



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ADHESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS EN SUPERFICIES  
REMINERALIZADAS DEL ESMALTE**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

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

**PAOLA VARGAS LÓPEZ**

**TUTOR: Dr. MIGUEL ÁNGEL ARAIZA TÉLLEZ**

**ASESOR: Dr. CARLOS ANDRÉS ÁLVAREZ GAYOSSO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por darme esta oportunidad, por estar conmigo en cada momento de mi vida y darme las fuerzas para superar los obstáculos de la vida.

A mis papás por siempre apoyarme en todo momento, por sus valores, por su amor incondicional, por ayudarme a terminar este logro que también es suyo.

A mi hermano por su ayuda, compañía y por todo el amor que me brinda día a día.

A mi novio Francisco Garduño por haber compartido esta gran experiencia a su lado y haber terminado una meta más juntos.

A mis amigos por los grandes momentos que hemos pasado juntos.

A mi tutor Miguel Ángel Araiza Téllez por su paciencia, apoyo y dedicación para la realización de esta tesis.

A mis pacientes por confiar en mí.

A mi Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de aprender y forjarme como profesional.

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMEN</b>                              | 6  |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                      | 7  |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>                     |    |
| 2.1 ANTECEDENTES                            | 8  |
| 2.2 ADHESIÓN                                |    |
| 2.2.1 Física                                | 9  |
| 2.2.2 Química                               | 9  |
| 2.2.3 En Odontología Restauradora           | 10 |
| 2.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE ADHESIÓN          |    |
| 2.3.1 Fuerza de adhesión                    | 12 |
| 2.3.2 Energía y tensión superficial         | 13 |
| 2.4 COMPOSICIÓN DE LOS ADHESIVOS DENTALES   | 14 |
| 2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS |    |
| 2.5.1 Tres pasos (Total Etch Systems)       | 15 |
| 2.5.2 Dos pasos                             | 15 |
| 2.5.3 Un paso (Self Etch Systems)           | 16 |
| 2.6 ESMALTE DENTAL                          |    |
| 2.6.1 Propiedades Físicas                   | 17 |
| 2.6.2 Histología                            | 18 |
| 2.6.3 Acondicionamiento del esmalte         | 19 |
| 2.7 RESINAS COMPUESTAS                      |    |
| 2.7.1 Composición                           | 20 |
| 2.7.2 Clasificación                         | 21 |
| 2.7.3 Polimerización                        | 22 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.8 PROCESO DESMINERALIZACIÓN-REMINERALIZACIÓN |           |
| 2.8.1 Desmineralización                        | 23        |
| 2.8.2 Remineralización                         | 25        |
| 2.8.3 Flúor                                    | 26        |
| 2.8.4 Agentes remineralizantes                 | 26        |
| 2.8.4.1 Fluoruro de sodio                      | 27        |
| 2.8.4.2 Fosfato de calcio amorfo               | 27        |
| 2.8.4.3 Fosfato tricálcico                     | 28        |
| <b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>           | <b>30</b> |
| <b>4. JUSTIFICACIÓN</b>                        | <b>31</b> |
| <b>5. OBJETIVOS</b>                            |           |
| 5.1 Objetivo general                           | 32        |
| 5.2 Objetivos específicos                      | 32        |
| <b>6. HIPÓTESIS</b>                            |           |
| 6.1 Hipótesis de trabajo                       | 33        |
| 6.2 Hipótesis nula                             | 33        |
| <b>7. METODOLOGÍA</b>                          |           |
| 7.1 TIPO DE ESTUDIO                            | 34        |
| 7.2 VARIABLES                                  |           |
| 7.2.1 Dependiente                              | 34        |
| 7.2.2 Independiente                            | 34        |
| 7.2.3 Operacionalización                       | 34        |

|   |    |
|---|----|
| 7.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN                |    |
| 7.3.1 Inclusión                           | 35 |
| 7.3.2 Exclusión                           | 35 |
| 7.3.3 Eliminación                         | 35 |
| 7.4 RECURSOS FÍSICOS                      | 35 |
| 7.5 RECURSOS BIOLÓGICOS                   | 35 |
| <b>8. DISEÑO EXPERIMENTAL</b>             |    |
| 8.1 Material y equipo                     | 36 |
| 8.2 Desmineralización de muestras         | 37 |
| 8.3 Remineralización de muestras          | 38 |
| 8.4 Preparación y montaje de muestras     | 39 |
| 8.5 Prueba de cizalla                     | 41 |
| 8.6 Desgaste de la superficie del esmalte | 41 |
| <b>9. RESULTADOS</b>                      | 42 |
| <b>10. DISCUSIÓN</b>                      | 61 |
| <b>11. CONCLUSIONES</b>                   | 63 |
| <b>12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>     | 64 |
| <b>13. ANEXO</b>                          | 68 |

## RESUMEN

El proceso desmineralización-rem mineralización es un ciclo continuo que comienza con la ingesta de carbohidratos que al metabolizarse forman ácidos en la superficie del esmalte alterando la estructura cristalina de la hidroxiapatita, dando inicio al desarrollo de la lesión cariosa. La terapia más eficaz para promover la rem mineralización dental, es el fluoruro ya que actúa como agente quimioterapéutico dentro de la cavidad oral.

**Objetivo.** Determinar la resistencia al desalojo de resinas compuestas colocadas en la superficie de esmalte desmineralizado tratado con diferentes productos de NaF al 5% en condiciones de pH cíclico.

**Método.** 60 terceros molares fueron cubiertos con barniz ácido-resistente dejando un área de 4x6 mm. Se colocaron en una solución desmineralizante por 96 horas para crear una lesión inicial. Posteriormente se les aplicó un barniz de fluoruro en los grupos de 15 muestras cada uno: ClinPro™ White Varnish, Duraphat® y Enamel Pro®; se consideraron los controles como ESL (Esmalte sin desmineralizar) y ECL (Esmalte desmineralizado). El ciclo consistió de 3 horas en solución desmineralizante y 21 horas en rem mineralizante, durante 15 días. En los días 5, 10 y 15 se sometieron a prueba de fatiga por cizallamiento en la máquina Instron.

**Resultados.** ClinPro™ fue el barniz que obtuvo mayores resultados en el esfuerzo máximo a los 5, 10 y 15 días de experimentación con un esmalte no pulido y pulido.

**Conclusiones.** La aplicación de barniz fluorado modifica la estructura del esmalte por lo que tiene mayor resistencia al ataque ácido y por consecuencia se necesita mayor tiempo de grabado para conseguir una superficie porosa y mejorar la adhesión.

# 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos de la Odontología que más se ha desarrollado en los últimos años es la adhesión de materiales a las estructuras dentales.

La aparición de la adhesión en Odontología ha provocado un cambio favorable desde el punto de vista conservador sustituyendo los métodos tradicionales de retención que consistían en grandes preparaciones y extensión por prevención, por procedimientos adhesivos que conservan y preservan la estructura dentaria utilizando técnicas más conservadoras. <sup>(1)</sup>

El fenómeno de desmineralización y remineralización es un ciclo continuo pero variable que se repite con la ingesta de los alimentos, específicamente los carbohidratos y al ser metabolizados por las bacterias se forman ácidos en la superficie del esmalte el cual reacciona cediendo iones de calcio y fosfato que alteran la estructura cristalina de la hidroxiapatita dando inicio al desarrollo de la lesión cariosa. Si después de 30 a 45 minutos no se continúa con la producción de ácidos, el pH sube y los minerales presentes en la saliva en forma iónica vuelven a incorporarse a la estructura dentaria lo que contribuye a su reparación. <sup>(2)</sup>

Actualmente el fluoruro sigue siendo la terapia más importante para promover la remineralización dental. Actúa como agente quimioterapéutico dentro de la cavidad oral a través de varios mecanismos: mejora la resistencia del esmalte frente al ataque ácido, inhibe el proceso de desmineralización, remineraliza las lesiones iniciales e interfiere en el metabolismo de las bacterias. <sup>(3)</sup>

El siguiente trabajo tiene como objetivo valorar y comparar “in vitro” la fuerza de adhesión de materiales compuestos por resistencia al cizallamiento en esmalte tratado con diferentes agentes remineralizantes.



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

El primer intento por lograr adhesión a los tejidos dentales fue de Hagger, quien en 1951 patentó un adhesivo basado en ácido glicerofosfórico dimetil acrilato. <sup>(4)</sup>

Se reconoce universalmente como precursor de la adhesión a Buonocore, quien en 1955 propuso la aplicación de ácido fosfórico en la superficie del esmalte con el objetivo de promover la adhesión a las estructuras dentarias; con este proceso se obtiene un patrón de grabado lo que proporciona una superficie porosa e irregular dotándola de un potencial favorable para la adhesión derivado de un proceso desmineralizador. <sup>(4,5)</sup>

A partir de tal hallazgo, Bowen patentó en 1962 su resina Bis-GMA (por sus siglas en inglés), que es un producto entre la reacción de un bisfenol y el glicidil metil acrilato, obteniendo una resina capaz de adherirse al diente grabado con ácido. De esa manera se dio inicio al desarrollo de materiales poliméricos capaces de adherirse al esmalte. <sup>(4,5)</sup>

En 1965, Bowen propone el primer adhesivo dentinario comercial, con la molécula NPG-GMA (N-phenilglicina y gicidil metil acritalo, por sus siglas en inglés) que tenía carácter bifuncional, de forma que el extremo del metil acrilato se uniría a la resina compuesta y el otro extremo se uniría a la dentina; pero los resultados clínicos mostraban un 50% de fallos en el tratamiento. <sup>(4)</sup>

Un importante impacto en la adhesión sucedió cuando Fusayama en 1980 utilizó ácido ortofosfórico al 37% para grabar tanto esmalte como dentina, el estudio demostró que este procedimiento aumenta la retención de la restauración ya que con esto se remueve completamente el barrillo dentinario permitiendo el ingreso del adhesivo en los túbulos dentinarios. <sup>(5)</sup>

## 2.2 ADHESIÓN

Adhesión se define como el mecanismo que mantiene unidos dos o más sustratos de diferente naturaleza. <sup>(6)</sup> El fenómeno de adhesión puede ocurrir por mecanismos físicos, químicos o inclusive por la combinación de ellos. <sup>(7)</sup>

### 2.2.1 Adhesión Física

La adhesión física es la que se logra exclusivamente por traba mecánica entre las partes que se van a unir, ya que se mantienen en contacto porque una de ellas penetra en las irregularidades que presenta la superficie de la otra, así ambas quedan trabadas impidiendo su desplazamiento o separación. <sup>(8)</sup> (Fig. 1)

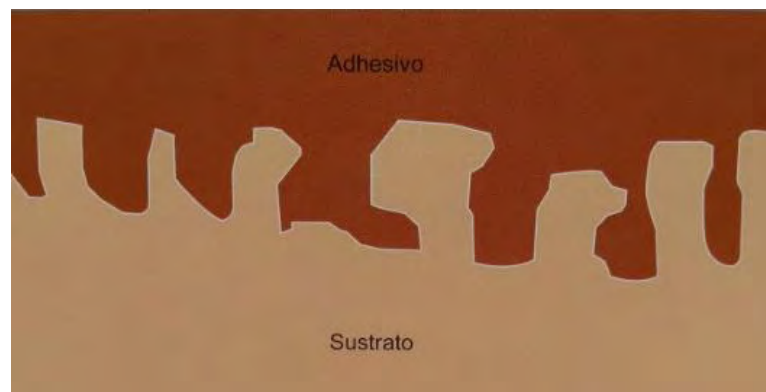


Fig. 1. Retención mecánica. <sup>(7)</sup>

### 2.2.2 Adhesión Química

La adhesión química o específica se logra mediante la reacción química entre dos superficies de contacto; se da por enlaces químicos ya sean primarios (iónico o covalente) o secundarios (puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals). <sup>(8)</sup>

- Enlaces primarios.

**Enlace iónico:** Se produce entre dos átomos de distinta naturaleza que se unen cuando uno de ellos transfiere sus electrones al átomo con el que conformará un compuesto molecular. <sup>(5,9)</sup>

**Enlace covalente:** Es el que permite que dos átomos de igual o distinta naturaleza se unan compartiendo sus electrones. <sup>(5,9)</sup>

- Por enlaces secundarios.

**Puente de hidrógeno:** Es una interacción dipolo-dipolo, se produce por la atracción entre moléculas con átomos altamente electronegativos tales como el oxígeno y el flúor y uno o más átomos de hidrógeno. <sup>(5,9)</sup>

**Fuerzas de Van der Waals:** Son fuerzas muy débiles y aditivas que no se saturan; esto se debe a los movimientos de los electrones en los enlaces lo que origina pequeñas cargas superficiales e instantáneas positivas y negativas que dan por resultado la atracción entre las moléculas. <sup>(5,9)</sup>

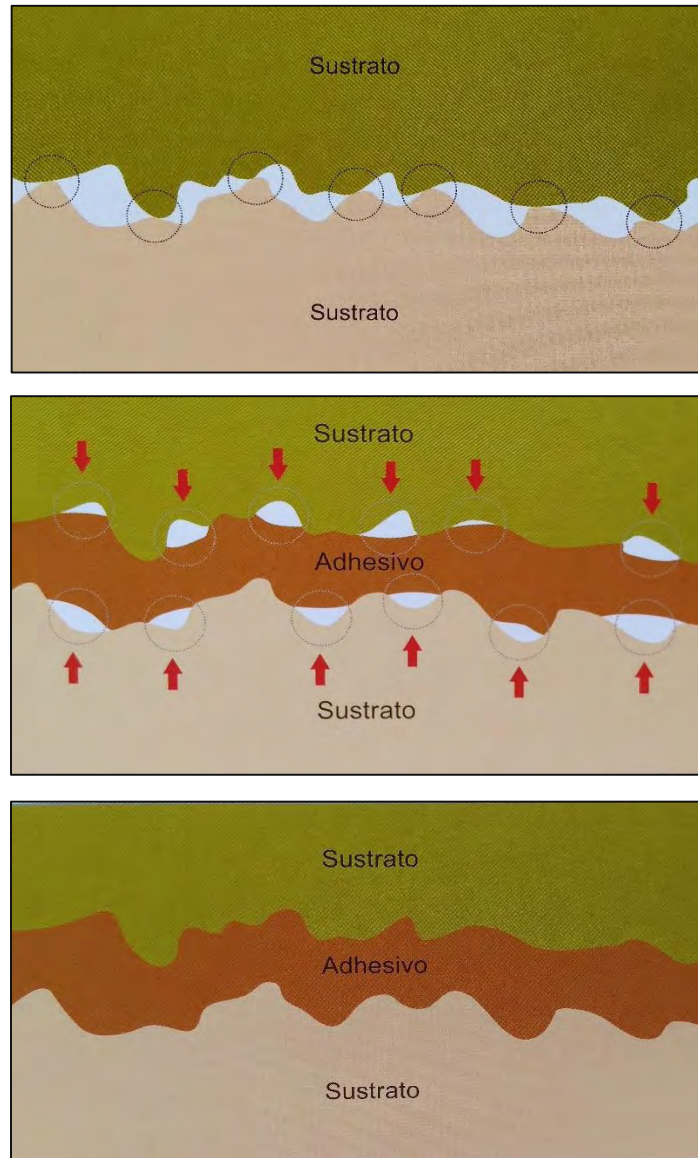
Por lo tanto, cuando se unen materiales de igual naturaleza estamos ante cohesión y cuando se unen materiales de diferente naturaleza se trata de adhesión. En la cohesión no hay interfase o límite de unión y en la adhesión sí la hay. <sup>(5)</sup>

### **2.2.3 Adhesión en Odontología Restauradora**

La adhesión está determinada en gran medida por la acción de grabado del ácido ortofosfórico, el cual aumenta la retención de los materiales adhesivos.

La acción fundamental del ácido es limpiar y activar la superficie del tejido para transformar sus áreas de baja a elevada energía superficial, lo que posibilita la humectación del tejido por un monómero resinoso hidrófilo y/o hidrófobo que quedará retenido en el interior de los microporos creados. <sup>(10)</sup> (Fig. 2)

El cementado de las restauraciones indirectas es uno de los pasos más importantes a la hora de lograr una adecuada retención, resistencia y sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente. <sup>(11)</sup>



**Fig. 2.** Adhesión en dos sustratos diferentes

a) Solo los picos de las rugosidades contactan b) Burbujas de aire creados en las irregularidades de la superficie c) Buen mojado del adhesivo. <sup>(7)</sup>

## 2.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ADHESIÓN

Para generar adhesión se necesitan de algunos factores que favorecen a que la unión sea íntima y adecuada:

- Energía y tensión superficial
- Humectación
- Ángulo de contacto
- Capilaridad

### 2.3.1 Fuerza de adhesión

La fuerza de adhesión se puede definir como la cantidad de fuerzas que logra soportar un mecanismo adhesivo antes de efectuarse la separación de las superficies que lo conforman y se puede medir por medio de fuerzas de tensión, compresión, cizalla y torsión con el fin de lograr el fallo de adhesión y poder cuantificar cuál es la fuerza requerida para poder fracturar la muestra. <sup>(6)</sup> (Fig. 3)

Esta fuerza se mide en MPa, que es una unidad de medida de presión que mide la fuerza aplicada sobre un área en mm<sup>2</sup>. Su fórmula es  $Pa = N/m^2$  de la que deriva  $MPa = N/mm^2$ . <sup>(9)</sup>

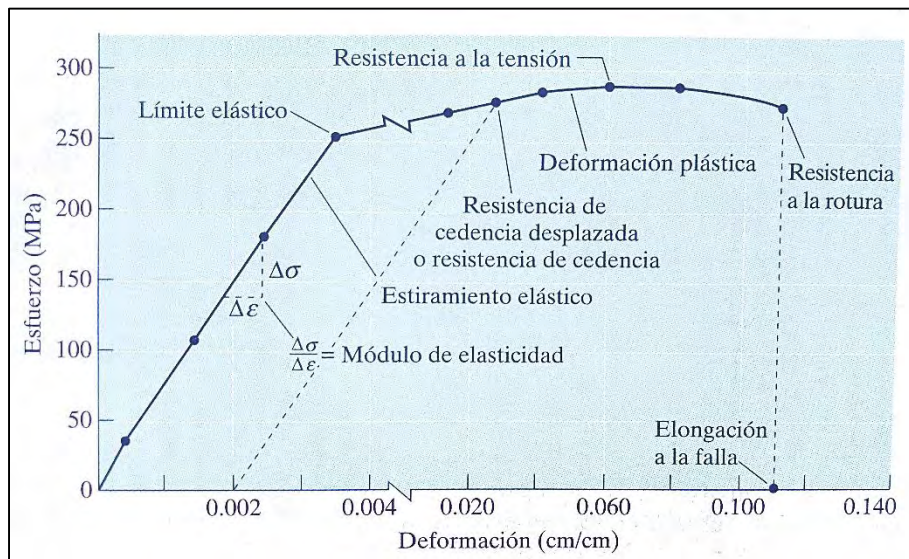


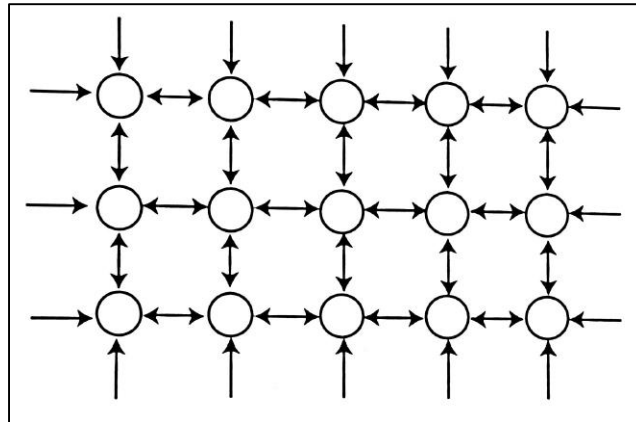
Fig. 3. Curva esfuerzo-deformación. <sup>(12)</sup>

### 2.3.2 Energía y tensión superficial

La energía superficial se define como la suma de todas las fuerzas intermoleculares que se encuentran en la superficie de un material, es decir el grado de atracción o repulsión que la superficie de un material ejerce sobre otro. <sup>(9)</sup> (Fig. 4)

El término tensión superficial se aplica en líquidos y energía superficial en sólidos; esto se refiere a la atracción que los átomos internos ejercen sobre los que se encuentran en la superficie. <sup>(9,13)</sup>

Para que se produzca adhesión se necesita alta energía superficial en el adherente (superficie sólida) y en el adhesivo (líquido) baja tensión superficial. <sup>(13)</sup>



**Fig. 4.** Energía superficial. <sup>(8)</sup>

## 2.4 COMPOSICIÓN DE LOS ADHESIVOS DENTALES

La composición de los adhesivos es muy variada dependiendo de la marca; sin embargo todos tienen componentes fundamentales.

- **Agente grabador.**

Es el ácido ortofosfórico (entre el 15% al 37%) que en esmalte tiene como objetivo producir una desmineralización selectiva produciendo microrugosidades y en dentina retira la capa de barrillo dentinario y desmineraliza la estructura colágena intertubular. <sup>(14)</sup>

- **Primer.**

Son resinas que se comportan como una molécula bifuncional (hidrófila e hidrófoba), por lo que a través de su actividad hidrófila se unen al colágeno de la dentina por traba micromecánica y por su extremo hidrófobo se incorporan a la restauración de resina mediante una reacción química.

Son resinas como Hidroxietil Metilacrilato (HEMA, por sus siglas en inglés) o Pentacrilato Monofosfato de Dipentaeritrito (PENTA, por sus siglas en inglés) disueltas en un solvente. <sup>(14)</sup>

- **Solvente.**

Vehículo en el que se encuentran inmersas las resinas.

*Acetona:* Es un solvente muy volátil, requiere sustrato húmedo y es incapaz de reflotar las fibras colágenas colapsadas cuando el sustrato es muy seco.

*Etanol:* Sustrato con humedad intermedia.

*Agua:* Rehidrata el colágeno que queda colapsado cuando se seca completamente la dentina, se emplea sobre un sustrato seco. <sup>(14)</sup>

## 2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

Desde sus inicios han mostrado una gran variación, no solo en su composición química, sino también en la resistencia de unión y en su presentación por lo que con fines prácticos se clasifican según el número de pasos clínicos. <sup>(1)</sup> (Fig. 5)

### 2.5.1 Adhesivos de tres pasos (Total Etch Systems).

Requieren del grabado ácido total, aplicación de un primer y la aplicación del adhesivo fotocurable. El inconveniente es que su técnica es muy sensible debido al número de pasos en su aplicación ya que se corre el riesgo de sobre secar o sobre humedecer la dentina durante el lavado del ácido y secado. <sup>(1)</sup>

La unión está dada por el tratamiento ácido que remueve la capa de desechos y desmineraliza la superficie, con lo que el primer penetra y aumenta el mojado de la capa de colágeno remanente creando una capa híbrida colágeno-resina. Esta hibridación es el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinaria por resina; esta resina en combinación con las fibras de colágeno remanente constituye la capa híbrida. La hibridación involucra tanto a los túbulos dentinarios como a la dentina intratubular mejorando la fuerza de unión a la dentina, consiguiendo valores de 12 a 22 MPa. <sup>(15,16)</sup>

### 2.5.2 Adhesivos de dos pasos.

*Tipo 1:* El primer y el adhesivo se presentan en un solo bote y en otro el agente de grabado ácido. El inconveniente es que el ácido debe lavarse con spray de agua y luego secar; sin embargo la dentina debe permanecer húmeda luego del acondicionamiento ácido. <sup>(1)</sup>

La adhesión se da por la formación de una capa híbrida en la que los monómeros hidrofílicos penetran y se polimerizan para dar lugar a un entramado con las fibras de colágeno desmineralizado. La fuerza de unión a la dentina es de 20 a 25 MPa. <sup>(15,16)</sup>



*Tipo 2:* Al primer se le han unido monómeros con grupos ácidos capaces de ejercer la acción del agente de grabado ácido y de esta forma acondicionar el tejido dentario para la adhesión. Estos sistemas tienen la ventaja de que eliminan la fase de lavado y la superficie dentinaria queda adecuadamente preparada para recibir el agente adhesivo. <sup>(1)</sup>

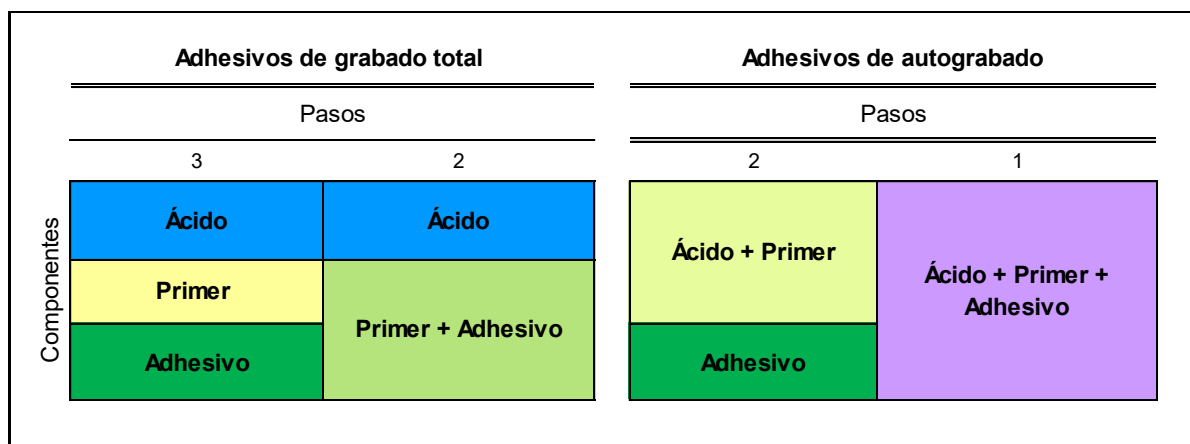
Los adhesivos autograbadores están compuestos de ésteres del ácido fosfórico con pH de 1.5 a 2.5; un poco más alto que los geles del ácido fosfórico.

La resistencia de estos adhesivos autograbantes aplicados en esmalte es de 7 a 28 MPa y en dentina de 16 a 35 MPa. Se pueden presentar en dos frascos; uno con el acondicionador y primer ácido combinados y el adhesivo en un frasco separado, o puede presentarse en unidosis usando agua como solvente. <sup>(15,17)</sup>

### 2.5.3 Adhesivos de un solo paso (Self Etch Systems)

Estos combinan las tres funciones: grabado ácido, primer y adhesión en una sola fase. Pueden presentarse sin relleno o con partículas de ionómero de vidrio liberadoras de flúor. Su ventaja principal consiste en la comodidad de su aplicación, además de eliminar el lavado de la superficie, solo requieren de un secado para distribuir uniformemente el producto antes de su fotopolimerización. <sup>(1)</sup>

Poseen una resistencia de unión en dentina de aproximadamente 20 MPa. <sup>(17)</sup>



**Fig. 5.** Clasificación de los adhesivos. (Fuente Directa)

## 2.6 ESMALTE DENTAL

El esmalte es un tejido formado por ameloblastos a partir del epitelio interno. Cuando alcanza la madurez pierde su contenido celular y se convierte en la estructura más mineralizada del cuerpo humano. Es un cuerpo cristalino con alta energía superficial. Dentro de su composición encontramos un 95% de material inorgánico, 2% de material orgánico y 3% de agua. <sup>(18)</sup>

Es el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados; su dureza se debe a que posee un porcentaje muy elevado de matriz inorgánica. Los cristales de hidroxiapatita  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico y las proteínas como las amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas, tuftelina y parvalbúmina son el componente orgánico del esmalte. <sup>(18)</sup>

### 2.6.1 Propiedades Físicas.

Dureza: está en relación directa con el grado de mineralización y corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias). Algunos autores encuentran diferencias en los valores promedio de dureza; estas variaciones observadas están dadas por la diferente orientación y cantidad de cristales. <sup>(18)</sup>

Elasticidad: es baja, ya que depende de la cantidad de agua y de materia orgánica por lo que es frágil con tendencia a las fracturas cuando no se tiene un soporte dentinario adecuado. <sup>(18)</sup>

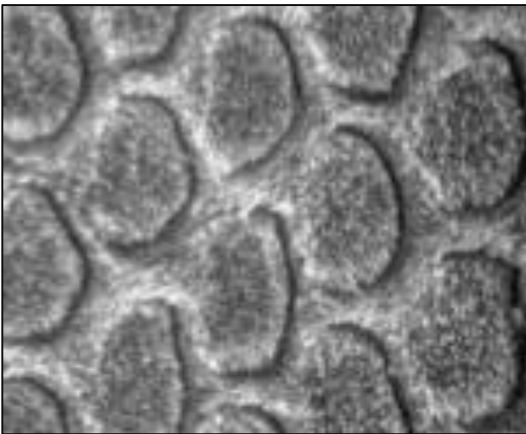
Color y transparencia: es translúcido y su color depende de la dentina; en zonas de mayor espesor tiene tonalidad grisácea (cúspides) y en zonas más delgadas (cervical) presenta un color blanco-amarillento. <sup>(18)</sup>

Permeabilidad: es extremadamente escasa sin embargo según estudios realizados con marcadores radioactivos se observa que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. <sup>(18)</sup>

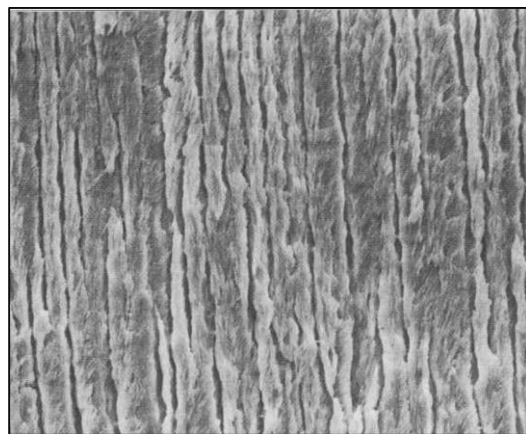
Radiopacidad: es muy alta ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización. <sup>(18)</sup>

### **2.6.2 Histología.**

La unidad estructural del esmalte son los prismas que están compuestos por cristales de hidroxiapatita. El aspecto de los prismas de esmalte varía de acuerdo a los cortes realizados; en observaciones al microscopio electrónico de barrido los prismas tienen forma de herradura con cabeza ensanchada en forma de cúpula orientada hacia la unión amelodentinaria, un cuello estrecho y un extremo caudal con terminación irregular (Fig. 6) y en cortes longitudinales a la corona se observa como bastones paralelos en forma lineal, extendiéndose desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. (Fig. 7) Estas imágenes conducen a denominar a la unidad estructural del esmalte como varilla o bastón adamantino. <sup>(5,18)</sup>



**Fig. 6.** Corte transversal del esmalte. <sup>(18)</sup>



**Fig. 7.** Corte longitudinal del esmalte. <sup>(18)</sup>

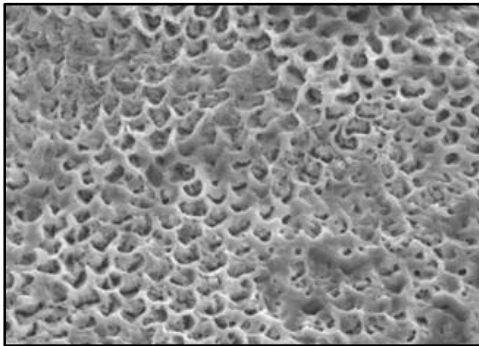
### 2.6.3 Acondicionamiento del esmalte

El mecanismo de adhesión al esmalte está dado por el anclaje micromecánico que proveen las irregularidades producidas por el grabado ácido en las que la resina tras infiltrarse en consistencia fluida queda trabada al adoptar rigidez por polimerización.

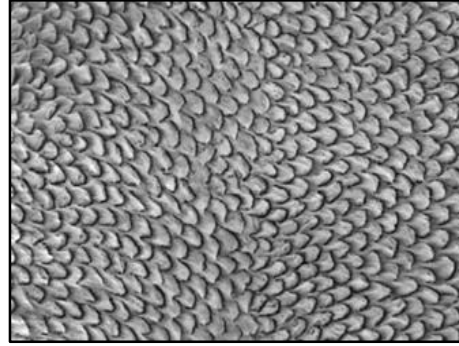
<sup>(5)</sup> Con esto es posible lograr una adhesión a esmalte con valores de 20 MPa. <sup>(8)</sup>

La desmineralización de las estructuras inorgánicas del esmalte producida por el ataque de los ácidos en elevada concentración, genera la formación de sales solubles e insolubles de fosfato de calcio que posteriormente son eliminadas por el agua de lavado, determinando la formación de patrones de acondicionamiento adamantino.

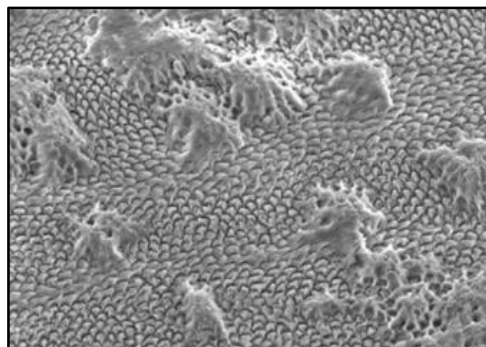
- El tipo I presenta disuelto solo el centro de los prismas. (Fig. 8)
- El tipo II muestra disuelto únicamente la periferia de los prismas. (Fig. 9)
- El tipo III es el más frecuente, muestra estrías completamente irregulares y tenues lo que le confiere el más bajo potencial de adhesividad. <sup>(5)</sup> (Fig. 10)



**Fig. 8.** Patrón tipo I. <sup>(19)</sup>



**Fig. 9.** Patrón tipo II. <sup>(19)</sup>



**Fig. 10.** Patrón tipo III. <sup>(19)</sup>

## 2.7 RESINAS COMPUESTAS

Los materiales compuestos son combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfase distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus componentes de forma individual.

Las resinas compuestas dentales, son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos unidas a la matriz plástica por medio de silano, un agente de conexión o acoplamiento. <sup>(20)</sup>

### 2.7.1 Composición de las resinas compuestas

Los componentes estructurales básicos de las resinas compuestas son:

- **Matriz**

Está constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos y aromáticos.

El monómero base más utilizado durante los últimos 30 años ha sido el Bisfenol-A- Glicidil Metilacrilato (Bis-GMA, por sus siglas en inglés) sin embargo su alto peso molecular es una característica limitante ya que aumenta su viscosidad; para superar estas deficiencias se añaden monómeros de bajo peso molecular tales como el Dimetacrilato Trietilénglicol (TEGDMA, por sus siglas en inglés).

Actualmente el sistema Bis-GMA/TEGDMA es uno de los más usados en las resinas compuestas. Otro monómero ampliamente utilizado acompañado o no de Bis-GMA, es el Dimetacrilato de Uretano (UDMA, por sus siglas en inglés), su ventaja es que posee menos viscosidad y mayor flexibilidad lo que mejora la resistencia de la resina. <sup>(20)</sup>

- **Relleno**

Proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sus propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce la contracción de polimerización, la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, aumenta la resistencia a la tracción, a la compresión y a la abrasión, facilita la manipulación y la radiopacidad. Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo molido, vidrio de bario, sílice coloidal y silicato. <sup>(20)</sup>

- **Agente de conexión o acoplamiento**

Para que las resinas compuestas, tengan propiedades óptimas se necesita una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. La unión de estas dos fases se logra recubriendo las partículas de relleno con un agente de acoplamiento. Debido a que la mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen relleno basado en sílice, el agente de acoplamiento más utilizado es el silano. El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el  $\gamma$ -metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS, por sus siglas en inglés). Asimismo, el silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, pues establece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa) para la fase más rígida (partículas de relleno). <sup>(20)</sup>

- **Sistema activador**

El proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción. Para que estos radicales libres se generen es necesario un estímulo externo. En el caso de los sistemas fotopolimerizables, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas u otras dicetonas). Es necesario que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500nm en el espectro de luz visible. <sup>(20)</sup>

### **2.7.2 Clasificación de las resinas compuestas**

De acuerdo con la norma internacional ISO 4049, los materiales de restauración dental a base de polímeros se clasifican de la siguiente manera:

**Tipo 1:** Materiales a base de polímeros indicados por el fabricante para restauraciones que implican superficies oclusales.

**Tipo 2:** Todos los demás materiales de restauración.

*Clasificación de materiales de restauración dental a base polímero conforme al proceso de polimerización:*

**Clase 1:** Aquellos materiales que polimerizan mediante la mezcla de un iniciador y un activador (materiales de autocurado).

**Clase 2:** Aquellos materiales cuya polimerización se realiza mediante la aplicación de energía obtenida de una fuente externa. Estos materiales se subdividen de la siguiente manera.

Grupo 1: Materiales destinados a ser aplicados intraoralmente.

Grupo 2: Materiales utilizados para una aplicación extraoral.

**Clase 3:** Aquellos materiales que son polimerizados por la aplicación de energía externa, pero también poseen un mecanismo de autocurado (materiales de curado dual).<sup>(21)</sup>

### **2.7.3 Polimerización**

El proceso de polimerización puede describirse como la formación o crecimiento de cadenas (moléculas de polímero) a partir de la unión de eslabones (monómeros), formando estructuras de manera lineal, ramificada o cruzada.

Cuando un monómero se transforma en polímero ocurren dos fenómenos colaterales. El primero se debe a que la polimerización representa un cambio de ordenamiento de mayor a menor energía y la energía restante se transforma y libera en forma de energía térmica.

El segundo se debe a que la distancia que separa a las moléculas de monómero es relativamente grande ya que se ligan por medio de uniones secundarias al formar una cadena de polímero reaccionan para unirse por enlaces covalentes y poseen una distancia mucho menor. Esto hace que la masa de polímero ocupe un volumen menor que la masa de monómero.<sup>(15)</sup>

## 2.8 PROCESO DESMINERALIZACIÓN - REMINERALIZACIÓN

El balance en el proceso de desmineralización y remineralización se ha considerado como la forma única o natural de mantener los dientes sanos y fuertes, generando con esto un impacto muy importante en la prevención de la caries dental. La proporción o relación que se guarde entre la desmineralización y la remineralización es la diferencia entre el desarrollo o la prevención del proceso de caries. <sup>(22,23)</sup>

La saliva contiene calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), fosfato ( $\text{PO}_4$ ) y una gran variedad de proteínas responsables de la función de lubricación y formación de película adquirida, que disminuye el contacto directo de los ácidos con la superficie del diente. <sup>(24)</sup>

En condiciones normales el pH de la saliva varía entre 6.2 y 6.8, donde los cristales de hidroxiapatita (HA) se encuentran estables; al ingerir alimentos, especialmente carbohidratos y ser metabolizados provocan un descenso del pH ( $\leq 5.5$ ) provocando en los cristales de HA la pérdida de minerales al disociarse y difundirse hacia el medio externo produciendo desmineralización parcial de la superficie. Cuando el calcio presente en la interfase es neutralizado por sistemas tampón ( $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{PO}_4$ ) se produce una acumulación de  $\text{F}^{-1}$  y  $\text{Ca}^{+2}$  disponibles para volver a reaccionar y hacer posible la remineralización, formándose nuevas moléculas de hidroxiapatita y fluorapatita. <sup>(25,26)</sup>

### 2.8.1 Desmineralización

La estructura de los cristales del esmalte (Apatita) es disuelta por la presencia de ácidos orgánicos (Láctico y Acético), que son bioproductos resultantes de la acción de los microorganismos del biofilm en presencia de un sustrato, principalmente a base de hidratos de carbono fermentables. <sup>(22)</sup>

Histológicamente se describen varias zonas de desmineralización. (Fig. 11)

**Zona translúcida. (A)** Es el primer avance de la lesión. El esmalte se observa menos estructurado y tiene 1.2% de pérdida mineral por unidad de volumen.



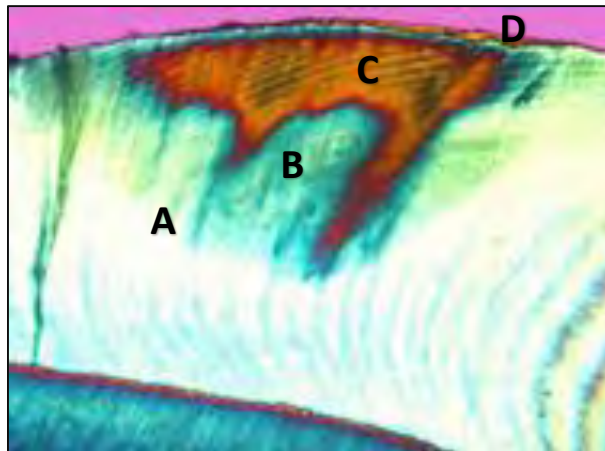
Las principales diferencias con el esmalte normal son aumento en la concentración de  $F^{-1}$ , disminución en  $Mg^{+2}$  y una pérdida de  $CO_3^{-2}$ .<sup>(2)</sup>

**Zona oscura. (B)** Aparece como una banda opaca y densa en la cual se observa poca estructura. Se crean espacios o poros con una pérdida mineral del 6% por unidad de volumen.<sup>(2)</sup>

**Cuerpo de la lesión. (C)** Es la zona de mayor desmineralización y destrucción cristalina, hay una pérdida mineral del 24% por unidad de volumen, con aumento de la cantidad de materia orgánica.<sup>(2)</sup>

**Zona superficial. (D)** Aparece cubierta con una multitud de agujeros diminutos como un panal de abejas. Existe ruptura en la cutícula del esmalte, intersticios entre los prismas del esmalte. La pérdida de mineral es de 9.9% por unidad de volumen.<sup>(2)</sup>

**Defecto cavitario.** Cuando la superficie del esmalte se fractura, se produce una cavitación; con diferente extensión, grosor y profundidad. Por lo que las bacterias junto con la saliva se introducen al esmalte y dentina, alterando la estructura cristalina, pero no son detectables clínicamente sino por medio radiográfico.<sup>(2)</sup>



**Fig. 11.** Lesión incipiente de caries en microscopio de luz polarizada.

a) Zona Translúcida b) Zona Oscura c) Cuerpo de la lesión d) Zona Superficial.<sup>(16)</sup>

### 2.8.2 Remineralización

El proceso de remineralización permite que la pérdida previa de iones de  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y otros minerales, puedan ser reemplazados por los mismos u otros iones similares provenientes de la saliva; incluye también la presencia de  $\text{F}^{-1}$ , que va a fomentar la formación de cristales de fluorapatita que son cristales más grandes que los originales y más resistentes a la disolución en ácidos, por lo tanto son mucho más resistentes al ataque ácido del biofilm dental, que el esmalte original. <sup>(22)</sup> (Fig. 12)

El principal factor para favorecer el proceso de remineralización es la saliva. Esta, por sus características físicas y su composición química proporciona a la cavidad bucal un sistema de defensa ya que favorece la transportación de iones y neutraliza la acción de los ácidos, además de ejercer una función de limpieza y lavado tanto de bacterias libres como de ácidos. <sup>(22)</sup>

El revestimiento de  $\text{CaF}_2$  puede ser considerado como un reservorio de iones flúor disponible para inhibir el proceso de desmineralización-remineralización; mientras este proceso permanezca en equilibrio no se presentarán pérdidas de minerales ni ganancia, sin embargo cuando la desmineralización supera a la remineralización se producen lesiones primarias de caries dental provocando un ablandamiento y mayor aspereza de la superficie y si continúa se observarán zonas cavitadas. <sup>(23)</sup>

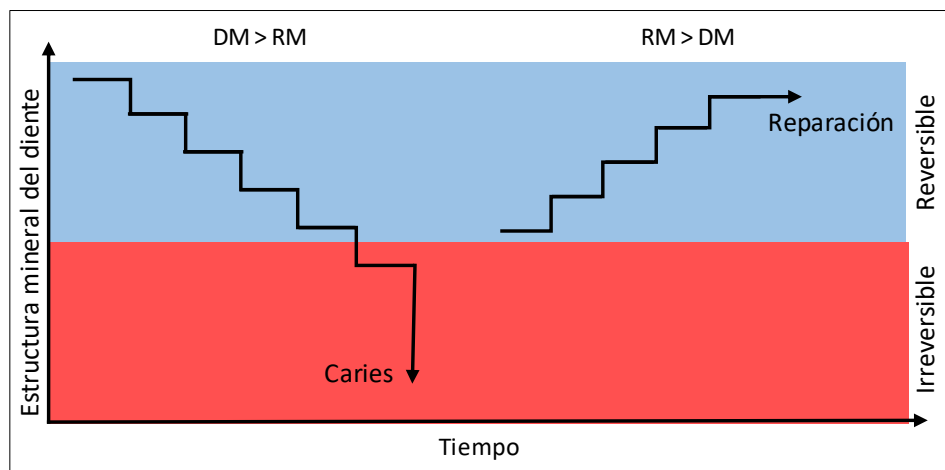


Fig. 12. Proceso desmineralización-remineralización del esmalte. (Fuente Directa)

### 2.8.3 Flúor

El flúor ( $F^-$ ) pertenece al grupo VIIA de la tabla periódica, es el elemento más electronegativo y esta característica le permite reaccionar y unirse con cualquier elemento químico. La composición inorgánica de los tejidos mineralizados del diente es susceptible a reaccionar con el flúor, de tal manera que la presencia del ión  $F^-$  en el medio oral sustituye al grupo funcional  $OH^-$  dando lugar a la formación de fluorapatita  $[Ca_{10}(PO_4)_6F_2]$ .<sup>(27)</sup>

El flúor se encuentra en muchos suministros de aguas públicas, en los dentífricos, colutorios orales, gel tópico concentrado e incluso en los alimentos. La exposición frecuente al fluoruro ha tenido un efecto positivo sobre la resistencia del esmalte dental a la caries.<sup>(28)</sup>

El uso de fluoruro tópico se introdujo en 1960 como un posible mecanismo para aumentar el tiempo de contacto entre el fluoruro y la superficie del diente.

Schmidt introdujo el primer barniz de fluoruro en 1964, bajo el nombre comercial de "Duraphat®"; después de los estudios clínicos relacionados con la eficacia y seguridad de este barniz de fluoruro, salieron al mercado otros barnices.<sup>(29)</sup>

Los iones flúor actúan como sustitutos en el cristal de HA y encajan con mayor perfección en éste de lo que lo hacen los iones  $OH^-$ . Este suceso junto con un mayor potencial de enlace del  $F^-$  sirve para formar cristales de apatita más compactos y estables; por tanto tienen mayor resistencia a la disolución ácida que se produce al inicio de la caries. El resultado final de este proceso es una restauración fisiológica de la lesión inicial y la formación de un esmalte superficial más resistente.<sup>(30)</sup>

### 2.8.4 Agentes remineralizantes

Un agente remineralizante se puede definir como una sustancia capaz de promover la remineralización del tejido dental.

#### 2.8.4.1 Fluoruro de sodio

Duraphat® (Colgate®, USA) es una suspensión de fluoruro de sodio al 5% en solución alcohólica de resinas naturales. Corresponde a 22.600 ppm de fluoruro con un pH neutro. Este barniz permanece en los dientes entre 12 a 48 horas después de su aplicación y libera lentamente al flúor desde una película de aspecto encerado. Este barniz con 5% de fluoruro de sodio presenta un fuerte efecto desensibilizante cuando es aplicado en la superficie dental afectada. (Fig. 13)

Tolera muy bien el agua y cubre inclusive las superficies húmedas con una película de barniz de buena adherencia, endureciendo con la saliva y obturando la abertura de los túbulos dentinarios, reduciendo así el acceso a la pulpa dental. <sup>(31)</sup>



Fig. 13. Duraphat®. <sup>(31)</sup>

#### 2.8.4.2 Fosfato de calcio amorfo

Enamel Pro™ (Premier®, USA) es un producto fluorado adicionado con Fosfato de Calcio Amorfo (ACP por sus siglas en inglés) que posee un mecanismo anticariogénico; el cual consiste en que los fosfopéptidos de caseína y el fosfato de calcio amorfo se incorporan en el biofilm y se adhieren a la superficie actuando como reserva de calcio y fosfato. Los fosfopéptidos se obtienen por la digestión de la caseína de la leche de vaca con ayuda de la enzima proteolítica tripsina. (Fig. 14)

Una solución saturada de sales de fosfato y sales de calcio, en presencia de los fosfopéptidos, conduce la nucleación de cristales ACP permitiendo que los iones del  $(\text{PO}_4)^{-3}$  y  $\text{Ca}^{+2}$  se solubilicen fácilmente en la saliva, lo que genera condiciones de sobresaturación que producirán la remineralización. <sup>(32)</sup>

Los productos con CPP-ACP trabajan como un agente cariostático útil en el control de diferentes situaciones clínicas. Pueden disminuir la caries en pacientes con alto riesgo; como lo son los pacientes con aparatología ortodóntica, disminuyen la erosión dental en pacientes con reflujo gástrico, contribuyen a reparar el esmalte en las lesiones de mancha blanca y en la fluorosis y ayudan a desensibilizar los dientes cuando se ha realizado blanqueamiento dental, o en presencia de lesiones radiculares. <sup>(32)</sup>



**Fig. 14.** Enamel Pro™ Varnish®. <sup>(33)</sup>

#### **2.8.4.3 Fosfato tricálcico**

Clinpro™ White Varnish es un compuesto fluorado que contiene Tri-Fosfato de Calcio (TCP por sus siglas en inglés) (3M-ESPE® USA). El TCP es un fosfato de calcio cuya composición química es muy similar a la hidroxiapatita, tiene una estructura definida y estable, propiedades químicas predecibles y está optimizado para liberar calcio y fosfato en la superficie de los dientes. (Fig. 15)

Cuando el calcio y el fluoruro están juntos en una formulación, en la mayoría de los casos se combinan a través de enlaces químicos para formar fluoruro de calcio que es relativamente insoluble. Sin embargo aquí el  $\beta$ -TCP presenta un recubrimiento soluble; el ácido fumárico que lo ayuda a protegerlo de reaccionar con el fluoruro. El ácido fumárico es un ácido carboxílico relativamente estable al calor, lento para disolver y tiene una fuerte tendencia a quelar el calcio. Una vez que Clinpro® White Varnish es puesto en contacto con la saliva, el ácido fumárico que envuelve al  $\beta$ -TCP libera calcio y fosfato con el fluoruro. Como consecuencia de esto, se deposita en el diente un mineral de alta calidad y más resistente al desafío ácido. Penetra y sella los túbulos dentinarios para aliviar de manera inmediata la sensibilidad y liberar flúor para proteger el sitio de la desmineralización. (34)



**Fig. 15.** Clinpro™ White Varnish. (35)

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la dinámica del medio ambiente bucal, los cambios de pH con el paso del tiempo pueden provocar lesiones en la superficie del esmalte; esta situación adquiere relevancia cuando se considera el uso de sustancias remineralizantes en el caso de dientes con lesiones de mancha blanca, por esta razón es importante tener en cuenta que el desempeño de los materiales de adhesión directa pueden verse afectados, ya que la fuerza de adhesión que posee un material polimérico en la estructura dentaria cambia cuando el esmalte se encuentra remineralizado, ya que pasó por un proceso en el cual perdió y ganó iones de forma continua generando cristales de mayor complejidad y con propiedades físicas y químicas diferentes, por esta razón se plantea la siguiente pregunta de investigación:

*¿Cuál es la fuerza de unión entre una resina compuesta y el esmalte de dientes tratados con sustancias remineralizantes?*

## 4. JUSTIFICACIÓN

En los procedimientos clínicos preventivos el uso de compuestos fluorados tiene un papel relevante por la gran disponibilidad en el mercado nacional, ya que se ha encontrado que es eficaz para el control de la caries dental por su efecto cariostático y remineralizante. El efecto del flúor en el esmalte dental crea condiciones de mayor resistencia al ataque ácido debido al cambio en la estructura química  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2]$ , lo que mejora sus propiedades mecánicas. Sin embargo, la información relacionada con el comportamiento del esmalte tratado con este tipo de compuestos no es clara, por esta razón en este trabajo se pretende conocer los cambios que el fluoruro genera en las fuerzas de adhesión entre la superficie del esmalte y una resina compuesta.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Determinar la resistencia al desalajo de resinas compuestas colocadas en la superficie de esmalte desmineralizado tratado con diferentes productos de NaF al 5% en condiciones de pH cíclico.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Determinar la resistencia al desalajo de resinas compuestas en los grupos tratados con NaF al 5%.
- Conocer el compuesto de NaF que proporcione mayores valores de resistencia al desalajo.
- Determinar el efecto de la influencia del tiempo de remineralización en la resistencia al desalajo de las resinas compuestas.
- Conocer la resistencia al desalajo de resinas compuestas en diferentes superficies del esmalte (pulida y no pulida)

## **6. HIPÓTESIS**

### **6.1 Hipótesis de trabajo**

- Existen diferencias en la resistencia al desalojo de la resina compuesta adherida al esmalte tratado con compuestos fluorados sometidos a pH cíclico.

### **6.2 Hipótesis nula**

- No existen diferencias en la resistencia al desalojo de la resina compuesta adherida al esmalte tratado con compuestos fluorados sometidos a pH cíclico.

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1 Tipo de estudio**

Transversal, observacional, experimental y descriptivo.

### **7.2 Variables**

#### **7.2.1 Identificación de Variables**

##### **V. Dependiente**

- Resistencia al desalojo

##### **V. Independientes**

- Compuestos fluorados.
- Tiempo de exposición de los compuestos fluorados.
- Resinas compuestas.
- Sistema adhesivo

#### **7.2.2 Operacionalización:**

- Resistencia al desalojo: oposición que ejerce un material ante una fuerza compresiva antes de ser fracturado.
- Compuestos fluorados: sustancias a base de NaF al 5% que promueve la recaptación de minerales en el esmalte dental.
- Tiempo de exposición de los compuestos fluorados: intervalos de experimentación en pH cíclico de 5, 10 y 15 días.
- Resinas compuestas: materiales poliméricos a base de una matriz orgánica y relleno inorgánico utilizados para la restauración de un órgano dentario.
- Sistema adhesivo: sustancia capaz de mantener adheridos dos superficies de diferente naturaleza química gracias a fuerzas moleculares.

### **7.3 Criterios de selección**

#### **7.3.1 Criterios de Inclusión**

- Terceros molares no erupcionados extraídos quirúrgicamente.
- Dientes sin defectos estructurales del esmalte.
- Corona anatómica intacta.

#### **7.3.2 Criterios de Exclusión**

- Todos aquellos que no cumplan con los criterios de inclusión.

#### **7.3.3 Criterios de Eliminación**

- Todas aquellas muestras que presenten algún fallo en la realización de la prueba.

### **7.4 Recursos físicos**

Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM.

### **7.5 Recursos biológicos**

60 terceros molares extraídos quirúrgicamente.

## 8. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 8.1 Materiales y equipo

#### Material

- 60 terceros molares extraídos quirúrgicamente.
- Barniz ácido-resistente
- Solución Desmineralizante
- Solución Remineralizante
- Clinpro™ White Varnish con Tri-Fosfato de Calcio-TCP 3M® (USA)
- Duraphat® Colgate® (USA)
- Enamel Pro™ Premier® (USA) adicionado con Fosfato de Calcio Amorfo (ACP).
- Acrílico autopolimerizable NicTone® MDC Dental® (México)
- Ácido grabador Scotchbond™ Universal Etchant 3M® (USA)
- Adhesivo Adper™ Single Bond 2 3M® (USA)
- Resina Filtek™ Z350 XT 3M® (USA)
- Vaselina
- Aire comprimido

#### Instrumental

- Moldes de PVC
- Loleta de vidrio
- Espátula de metal
- Lija de agua Fandeli™ grano 1200
- Disco de diamante para baja velocidad
- Espátula de teflón para resina Hu-Friedy® (USA)
- MICROBRUSH® INTERNATIONAL (USA) tamaño regular
- Pinzas de curación Hu-Friedy® (USA)

- Lentes de protección
- CK6 Hu-Friedy® (USA)
- Cepillo de profilaxis

### **Equipo**

- Micromotor STRONG 90® (USA)
- Balanza analítica BOECO® (USA)
- Paralelizador LEITZ™
- Lámpara de fotocurado LED Bluephase, Ivoclar Vivadent®
- Radiómetro Demetron®
- Máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON®, Modelo 5567
- Pulidor metalográfico
- Estufa de temperatura controlada a 37 °C Felisa®

## **8.2 Desmineralización de las muestras**

Se utilizaron 60 terceros molares que cumplieron con los criterios de inclusión (terceros molares, no erupcionados, corona anatómica intacta, y sin defectos estructurales), se eliminó el tejido blando radicular y se realizó profilaxis, posteriormente fueron seccionados con un disco de diamante en sentido mesio-distal y sobre el eje longitudinal bajo irrigación constante. (Fig. 16)

Cada muestra fue cubierta con barniz ácido-resistente dejando un área de trabajo de 4x6 mm en la cara vestibular, lingual o palatina según el caso.

115 muestras fueron colocadas en una solución desmineralizante elaborada con  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , y  $\text{CH}_3\text{COOH}$  a pH 4.4 durante 96 horas a una temperatura constante de 37° C para producir la lesión inicial; las 5 muestras restantes quedaron como grupo control de esmalte sin lesión (ESL). (Fig. 17)



**Fig. 16.** Muestras seccionadas.



**Fig. 17.** Desmineralización de muestras.

Al finalizar el período de formación de la lesión, el total de las muestras se dividió en cuatro grupos, un grupo de 10 especímenes se quedaron sin tratamiento y tres grupos de 35 especímenes fueron tratados con aplicaciones diarias (cada 24 hrs.) con barniz de fluoruro de sodio al 5%. Los grupos quedaron conformados de la siguiente manera:

- 1) Grupo Control de Esmalte sin Lesión (ESL, Esmalte sin desmineralizar)
- 2) Grupo Control de Esmalte con Lesión (ECL, Esmalte desmineralizado sin tratamiento)
- 3) Clinpro® White Varnish con TCP (3M-ESPE® USA)
- 4) Duraphat® (Colgate®, USA)
- 5) Enamel Pro® (Premier®, USA) adicionado con Fosfato de Calcio Amorfo (ACP).

### **8.3 Remineralización de las muestras**

Una vez cumplidas 96 horas de desmineralización, las muestras se enjuagaron 3 veces con agua desionizada, se colocaron en toallas de papel absorbente y el exceso de agua se eliminó con aire comprimido.

Se realizó la aplicación de barnices fluorados siguiendo las instrucciones del fabricante. Después de la aplicación de los barnices se esperó 5 minutos y se les colocó saliva artificial. (Fig. 18 y 19 )

Las muestras de cada grupo se colocaron en frascos que contienen solución desmineralizante, donde permanecieron 3 horas bajo condiciones de humedad absoluta y temperatura controlada (37°C); cubierto el tiempo las muestras fueron enjuagadas con agua desionizada y colocadas en solución remineralizante por 21 horas bajo las mismas condiciones.

La Solución Remineralizante está compuesta por  $\text{CaCl}_2 + \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{KOH}$  a un pH 7.0; la solución se aproximó a la supersaturación de minerales de apatita encontrados en saliva.



Fig. 18. Colocación del barniz de flúor.



Fig. 19. Muestras en saliva artificial.

#### 8.4 Preparación y montaje de las muestras

Se realizó profilaxis en la cara vestibular, lingual o palatina, según sea el caso, se lavó y secó indirectamente la zona a trabajar, después se colocó ácido grabador Scotchbond™ Universal Etchant 3M® en la superficie remineralizada del diente por 15 segundos, (Fig. 20) se enjuagó y se retiró el exceso de agua. Posteriormente se colocaron dos capas consecutivas de Adhesivo Adper™ Single Bond 2 frotando la superficie por 5 segundos, (Fig. 21) se aplicó aire suavemente por 5 segundos y se fotopolimerizó por 10 segundos. (Fig. 22)

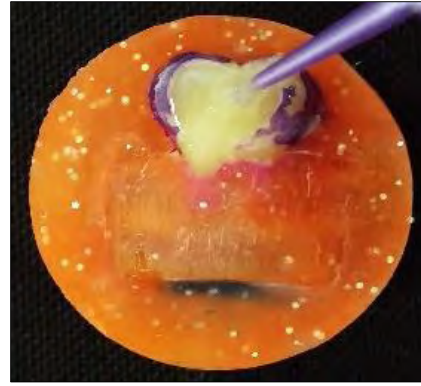
En sentido paralelo a la superficie se colocó un molde (3.96mm de diámetro y 3.91mm de altura) con sistema de prensa que se ajustó al contacto firme con el diente y se colocó la resina siguiendo las instrucciones del fabricante. (Fig. 23, 24).



Se obtuvo un botón de resina (Fig. 25). Las muestras se dejaron 24 horas en condiciones de humedad y temperatura controlada (37° C).



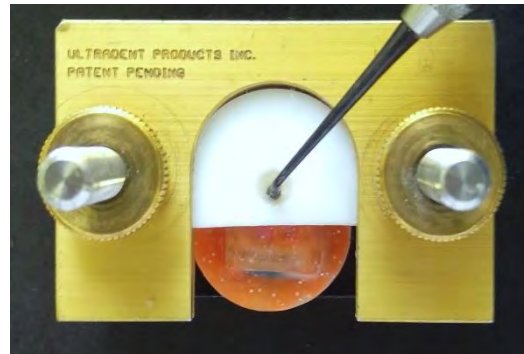
**Fig. 20.** Grabado ácido.



**Fig. 21.** Colocación de adhesivo.



**Fig. 22.** Fotopolimerización.



**Fig. 23.** Elaboración del botón de resina.



**Fig. 24.** Fotopolimerización.



**Fig. 25.** Botón de resina.

### **8.5 Prueba de cizalla**

Cubierto el tiempo en la estufa Felisa<sup>®</sup>, las muestras se montaron en la máquina de pruebas universal INSTRON<sup>®</sup> para fatigarlas por medio de un vástago que ejerce presión entre la resina y el diente para su desalojo, las condiciones de carga de la máquina fueron de 50 N/seg. (Fig. 26)



**Fig. 26.** Cizalla.

### **8.6 Desgaste de la superficie del esmalte**

Después de la prueba de cizalla, las muestras que no presentaron desprendimiento del esmalte se sometieron a un desgaste de 1mm de esmalte en el pulidor metalográfico con una lija de grano 1200 y se realizó nuevamente el botón de resina (paso 8.4).

## 9. RESULTADOS

Los resultados de la prueba de desalajo fueron concentrados en hojas de cálculo en el programa Excel (Microsoft, USA), organizados por grupos de compuesto fluorado, condición de la superficie y tiempo de pH cíclico. Se utilizó estadística descriptiva para obtener medidas de tendencia central y gráficos. El análisis de los datos se realizó en el programa SPSS V.22 (IBM, USA) donde se determinaron las asociaciones estadísticas entre los grupos, considerando un nivel de confianza ( $p < 0.05$ ) en pruebas de diferencia de medias mediante la prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA).

En la tabla 1 se encuentran los datos descriptivos del grupo inicial de experimentación, con fines estadísticos se consideran los datos de control como constantes ( $9.932 \pm 1.806$ ) para los periodos de 5, 10 y 15 días en una superficie no pulida del esmalte; el resultado de ECL son iguales para todos los grupos ( $10.207 \pm 2.727$ ) ya que el esmalte se encuentra desmineralizado. En el análisis de varianza no se encuentran diferencias significativas a una  $p < 0.05$  (Tabla 2).

**Tabla 1. Esfuerzo máximo (MPa) inicial en superficie del esmalte no pulida.**

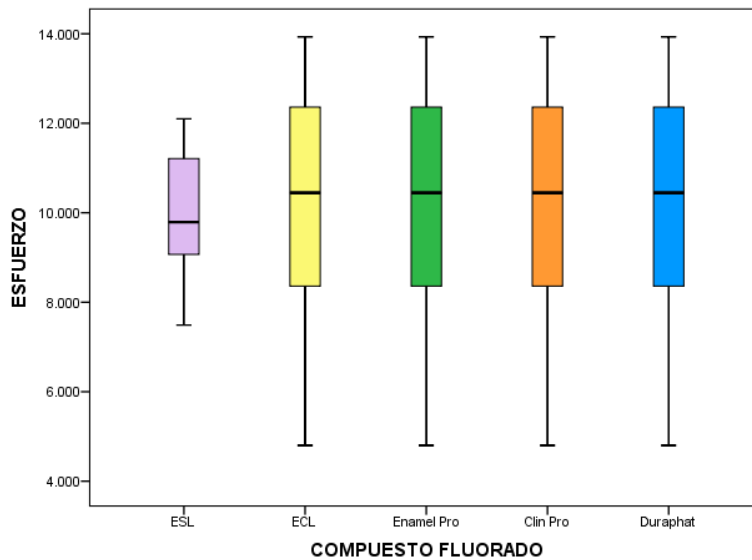
|            | N  | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 9.932  | 1.806               | .808           |
| ECL        | 10 | 10.207 | 2.727               | .862           |
| Enamel Pro | 10 | 10.207 | 2.727               | .862           |
| Clin Pro   | 10 | 10.207 | 2.727               | .862           |
| Duraphat   | 10 | 10.207 | 2.727               | .862           |

**Tabla 2. ANOVA**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F    | Sig.  |
|------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| Entre grupos     | .336              | 4  | .84              | 0.12 | 1.000 |
| Dentro de grupos | 280.817           | 40 | 7.020            |      |       |
| Total            | 281.153           | 44 |                  |      |       |

En la gráfica 1 se observa la distribución del grupo inicial con respecto a las medias obtenidas en una superficie del esmalte no pulida, los grupos ECL, EnamelPro™, ClinPro™ y Duraphat® son valores constantes por lo que no observamos diferencias entre los grupos.

**Gráfica 1. Esfuerzo máximo (MPa) inicial en superficie del esmalte no pulida.**



La tabla 3 muestra que a los 5 días de experimentación el grupo ClinPro™ es quien obtiene un mayor resultado ( $19.932 \pm 7.057$ ), pero en el análisis de varianza no observamos diferencias significativas entre los grupos (Tabla 4). En la prueba post hoc Tukey, ClinPro™ muestra diferencias significativas (8.675) en 5 días de tratamiento contra 10 días. (Anexo)

**Tabla 3. Esfuerzo máximo (MPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**

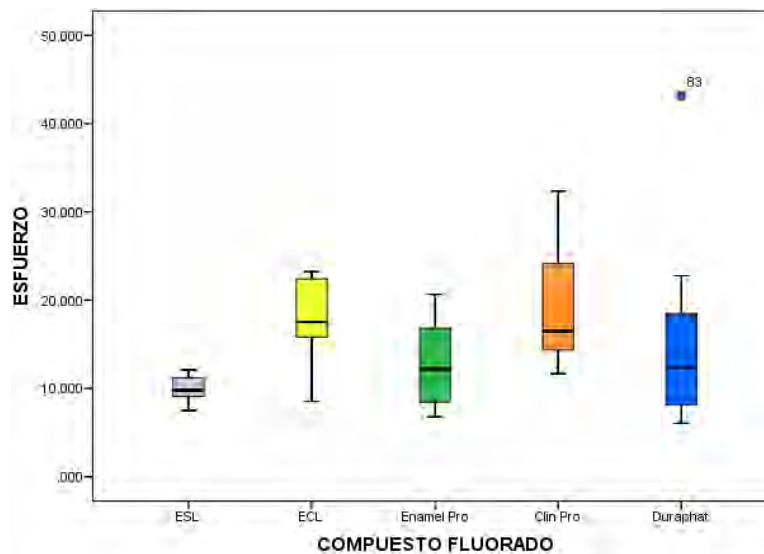
|            | N  | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 9.932  | 1.806               | .808           |
| ECL        | 5  | 17.502 | 5.929               | 2.651          |
| Enamel Pro | 10 | 12.985 | 4.788               | 1.514          |
| Clin Pro   | 9  | 19.932 | 7.057               | 2.352          |
| Duraphat   | 9  | 15.601 | 11.730              | 3.910          |

**Tabla 4. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 415.074           | 4  | 103.768          | 1.842 | .144 |
| Dentro de grupos | 1859.366          | 33 | 56.344           |       |      |
| Total            | 2274.440          | 37 |                  |       |      |

En la gráfica 2 se observa que la distribución de medias es mayor en el grupo ClinPro™, se muestran diferencias entre los grupos y los datos extremos del grupo Duraphat®.

**Gráfica 2. Esfuerzo máximo (MPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**



La tabla 5 muestra mayores resultados con el compuesto ClinPro™ ( $11.256 \pm 4.193$ ) sin considerar el Esmalte con lesión; ya que solo es el grupo control. En el análisis de varianza no se observan diferencias significativas (Tabla 6).

**Tabla 5. Esfuerzo máximo (MPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**

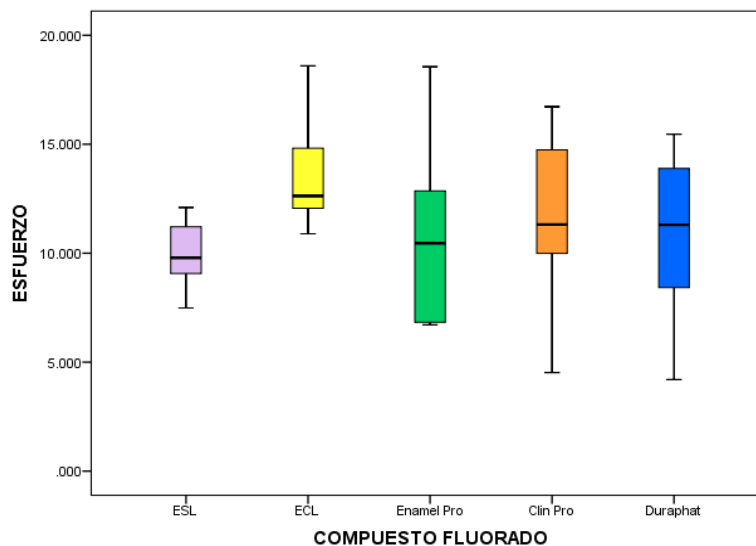
|            | N  | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 9.932  | 1.806               | .808           |
| ECL        | 5  | 13.800 | 3.039               | 1.359          |
| Enamel Pro | 10 | 10.700 | 3.747               | 1.185          |
| Clin Pro   | 9  | 11.256 | 4.193               | 1.397          |
| Duraphat   | 10 | 10.895 | 3.728               | 1.178          |

**Tabla 6. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F    | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Entre grupos     | 45.278            | 4  | 11.320           | .870 | .492 |
| Dentro de grupos | 442.184           | 34 | 13.005           |      |      |
| Total            | 487.463           | 38 |                  |      |      |

En la gráfica 3 se observa que la distribución de medias es mayor en el grupo EnamelPro™, el siguiente grupo con mayor valor es ClinPro™.

**Gráfica 3. Esfuerzo máximo (MPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**



En la tabla 7 el grupo ClinPro™ obtiene mayores resultados (15.009 ±4.747). ANOVA no muestra diferencias significativas entre los grupos (Tabla 8).

**Tabla 7. Esfuerzo máximo (MPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**

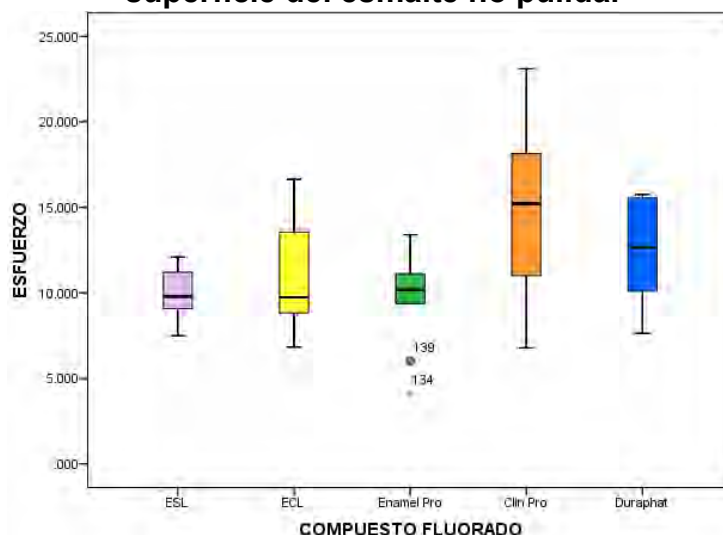
|            | N  | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 9.932  | 1.806               | .808           |
| ECL        | 5  | 11.118 | 3.934               | 1.759          |
| Enamel Pro | 10 | 9.770  | 2.880               | .910           |
| Clin Pro   | 10 | 15.009 | 4.747               | 1.501          |
| Duraphat   | 10 | 12.565 | 3.026               | .957           |

**Tabla 8 ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 168.692           | 4  | 42.173           | 3.394 | .019 |
| Dentro de grupos | 434.915           | 35 | 12.426           |       |      |
| Total            | 603.606           | 39 |                  |       |      |

La gráfica 4 muestra una mayor distribución de medias en el grupo ClinPro™, se observan los datos extremos del grupo EnamelPro™.

**Gráfica 4. Esfuerzo máximo (MPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**



En la tabla 9 se encuentran los datos del grupo inicial en una superficie pulida del esmalte, se consideraron los datos de control como constantes ( $17.625 \pm 2.944$ ) para los periodos de 5, 10 y 15 días, los datos del grupo ECL son iguales en los demás. ANOVA no muestra diferencias significativas (Tabla 10).

**Tabla 9. Esfuerzo máximo (MPa) inicial de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

|            | N | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|---|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4 | 17.625 | 2.944               | 1.472246       |
| ECL        | 7 | 12.138 | 4.491               | 1.697          |
| Enamel Pro | 7 | 12.138 | 4.491               | 1.697          |
| Clin Pro   | 7 | 12.138 | 4.491               | 1.697          |
| Duraphat   | 7 | 12.138 | 4.491               | 1.697          |

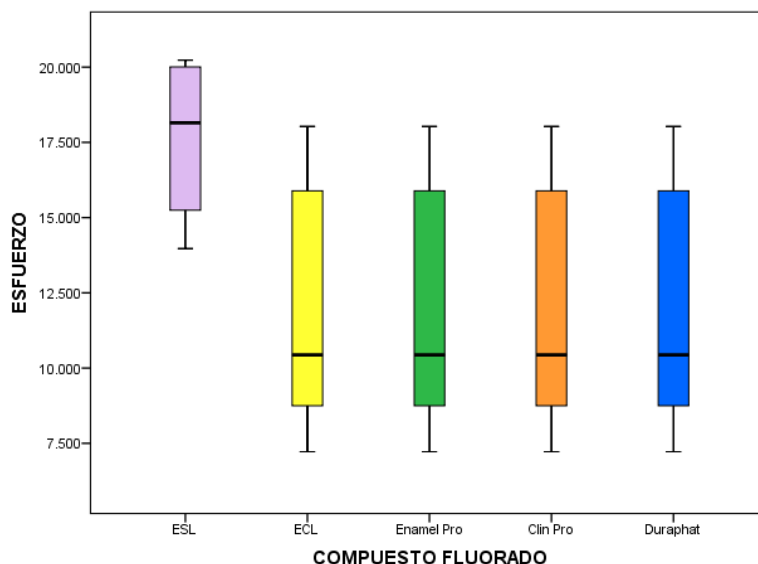
**Tabla 10. ANOVA**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 105.353           | 4  | 26.338           | 1.394 | .263 |
| Dentro de grupos | 510.245           | 27 | 18.898           |       |      |
| Total            | 615.598           | 31 |                  |       |      |

En la gráfica 5 se observa la distribución del grupo inicial con respecto a las medias obtenidas en una superficie del esmalte pulido, el grupo ECL, EnamelPro™, ClinPro™ y Duraphat® son valores constantes por lo que no observamos diferencias entre ellos.



**Gráfica 5. Esfuerzo máximo (MPa) inicial en superficie del esmalte pulida.**



La tabla 11 muestra que a los 5 días de remineralización el grupo Duraphat® obtuvo los resultados mayores ( $14.221 \pm 2.555$ ), el análisis de varianza no muestra diferencias significativas entre los grupos (Tabla 12). La prueba post hoc Tukey, Duraphat® muestra diferencias significativas (5.070) en 5 días de tratamiento contra 10 días. (Anexo)

**Tabla 11. Esfuerzo máximo (MPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

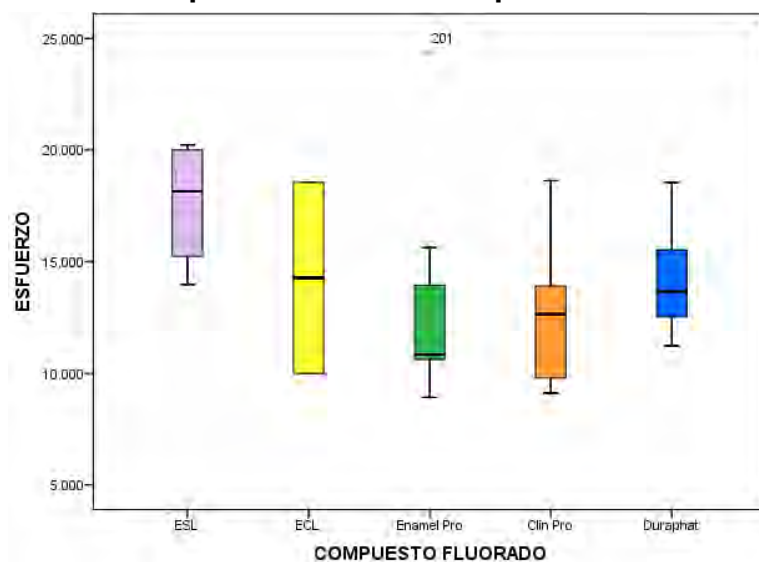
|            | N  | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4  | 17.625 | 2.944               | 1.472246       |
| ECL        | 2  | 14.275 | 6.045               | 4.275000       |
| Enamel Pro | 7  | 13.320 | 5.299               | 2.002925       |
| Clin Pro   | 10 | 12.524 | 2.870               | .907           |
| Duraphat   | 7  | 14.221 | 2.555               | .966           |

**Tabla 12. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 77.795            | 4  | 19.449           | 1.412 | .259 |
| Dentro de grupos | 344.404           | 25 | 13.776           |       |      |
| Total            | 422.200           | 29 |                  |       |      |

En la gráfica 6 se observa una distribución de medias mayor en el grupo ECL porque solo se compararon 2 muestras, ya que a las demás en la prueba con el esmalte sin pulir se desprendió el esmalte y solo quedó dentina, por lo que se eliminaron; Duraphat® obtuvo una distribución de medias mayor sin tomar en cuenta el ECL, se observa el dato extremo en el grupo EnamelPro™.

**Gráfica 6. Esfuerzo máximo (MPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**



En la tabla 13 se observa que el grupo ClinPro™ obtuvo mayores resultados ( $12.318 \pm 3.679$ ) y el análisis de varianza muestra que sí existen diferencias significativas entre los grupos a los 10 días de remineralización en una superficie pulida del esmalte.

**Tabla 13. Esfuerzo máximo (MPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

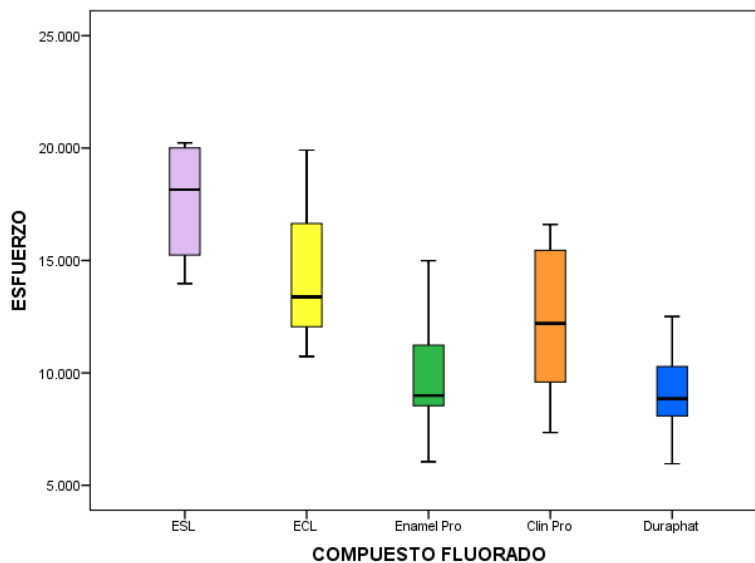
|            | N | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|---|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4 | 17.625 | 2.944               | 1.472          |
| ECL        | 3 | 14.673 | 4.724               | 2.727          |
| Enamel Pro | 6 | 9.798  | 3.036               | 1.239          |
| Clin Pro   | 7 | 12.318 | 3.679               | 1.390          |
| Duraphat   | 7 | 9.151  | 2.116               | .799           |

**Tabla 14. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 234.597           | 4  | 58.649           | 5.738 | .003 |
| Dentro de grupos | 224.864           | 22 | 10.221           |       |      |
| Total            |                   |    |                  |       |      |

En la gráfica 7 se encuentra una distribución de medias mayor en el grupo ClinPro™ seguida del grupo ECL ya que solo se compararon 3 muestras, porque las demás se descartaron ya que tenían el esmalte desprendido; Duraphat® obtuvo los menores resultados.

**Gráfica 7. Esfuerzo máximo (MPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**



La tabla 15 muestra que el grupo ClinPro™ obtuvo mayores resultados (15.533 ± 3.770), descartando los datos de los grupos control. El análisis de varianza no muestra diferencias significativas (Tabla 16)

**Tabla 15. Esfuerzo máximo (MPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

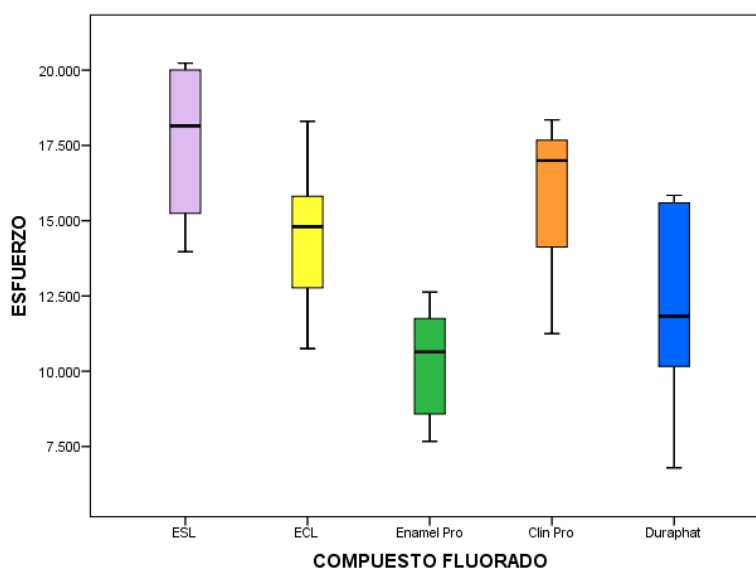
|            | N | Media  | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|---|--------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4 | 17.625 | 2.944               | 1.4722         |
| ECL        | 5 | 14.486 | 2.885               | 1.290          |
| Enamel Pro | 5 | 10.254 | 2.092               | .935           |
| Clin Pro   | 3 | 15.533 | 3.770               | 2.176          |
| Duraphat   | 6 | 12.006 | 3.434               | 1.402          |

**Tabla 16. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 151.152           | 4  | 37.788           | 4.141 | .015 |
| Dentro de grupos | 164.244           | 18 | 9.125            |       |      |
| Total            | 315.395           | 22 |                  |       |      |

En la gráfica 8 se observa una distribución de medias mayor en Duraphat® seguido del grupo control ESL y después el grupo ClinPro™ quien obtuvo la media más grande en el análisis estadístico.

**Gráfica 8. Esfuerzo máximo (MPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**



En la tabla 17 se encuentran los datos del grupo inicial de experimentación, se consideraron los datos de control como constantes ( $1.257 \pm .529$ ) para los periodos de 5, 10 y 15 días en una superficie no pulida del esmalte. ANOVA no encuentra diferencias significativas (Tabla 18).

**Tabla 17. Módulo Elástico (GPa) inicial en superficie del esmalte no pulida.**

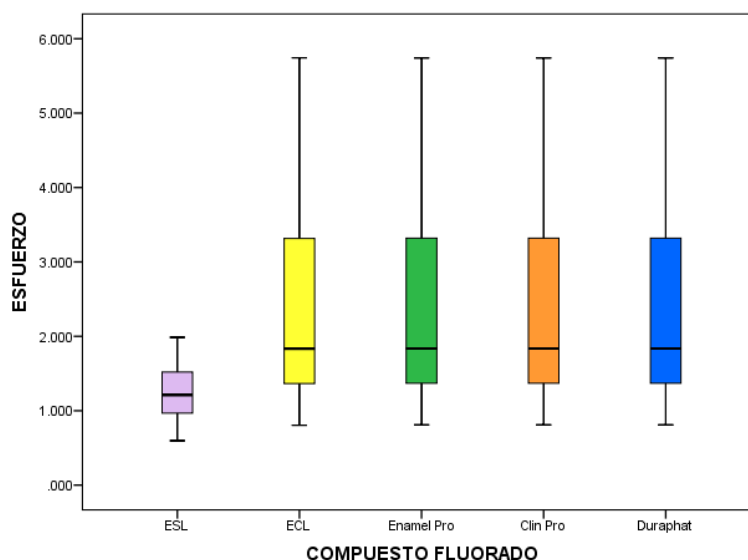
|            | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 1.257 | .529                | .236           |
| ECL        | 10 | 2.326 | 1.509               | .477           |
| Enamel Pro | 10 | 2.328 | 1.508               | .476           |
| Clin Pro   | 10 | 2.328 | 1.508               | .476           |
| Duraphat   | 10 | 2.328 | 1.508               | .476           |

**Tabla 18. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F    | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Entre grupos     | 5.093             | 4  | 1.273            | .613 | .656 |
| Dentro de grupos | 83.058            | 40 | 2.076            |      |      |
| Total            | 88.151            | 44 |                  |      |      |

En la gráfica 9 se observa la distribución de medias iguales en los grupos ECL, Enamel Pro™, ClinPro™ y Duraphat® ya que solo se evaluó el grupo ESL.

**Gráfica 9. Módulo Elástico (GPa) inicial en superficie del esmalte no pulida.**



En la tabla 19 se muestra que Duraphat® tuvo mayores resultados ( $4.488 \pm 2.721$ ) y en el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas (Tabla 20). La prueba post hoc Tukey, EnamelPro™ muestra diferencias significativas (2.325) en 5 días de tratamiento contra 15 días y Duraphat® también muestra diferencias significativas (2.866) en 5 días de tratamiento contra 15 días. (Anexo)

**Tabla 19. Módulo Elástico (GPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**

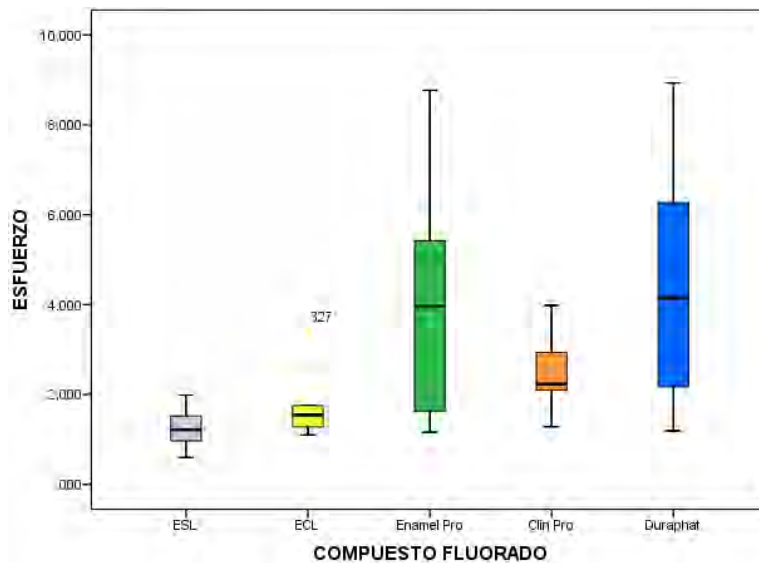
|            | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 1.257 | .529                | .236           |
| ECL        | 5  | 1.815 | .924                | .413           |
| Enamel Pro | 10 | 4.106 | 2.448               | .774           |
| Clin Pro   | 9  | 2.506 | .854                | .284           |
| Duraphat   | 9  | 4.488 | 2.721               | .907           |

**Tabla 20. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 55.812            | 4  | 13.953           | 3.726 | .013 |
| Dentro de grupos | 123.590           | 33 | 3.745            |       |      |
| Total            | 179.401           | 37 |                  |       |      |

La gráfica 10 muestra el módulo elástico mayor en el grupo Duraphat® seguido del grupo EnamelPro™ donde se observan resultados casi iguales. El grupo ECL muestra un dato anómalo.

**Gráfica 10. Módulo Elástico (GPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**



En la tabla 21 se observa que de nuevo Duraphat® obtuvo mayores resultados ( $2.592 \pm 1.681$ ) a los 10 días de remineralización en un esmalte pulido, pero en el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas (Tabla 22).

**Tabla 21. Módulo Elástico (GPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**

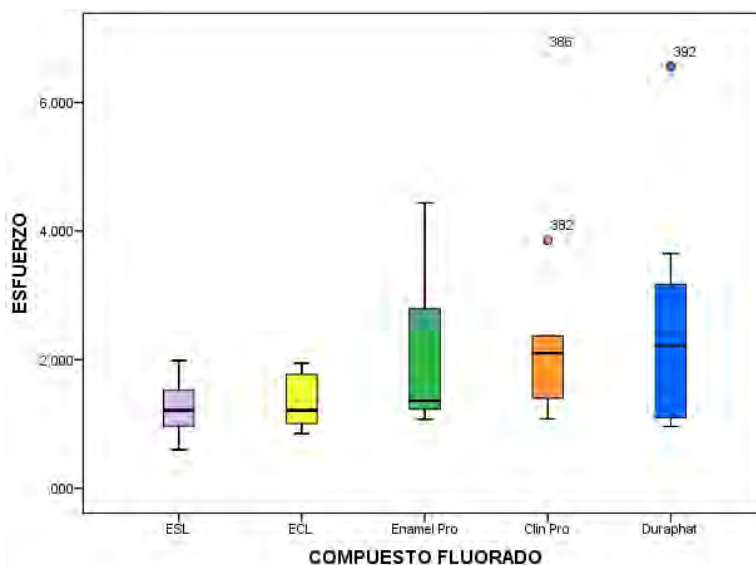
|            | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 1.257 | .529                | .236           |
| ECL        | 5  | 1.356 | .479                | .214           |
| Enamel Pro | 10 | 2.148 | 1.314               | .415           |
| Clin Pro   | 9  | 2.555 | 1.757               | .585           |
| Duraphat   | 10 | 2.592 | 1.681               | .531           |

**Tabla 22. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 10.563            | 4  | 2.641            | 1.325 | .280 |
| Dentro de grupos | 67.751            | 34 | 1.993            |       |      |
| Total            | 78.314            | 38 |                  |       |      |

En la gráfica 11 se observa una distribución medias mayor en Duraphat® mostrando un dato extremo, seguido de EnamelPro™, aunque no tiene una distribución normal. ClinPro™ muestra dos datos extremos en sus datos experimentales.

**Gráfica 11. Módulo Elástico (GPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**



La tabla 23 muestra que a los 15 días de experimentación el que obtuvo mayores resultados fue el grupo Enamel Pro™ ( $1.781 \pm .987$ ), el análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas (Tabla 24).

**Tabla 23. Módulo Elástico (GPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**

|            | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 5  | 1.257 | .529                | .236           |
| ECL        | 5  | 1.049 | .262                | .117           |
| Enamel Pro | 10 | 1.781 | .987                | .312           |
| Clin Pro   | 10 | 1.237 | .272                | .086           |
| Duraphat   | 10 | 1.622 | .732                | .231           |

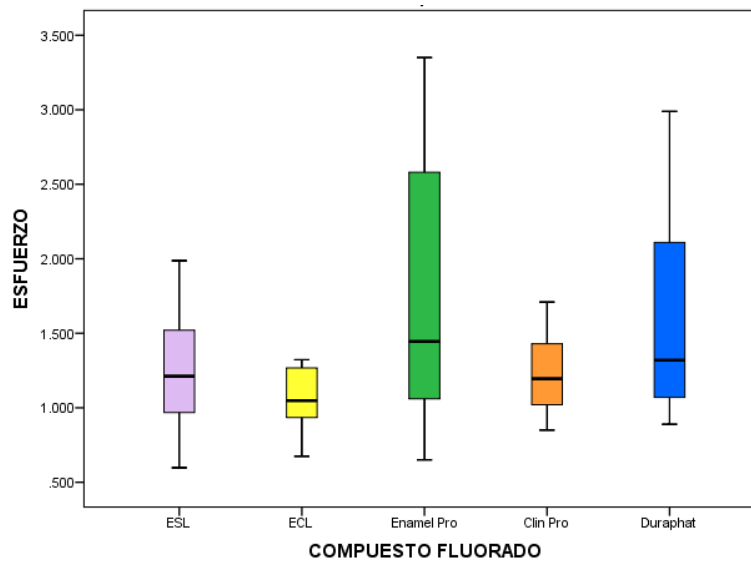


**Tabla 24. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 2.833             | 4  | .708             | 1.582 | .201 |
| Dentro de grupos | 15.675            | 35 | .448             |       |      |
| Total            | 18.509            | 39 |                  |       |      |

La gráfica 12 muestra que el grupo Enamel Pro™ tiene una mayor distribución de medias, seguido del grupo Duraphat®.

**Gráfica 12. Módulo Elástico (GPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte no pulida.**



La tabla 25 muestra los datos del grupo inicial de experimentación, se consideraron los datos de control como constantes ( $1.425 \pm .367$ ) para los periodos de 5, 10 y 15 días en una superficie pulida del esmalte. Se realizó análisis de varianza y no se encuentra una diferencia significativa (Tabla 26).

**Tabla 25. Módulo Elástico (GPa) inicial en superficie del esmalte pulida.**

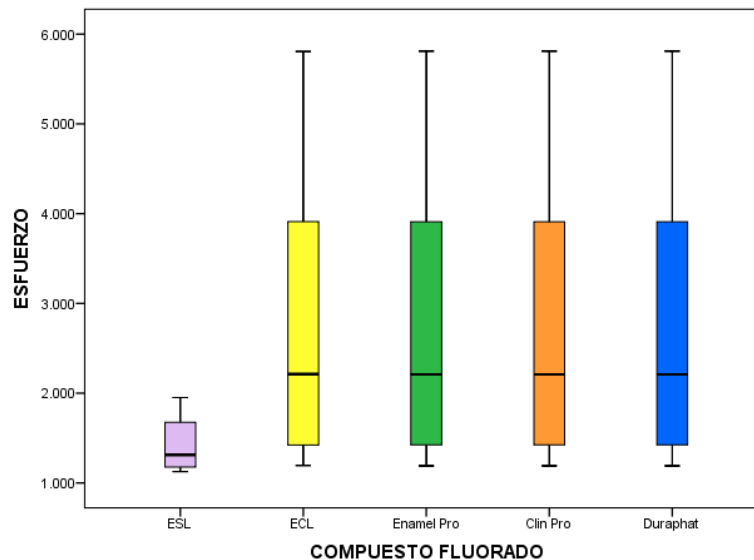
|            | N | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|---|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4 | 1.425 | .367                | .183           |
| ECL        | 7 | 2.839 | 1.886               | .7131          |
| Enamel Pro | 7 | 2.840 | 1.887               | .7132          |
| Clin Pro   | 7 | 2.840 | 1.887               | .7132          |
| Duraphat   | 7 | 2.840 | 1.887               | .7132          |

**Tabla 26. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F    | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Entre grupos     | 7.000             | 4  | 1.750            | .550 | .700 |
| Dentro de grupos | 85.871            | 27 | 3.180            |      |      |
| Total            | 92.871            | 31 |                  |      |      |

En la gráfica 13 se observa una distribución de medias igual en los grupos, ya que tienen los mismos valores menos en el grupo ESL que es el que se analizó.

**Gráfica 13. Módulo Elástico (GPa) inicial en superficie del esmalte pulida.**



La tabla 27 muestra que el grupo Clin Pro™ obtiene los mayores resultados ( $2.943 \pm 1.556$ ) seguido del grupo ECL ya que solo se compararon 2 muestras y ANOVA no muestra diferencias significativas (Tabla 28).

**Tabla 27. Módulo Elástico (GPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

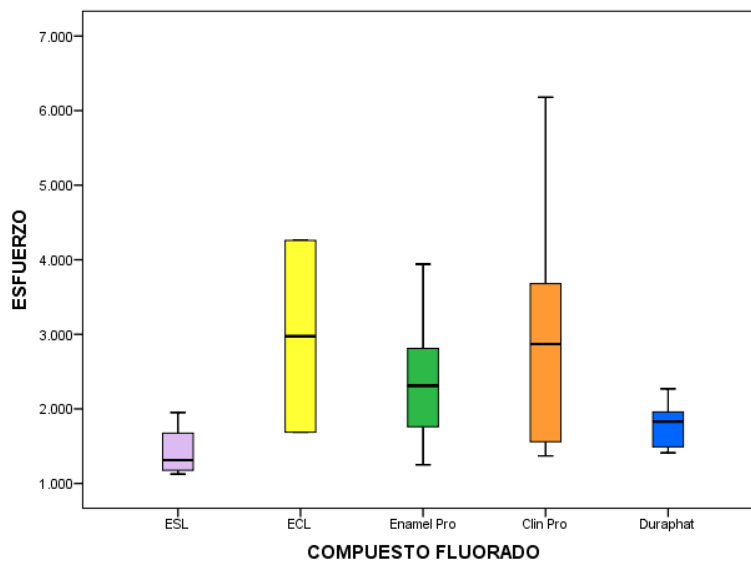
|            | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|----|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4  | 1.425 | .367                | .183           |
| ECL        | 2  | 2.973 | 1.819               | 1.286          |
| Enamel Pro | 7  | 2.377 | .976                | .369           |
| Clin Pro   | 10 | 2.943 | 1.556               | .492           |
| Duraphat   | 7  | 1.772 | .320                | .121           |

**Tabla 28. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 10.043            | 4  | 2.511            | 1.971 | .130 |
| Dentro de grupos | 31.852            | 25 | 1.274            |       |      |
| Total            | 41.895            | 29 |                  |       |      |

La gráfica 14 muestra una mayor distribución de medias en el grupo ClinPro™.

**Gráfica 14. Módulo Elástico (GPa) en 5 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**



La tabla 29 muestra que el grupo Enamel Pro™ obtuvo los mayores resultados ( $3.248 \pm 1.984$ ), pero no existe diferencias significativas en el ANOVA (Tabla 30).

**Tabla 29. Módulo Elástico (GPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

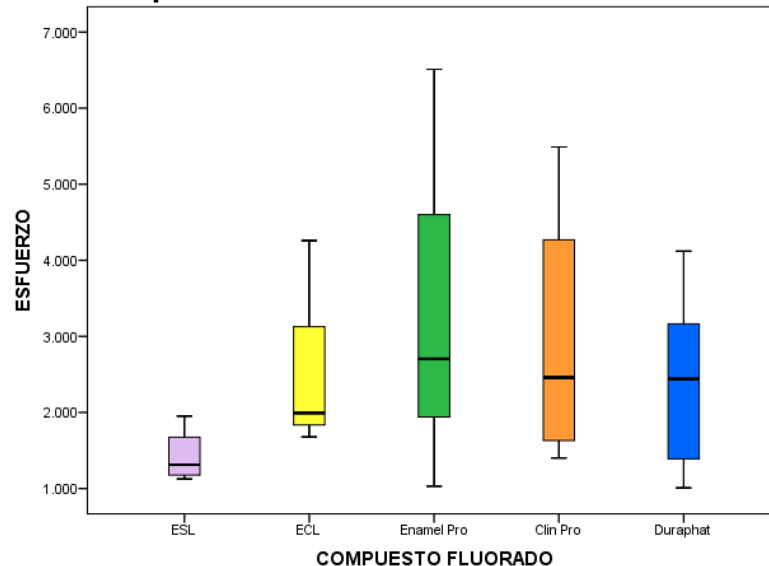
|            | N | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|---|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4 | 1.425 | .367                | .183           |
| ECL        | 3 | 2.643 | 1.408               | .813           |
| Enamel Pro | 6 | 3.248 | 1.984               | .810           |
| Clin Pro   | 7 | 3.021 | 1.681               | .635           |
| Duraphat   | 7 | 2.382 | 1.192               | .450           |

**Tabla 30. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 9.595             | 4  | 2.399            | 1.065 | .397 |
| Dentro de grupos | 49.556            | 22 | 2.253            |       |      |
| Total            | 59.151            | 26 |                  |       |      |

La gráfica 14 muestra mayor distribución de medias en el grupo EnamelPro™, seguido de ClinPro™.

**Gráfica 14. Módulo Elástico (GPa) en 10 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**



En la tabla 31 se encuentran que los mayores resultados los obtuvo el grupo Duraphat® (2.220 ± .964) sin tomar en cuenta el grupo control de ECL y en el análisis de varianza no se encuentran diferencias significativas (Tabla 32).

**Tabla 31. Módulo Elástico (GPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte pulida.**

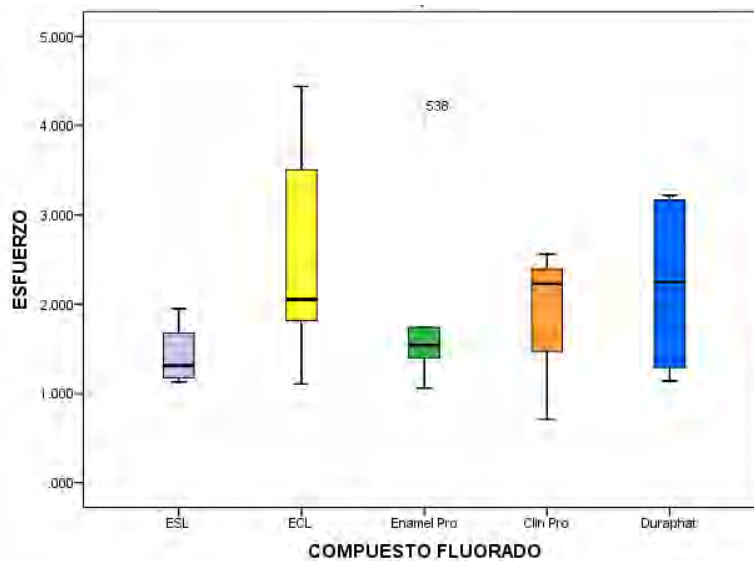
|            | N | Media | Desviación estándar | Error estándar |
|------------|---|-------|---------------------|----------------|
| ESL        | 4 | 1.425 | .367                | .183           |
| ECL        | 5 | 2.584 | 1.355               | .606           |
| Enamel Pro | 5 | 1.960 | 1.199               | .536           |
| Clin Pro   | 3 | 1.833 | .986                | .569           |
| Duraphat   | 6 | 2.220 | .964                | .393           |

**Tabla 32. ANOVA.**

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F    | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Entre grupos     | 3.341             | 4  | .835             | .747 | .572 |
| Dentro de grupos | 20.114            | 18 | 1.117            |      |      |
| Total            | 23.455            | 22 |                  |      |      |

La gráfica 16 muestra al grupo ECL con mayor distribución de medias ya que es un grupo con un esmalte desmineralizado y sin tratamiento, seguido de Duraphat®.

**Gráfica 16. Módulo Elástico (GPa) en 15 días de remineralización en superficie del esmalte pulida**



## 10. DISCUSIÓN

El uso de barnices de fluoruro es un medio preventivo utilizado para modificar e inhibir el avance del proceso desmineralizante, en el presente estudio se determinó el efecto del barniz de flúor al 5%, se ha demostrado ser benéfico en la inhibición del proceso carioso, sin embargo la frecuencia de aplicación es variada ya que unos autores consideran aplicaciones cada 3 meses <sup>(36)</sup>, otros dos veces al año <sup>(37,38)</sup> y otros recomiendan un uso intensivo de tres veces por semana. <sup>(39)</sup> Conforme a estudios recientes la recomendación es utilizar barnices fluorados 2 veces al año para niños de alto riesgo o el anual intensivo de 3 aplicaciones en una semana. <sup>(40)</sup>

De la Cruz y cols. realizaron un estudio in vivo en 2001 para valorar la resistencia del esmalte dental ante el ataque ácido antes y después de la aplicación tópica de diferentes agentes fluorados (Flúor fosfato acidulado, Fluoruro de sodio y Barniz fluorado) y determinó que todos los tratamientos mostraron un incremento de la resistencia al ataque ácido; asimismo, los resultados indicaron que el grupo tratado con barniz fluorado presentó mayor homogeneidad de efecto sobre el esmalte dental. <sup>(41)</sup>

Meneses da Silva y cols. realizaron un estudio in vitro con el propósito de evaluar el potencial terapéutico de los barnices de flúor. Utilizó 60 niños con lesiones de mancha blanca activas, las cuales fueron tratadas con cuatro aplicaciones semanales de fluoruro tópico, demostrando remineralización e inactivación de las lesiones incipientes, ya que las lesiones de mancha blanca redujeron su tamaño hasta un 25 %. <sup>(42)</sup>

En 2013 Villareal demostró que el barniz de flúor es eficaz en la prevención de la desmineralización del esmalte alrededor del bracket. También observó que hubo menores niveles de desmineralización en el grupo tratado con Fosfato amorfo de caseína comparado con Fluoruro de sodio acidulado. <sup>(43)</sup>

Khattak y cols. en 2005, realizaron estudio in vitro para evaluar la eficacia a corto y largo plazo de un barniz de fluoruro comparado con un gel de fluoruro y una espuma. Los resultados no mostraron diferencias significativas a corto plazo; sin embargo, la protección a largo plazo proporcionada por el barniz de fluoruro era mucho más que el gel de fluoruro y de espuma. <sup>(44)</sup>

En el 2014 Elkassas creó lesiones cariosas artificiales sobre esmalte pulido para comprobar la eficacia de cuatro diferentes agentes remineralizantes; utilizó ClinPro™, Relief, Tooth Mousse Plus y Varnish™ XT. Aplicó un barniz de uñas resistente a los ácidos dejando cuatro aperturas aproximadamente iguales, después de haber producido la lesión cubre la primera ventana con barniz de uñas, la segunda ventana es cubierta después de 2 semanas de remineralización mientras que la tercera ventana se cubrió después de 4 semanas. Los barnices se retiraron cuidadosamente con una cuchilla quirúrgica y las muestras se sumergieron nuevamente en la solución desmineralizante. Evaluó la microdureza superficial demostrando que ClinPro™ proporciona una mayor tendencia a la remineralización después de 2 semanas e incluso después de 4 semanas de remineralización; sin embargo todos los grupos presentaron resistencia estadísticamente significativa al proceso de desmineralización de la caries. <sup>(45)</sup>

Lo que se buscó con este proyecto era demostrar el efecto que produce un agente remineralizante sobre la superficie del esmalte y comparar los efectos de ClinPro™, con EnamelPro™ y Duraphat® obteniendo como resultados que se favorece la remineralización en mayor medida utilizando el barniz de fluoruro ClinPro™, coincidiendo con el estudio que realizó Ortiz Matus y cols. <sup>(46)</sup> y con el estudio de Elkassas. <sup>(45)</sup>

En los artículos revisados se realizó la experimentación en una superficie del esmalte pulida pero clínicamente eso no es posible, por lo que se deben seguir los adecuados protocolos de restauración para obtener una buena adhesión.

## 11. CONCLUSIONES

- El uso de fluoruros tópicos son de gran ayuda en la prevención de caries y en la erradicación de las lesiones incipientes del esmalte.
- Se deben realizar aplicaciones tópicas o sistémicas de fluoruro según la necesidad de cada paciente
- La aplicación de algún barniz fluorado modifica la estructura del esmalte por lo que este tiene mayor resistencia al ataque ácido y por consecuencia se necesita mayor tiempo de grabado para conseguir un patrón de grabado ideal y una mayor adhesión.
- ClinPro™ fue el barniz que obtuvo mayores resultados en el esfuerzo máximo a los 5, 10 y 15 de experimentación con un esmalte no pulido y pulido. Seguido de Duraphat® en el módulo elástico.
- ClinPro™ tiene mayor poder de remineralización en diente sanos y frente a lesiones de mancha blanca.



## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rincón Zambrano R, Carnejo Aguilar G. Adhesivos Dentales en Odontología. Conceptos fundamentales. RAAO. 2005: p. 26-31.
2. Monterde Coronel , Delgado Ruiz M, Martínez Rico IM, Guzmán Félix E, Espejel Mejía M. Desmineralización-remineralización del esmalte dental. Revista ADM. 2002: p. 220-222.
3. Jeronymo RDI, Lemes Goncalves L, Rocha Gomes Torres , Martins Gomes A, Rocha Lima Huhtala F, Bouhler Borges A, et al. Effect of caries infiltration technique and flouride therapy on the bond strength of the demineralized enamel. Braz Dent Sci. 2012: p. 43-49.
4. Camps I. La evolución de la adhesión a dentina. Avances en Odontoestomatología. 2004: p. 11-17.
5. Henostroza Haro G. Adhesión en Odontología Restauradora. Segunda edición ed. Madrid, España: Ripano; 2010.
6. Aguilar Ellis AG, Ferreto Gutiérrez I, Rodriguez Wong L, Cáceres Zapata H. Fuerza de adhesión de un sistema adhesivo de uso de Ortodoncia aplicado en intervalos de tiempo. Odontos. 2013: p. 7-12.
7. Della Bona A. Adhesión a cerámicas: evidencias científicas para el uso clínico en odontología Sao Pablo, Brasil: Artes Médicas; 2009.
8. Macchi LR. Materiales Dentales. Cuarta edición ed. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana; 2007.
9. Anusavice KJ. Phillips. La ciencia de los materiales dentales. Undécima edición ed. Madrid, España: Elsevier; 2004.
10. Sigüencia Cruz V, García Pacheco A, Bravo Calderón E. Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2014: p. 1-17.
11. Díaz-Romeral Bautista P, Orejas Pérez J, López Soto E, Veny Ribas T. Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. Cient. dent. 2009: p. 137-151.
12. Askeland DR, Fulay PP. Fundamentos de ingeniería y ciencia de materiales. Segunda edición ed.: Cengage Learning; 2010.
13. Barceló Santana FH, Palma Calero JM. Materiales Dentales. Conocimientos básicos aplicados. Tercera edición ed. México: Trillas; 2008.
14. Steenbecker O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Chile: Universidad de Valparaíso; 2006.
15. Cova Natera L. Biomateriales Dentales. Segunda edición ed. Madrid, España: AMOLCA; 2010.

16. Carrillo S. C. Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales. Revista ADM. 2006: p. 45-51.
17. Parra Lozada M, Garzón Rayo H. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. Rev Fac Odontol. 2012: p. 133-150.
18. Gómez de Ferraris E, Campos Muñoz. Histología y Embriología Bucodental. Segunda edición ed. España: Médica Panamericana; 2003.
19. Sánchez-Quevedo C, Ceballos G, Rodríguez , García M, Alaminos M. Efectos del grabado ácido en la amelogénesis imperfecta hipomineralizada. Estudio microscópico y microanalítico. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006: p. 40-43.
20. Rodríguez G. R, Pereira S. A. Evolución y tendencias actuales en Resinas Compuestas. Acta Odontológica Venezolana. 2008: p. 1-19.
21. International Standard ISO 4049. 2000-07-15.
22. Carrillo Sánchez C. Desmineralización y remineralización. Revista ADM. 2010: p. 30-32.
23. Young A, Tenuta LMA. Initial Erosion Models. Caries Res. 2011: p. 33-42.
24. Ionta Querobim , Lyrio Mendonca F, de Oliveira GC, Ribeiro Barros de Alencar C. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. Journal of dentistry. 2014: p. 175-179.
25. Schlueter N, Hara A, Shellis R, Ganss C. Methods for the Measurement and Characterization of Erosion in Enamel and Dentine. Caries Res. 2011: p. 13-23.
26. Jardim JJ, Pagot MA, Maltz M. Artificial enamel dental caries treated with different topical fluoride regimes: An in situ study. Journal of dentistry. 2008: p. 396-401.
27. Barrera Ortega CC, Araiza Téllez MÁ. Esmalte dental tratado con compuestos fluorados visto por microscopía de fuerza atómica (MFA). Odontología Actual. 2011: p. 24-28.
28. Woodall IR, Dafore BR, Stutsman Young N, Weed-Fonner L, Yankell L. Tratado de higiene dental Barcelona, España: Salvat Editores; 1992.
29. Strohmenger L, Brambilla E. The use of fluoride varnishes in the prevention of dental caries: a short review. Oral Diseases. 2001: p. 71-80.
30. Harris N, García-Godoy F. Odontología preventiva primaria. Segunda edición ed. México: El Manual Moderno; 2005.
31. [Online]. [cited 2016 Marzo 2. Available from: [https://www.proclinic.es/media/fichas\\_tecnicas/1174389846\\_2264\\_DURAPHAT.PDF](https://www.proclinic.es/media/fichas_tecnicas/1174389846_2264_DURAPHAT.PDF).
32. Castellano JE, Marín Gallón LM, Úsuga Vacca MV, Castiblanco Rubio GA, Martignon Biermann. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. Univ Odontol. 2013: p. 49-59.

33. [Online]. [cited 2016 05 31. Available from: [www.dentaldealsonline.com](http://www.dentaldealsonline.com)-.]
34. [Online]. [cited 2016 Marzo 2. Available from: <http://www.3msalud.cl/odontologia/innovacion/fluor-tri-calcio-fosfato-en-clinpro-white-varnish/>].
35. [Online]. [cited 2016 05 31. Available from: [http://www.dentex.ro/admin/foto\\_produce/20656\\_clinpro.jpg](http://www.dentex.ro/admin/foto_produce/20656_clinpro.jpg)].
36. Weytan R, Jea. Applying Prescription-strength Home-use and Professionally Applied Topical Fluoride Products May Benefit People at High Risk for Caries — The American Dental Association (ADA) 2013 Clinical Practice Guideline Recommendations. *J Am Dent Assoc*. 2013: p. 1279-1291.
37. Attin T, Grieme R, Paqué F, Hannig C, Buchalla W, Attin R. Enamel fluoride uptake of a novel water-based fluoride varnish. *Archives of Oral Biology*. 2005: p. 317-322.
38. Agouropoulos A, Twetman S, Pandis N, Kavvadia K. Caries-preventive effectiveness of fluoride varnish as adjunct to oral health promotion and supervised tooth brushing in preschool children: A double-blind randomized controlled trial. *Journal of Dentistry*. 2014: p. 1277-1283.
39. Beltrán Aguilar ED, Goldstein JW, Lockwood Stuart A. Fluoride Varnishes: A Review of Their Clinical Use, Cariostatic Mechanism, Efficacy and Safety. *JADA*. 200: p. 589-596.
40. Weintraub JA. Fluoride varnish for caries prevention: comparisons with other preventive agents and recommendations for a community-based protocol. *Spec Care Dentis*. 2003: p. 180-186.
41. De la Cruz C, Camacho G, Castillo G, Cervantes A, Sánchez B. Resistencia al ataque ácido en esmalte dental humano antes y después de la aplicación de tres agentes fluorados. *ADM*. 2001: p. 31-35.
42. Meneses da Silva R, Soares Ferreira JM, Barros da Silva CD, de Barros Correia Fontes L, Granville-Garcia AF, Aparecida de Menezes V. In vivo evaluation of therapeutic potential of fluoride varnishes. *Revista Odonto Ciência*. 2012: p. 233-237.
43. Villareal Riaño LF, Guío Hernández EG, Barrera Chaparro JP, Bravo López P, Cáceres Álvarez C. Eficacia del flúor y fosfato amorfo de caseína para prevenir desmineralización dental alrededor del bracket. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*. 2013: p. 10-18.
44. Khattak F, Conry JP, Ko CC. Comparison of Three Topical Fluorides Using Computer Imaging. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2005: p. 139-144.
45. Elkassas D, Arafa A. Remineralizing efficacy of different calcium-phosphate and fluoride based delivery vehicles on artificial caries like enamel lesions. *Journal of dentistry*. 2014: p. 466-474.

46. Ortiz Matus K, Aguirre Moyano R, Toro Urbina G. Comparación del efecto remineralizante del barniz ClinPro white y EnamelPro varnish, sobre lesiones de caries incipientes del esmalte en premolares extraídos por indicación ortodóncica. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales. 2016: p. 20-26.

## ANEXO

| Tipo de esfuerzo      | Condición de la superficie | Compuesto flourado | Tiempo en condiciones de pH cíclico (i) | Tiempo en condiciones de pH cíclico (ii) | Diferencia de medias |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|---|--|----------------------|
| Esfuerzo Máximo (Mpa) | No Pulida                  | ESL                | Inicial                                 | 5 días                                   | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    | 5 días                                  | Inicial                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    | 10 días                                 | Inicial                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 5 días                                   | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    | 15 días                                 | Inicial                                  | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 5 días                                   | 0.000                |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | 0.000                |
|                       |                            | ECL                | Inicial                                 | 5 días                                   | -7.295*              |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | -3.593               |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | -0.911               |
|                       |                            |                    | 5 días                                  | Inicial                                  | 7.295*               |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | 3.702                |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | 6.384                |
|                       |                            |                    | 10 días                                 | Inicial                                  | 3.593                |
|                       |                            |                    |   | 5 días                                   | -3.702               |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | 2.682                |
|                       |                            |                    | 15 días                                 | Inicial                                  | 0.911                |
|                       |                            |                    |   | 5 días                                   | -6.384               |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | -2.682               |
|                       |                            | Enamel Pro         | Inicial                                 | 5 días                                   | -2.778               |
|                       |                            |                    |   | 10 días                                  | -0.493               |
|                       |                            |                    |   | 15 días                                  | 0.437                |
|                       |                            |                    | 5 días                                  | Inicial                                  | 2.778                |

|  |  |         |          |         |         |        |
|--|--|---------|----------|---------|---------|--------|
|  |  |         |          | 10 días | 2.285   |        |
|  |  |         |          | 15 días | 3.215   |        |
|  |  |         | 10 días  | Inicial | 0.493   |        |
|  |  |         |          | 5 días  | -2.285  |        |
|  |  |         |          | 15 días | 0.930   |        |
|  |  |         | 15 días  | Inicial | -0.437  |        |
|  |  |         |          | 5 días  | -3.215  |        |
|  |  |         |          | 10 días | -0.93   |        |
|  |  | ClinPro | Inicial  | 5 días  | -9.725* |        |
|  |  |         |          | 10 días | -1.049  |        |
|  |  |         |          | 15 días | -4.802  |        |
|  |  |         | 5 días   | Inicial | 9.725*  |        |
|  |  |         |          | 10 días | 8.675*  |        |
|  |  |         |          | 15 días | 4.923   |        |
|  |  |         | 10 días  | Inicial | 1.049   |        |
|  |  |         |          | 5 días  | -8.675* |        |
|  |  |         |          | 15 días | -3.752  |        |
|  |  |         | 15 días  | Inicial | 4.802   |        |
|  |  |         |          | 5 días  | -4.923  |        |
|  |  |         |          | 10 días | 3.752   |        |
|  |  |         | Duraphat | Inicial | 5 días  | -5.394 |
|  |  |         |          |         | 10 días | -0.688 |
|  |  |         |          |         | 15 días | -2.358 |
|  |  | 5 días  |          | Inicial | 5.394   |        |
|  |  |         |          | 10 días | 4.706   |        |
|  |  |         |          | 15 días | 3.036   |        |
|  |  | 10 días |          | Inicial | 0.688   |        |
|  |  |         |          | 5 días  | -4.706  |        |
|  |  |         |          | 15 días | -1.670  |        |
|  |  | 15 días |          | Inicial | 2.358   |        |
|  |  |         |          | 5 días  | -3.036  |        |
|  |  |         |          | 10 días | 1.670   |        |

|                          |        |            |         |         |        |
|--------------------------|--------|------------|---------|---------|--------|
| Esfuerzo<br>Máximo (Mpa) | Pulida | ESL        | Inicial | 5 días  | 0.000  |
|                          |        |            |         | 10 días | 0.000  |
|                          |        |            |         | 15 días | 0.000  |
|                          |        |            | 5 días  | Inicial | 0.000  |
|                          |        |            |         | 10 días | 0.000  |
|                          |        |            |         | 15 días | 0.000  |
|                          |        |            | 10 días | Inicial | 0.000  |
|                          |        |            |         | 5 días  | 0.000  |
|                          |        |            |         | 15 días | 0.000  |
|                          |        |            | 15 días | Inicial | 0.000  |
|                          |        |            |         | 5 días  | 0.000  |
|                          |        |            |         | 10 días | 0.000  |
|                          |        | ECL        | Inicial | 5 días  | -2.136 |
|                          |        |            |         | 10 días | -2.535 |
|                          |        |            |         | 15 días | -2.347 |
|                          |        |            | 5 días  | Inicial | 2.136  |
|                          |        |            |         | 10 días | -0.398 |
|                          |        |            |         | 15 días | -0.211 |
|                          |        |            | 10 días | Inicial | 2.535  |
|                          |        |            |         | 5 días  | 0.398  |
|                          |        |            |         | 15 días | 0.187  |
|                          |        |            | 15 días | Inicial | 2.347  |
|                          |        |            |         | 5 días  | 0.211  |
|                          |        |            |         | 10 días | -0.187 |
|                          |        | Enamel Pro | Inicial | 5 días  | -1.181 |
|                          |        |            |         | 10 días | 2.340  |
|                          |        |            |         | 15 días | 1.884  |
|                          |        |            | 5 días  | Inicial | 1.181  |
|                          |        |            |         | 10 días | 3.521  |
|                          |        |            |         | 15 días | 3.066  |
|                          |        |            | 10 días | Inicial | -2.340 |
|                          |        |            |         | 5 días  | -3.521 |
|                          |        |            |         | 15 días | -0.455 |

|        |         |                         |           |         |         |         |       |
|--------|---------|-------------------------|-----------|---------|---------|---------|-------|
|        |         |                         | 15 días   | Inicial | -1.884  |         |       |
|        |         |                         |           | 5 días  | -3.066  |         |       |
|        |         |                         |           | 10 días | 0.4556  |         |       |
|        |         |                         | ClinPro   | Inicial | 5 días  | -0.385  |       |
|        |         |                         |           |         | 10 días | -0.180  |       |
|        |         |                         |           |         | 15 días | -3.394  |       |
|        |         |                         |           | 5 días  | Inicial | 0.385   |       |
|        |         |                         |           |         | 10 días | 0.205   |       |
|        |         |                         |           |         | 15 días | -3.009  |       |
|        |         | 10 días                 |           | Inicial | 0.180   |         |       |
|        |         |                         |           | 5 días  | -0.205  |         |       |
|        |         |                         |           | 15 días | -3.214  |         |       |
|        |         | 15 días                 | Inicial   | 3.394   |         |         |       |
|        |         |                         | 5 días    | 3.009   |         |         |       |
|        |         |                         | 10 días   | 3.214   |         |         |       |
|        |         | Duraphat                | Inicial   | 5 días  | -2.082  |         |       |
|        |         |                         |           | 10 días | 2.987   |         |       |
|        |         |                         |           | 15 días | 0.131   |         |       |
|        |         |                         | 5 días    | Inicial | 2.082   |         |       |
|        |         |                         |           | 10 días | 5.070*  |         |       |
|        |         |                         |           | 15 días | 2.214   |         |       |
|        |         |                         | 10 días   | Inicial | -2.987  |         |       |
|        |         |                         |           | 5 días  | -5.070  |         |       |
|        |         |                         |           | 15 días | -2.855  |         |       |
|        |         |                         | 15 días   | Inicial | -0.131  |         |       |
|        |         |                         |           | 5 días  | -2.214  |         |       |
|        |         |                         |           | 10 días | 2.855   |         |       |
|        |         | Módulo Elástico<br>Gpa) | No Pulida | ESL     | Inicial | 5 días  | 0.000 |
|        |         |                         |           |         |         | 10 días | 0.000 |
|        |         |                         |           |         |         | 15 días | 0.000 |
| 5 días | Inicial |                         |           | 0.000   |         |         |       |
|        | 10 días |                         |           | 0.000   |         |         |       |



|  |  |         |            |         |         |        |
|--|--|---------|------------|---------|---------|--------|
|  |  |         |            | 15 días | 0.000   |        |
|  |  |         | 10 días    | Inicial | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 5 días  | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.000   |        |
|  |  |         | 15 días    | Inicial | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 5 días  | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 10 días | 0.000   |        |
|  |  | ECL     | Inicial    | 5 días  | 0.511   |        |
|  |  |         |            | 10 días | 0.970   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 1.277   |        |
|  |  |         | 5 días     | Inicial | -0.511  |        |
|  |  |         |            | 10 días | 0.459   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.766   |        |
|  |  |         | 10 días    | Inicial | -0.970  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -0.459  |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.307   |        |
|  |  |         | 15 días    | Inicial | -1.277  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -0.766  |        |
|  |  |         |            | 10 días | -0.307  |        |
|  |  |         | Enamel Pro | Inicial | 5 días  | -1.778 |
|  |  |         |            |         | 10 días | 0.180  |
|  |  |         |            |         | 15 días | 0.547  |
|  |  | 5 días  |            | Inicial | 1.778   |        |
|  |  |         |            | 10 días | 1.958   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 2.325*  |        |
|  |  | 10 días |            | Inicial | -0.180  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -1.958  |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.367   |        |
|  |  | 15 días |            | Inicial | -0.547  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -2.325  |        |
|  |  |         |            | 10 días | -0.367  |        |

|                         |        |          |         |         |        |
|-------------------------|--------|----------|---------|---------|--------|
|                         |        | ClinPro  | Inicial | 5 días  | -0.178 |
|                         |        |          |         | 10 días | -0.227 |
|                         |        |          |         | 15 días | 1.091  |
|                         |        |          | 5 días  | Inicial | 0.178  |
|                         |        |          |         | 10 días | -0.480 |
|                         |        |          |         | 15 días | 1.269  |
|                         |        |          | 10 días | Inicial | 0.227  |
|                         |        |          |         | 5 días  | 0.048  |
|                         |        |          |         | 15 días | 1.318  |
|                         |        |          | 15 días | Inicial | -1.091 |
|                         |        |          |         | 5 días  | -1.269 |
|                         |        |          |         | 10 días | -1.318 |
|                         |        | Duraphat | Inicial | 5 días  | -2.160 |
|                         |        |          |         | 10 días | -0.264 |
|                         |        |          |         | 15 días | 0.706  |
|                         |        |          | 5 días  | Inicial | 2.160  |
|                         |        |          |         | 10 días | 1.896  |
|                         |        |          |         | 15 días | 2.866* |
|                         |        |          | 10 días | Inicial | 0.264  |
|                         |        |          |         | 5 días  | -1.896 |
|                         |        |          |         | 15 días | 0.970  |
|                         |        |          | 15 días | Inicial | -0.706 |
|                         |        |          |         | 5 días  | -2.866 |
|                         |        |          |         | 10 días | -0.970 |
| Módulo Elástico<br>Gpa) | Pulida | ESL      | Inicial | 5 días  | 0.000  |
|                         |        |          |         | 10 días | 0.000  |
|                         |        |          |         | 15 días | 0.000  |
|                         |        |          | 5 días  | Inicial | 0.000  |
|                         |        |          |         | 10 días | 0.000  |
|                         |        |          |         | 15 días | 0.000  |

|  |  |         |            |         |         |        |
|--|--|---------|------------|---------|---------|--------|
|  |  |         | 10 días    | Inicial | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 5 días  | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.000   |        |
|  |  |         | 15 días    | Inicial | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 5 días  | 0.000   |        |
|  |  |         |            | 10 días | 0.000   |        |
|  |  | ECL     | Inicial    | 5 días  | -0.133  |        |
|  |  |         |            | 10 días | 0.196   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.255   |        |
|  |  |         | 5 días     | Inicial | 0.330   |        |
|  |  |         |            | 10 días | 0.389   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.766   |        |
|  |  |         | 10 días    | Inicial | -0.196  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -0.330  |        |
|  |  |         |            | 15 días | 0.058   |        |
|  |  |         | 15 días    | Inicial | -0.255  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -0.389  |        |
|  |  |         |            | 10 días | -0.058  |        |
|  |  |         | Enamel Pro | Inicial | 5 días  | 0.462  |
|  |  |         |            |         | 10 días | -0.408 |
|  |  |         |            |         | 15 días | 0.880  |
|  |  |         |            | 5 días  | Inicial | -0.462 |
|  |  |         |            |         | 10 días | -0.871 |
|  |  |         |            |         | 15 días | 0.417  |
|  |  | 10 días |            | Inicial | 0.408   |        |
|  |  |         |            | 5 días  | 0.871   |        |
|  |  |         |            | 15 días | 1.288   |        |
|  |  | 15 días |            | Inicial | -0.880  |        |
|  |  |         |            | 5 días  | -0.417  |        |
|  |  |         |            | 10 días | -1.288  |        |

|  |  |          |         |         |        |
|--|--|----------|---------|---------|--------|
|  |  | ClinPro  | Inicial | 5 días  | -0.103 |
|  |  |          |         | 10 días | -1.814 |
|  |  |          |         | 15 días | 1.006  |
|  |  |          | 5 días  | Inicial | 0.103  |
|  |  |          |         | 10 días | -0.078 |
|  |  |          |         | 15 días | 1.109  |
|  |  |          | 10 días | Inicial | 0.181  |
|  |  |          |         | 5 días  | 0.078  |
|  |  |          |         | 15 días | 1.188  |
|  |  |          | 15 días | Inicial | -1.006 |
|  |  |          |         | 5 días  | -1.109 |
|  |  |          |         | 10 días | -1.188 |
|  |  | Duraphat | Inicial | 5 días  | 1.067  |
|  |  |          |         | 10 días | 0.457  |
|  |  |          |         | 15 días | 0.620  |
|  |  |          | 5 días  | Inicial | 1.067  |
|  |  |          |         | 10 días | -0.610 |
|  |  |          |         | 15 días | -0.447 |
|  |  |          | 10 días | Inicial | -0.457 |
|  |  |          |         | 5 días  | 0.610  |
|  |  |          |         | 15 días | 0.162  |
|  |  |          | 15 días | Inicial | -0.620 |
|  |  |          |         | 5 días  | 0.447  |
|  |  |          |         | 10 días | -0.162 |