



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FUERZA DE  
ADHESIÓN DE UN IONÓMERO DE VIDRIO SOBRE  
RESTAURACIONES INDIRECTAS A BASE DE  
RESINA.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

SANTIAGO H. DÍAZ PRIETO

TUTOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres,  
Por apostar y creer en mí,  
Aún en momentos donde ni yo lo hacía.  
Por invertir su tiempo, amor, dinero y esfuerzo en hacer de mí y de mi hermana  
mejores personas.  
Les aseguro somos su mejor inversión. Son mi ejemplo a seguir, y todo lo que escriba  
nunca será suficiente para agradecerles y expresarles lo mucho que los quiero.  
Gracias infinitas.*

*A mi hermana Ximena, la bebe más inteligente del mundo,  
Por ser mi aliada y cómplice en todo momento,  
Por entenderme cuando nadie más me entiende.  
Por ser mi más grande admiradora, créeme yo soy tu más grande admirador.  
Te quiero mucho hermanita.*

*A mi familia  
A quienes están y a quienes se nos han ido,  
Pueden estar orgullosos de mí, así como yo estoy de ustedes,  
No los decepcionaré  
Gracias por estar y haber estado siempre  
Los quiero mucho.*

*A mis maestros,  
Desde el primero que me dio clase, hasta el último,  
Porque durante todas las etapas de mi educación,  
He aprendido algo de cada uno de ustedes, desde lo bueno hasta lo malo,  
Cada uno ha dejado su huella, para que el día de hoy sea quien soy.  
Gracias*

*A mis amigos,  
Por ser siempre esa pieza que completa la historia.  
Por las risas, lágrimas, corajes, cruzadas, historias, patoaventuras y lecciones.  
Por estar conmigo durante esta etapa, las anteriores y las próximas.  
No los podría nombrar uno a uno, pero ustedes saben que cada uno tiene un lugar  
especial en mi vida.  
Los quiero mucho*



## ÍNDICE

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introducción</b>               | <b>3</b>  |
| <b>2. Antecedentes</b>               | <b>4</b>  |
| <b>3. Planteamiento del problema</b> | <b>17</b> |
| <b>4. Justificación</b>              | <b>17</b> |
| <b>5. Hipótesis</b>                  | <b>18</b> |
| <b>6. Objetivos</b>                  | <b>19</b> |
| <b>7. Metodología</b>                | <b>20</b> |
| <b>8. Resultados</b>                 | <b>36</b> |
| <b>9. Conclusiones</b>               | <b>38</b> |
| <b>10. Fuentes de Información</b>    | <b>39</b> |



## 1. INTRODUCCIÓN

La adhesión es un fenómeno básico que debemos comprender para llevar a cabo una odontología restauradora adecuada y efectiva. La odontología estética es adhesiva, y exige el uso de agentes cementantes que cumplan la función de unión entre el diente y la restauración por lo cual debe existir una adhesión del cemento a ambos medios.

En la literatura se menciona la fuerza de adhesión que mantienen los cementos de ionómero de vidrio al tejido dental (esmalte y dentina), pero no existen datos sobre la fuerza de adhesión que mantiene el ionómero de vidrio con el material restaurador.

Es por eso que con este estudio, se busca comparar la fuerza que mantiene este agente cementante con restauraciones indirectas a base de resina, en comparación de otros sistemas, como son los cementos a base de resinas duales.



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Adhesión

La palabra adhesión tiene su origen en el latín *adheosio* (Guzmán H, 1999) y significa unir o juntar dos o más partes. En odontología siempre ha sido una meta que la restauración no se separe del diente, por lo cual la odontología siempre ha sido adhesiva, aun cuando no siempre se haya utilizado un material adhesivo.

Existen dos tipos de adhesión

- Física: dos superficies se mantienen unidas al enfrentarse físicamente entre ellas , como por ejemplo: la unión mecánica, que se basa en las fuerzas de enlace secundario entre la interacción de dipolos moleculares (fuerza de Van der Waals), entre nubes electrónicas (enlaces de hidrógeno)<sup>3</sup>

Los enlaces secundarios son incapaces de asegurar por si solos una unión a largo plazo, ya que se degradan por la penetración de agua en la interface. Por lo que es necesario buscar enlaces primarios o bien una retención mecánica.<sup>9</sup>

- Química: existe intercambio de iones entre las moléculas de las 2 superficies, como por ejemplo el enlace covalente, iónico o metálico.<sup>3</sup>

Dentro de la unión mecánica existe una unión atómica y otra molecular, sin embargo existe una unión en la cual hay un intercambio iónico molecular entre algunos materiales y estructuras dentales (Smith D, 1991) como el ionómero de vidrio que genera puentes químicos. Este mecanismo de unión

entre el ionómero y el diente recibe el nombre de adhesión específica o verdadera.

La adhesión química se da cuando el adhesivo y el adherente experimentan una interacción química en la superficie de contacto, debido al fenómeno de quelación que se da entre las moléculas carboxílicas, presentes en cementos de ionómero de vidrio o policarboxilato de zinc, con los iones metálicos de  $\text{Ca}^+$ , presente en el esmalte y la dentina. El proceso de quelación consiste en la unión de ciertas moléculas quelantes con iones metálicos, que al unirse forman una estructura estable que recibe el nombre de quelato. (Barceló, 2003)

Frecuentemente en la descripción de los mecanismos de adhesión se mencionan más formas de interacción, y con el advenimiento de nuevas tecnologías se han examinado los fenómenos adhesivos en forma más profunda, por lo tanto es necesario destacar que el límite entre adhesión química, física y mecánica es muy tenue y depende de los materiales utilizados.<sup>3</sup>

Para que exista adhesión, es un requisito que las sustancias estén lo más cerca entre sí. Para que existan fuerzas moleculares la distancia entre dos superficies debe oscilar en el nanómetro.

Si entendemos al sistema adhesivo como el *elemento líquido* y al sustrato como la *superficie sólida* es más fácil entender las características de los sistemas adhesivos, basándonos en conceptos físicos de la materia. Es necesario cumplir los requerimientos de contacto íntimo entre adhesivo y sustrato para obtener una adhesión eficiente.<sup>3, 10</sup>

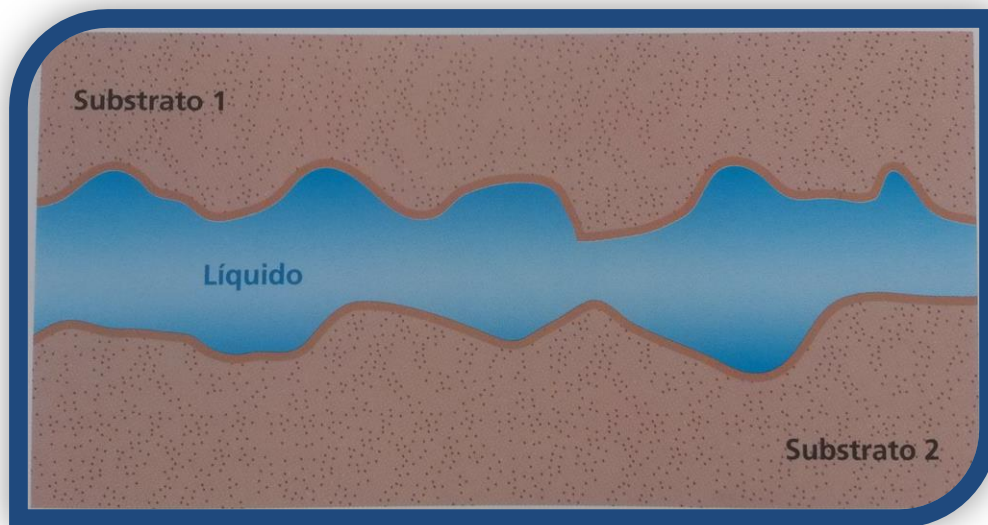


Figura 1. Se observa la interfase entre sustratos, la cual debe ser mínima para una correcta adhesión

### 2.1.1 Energía superficial

La energía superficial de un material se debe a la movilidad entre los átomos externos en la estructura molecular, que no están estabilizados por las cargas de otros átomos limítrofes como en el interior del material<sup>3</sup>. Este concepto se aplica a sólidos, en odontología se busca lograr una alta energía superficial de la estructura que se va a unir.<sup>5</sup>





### 2.1.2 Tensión superficial

La tensión superficial es generada cuando los átomos externos están sometidos a una fuerza contráctil hacia el cuerpo, formando por ejemplo la forma esférica de una gota de agua<sup>3</sup>.

Este concepto se aplica a líquidos, en odontología se busca lograr una baja tensión superficial del líquido o adhesivo.<sup>5</sup>

### 2.1.3 Humectabilidad

La efectividad de la adhesión depende de la capacidad del cemento para cubrir todo el sustrato, la humectabilidad es la capacidad de un líquido para mojar un sólido.

Mientras más baja sea la tensión superficial de un líquido frente a un sólido de alta energía superficial, mayor será su capacidad de humectación.<sup>6</sup>

El ángulo de contacto, que es el ángulo que forma un líquido sobre una superficie, influye directamente en la capacidad de humectación de un líquido. A menor valor de este ángulo, mayor capacidad humectante y viceversa.<sup>8</sup> (Fig. 2)

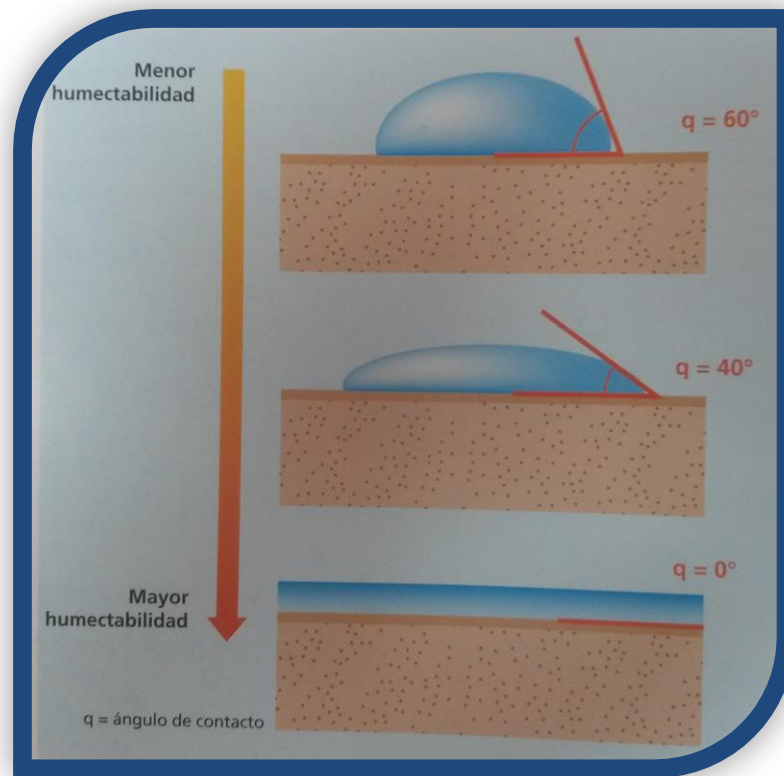


Figura 2. Se observa como a medida que se baje el ángulo de contacto aumenta la capacidad de humectabilidad

## 2.2 Ionómero de vidrio

Este material fue introducido por Wilson y Kent en 1971, la composición básica de los ionómeros de vidrio es la siguiente

| Polvo                | Líquido                             |
|----------------------|-------------------------------------|
| Sílice               | Ácido poliacrílico, polialquenólico |
| Alumina              | Ácido itaconico                     |
| Fluoruro de calcio   | Acido tartárico                     |
| Fluoruro de sodio    | Agua                                |
| Fluoruro de aluminio | Ácido maleico                       |



Existen varias presentaciones y variaciones que se han ido introduciendo en los años posteriores a su creación, la más común es la presentación polvo líquido, sus proporciones varían de acuerdo al fabricante y a su indicación clínica. El ácido está disuelto aproximadamente al 50% en agua, mientras que el polvo viene en partículas que oscilan entre las 2 y 15 micras.

Los cementos de ionómero de vidrio tienen propiedades excepcionales que los hacen útiles como material de restauración o agente cementante, entre las cuales incluyen adhesión química a la estructura dental, adhesión a materiales de base, propiedades anticariogénicas por la liberación de fluoruro, compatibilidad térmica con el diente, baja citotoxicidad, biocompatibilidad y coeficiente de expansión térmica (CELT) similar al diente.<sup>7</sup>

Entre las limitantes que tienen los ionómeros de vidrio existe la baja resistencia a la fractura del material, la opacidad y la sensibilidad a la humedad en las etapas iniciales de la colocación. (Subramami, 2013)

### 2.2.1 Adhesión a las estructuras dentarias

Los cementos de ionómero de vidrio se adhieren químicamente al diente, al reaccionar los grupos carboxilo de sus moléculas con el calcio de la hidroxiapatita del esmalte, para esto es necesario que el contacto se produzca al existir grupos carboxilo sin reaccionar, y se puede mejorar acondicionando la superficie con soluciones de ácidos polialquenoicos (Macchi 2007)

Además de los enlaces iónicos que se dan entre el ionómero y la hidroxiapatita, los enlaces bipolares poseen un rol fundamental, sobre todo cuando el sustrato es dentina, por eso la adhesión entre cementos de ionómero de vidrio debería ser considerada como una adhesión de tipo físico química.



## 2.3 Restauraciones Indirectas

Cuando la pérdida de estructura dental no permite el uso de materiales directos para su restauración, se puede utilizar una restauración confeccionada fuera de la boca del paciente, sobre un modelo de la pieza, para su posterior fijación al diente, para lo cual se utiliza un material o agente cementante que servirá de interface entre el diente y la restauración y como medio de unión.

Para la retención de estas restauraciones rígidas se deben reunir una serie de condiciones:

- Debe cumplir con un sellado de los márgenes de la preparación
- Debe proporcionar protección mecánica al tejido remanente.
- Al requerir de preparaciones no retentivas es necesario un medio de unión que impida el desalojo de estas.

Son varios los materiales que se utilizan como agente cementante entre los que se encuentran el ionómero de vidrio y las resinas compuestas.

### 2.3.1 Resinas compuestas para restauraciones indirectas

Las restauraciones indirectas pueden confeccionarse con un material de base orgánica, siendo el composite el más común, el cual es una resina reforzada, que mantiene una matriz orgánica, que da un polímero final de cadenas cruzadas con estabilidad en el medio bucal y características mecánicas favorables.

La matriz orgánica esta combinada con partículas cerámicas silanizadas, para asegurar la unión entre ellas, aproximadamente el 50 % en volumen poseen



alta carga cerámica, combinando distintos tamaños de partículas, para asegurar buenas propiedades mecánicas.

El tamaño de las partículas de relleno inorgánico determina las propiedades del composite. Por ello, los componentes se clasifican de acuerdo con el tipo de relleno utilizado (Lutz et al., 1983). Las partículas de relleno con un tamaño de grano inferior a 1  $\mu\text{m}$  se denominan microrrelleno.

Las partículas de relleno grandes permiten una mayor carga de relleno, elevando así su estabilidad física y reduciendo la contracción producto de la polimerización. Los rellenos grandes poseen ciertas desventajas como una elevada abrasión, ya que estas partículas de relleno se llegan a disolver en las áreas expuestas a la carga. Estas partículas de relleno grandes suelen estar formadas por vidrio o cerámica de vidrio.

Los composites de microrrelleno suelen presentar menor abrasión, mayor facilidad de pulido y un brillo superficial clínicamente estable, las resinas de microrrelleno no permiten una alta carga de relleno. Por lo tanto tienen una estabilidad física menor y presentan una alta contracción al momento de la polimerización. El alto contenido en monómero proporciona al material una consistencia pegajosa. Los microrrellenos suelen ser dióxidos de silicio pirogénicos.

El material requiere de un sistema que inicie la polimerización y que lo acelere convenientemente, con la ventaja que le brinda ser una polimerización fuera del medio bucal, la cual no tiene límite de temperatura, ni produce daños por el calor utilizado. Generalmente se utiliza como activador calor y presión para que los iniciadores de la polimerización se activen.



### 2.3.1.1 Cementación de Restauraciones indirectas a base de resina

Las incrustaciones a base de resina deben ser cementadas con cementos a base de resina compuesta. Estos cementos surgen por la necesidad de controlar el fraguado y aprovechar las ventajas de las resinas compuestas. Estas son más resistentes y estéticas que los cementos de ionómero, entre sus ventajas se encuentra la fuerte unión que presentan al adhesivo y la baja solubilidad que presentan en el medio bucal.<sup>1, 3</sup>

Entre las desventajas que presentan se encuentra la disminución de carga mineral de la resina para obtener la fluidez, así como, una mayor contracción a la polimerización y una reducción a la resistencia de desgaste.<sup>1</sup>

Los cementos compuestos tradicionales requieren la utilización de un sistema adhesivo por cuenta del sustrato dentario y una preparación adecuada de la superficie de la restauración a interactuar.

Un cemento resinoso contiene generalmente entre sus componentes:

- Fase orgánica: una matriz orgánica constituida por BIS- GMA entre otras.
- Fase inorgánica: relleno mineral.

Cuando el cemento se somete a cargas, la fase orgánica es más dúctil, transmitiendo las fuerzas al relleno, que por su rigidez, se opone a la deformación.

La reacción de polimerización requiere la presencia de iniciadores, compuestos que contienen un enlace relativamente débil que, por su



reacción con otra sustancia, o por efecto de luz o calor se rompe, dando inicio a una reacción en cadena que lleva a la polimerización del material.<sup>3</sup> En base al sistema iniciador podemos clasificarlos en:

- *Cementos Fotopolimerizables*

Generalmente están presentados en una pasta individual suministrada en una jeringa, opaca e impenetrable a la luz, el iniciador suele ser una canforoquinona. Esta molécula genera un radical posterior a la irradiación con luz (UV o visible).

Estos cementos utilizan el sistema de fotoactivación y presentan una elevada contracción por polimerización. En zonas profundas es posible que la luz no llegue a activar la sustancia activadora, dejando al cemento con un bajo grado de conversión.<sup>3</sup>

- *Cementos Autopolimerizables*

Están basados en un sistema de polimerización química, lo cual resta control sobre el tiempo de polimerización, pero cuenta con la ventaja de un menor estrés por contracción, que es parcialmente liberado por el desplazamiento viscoso.

Estos cementos suelen presentarse en forma de dos pastas, que incluyen pequeñas cantidades de otras sustancias como inhibidores, retardantes y estabilizadores, que buscan prolongar el tiempo de trabajo que nos brinda el material.<sup>3</sup>

- *Cementos Duales*

Los cementos duales aprovechan ambos sistemas de iniciación. Se presentan en dos pastas, en la cual una por lo general contiene peróxido



de benzoilo, y en la otra está presente una amina aromática que funciona como activador químico del peróxido.

La ventaja de los cementos duales es que el endurecimiento se da aún en las zonas donde la luz ultravioleta no logra penetrar por debajo de la incrustación, el tiempo de trabajo está definido por el momento en que empieza la mezcla.

Existen también los cementos a base de resina autoadhesivos, los cuales no requieren de un pretratamiento de la superficie de adhesión (dentina o base cavitaria), como ventaja presenta una aplicación única, no requiere de grabado ácido y la aplicación de un imprimador y del agente de enlace en el sustrato dentinario, dando con ello una simplificación del procedimiento operatorio, y por otra parte una estandarización del resultado final.<sup>3</sup>

#### 2.3.1.2 Sistema SR Adoro

##### *Rellenos de SR Adoro*

Entre las ventajas de las partículas de relleno grandes se encuentra la posibilidad de combinarse con aquellas de los microrrellenos hasta un cierto grado, utilizando relleno de polímero molido (copolímeros) para la fabricación de los composites. Para producir un copolímero, primero hay que preparar un composite de microrrelleno, fragmentarlo y molerlo hasta obtener partículas de hasta 10-30  $\mu\text{m}$ . Este copolímero se utiliza para producir un composite, el cual solo incorpora microrrelleno inorgánico. Si se polimeriza un composite de este tipo, los copolímeros se integran totalmente en la resina, dando como resultado un composite homogéneo con una alta carga de microrrelleno inorgánico.



### *Manipulación de SR Adoro*

Las restauraciones indirectas a base de resina utilizan distintos sistemas para su polimerización, algunos requieren de luz calor u hornos especiales, esto dependiendo de la casa comercial, para el caso del sistema SR Adoro es compatible para su procesado con los aparatos del sistema Targis (fig. 3) y con el Lumamat 100. (fig.4)

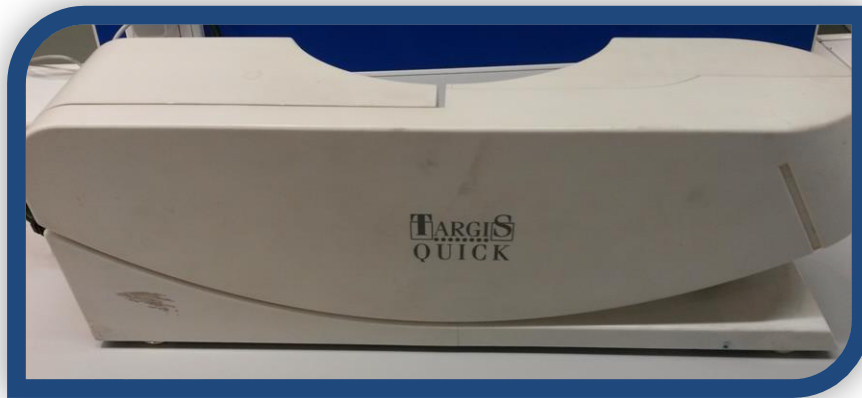


Figura 3 Maquina Targis Quick



Figura 4 Maquina Lumamat 100

***Datos técnicos de SR Adoro***

- Composición de los principales materiales:

|                                       | SR Adoro Dentina | SR Adoro Incisal | SR Adoro Add On |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Dimetacrilatos                        | 16.9             | 17.0             | 16.7            |
| Dióxido de silicio altamente disperso | 19.8             | 19.8             | 19.8            |
| Copolímero                            | 62.9             | 62.9             | 62.9            |
| Catalizadores y estabilizadores       | 0.4              | 0.3              | 0.6             |
| Pigmentos                             | 0.1 – 0.3        | < 0.1            | < 0.1           |

*Datos en % en peso*

- Datos físicos de los principales materiales:

|                                | SR Adoro Dentina | SR Adoro Incisal | SR Adoro Add On |
|--------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Resistencia a la flexión (MPa) | 130 ± 10         | 120 ± 10         | 100 ± 10        |
| Módulo de elasticidad (MPa)    | 7000 ± 500       | 7000 ± 500       | 7000 ± 300      |
| Dureza Vickers (MPa)           | 490 ± 10         | 480 ± 10         | 500 ± 14        |
| Dureza Brinell (MPa)           | 360 ± 10         | 350 ± 10         | 415 ± 8         |



### 3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la literatura mucho se trata el tema de la adhesión, enfocándose en la fuerza de adhesión que mantiene el tejido dental con el agente cementante, pero existe poca información acerca de la adhesión que se obtiene entre el cemento y la restauración, lo cual podría ser un factor que desencadene fracasos en la odontología adhesiva.

En la práctica odontológica se utiliza el ionómero de vidrio indiscriminadamente como medio de adhesión para restauraciones, aun cuando están indicados otra clase de cementos para cierto tipo de restauraciones como las restauraciones a base de resina.

Por lo anterior nos hacemos la siguiente pregunta de investigación ¿La fuerza de adhesión entre ionómero de vidrio y restauraciones indirectas, será mayor que la obtenida entre restauraciones indirectas y cementos a base de resina?

### 4 JUSTIFICACIÓN

Este estudio busca cubrir la necesidad de conocer la fuerza de adhesión que existe en la interface cemento- restauración y la fuerza de adhesión que se mantendrá entre ellos. Conocer la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio a las restauraciones a base de resina, como alternativa a otras técnicas adhesivas como el cemento dual.

Es por ello que se busca comparar la fuerza de adhesión que presenta un ionómero de vidrio a diferencia de un cemento a base de resina, en la cementación de restauraciones indirectas a base de resina.



## 5 HIPÓTESIS

### **Hipótesis de Trabajo**

- La fuerza de adhesión del ionómero de vidrio a las restauraciones indirectas a base de resina, será menor a la presentada entre las restauraciones y una resina dual.

### **Hipótesis Nula**

- La fuerza de adhesión del ionómero de vidrio a las restauraciones indirectas a base de resina, será mayor a la presentada entre las restauraciones y una resina dual.

### **Hipótesis alterna**

- La fuerza de adhesión del ionómero de vidrio a las restauraciones indirectas a base de resina, será igual a la presentada entre las restauraciones y una resina dual.



## 6 OBJETIVOS

### → General

- Determinar la fuerza de adhesión que existe entre el ionómero de vidrio y restauraciones indirectas a base de resina.

### → Específicos

- Valorar la fuerza de adhesión entre RelyX U200 con restauraciones indirectas del Sistema SR Adoro.
- Valorar la fuerza de adhesión entre Multilink con restauraciones indirectas de SR Adoro.
- Valorar la fuerza de adhesión entre Ketac N100 con restauraciones indirectas del Sistema SR Adoro.
- Comparar la fuerza de adhesión obtenida en todos los grupos.



## 7 METODOLOGÍA

### 7.1 Criterios de inclusión

- Muestras de Sr Adoro para prueba de adhesión.

### 7.2 Criterios de exclusión

- Todas aquellas que no cumplan los criterios de inclusión.

### 7.3 Variables de estudio

- Dependiente
  - Procesado de Restauraciones a base de resina.
- Independiente
  - Relación polvo liquido de la mezcla de Ionómero de vidrio
  - Fuerza de adhesión.
- Tipo de estudio
  - Estudio observacional, comparativo y experimental.

### 7.4 Recursos

#### Físicos

- Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología UNAM

#### Materiales

- Resina sistema SR Adoro Ivoclar Vivadent.
- Glicerina SR Gel.
- Maquina Lumamat 100.
- Maquina Targis Quick.



- Lámpara Bluephase c8.
- Pulidor Metalográfico.
- Ionómero de Vidrio Ketac N100 de 3M Espe.
- Cemento dual Multilink de Ivolar Vivadent.
- Cemento dual RelyX U200 de 3M Espe.
- Máquina INSTRON

### 7.5 Muestreo

Se procesarán 30 muestras de SR Adoro en forma de disco, de 10 mm de diámetro y 1.5 mm de profundidad.

Se tendrá 3 grupos de 10 muestras cada uno.

- Grupo Control: Cementado con Multilink
- Grupo 1: Cementado con RelyX U200
- Grupo 2: Cementado con Ketac N100.

## 7.6 Método

- a. En un molde de acero inoxidable con 10 mm de diámetro y 2 mm de profundidad se colocó la resina del sistema SR Adoro. Con ayuda de espátulas de resina del mismo sistema.(Fig.1)



Figura 1 Molde para conformar los discos de la muestra.



- b. Se polimerizó en la maquina Targis Quick 20 segundos, posteriormente se retira el disco para polimerizar por otros 20 segundos cada una de las superficies del disco. (Fig.2)

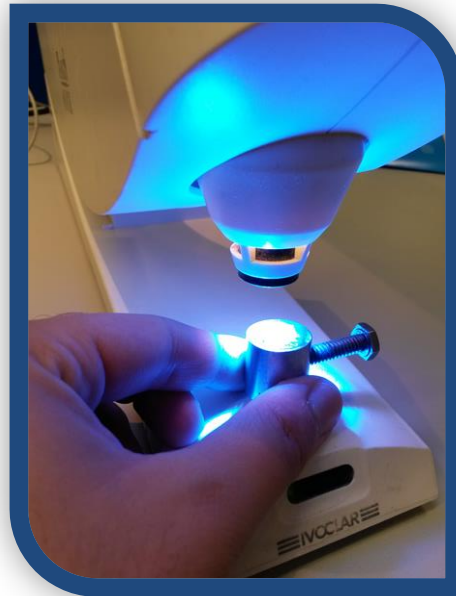


Figura 2 Polimerización con el sistema Targis.

- c. Se colocó glicerina SR Gel (Fig.3) a cada disco. Untándolo en todas las caras del mismo.

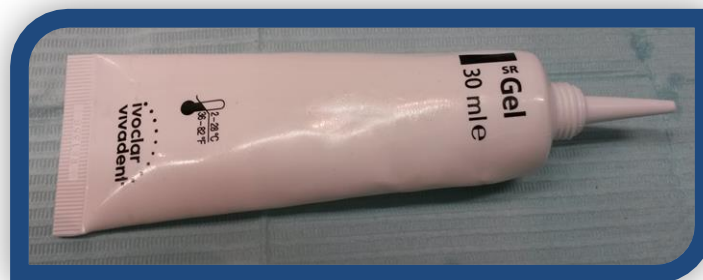


Figura 3 SR Gel de Ivoclar para el sistema SR Adoro.

- d. Se colocaron las muestras separadas en la charola integrada en el equipo Lumamat 100 para su post-polimerización. (Fig.4) y se selecciona el programa.

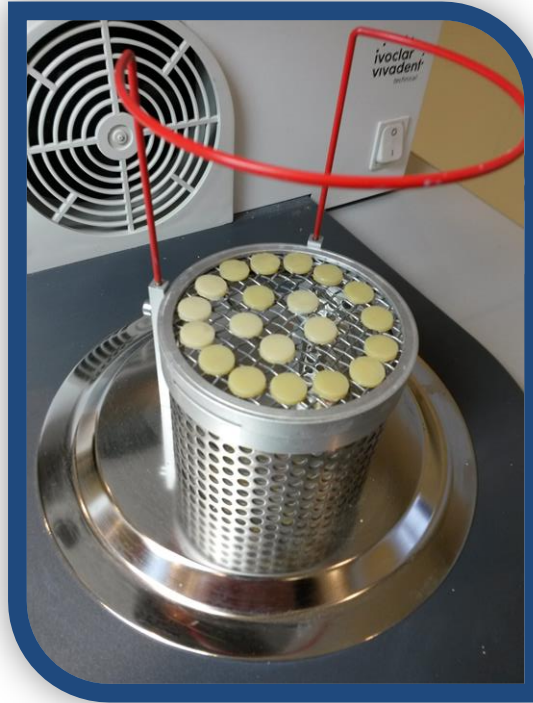


Figura 4 Se colocan las muestras y selecciona el programa 3 del Lumamat 100 para un tiempo de 25 minutos.

- e. Se trabajan las muestras por 25 minutos (Fig. 5), finalizado el proceso se retiran y para su almacenamiento se mantienen hidratadas en un recipiente de plástico con agua.

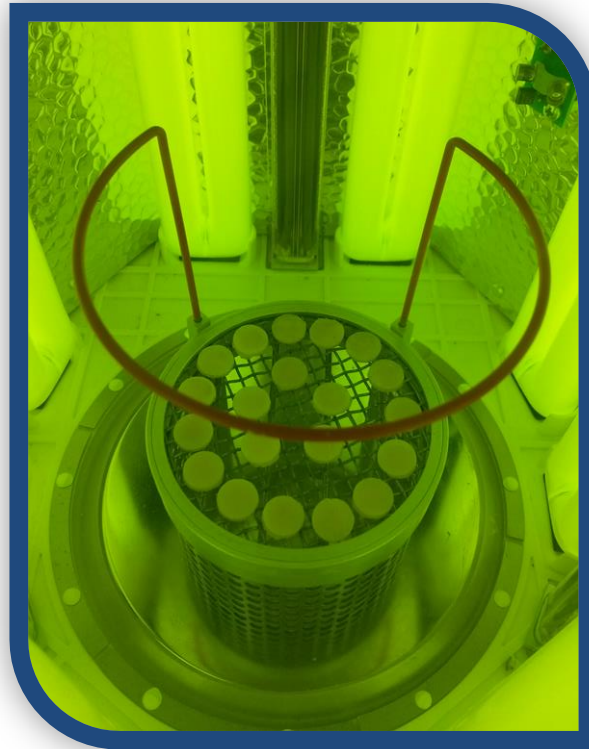


Figura 5. Vista a través del equipo Lumamat 100 de las muestras durante el proceso de post-polimerización.

- f. Se distribuyen las muestras obtenidas de SR Adoro sobre una loseta de vidrio, a la cual previamente se le ha colocado petrolato como separador (Fig. 6).

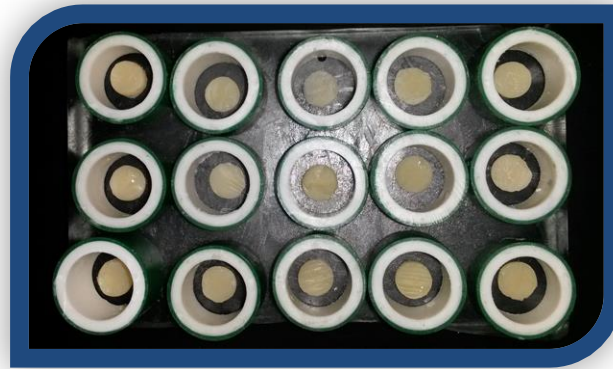


Figura 6

- g. Con ayuda de cilindros conformadores, se coloca acrílico autopolimerizable con un espesor aproximado de 5 mm, con las muestras de SR Adoro al centro. (Fig. 7)



Figura 7. Muestras cilíndricas previo a la polimerización de las mismas.

- h. Se retiran los cilindros obtenidos de acrílico y se recortan con papel abrasivo de grano 600 montado en un pulidor metalográfico, para dejar preparada la superficie (Fig. 8)



Figura 8

- i. Se dividen las muestras en tres grupos de acuerdo al cemento a probar, con 10 muestras cada uno. (Fig. 9)



Figura 9



- j. Cada muestra del grupo es colocada en la prensa con el molde ajustado al aditamento conformador de muestra de la casa Ultradent.  
(Fig.10)

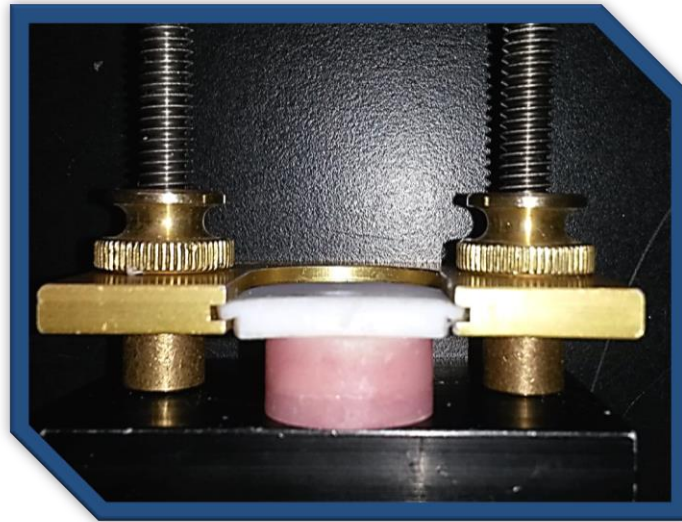


Figura 10

- k. Para preparar cada grupo de material fotopolimerizable se utilizó la lámpara Bluephase C8 en el programa HIGH con una intensidad de  $600 \text{ mW/cm}^2$  (Fig.11)

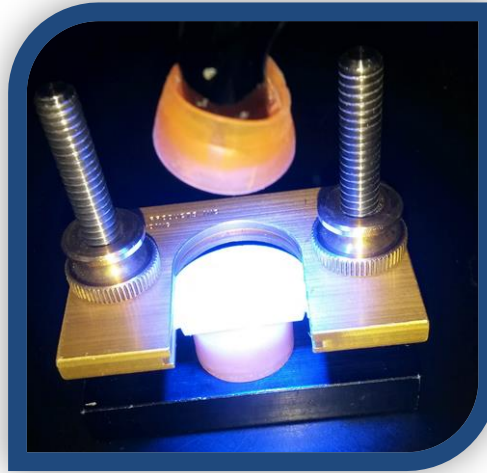


Figura 11

- l. Se prepara Grupo 1 con cemento dual Multilink de Ivoclar y se acondicionan las muestras con Monobond Plus (Fig.12) se dispersa con aire y se fotopolimeriza por 20 segundos.



Figura 12 Presentación del sistema Multilink Automix en jeringa y del sistema Monobond Plus.

- m. Con el sistema de punta automezcladora del sistema Multilink se coloca en el molde conformador, se fotopolimeriza por 20 segundos y se retira el disco. (Fig. 13)

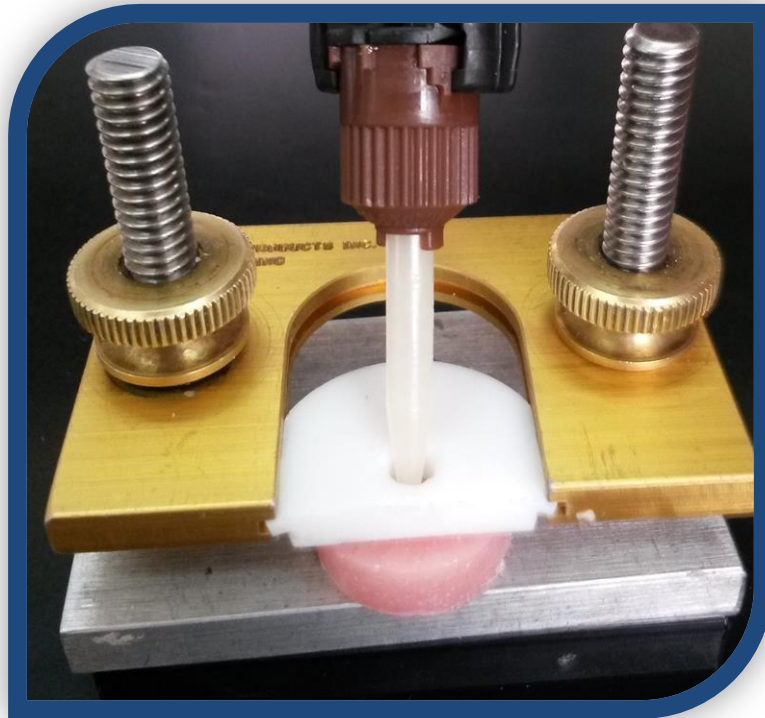


Figura 13. Preparación del botón de cemento.

- n. Se prepara grupo 2 con cemento dual RelyX U200 de 3M Espe. (Fig. 14) Se dispensa en la loseta de papel, se mezcla con espátula de teflón para resinas y se coloca en el conformador. Se polimeriza por 20 segundos.



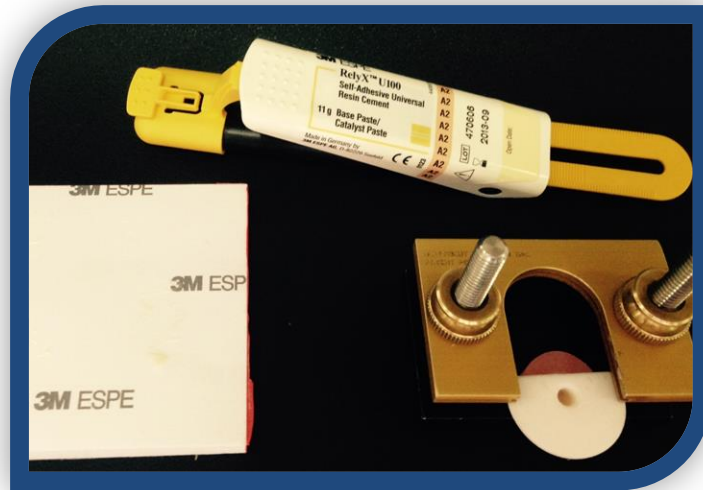


Figura 14 cemento autoadhesivo U200 en presentación de jeringa.

- o. Se preparó el grupo 3 con ionómero Ketac N100 de 3M Espe, se dispensa el material y se prepara de acuerdo a las indicaciones de fabricante y se coloca el compul para su traslado al disco (Fig.15) se fotopolimeriza por 20 segundos y se retira el disco.

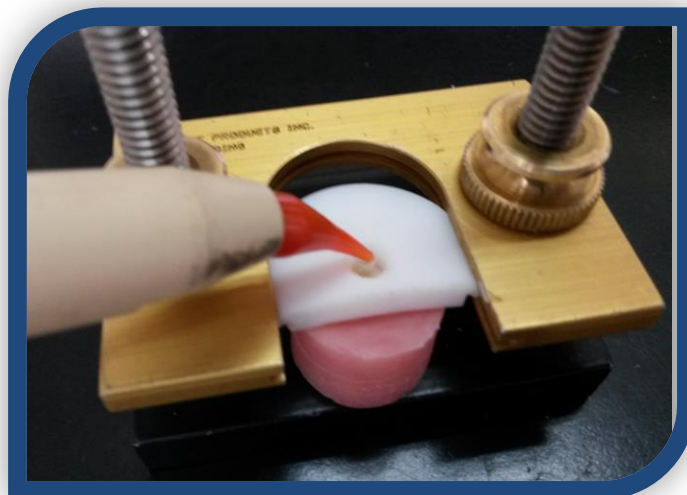


Figura 15

- p. Las muestras terminadas, se almacenan en un contenedor de plástico, sumergidas en agua, en un horno calibrado a una temperatura controlada de 37°C por 24 horas. (Fig. 16)

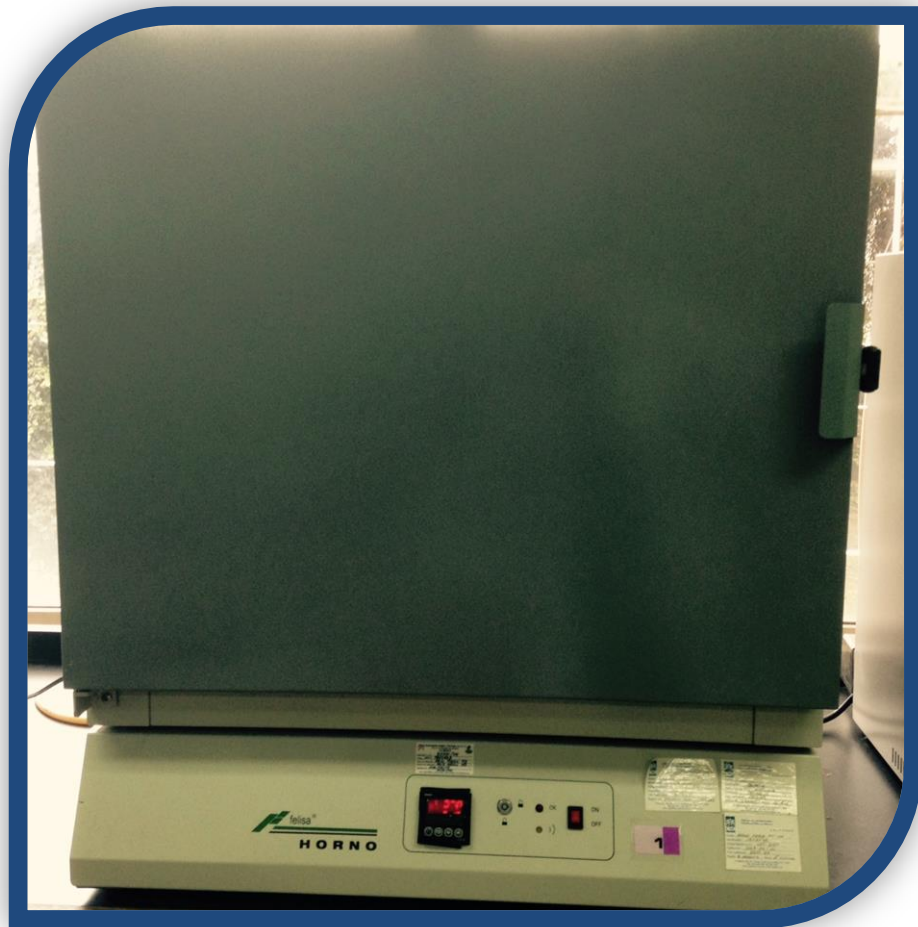


Figura 16. Horno Felisa para resguardo de muestras.

- q. Se retiran las muestras del horno y se preparan los grupos para las pruebas en la maquina INSTRON. (Fig. 17)



Figura 17. Maquina universal de pruebas mecánicas INSTRON 5567.

- r. Se miden las dimensiones del botón de cemento de cada una de las muestras con un vernier calibrado y se obtiene el área de cada una.



Figura 18. Se obtiene el diámetro promedio del botón y se obtiene el área mediante la fórmula  $A = \pi r^2$

- s. Se coloca cada una de las muestras en el sujetador y se fija para la prueba de desprendimiento del botón del material a probar. El sujetador se coloca en la base de la maquina INSTRON. (Fig. 19)

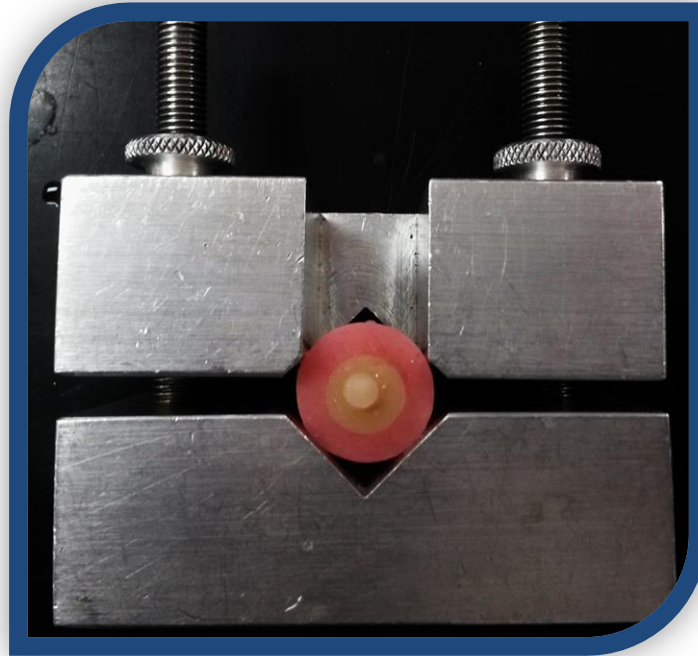


Figura 19 Muestras fijadas para la prueba de fuerza de adhesión.

- t. Se extrapolan los datos del área y se realizan las pruebas de adhesión a través del software Merlin de la INSTRON 5567 A una velocidad de 1mm/ min y se obtienen datos en MPa. (Fig. 20)

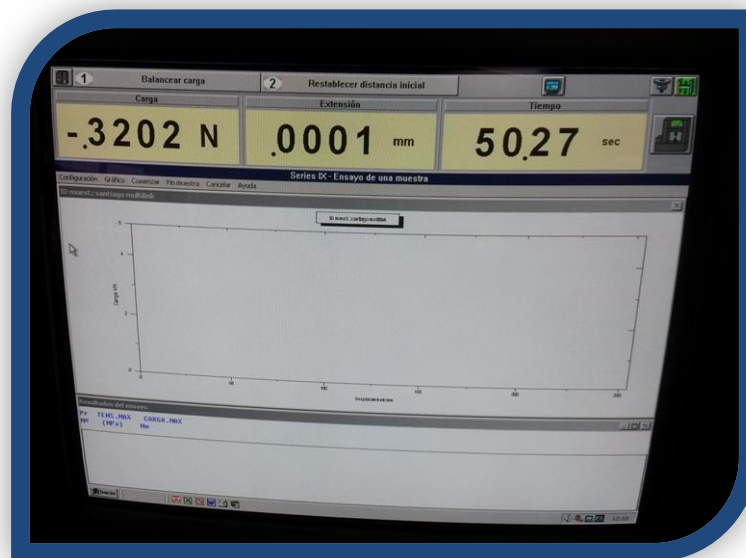
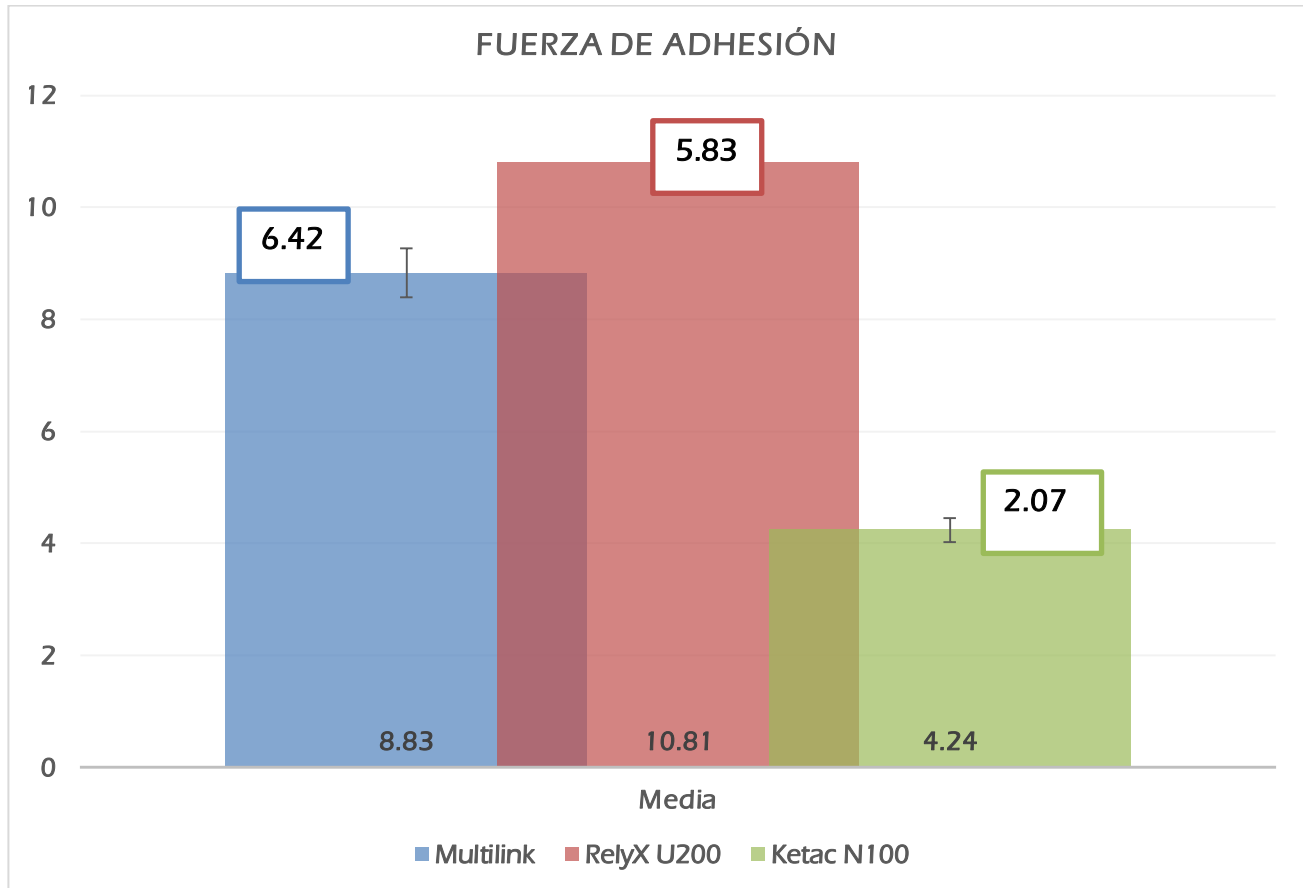


Figura 20 Se calibra la INSTRON a una velocidad de 1 mm/min y se obtienen los resultados.

## 8 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio fueron analizados con una prueba no pareada de varianza llamada ANOVA de una vía, y se compararon los grupos entre sí con un Post-ho de Tukey.



Como se muestra en la gráfica el grupo que presentó mayor resistencia o fuerza de adhesión fue RelyX U200 con un promedio de 10.81 MPa y una desviación estándar de 5.83 a una  $P=0.179$  teniendo diferencias estadísticamente significativas con Ketac N100 que obtuvo una  $q$  de 4.082.





El grupo de Multilink obtuvo un promedio de 8.83 MPa y una desviación estándar de 6.42 a una  $P=0.179$ .

El grupo de Ketac N100 obtuvo un promedio de 4.242 MPa y una desviación estándar de 2.007 a una  $P=0.179$ .

## 9 CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas nos indicaron que la hipótesis de trabajo establecida, la fuerza de adhesión de los cementos de ionómero de vidrio es menor a la presentada por cementos a base de resina dual, se cumple, pero un cemento de resina reforzado con ionómero de vidrio presenta una fuerza de adhesión mucho mayor.

Los resultados arrojados son interesantes ya que obtuvimos datos sobre la fuerza de adhesión de los cementos a base de resina dual reforzados con ionómero como el cemento RelyX U 200, donde las fallas resultaron ser cohesivas en un porcentaje mucho mayor a las fallas adhesivas, a diferencia del grupo de cemento de resina Multilink donde solo el 10% de las fallas fueron cohesivas y al cemento de ionómero de vidrio Ketac N100 donde el 100 % de las fallas resultaron adhesivas.

Por lo tanto se rechaza la hipótesis de trabajo parcialmente y se acepta la hipótesis alterna.

Se puede concluir que además de las ventajas que el ionómero presenta para cementar otro tipo de restauraciones, también puede usarse como opción para el cementado de restauraciones indirectas a base de resina, ya que no presenta diferencias significativas en su fuerza de adhesión frente a los cementos de resina dual, indicados para la cementación de las mismas.





## 10 FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1) JOUBERT R, *etal.* ODONTOLOGÍA ADHESIVA Y ESTÉTICA, Ripol 2010
- 2) MACCHI R. MATERIALES DENTALES, Panamericana. Argentina 2009
- 3) Re D. *etal.* RESTAURACIONES ESTÉTICAS- ADHESIVAS INDIRECTAS PARCIALES EN SECTORES POSTERIORES, Amocla 2009
- 4) SUBRAMANI K, *etal.* NANOBIMATERIALES IN CLINICAL DENTISTRY, Elsevier 2013
- 5) BARCELÓ F Y PALMA J. MATERIALES DENTALES CONOCIMIENTOS BASICOS APLICADOS, Trillas 2005
- 6) STEENBECKER O, *etal.* PRINCIPIOS Y BASES DE LOS BIOMATERIALES EN OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y ADHESIVA, Ed. Universidad de Valparaíso, Chile 2006
- 7) Laura Angélica Flores Sánchez, Mtra. Juana Paulina Ramírez Ortega. Ionómeros de vidrio restauradores: valoración de acuerdo a la Norma 96 de la ADA, REVISTA ADM MARZO-ABRIL 2010 VOL. LXVII NÚMERO 2. PP.72.77
- 8) GUZMÁN H. BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS DE USO CLÍNICO, Ecoe, Bogotá 2003
- 9) ROTH F. LOS COMPOSITOS. Mason, Barcelona 1994.



- 10) BARRANCOS J, et al. OPERATORIA DENTAL INTEGRACIÓN CLÍNICA, Medica Panamericana, Argentina 2006
  
- 11) RICKETTS D, BARTLETT D. ODONTOLOGÍA OPERATORIA AVANZADA UN ABORDAJE CLÍNICO. Amocla 2013
  
- 12) Documentación Científica SR Adoro proporcionada por Ivoclar Vivadent en <http://www.ivoclarvivadent.com.mx/es-es/productos/materiales-de-recubrimiento-basados-en-resina-y-cad-cam/sr-adoro>
  
- 13) Documentación científica RelyX U200 proporcionada por 3M Espe en [http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UF6EVsSyXTtOxTVMXMEEVtQEVs6EVs6EVs6E666666-&fn=RelyX\\_U200\\_TDS2\\_APAC\\_CEEMEA.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UF6EVsSyXTtOxTVMXMEEVtQEVs6EVs6EVs6E666666-&fn=RelyX_U200_TDS2_APAC_CEEMEA.pdf)