentemente, si van a servir de material de cementado de una restauración opaca, deben ser capaces de fraguar en oscuridad.

**Tipo IIa: Restauración.** Requisitos: buena translucidez y color, resistencia a la abrasión, erosión y esfuerzos mecánicos.

**Tipo IIb:** Comprende sólo los materiales de restauración con agregados metálicos: «cermets» y asimilados.

**Tipo III: Basefondo.** Se requieren: buena radiopacidad, resistencia mecánica y compatibilidad con los otros materiales con los que deben combinarse. Es conveniente, aunque no imprescindible, un color similar al de la dentina.

**Tipo IV: Miscelánea.** Aunque algunos fabricantes comercializan productos con indicaciones altamente específicas, otros promocionan el empleo del mismo producto para más de una indicación diferente (por ejemplo, base y restauración). Se comercializan productos para utilizarse como selladores de puntos, hoyos y fisuras, material de obturación endodóntico o recubrimiento de superficies radiculares dolorosas.

Como es lógico, cada fabricante procura cubrir la gama de aplicaciones más amplia posible, viendo la composición de sus productos. Hoy en día los fabricantes principales intentan fabricar algún material de cada tipo, casi siempre en dos formulaciones: cementos de vidrio ionómero químicos (CVI-Q) y cementos de vidrio ionómero modificados con resina (CVI-R), fotopolimerizables. Las RC-V son un grupo heterogéneo, pues cada fabricante incluye un modificador diferente, produciendo un material con características distintas. <sup>(11)</sup>



## IONÓMEROS DE VIDRIO VITREBOND Y MIRAFILL

Los ionómeros de vidrio Vitrebond y Mirafill (Revestimiento) están dentro de la clasificación Tipo III (Base/fondo), aunque su composición es diferente, el Vitrebond es un Ionómero de vidrio modificado con resina y el Mirafill es Ionómero de vidrio convencional.

	TIPO I (cementado)	TIPO II (restauración)		Tipo III (basefondo)	Tipo IV (miscelánea)
		a	b		
<b>3M</b>	Vitremer Lining Center 1, R	Vitremer 2, R		Vitrebond 2, R	
<b>IVOCLAR</b>		Compoglass 3, RC		Vivaglass 2, R	
<b>GC</b>	Fuji I 1, Q Fuji Cap I 1, Q Fuji Duet 1, R	Cervical Cement 1, Q Fuji II 1, Q Fuji Cap II 1, Q Fuji II LC 2, R Fuji II LC Cap 2, R	Miracle Mix 1, C Miracle Mix Cap 1, C	Fuji Lining LC 2, R GC Lining Cement Q	Fuji III (sellado) 1, Q Dentin Cement 1, Q
<b>ESPE</b>	Ketac Cem 1, Q	Chelon 1, Q Ketac Fil 1, Q Photac Fil 2, R	Chelon Silver 1, C Ketac Silver 1, C	Ketac Bond 1, Q Photac Bond 2, R	Ketac Endo 1, Q
<b>DE TREY / DENTSPLY</b>	Aquacem 1, Q Dyract Cem 1, R	Chemfil 1, Q Dyract 3, RC		VariGlass 2, R Baseline 1, Q	
<b>VOCO</b>		Ionoseal 2, R			
<b>KERR</b>				Cavalite 3, RC	
<b>ULTRADENT</b>		Ultra-Blend 3, RC			
<b>DENMAT</b>	Infinity 2, R	Geristore 2, R			
<b>FAPRODMIR</b>	Mirafil Type 1 1, Q	Mirafil Type 2 1, Q			

### ÁCIDO FOSFÓRICO (ÁCIDO GRABADOR)

Otro de los productos que es muy utilizado en la odontología actualmente es la Resina, la cual sirve para obturar cavidades una vez que se ha colocado el Ionómero de vidrio.

Para poder alcanzar las características de sellado marginal y protección

biomecánica del remanente dentario es absolutamente necesaria la adhesión entre resina y estructuras dentarias, que junto con una satisfactoria armonía óptica y forma anatómica funcionalmente correcta, determinan el éxito de una restauración. <sup>(12)</sup>

Para lograr que las moléculas de la resina penetren en la estructura dentinaria debe "abrírseles camino", para esto es necesario realizar un grabado de las estructuras del diente, el grabado tiene por finalidad crear una superficie limpia y de alta energía superficial, con microporosidades que se pueden obtener con ácidos.

Los mejores resultados se obtienen con la utilización de ácidos, en especial, el ácido fosfórico en concentraciones que varían del 30% al 50%, cuando se trata el esmalte con ácido fosfórico, ocurre pérdida de sustancia superficial de modo irreversible e irreparable, ya que es una estructura acelular, avascular y aneuronal.

La pérdida de sustancia se da de manera superficial con una variación de 5 a 30 micrómetros dependiendo de la concentración del ácido y del tiempo de grabado.

El ácido grabador produce la creación de precipitados solubles e insolubles los cuales deben ser eliminados por un proceso de lavado, si estos precipitados no son lavados se puede producir el taponamiento de los microporos, lo cual resulta perjudicial para la adhesión, por otra parte, si se emplea poco tiempo para el lavado, el ácido puede seguir actuando causando un patrón de grabado tipo III, para una concentración de ácido fosfórico al 37% es suficiente un lavado de 30 segundos, los ácidos coloreados tienen mayor viscosidad y se retienen en el tejido dentario, por lo cual el tiempo se aumenta a 45 segundos. El esmalte debe ser secado posteriormente durante un tiempo de 30 segundos. <sup>(13)</sup>

## **Scotchbond™ GEL GRABADOR**

Es un agente grabador de ácido fosfórico empleado para grabar esmalte y dentina, sistemas de adhesión dental.

## IMPORTANCIA DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA EN EL IONÓMERO DE VIDRIO

La resistencia compresiva es la tensión máxima que genera el material antes de romperse.

Para entenderlo mejor es necesario determinar el significado de la tensión compresiva: son dos fuerzas de igual dirección y sentidos opuestos, que aplastan al cuerpo sobre el que actúan, disminuyendo su longitud. El material ejerce una fuerza (resistencia) que se opone a esta compresión.

Esta resistencia compresiva se mide en Megapascal (Mpa) el submúltiplo del Pascal (Pa) que es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 Newton (N) sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma. Por lo que el Megapascal (Mpa) equivale a  $\text{N/mm}^2$  (Newton / milímetro<sup>2</sup>).<sup>(17)</sup>

La resistencia de la dentina tiene gran importancia para tomar la mejor decisión al escoger el material dental que utilizaremos para sustituirla. Son numerosos los estudios realizados en este sentido. Bowen y Rodriguez (1962) publicaron que la resistencia de la dentina a la tensión se encuentra en torno a los 52 MPa, mientras que Lehman (1967) alrededor de los 37 MPa. Smith y Cooper (1971) publicaron valores de 39 MPa en las proximidades de la cámara pulpar y de 131 MPa cerca de la unión amelodentinaria utilizando una técnica de cizalla con punzón. Otros autores utilizaron el método de resistencia a la cizalla en un plano único (Gwinnet, 1994; Watanabe *et al.*, 1996). Watanabe *et al.* (1996) determinó la resistencia de la dentina entre  $78 \pm 13$  MPa y  $91.8 \pm 12.7$  MPa dependiendo de la localización y de la orientación tubular.

La resistencia compresiva de los materiales dentales, en este caso el Ionómero de vidrio, es muy importante ya que necesitan ser lo suficientemente resistentes para soportar las cargas masticatorias; Durante la masticación actúan distintas fuerzas,

como esfuerzos de tracción, flexión y compresión. El conocimiento sobre estos esfuerzos, en especial los de compresión, permitirá al profesional tomar la mejor decisión al momento de obturar una cavidad con vidrio ionómero en relación a su comportamiento biomecánico, evitando así el fracaso de dichas obturaciones a cargo de fuerzas masticatorias.

## **HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

H<sub>1</sub>: Existirá un cambio en la resistencia compresiva de los dos lonómeros de vidrio al grabarlos con ácido fosfórico.

H<sub>2</sub>: Cuando se grabe el lonómero de vidrio con el ácido fosfórico inmediatamente después de que fragüe existirá una diferencia en la resistencia compresiva del mismo en comparación con el lonómero de vidrio que será grabado a las 24 horas después de su fraguado.

H<sub>3</sub>: La resistencia compresiva del lonómero de Vidrio Vitrebond® (3M) será mejor en comparación con el lonómero de vidrio Mirafill (Faprodmir).

## **HIPÓTESIS NULAS**

HO<sub>1</sub>: No existirán cambios en la resistencia compresiva de los dos lonómeros de vidrio al grabarlos con ácido fosfórico.

HO<sub>2</sub>: Cuando se grabe el lonómero de vidrio con el ácido fosfórico inmediatamente después de que fragüe no habrá una diferencia en la resistencia compresiva del mismo en comparación con el lonómero de vidrio que será grabado a las 24 horas después de su fraguado.

HO<sub>3</sub>: La resistencia compresiva del lonómero de Vidrio Mirafill (Faprodmir) será mejor en comparación con el lonómero de vidrio Vitrebond® (3M).

### **VARIABLE DEPENDIENTE:**

Resistencia compresiva.

### **VARIABLE INDEPENDIENTE:**

Tipo de lonómero: a) Vitrebond b) Mirafill

Momento en el que se realizará el grabado: a) Inmediatamente después del endurecimiento b) 48 horas después del endurecimiento.

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1.- Se mezcló con una espátula plástica el Ionómero de vidrio Vitrebond y una espátula metálica el Ionómero de Vidrio Mirafill (con las medidas que indica la casa fabricante) y se depositó inmediatamente en los moldes preformados (Fig. 1), proporcionados por el Laboratorio de Biomateriales Dentales de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, hasta la línea indicadora del molde, los cuales tenían la medida estándar de 4mm de diámetro y 6 mm de espesor.

2.- En el caso de las muestras de Vitrebond, se cubrieron por ambos lados con bandas Mylar (Fig. 2) y se polimerizaron con lámpara para polimerizar Bluephase C8 (Ivoclar).

3.- Tanto en las muestras de Vitrebond como en las de Mirafill Se tomaron dos lingotes de metal (Fig. 3) y con unas prensas (Fig. 4) se prensaron junto con los moldes prefabricados (Fig. 5)



Fig. 1 Moldes Preformados



Fig. 2 Molde preformado con Vitrebond



Fig. 3 Lingotes metálicos para prensas



Fig. 4 Prensas



Fig. 5 Molde prefabricado y lingotes metálicos prensados

4.- La prueba se realizó en un entorno que mantuvo una temperatura de 23°C, se utilizaron mezclas frescas para cada muestra.

5.- Se conformaron cuatro grupos de la siguiente manera:

- A. Los Grupos Control estuvieron compuestos por 7 muestras de cada marca: **Grupo Control Vitrebond (GCV) y Grupo Control Mirafill (GVM)**, a los que no se les aplicó ácido fosfórico al 37% Scotchbond,
- B. El grupo experimental con **Ionómero de Vidrio Vitrebond grabado Inmediatamente (GVI)** estuvo constituido por 7 muestras a las que se les aplicó en la parte superior ácido fosfórico al 37% Scotchbond durante 15 segundos, inmediatamente después de que el Ionómero de vidrio polimerizó, se lavaron con agua durante 40 segundos y se guardaron en tubos de almacenamiento con agua desionizada dentro de una cámara de estabilidad a una temperatura de 37°C durante 48 horas. Para después realizar la prueba en el Instron 5567.
- C. El grupo experimental con **Ionómero de Vidrio Vitrebond grabado Después de 48 horas (GVD)** estuvo constituido por 7 muestras las cuales y se guardaron en tubos de almacenamiento con agua desionizada dentro de una cámara de estabilidad a una temperatura de 37°C durante 48 horas, al sacarlas se aplicó en la parte superior ácido fosfórico al 37% Scotchbond durante 15 segundos y se lavaron con agua durante 40 segundos, esperamos 15 minutos a que se seque la muestra para después se realizar la prueba en el Instron 5567.
- D. El grupo experimental con **Ionómero de Mirafill grabado Inmediatamente (GMI)** estuvo constituido por 7 muestras a las que se les aplicó en la parte superior ácido fosfórico al 37% Scotchbond durante 15 segundos (Fig. 6), inmediatamente después de que el Ionómero de vidrio polimerizó, se lavaron con agua durante 40 segundos y se guardaron en tubos de almacenamiento

con agua desionizada dentro de una cámara de estabilidad a una temperatura de 37°C durante 48 horas. Para después realizar la prueba en el Instron 5567.

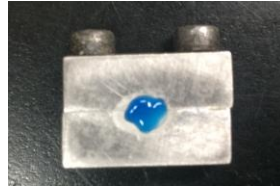


Fig. 6 Muestra de Mirafil con ácido grabador.

E. El grupo experimental con **Ionómero de Vidrio Mirafill grabado Después de 48 horas (GMD)** estuvo constituido por 7 muestras las cuales y se guardaron en tubos de almacenamiento con agua desionizada (Fig. 7) dentro de una cámara de estabilidad a una temperatura de 37°C durante 48 horas (Fig. 8), al sacarlas se aplicó en la parte superior ácido fosfórico al 37% Scotchbond durante 15 segundos y se lavaron con agua durante 40 segundos, esperamos 15 minutos a que se seque la muestra para después se realizar la prueba en el Instron 5567.



Fig. 7 Muestra de Mirafil en tubo de almacenamiento.



Fig. 8 Cámara de estabilidad

6.- Se midieron las muestras con un vernier (Fig. 9) para ingresar esos datos al programa Serie IX de la máquina de pruebas Instron, las medidas de las muestras oscilaron entre 3.96 y 4 mm de diámetro por 6 mm de espesor se colocó cada muestra en la máquina de pruebas mecánicas (INSTRON, modelo 5567) (Fig. 10) y se aplicó una carga compresiva a una velocidad de 1 mm/min. Cuando la muestra se fracturó (Fig. 11), se registró la carga aplicada, y se calculó la



resistencia a la compresión, en megapascales (MPa) por medio del programa Serie IX.



Fig. 9 Medición con Vernier de una muestra de Vitrebond



Fig. 10 Muestra de Mirafil en Instron



Fig. 11 Muestra de Mirafil después de la prueba de resistencia compresiva

7.- Se comparó el estado de las muestras antes y después de la prueba de resistencia compresiva con la máquina de pruebas mecánicas Instron (Fig. 12, 13 y 14)



Fig. 12 Muestra de Mirafil (después de la prueba de resistencia compresiva con instron a la izquierda y antes a la derecha)

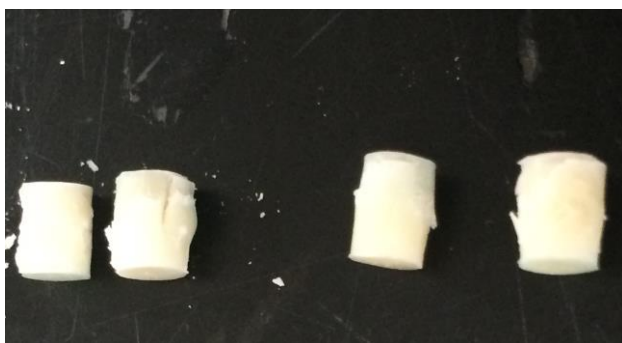


Fig. 13 Muestras de Vitrebond después de la prueba de resistencia compresiva con Instron



Fig. 14 Muestras de Mirafil después de la prueba de resistencia compresiva con Instron

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

- 4) Para el análisis se realizará una estadística descriptiva con tablas de comparaciones múltiples y las tablas se representarán en gráficas. (Anexo 1)
- 5) Se analizarán los resultados con la prueba estadística t de student.

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se evaluaron los cambios de la resistencia compresiva de los Ionómeros de Vidrio Vitrebond y Mirafil al grabarlos con ácido fosfórico a diferentes tiempos. Para realizar el estudio se organizaron 6 grupos conformados por 7 muestras cada uno; un grupo control para cada uno de los Ionómeros, un grupo de Vitrebond y un grupo de Mirafil a los que se les aplicó ácido grabador inmediatamente después de que las muestras endurecieron (fotopolimerizar el Vitrebond / Fraguara el Mirafil). Y un grupo de cada Ionómero a los que se les aplicó el ácido grabador 48 hrs. después de que el Ionómero endureciera.

Los resultados obtenidos por Vitrebond se pueden observar en las Tablas 1 y 2 y los resultados obtenidos por Mirafil se observan en las Tablas 3 y 4.

En la tabla 1 podemos observar que el grupo control de Vitrebond (GVC) tiene un promedio de resistencia compresiva de 74.3938 Mpa, con una resistencia mínima de 70.238 Mpa y una máxima de 78.439 Mpa.

El grupo de Vitrebond al cual se les aplicó ácido grabador inmediatamente después del polimerizado (GVI) tiene un promedio de resistencia compresiva de 44.491 Mpa, un 40% menos que el grupo control. El grupo de Vitrebond al que se le aplicó el ácido grabador 48 horas después del polimerizado (GVD) presentó un promedio de resistencia compresiva de 67.264 Mpa, tan solo un 10% menos que el grupo control y un 34% más que el grupo que se grabó inmediatamente.

En la tabla 4 se muestra la resistencia compresiva del Ionómero de Vidrio Mirafil en Mpa, el promedio que presentó el grupo control (GMC) es de 134.10 Mpa, con una resistencia máxima de 158.012 Mpa y una mínima de 119.59 Mpa.

El grupo de Mirafil al cual se les aplicó ácido grabador inmediatamente después de que endureciera (GMI) tienen un promedio de resistencia compresiva de 67.14 Mpa, un 50% menos que el grupo control. El grupo control de Mirafil al cual se le aplicó el ácido grabador a las 48 horas después (GMD) del endurecimiento presentó un promedio de resistencia compresiva de 78.62 Mpa, que representa un 41% que el grupo control y solo un 15% más que las muestras que se grabaron inmediatamente.

	VITREBOND GRUPO CONTROL (GVC)	VITREBOND CON ACIDO INMEDIATAMENTE (GVI)	VITREBOND CON ACIDO A LAS 48 HRS (GVD)
MEDIA	74.767	44.803	67.746
MEDIANA	74.39388	44.49175	67.26438
MINIMO	70.238	42.144	64.54
MAXIMO	78.439	46.287	69.251

**TABLA 1.** Descripción de los resultados la resistencia compresiva de las muestras en Mpa del Ionómero de Vidrio Vitrebond.

	MIRAFIL GRUPO CONTROL (GMC)	MIRAFIL CON ACIDO INMEDIATAMENTE (GMI)	MIRAFIL CON ACIDO A LAS 48 HRS (GMD)
MEDIA	127.752	68.409	77.234
MEDIANA	134.1013	67.14763	78.62563
MINIMO	119.598	58.341	73.832
MAXIMO	158.012	76.345	86.385

**TABLA 2.** Descripción de la resistencia compresiva de los grupos en Mpa del Ionómero de Vidrio Mirafil.

De acuerdo a lo resultados obtenidos, se determinó mediante una prueba t de student que tanto Vitrebond como Mirafil, presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los Grupos Control y los Grupos a los que se les aplico ácido inmediatamente, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los Grupos Control y los que se grabaron a las 48 horas.

## **CONCLUSIONES**

En Vitrebond, al comparar los dos grupos a los que se les aplicó ácido grabador (GVI y GVD) con el grupo control (GVC) pudimos observar que la resistencia compresiva se ve reducida en GVI y GVD; pero en GVI es aún menor. Con estos resultados se considera que es contraproducente aplicar ácido grabador al Ionómero de vidrio inmediatamente después del fotopolimerizado ya que disminuye ampliamente su resistencia compresiva y es favorable esperar 48 horas o más para que la afectación en el material sea menor.

En Mirafil, podemos ver que al comparar los dos grupos a los que se les aplicó ácido grabador (GMI y GMD) con el grupo control (GMC) pudimos observar que la resistencia compresiva se ve reducida en GMI y GMD; en GMI es ligeramente menor, por lo que en el caso de Mirafil, se considera es recomendable evitar, en lo

que sea posible, el contacto con el ácido grabador para que no se vea afectada la resistencia compresiva del material.

Al comparar las dos marcas podemos determinar que Mirafil tiene una resistencia compresiva mayor que Vitrebond, pero al observar el estado de las muestras después de la prueba, podemos darnos cuenta que las muestras de Vitrebond están fracturadas en la parte media mientras que las de Mirafil están destruidas, esto es porque el Ionómero de Vidrio Vitrebond solo se reblandece, ya que es un material más “moldeable”, por lo que mantiene su forma, mientras que el Mirafil se ve claramente afectado y se rompe completamente al aplicar las cargas.

Podemos concluir que es necesario utilizar ácido grabador en una cavidad con Ionómero de vidrio, es mejor utilizar un material más constante como lo es Vitrebond y si es posible aplicar el ácido grabador 48 horas o más posteriormente de que el material haya polimerizado. Y utilizar Mirafil en obturaciones en las que no sea necesario aplicar ácido grabador, ya que tiene más resistencia compresiva que Vitrebond siempre y cuando no sea grabado.

## **DISCUSIÓN**

La resistencia a la fractura del Ionómero de vidrio Vitrebond y Mirafil puede verse afectada por diferentes factores tales como: micro filtración, humedad, desecación, mala manipulación del material, poco tiempo de maduración y cargas oclusales.

En el artículo de Stefany Gil Garcia (2013) se menciona que la adhesión de partículas de sílice al polvo de los Ionómero de vidrio resino-modificados ha mostrado mejores resultados después de 24 horas en la resistencia compresiva, lo cual se ha podido comprobar en el estudio, si observamos la Tabla 1. Y la tabla 2 antes mencionadas nos podemos dar cuenta que la resistencia compresiva de las muestras de Vitrebond solo disminuyo un 10% mientras que las de Mirafil un 40% a las 48 horas, esto puede ser ya que Mirafil es un Ionómero de Vidrio convencional. Otro estudio (Sumita, 1994) menciona que la resistencia

compresiva de los Ionómero de vidrio convencionales, fue menor que la de los reforzados con resina; lo cual por medio de este estudio podemos darnos cuenta de que es lo contrario, Mirafil (Ionómero de vidrio convencional) tienen mayor resistencia compresiva sí lo compramos con Vitrebond (Ionómero de Vidrio Resino modificado), lo cierto es que Mirafil se ve claramente afectado por el Ácido Grabador, ya sea aplicado inmediatamente o a las 48 horas.

Stefany Gil y colaboradores mencionan en el artículo “Cambios en la resistencia compresiva del Ionómero de vidrio al ser grabado con ácido ortofosfórico” (2013) que: “Con los hallazgos encontrados en este estudio se puede determinar que el grabado ácido se puede realizar sobre el Ionómero de vidrio, debido a que el ácido ortofosforico y su lavado no generan alteración en la resistencia compresiva de este”. En este estudio podemos comprobar lo contrario ya que hay una diferencia del 50 o 51% en ambos Ionómero al grabarlos inmediatamente por lo que hay que considerar aplicar el ácido grabador 48 horas después del endurecimiento del material.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1) Hernández G. & Moraga C. (2013). Resistencia Compresiva del Vidrio Ionómero Ionofil Molar y Vitremer según tiempo de exposición en saliva artificial. Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral, Vol. 08, pp. 75-77.
- 2) Macchi R. (2007). Materiales Dentales. Argentina: Médica Panamericana. p. 137
- 3) Macchi R. (2007). Materiales Dentales. Argentina: Médica Panamericana. p. 138
- 4) Hidalgo R. (2009). Ionómeros de vidrio convencionales como base en la técnica restauradora de sándwich cerrado: su optimización mediante la técnica de acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo. Acta odontológica venezolana, Vol. 47, p. 4.
- 5) Pradelle-Plasse N., Nechad S., Tavernier B. & Colon P. (2001). Effect of dentin adhesive on the enameldentin composite interfacial microleakage. American Journal of Dentistry, Vol. 14, pp. 344-349.
- 6) Hidalgo R. (2009). Ionómeros de vidrio convencionales como base en la técnica restauradora de sándwich cerrado: su optimización mediante la técnica de acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo. Acta Odontológica Venezolana, Vol. 47, p. 5.
- 7) Macchi R. (2007). Materiales Dentales. Argentina: Médica Panamericana. p. 138
- 8) Ochoa C. & Rueda, K. (2006). Utilización del Ionómero de vidrio como material de obturación coronal temporal. Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 16, pp. 344-349.
- 9) Guzmán R. (2001). Evaluación Clínica de un Ionómero de Vidrio Modificado. Acta Odontológica, 39, pp. 54-68.
- 10) Macchi R. (2007). Materiales Dentales. Argentina: Médica Panamericana. p. 139
- 11) Macchi R. (2007). Materiales Dentales. Argentina: Médica Panamericana. p. 167

- 12) Garcia G., Mosquera A., Hoyos L. & Dominguez J. (2013). Cambios en la resistencia compresiva del ionómero de vidrio al ser grabado con ácido ortofosfórico. Revista Nacional de Odontología, Vol. 9, pp. 67-73.
- 13) Sidhu SK., Sheriff M., Watson TF. (2008). The effects of maturity and dehydration shrinkage on resin-modified glass-ionomer restorations. Journal of Dental Research. Vol. 8, pp. 149-154
- 14) Hernández A. (2012). Comparación de la resistencia compresiva entre diferentes tipos de ionómeros de vidrio. Publicación Científica Facultad de Odontología UCR. Vol. 14. pp. 55-58
- 15) Sistema Internacional de Medidas. (2008). Oficina Internacional de Pesas y Medidas.
- 16) Avances en cementos de ionómero de vidrio. (2009). Davidson C. Revista de Mínima Intervención en Odontología. Vol. 2 pp. 171-182
- 17) Macchi R. (2007). Materiales Dentales. Argentina: Médica Panamericana. p. 142