



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO,

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA,

DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

**“DETECCIÓN DE DESMINERALIZACIÓN Y REMINERALIZACIÓN DE  
ESMALTE *IN VITRO*, ALREDEDOR DEL BRACKET CEMENTADO CON  
RESINA VS. EL CEMENTADO CON IONÓMERO DE VIDRIO, USANDO  
FLUORESCENCIA LASER”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIZACIÓN

EN ORTODONCIA,

PRESENTA:

CD: DELIA ARROYO CHIMALPOPOCA.

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ CLAVEL.



JUNIO, 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## ÍNDICE.

ÍNDICE.....	2
RESUMEN. ....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS. ....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 FISIOPATOLOGÍA DE LA CARIES.....	11
1.2 LESIÓN EN ESMALTE.....	11
1.3 MANCHA BLANCA O LESIÓN CARIOSA INCIPIENTE .....	13
1.4 HISTOLOGÍA DE LA LESIÓN BLANCA .....	14
1.4.1 Zona superficial. ....	19
1.4.2.- Zona sub-superficial o cuerpo de la lesión.....	20
1.4.3.- Zona oscura .....	22
1.4.4.- Zona traslúcida.....	24
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE UNA LESIÓN DE MANCHA BLANCA.....	25
2. DESMINERALIZACIÓN Y REMINERALIZACION <i>IN VITRO</i> . ....	28
2.1 DESMINERALIZACIÓN <i>IN VITRO</i> .....	28
2.2 SOLUCIONES REMINERALIZANTES. ....	28
2.3 TAMAÑO DE LOS CRISTALES EN LA DESMINERALIZACIÓN Y LA REMINERALIZACIÓN. ....	31

2.4 ALMACENAMIENTO DE LOS DIENTES IN VITRO .....	32
3. DIAGNOdent ®.....	33
3.1. Técnica del uso .....	35
3.2 La fluorescencia láser y la caries de superficies lisas.....	37
3.3 Profundidad de la lesión y pérdida de minerales.....	38
3.4 Fluorescencia láser y el control de la progresión de lesiones cariosas. ....	38
3.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MEDICIONES DE LA FLUORESCENCIA LASER. ....	41
3.5.1. Factores relacionados con el paciente.....	41
3.5.4 Selladores.....	42
4.0 FACTORES RELACIONADOS CON LOS PROCEDIMIENTOS.....	43
4.1 Calibración.....	43
4.2 Limpieza profesional. ....	44
4.3 TIEMPO DE SECADO. ....	45
4.4 Instrumento (DIAGNOdent®). ....	47
5. IONÓMERO vs RESINA.....	48
HIPÓTESIS .....	52
MATERIALES Y MÉTODO.....	53
MATERIAL .....	53
MÉTODO.....	54
6.0 Preparación del diente.....	54

7.0 Formación de mancha blanca .....	57
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	61
RESULTADOS: .....	61
1er. Ciclo de Desmineralización (pH 4.7). .....	61
2do. ciclo de pH 7.0 (Remineralización).....	62
3er. Ciclo de pH 4.7 (Desmineralización). .....	64
4to. Ciclo de pH 7.0 (Remineralización). .....	65
5to. Ciclo de pH 4.7 (Desmineralización). .....	67
6to. Ciclo de pH 7.0 (Remineralización). .....	68
TODOS LOS CICLOS DE pH .....	70
DISCUSIONES .....	71
CONCLUSIONES. ....	74
ANEXOS.....	75

## RESUMEN.

Se realizó un estudio experimental sobre la detección de desmineralización y remineralización de esmalte *in vitro*, alrededor del bracket. La muestra constó de 60 premolares humanos extraídos sanos, de los cuales, a 30 de ellos en su superficie se les cementó un bracket con resina (Heliosit Ivoclar ) y en los otros 30 se usó ionómero de vidrio (GC Fuji Ortho), Todo el diente fue sellado con sellador de fosetas y fisuras excepto una área de 2mm alrededor del bracket; dicha área estuvo expuesta a ciclos de desmineralización y remineralización, y siempre a una temperatura de 37°C (6 ciclos en total), para provocarles una lesión de “mancha blanca”.

Para cuantificar la lesión de mancha blanca a través de la fluorescencia láser (DIAGNOdent <sup>TM</sup> Kavo) se colocaron 10µl de protoporfirinas en la lesión.

Resultados: al termino de los 6 ciclos, la media de los valores de fluorescencia en el esmalte alrededor de los brackets cementados con resina, fue de 16.56, lo que indica que la zona de desmineralización estuvo confinada a la mitad externa del esmalte. La media de fluorescencia del esmalte alrededor de los brackets cementados con ionómero de vidrio fue de 13.74. Indica que la zona de desmineralización no rebasó la mitad externa del esmalte.

Nuestros resultados muestran que hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en 5 de los 6 ciclos entre ambos grupos de ionómero y resina, en donde el ionómero demostró tener mayor eficacia en la inhibición de la desmineralización alrededor del bracket, al presentar menor valor de fluorescencia láser comparado con el grupo de resina, de lo

cual se concluye que el ionómero de vidrio resulta ser mejor que la resina en la prevención de la mancha blanca.

**Palabras clave:** Mancha blanca, brackets ortodóncicos, fluorescencia laser, ionómero de vidrio, Resina.

## INTRODUCCIÓN.

En respuesta a un problema prevalente de lesiones de mancha blanca en los tratamientos de ortodoncia, diversos fabricantes han decidido agregar flúor a los adhesivos ortodóncicos para el cementado de brackets. Las manchas blancas pueden ocurrir después de 4 semanas de iniciado el tratamiento ortodóncico (Ögaard-O'Reilly 1988). Gorelik et al, reportaron las lesiones de mancha blanca en 3.6 % de los dientes en una muestra sin tratamiento ortodóncico comparado con 10.8 % de dientes a los que se quitaron los brackets en una muestra que terminó el tratamiento ortodóncico.

El fluoruro en enjuagues en programas de salud bucal muestra una reducción significativa en la prevalencia de manchas blancas durante el tratamiento ortodóncico. (Geiger y Ögaard, 1992). Sin embargo, esto puede posiblemente ser reducido por el uso de un adhesivo que libere suficiente flúor para prevenir la descalcificación con los cementos de ionómero de vidrio.

En las metodologías *in vitro* para el estudio de la desmineralización de esmalte se encuentra que emplean típicamente lesiones artificiales, las cuales son analizadas posteriormente mediante diversos métodos diagnósticos como son la luz polarizada, la microradiografía transversal (TMR), estudios clínicos de visualización, estereomicroscopía y microscopía electrónica. Otro método utilizado para detectar, cuantificar y dar seguimiento longitudinal de la desmineralización del esmalte *in vivo* e *in vitro*, es la fluorescencia laser, la cual fue elegida para la realización de esta investigación.

Por otro lado diversos estudios concluyen que el uso de cementos de ionómero de vidrio modificado con resina liberan flúor a largo plazo, y mencionan que esto puede prevenir la aparición de las lesiones de mancha blanca y promover la remineralización de las zonas desmineralizadas, otros estudios han demostrado que el uso clínico de estos cementos reduce las lesiones de mancha blanca al comparándolo con las resinas para cementado de brackets.<sup>1</sup>

## **OBJETIVOS.**

Comparar el grado de desmineralización del esmalte alrededor de brackets que han sido cementados con resina o ionómero de vidrio, mediante la utilización de la técnica de fluorescencia laser.

Realizar una investigación *in vitro* en premolares humanos sanos, provocándoles lesiones de mancha blanca y comprobar si el ionómero de vidrio realmente protege de la desmineralización, o si tiene un comportamiento similar al de la resina.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Identificar lesiones en esmalte con el “*DIAGNOdent*”.
- Cuantificar el grado de lesión por medio de la fluorescencia laser en dientes premolares humanos extraídos.
- Identificar si la formación de caries *in vitro* se inhibe con ionómero de vidrio, o es comparable a la resina.

## **JUSTIFICACIÓN.**

Las descalcificaciones del esmalte, llamadas lesiones blancas, son muy comunes durante el tratamiento ortodóncico fijo; la incidencia de la formación de estas manchas blancas en el esmalte, son atribuidas a la acumulación de placa dental o a los restos alimenticios retenidos en los aparatos o en los materiales de adhesión, debido principalmente a una higiene dental deficiente del paciente.

La presencia de estas manchas blancas, al final del tratamiento ortodóncico, compromete grandemente los resultados estéticos del mismo. En la actualidad existen diversas formas de prevenirlo, como lo sugieren estudios que promueven el uso de aplicaciones de flúor o el uso de sistemas de cementado con ionómero de vidrio, que prometen prevenir la desmineralización dentaria.

Debido a que las manchas blancas continúan siendo un gran problema estético en ortodoncia, esta investigación pretende dar a conocer cuál es el sistema de cementado (resina vs ionómero de vidrio) que ofrece un mejor resultado en la prevención de la aparición de manchas blancas, para lo que se pretende comparar la liberación de flúor de un ionómero de vidrio adicionado con una resina modificada GIC (Fuji Ortho LC, GC America Corp, Aslip, III) con un composite (resina) Heliosit orthodontic (Ivoclar).

## **MARCO TEÓRICO.**

### **1.1 FISIOPATOLOGÍA DE LA CARIES.**

La caries dental no consiste en una simple pérdida continua y acumulativa de minerales, sino en un proceso dinámico caracterizado por períodos alternados de desmineralización y remineralización que ocurren en periodos de meses, o incluso años, para el desarrollo de la lesión cariosa (Dodds y Wefel, 2001).

### **1.2 LESIÓN EN ESMALTE.**

Estructuralmente el esmalte alberga microporos entre sus cristales, los mismos que se amplían cuando éste es afectado por los ácidos provenientes de la biopelícula. Otro efecto es la disminución en el tamaño y el número de los cristales, lo que aumenta la porosidad del esmalte. Así, conforme progresa la desmineralización, se presentan más espacios en los poros; mientras lo contrario ocurre durante la remineralización<sup>1</sup>.

En condiciones de pH consideradas como normales, los cristales de hidroxiapatita (la principal estructura del esmalte) se encuentran como tales, pero cuando el pH disminuye por acción de los ácidos hasta un nivel de 5.5 (conocido como pH crítico de la hidroxiapatita del esmalte), los cristales se disocian y sus componentes tienden a difundirse hacia el medio externo, produciéndose la desmineralización, la cual consiste

en la disolución de los iones de calcio y fosfato de los cristales de hidroxiapatita; estos iones se difunden hacia la placa y la saliva. La duración de la desmineralización depende del tiempo requerido para que el pH de la placa regrese a valores por encima del pH crítico. Esto es controlado por la cantidad y la composición de la saliva, logrando que se incorporen nuevos cristales en la superficie dentaria, dando como resultado el proceso inverso: la remineralización, en la cual el calcio, el fosfato y otros iones presentes en la saliva y en la placa se depositan de nuevo en las partes previamente desmineralizadas. El proceso se lleva a cabo en 20 minutos aproximadamente<sup>2</sup>.

El concepto de la remineralización del esmalte surge de la observación del re-endurecimiento del esmalte con caries, que realiza Head en 1910, que Kolourides retoma en la década de 1960<sup>3</sup>, consolidando dicho concepto, denominándolo “Des y Re-mineralización”.

Los estudios de Kolourides, son la base del concepto de la naturaleza dinámica de la caries, que se caracteriza por una pérdida y captación de minerales constante. Los iones de calcio y fosfato se desprenden de los iones de hidroxiapatita del esmalte durante el proceso de desmineralización y se dirigen hacia la saliva, para luego ser enviados de vuelta cuando se inicia el proceso de remineralización. Esto ocurre aproximadamente cada 45 minutos<sup>4</sup>.

El control del proceso de caries puede visualizarse como un balance entre los factores patológicos y los protectores. Si los patológicos superan a los protectores, la caries progresa. Es decir la progresión o revocación depende de si existe o no, un balance entre la desmineralización y la remineralización, el “balance de la caries”<sup>5</sup>.

### 1.3 MANCHA BLANCA O LESIÓN CARIOSA INCIPIENTE

Mientras el proceso mencionado anteriormente se mantenga en equilibrio, no habrá pérdida ni ganancia de minerales; sin embargo, cuando el equilibrio se rompe a favor de la desmineralización, se produce pérdida de sustancia mineral en el esmalte, teniendo como primera manifestación clínicamente visible un área *blanquecina no cavitada* denominada “*mancha blanca*”<sup>6</sup>.

Las lesiones de mancha blanca se aprecian mejor al secar la superficie con aire, debido a la sustitución del agua que se encuentra en mayor proporción que en el esmalte sano, lo cual da como resultado una difracción de la luz diferente.

El mecanismo exacto de la protección relativa contra la disolución de los 10-30µm superficial del esmalte, así como la remoción continua del mineral de la región superficial, no están totalmente entendidos; sin embargo, se han propuesto algunos modelos explicativos. Un papel protector de la saliva rica en las proteínas salivales con abundancia de prolina y otros factores inhibidores en la saliva, como la estaterina.

Estos inhibidores, que son especialmente frecuentes en la película, tienen una doble función, ya que evitan la precipitación espontánea y selectiva de fosfato y de calcio, o el crecimiento de cristales de estas sales en los conductos salivales y directamente sobre la superficie del esmalte, y también tienden a inhibir la desmineralización. Puesto que los inhibidores son macromoléculas que no pueden penetrar en las partes más profundas del esmalte, su papel estabilizador parece estar limitado a la superficie del mismo.

Las propiedades específicas e inherentes a la superficie exterior en términos de composición química y ultraestructura, pueden jugar un papel relativo en la protección de la capa superficial. Sin embargo, incluso después de la formación de cavidades visibles en el esmalte, hay una tendencia a formar una zona mejor mineralizada en la interfase de la placa con el esmalte (zona superficial). Esta observación, junto con muchos datos experimentales, sugiere que la relativa protección del esmalte exterior, estando en las proximidades de la porción líquida de la placa, es predominantemente el resultado del dinamismo de los procesos químicos que tienen lugar en la interfase sólido-solución. Por lo tanto, la concentración de flúor en los fluidos orales, tendrá una fuerte influencia en el mantenimiento y el espesor de la zona de la superficie.

#### **1.4 HISTOLOGÍA DE LA LESIÓN BLANCA**

La lesión cariosa inicial se caracteriza por una pérdida sub-superficial de minerales del esmalte, mientras que la superficie, debido a su baja solubilidad, permanece aparentemente intacta. Se abren pequeños poros en la capa superficial en los sitios que corresponden a las zonas interprismáticas, permitiendo el transporte de ácidos hacia las capas más profundas de los tejidos y la salida de iones del tejido hacia <sup>7</sup>.

A través de un corte perpendicular en la superficie del esmalte, es posible producir cortes de 80-100µm de espesor para examinarlos a través de microradiografía y microscopia de luz polarizada. Cuando se examinan cortes secados con aire (el aire posee un índice de refracción RI de 1.0) en el microscopio de luz polarizada, los poros

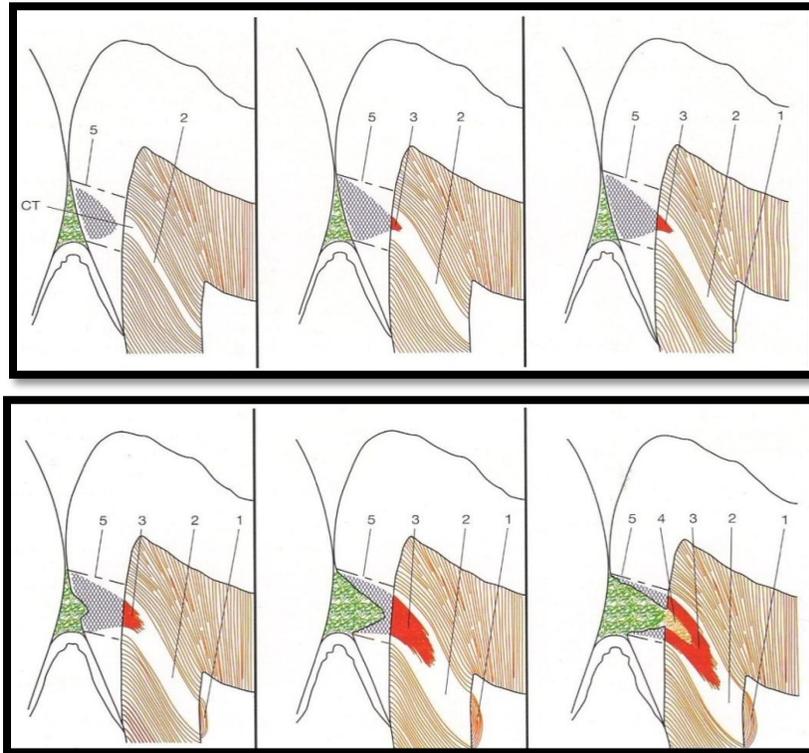
del área de la lesión (áreas en el tejido donde el volumen del poro excede 1%) aparecen como defectos en forma de cuña con la base en la superficie del esmalte. Cuando se examinan los mismos cortes con los espacios intercristalinos llenos de agua (índice de refracción RI 1.33), se observan áreas donde hay poros de más de 5% de volumen en los tejidos, principalmente debajo de la superficie del esmalte, pero continúan extendiéndose en una forma triangular hacia el tejido <sup>4</sup>.

Dentro del esmalte, la propagación de la disolución se lleva a cabo sobre todo a lo largo de los límites del prisma. A mayores aumentos, se pueden encontrar a lo largo de estas vías de difusión, formas romboideas y cristales irregulares (cristales de caries). Estos cristales se interpretan como resultado de la reprecipitación de minerales. En las lesiones activas, los cristales de apatita muestran diversos grados de disolución periférica. Suponiendo un reto cariogénico alto y constante, se producirá la disolución gradual de la superficie del esmalte, siendo más pronunciada de la profundidad a la superficie y la difusión sigue la dirección de los prismas. Sin embargo, si el desafío cariogénico varía como resultado de la mejora de la higiene bucal o aplicación tópica de flúor, las fases de arresto y activación pueden dar lugar a un patrón mucho más irregular de la distribución de minerales dentro de la lesión.

La descripción clásica de la histología de la lesión del esmalte se ha basado en la lesión incipiente, que se localiza en el margen cervical de la superficie proximal (Fejerskov y Kidd, 2008). Según Henostroza <sup>6</sup> la morfología de los dientes, determina las características de progresión de la lesión en superficies lisas y en el sistema de surcos y fosas. Frecuentemente en las superficies lisas, la lesión aparece con forma triangular en los cortes que se realizan a través de la parte central de la lesión, con base mayor

hacia la superficie externa y su vértice dirigido hacia la unión amelodentinaria **Figuras:**

La **Figura 1.1** muestra esquemáticamente, una lesión típica (Fejerskov y Kidd<sup>4</sup>).

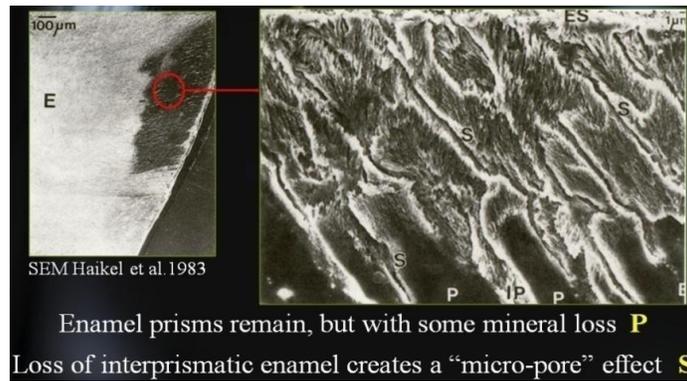


**Figura 1.1.** Ilustración esquemática de las fases de la progresión de la lesión: Dentina terciaria. 2- Zona de esclerosis o zona traslúcida. 3- Zona de desmineralización. 4- Zona de invasión y destrucción bacteriana. 5- Dirección periférica de los prismas. (Modificado de Bjørndal, 1991).



**Figura 1.2** Corte histológico de la propagación de una lesión cariosa en una superficie lisa<sup>6</sup>. (Henostroza, 2007.)

Las mediciones de la porosidad a lo largo del esmalte demuestran que la disolución generada por el proceso de caries sigue la dirección de los prismas, haciendo posible entender la morfogénesis de la figura cónica que adquiere la lesión proximal <sup>2</sup>



**Figura 1.3** En la imagen de la izquierda, se observa una lesión de mancha blanca vista con el microscopio óptico. Del lado derecho, una imagen de la misma lesión vista con microscopio electrónico de barrido, en la que se aprecia pérdida de cristales de los prismas (P) y pérdida de sustancia interprismática, provocando un efecto de microporo (S).

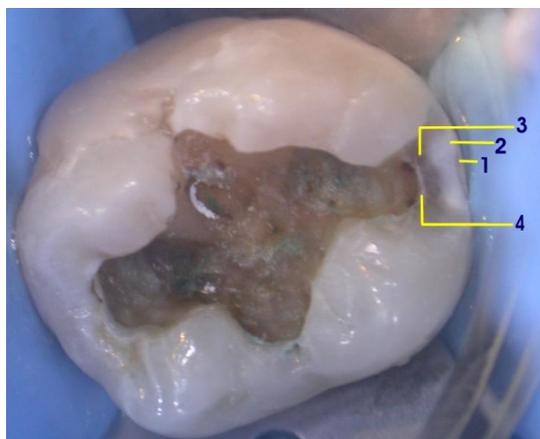
En la superficie oclusal, a diferencia de las superficies lisas, por la disposición del sistema surcos y fosas y por la orientación de los prismas del esmalte, confluyen dos lesiones en las paredes que en conjunto conforman un cono trunco, cuya base mayor se orienta hacia la dentina. La lesión generalmente tiene lugar de manera bilateral en las dos superficies del orificio de la fisura y ambas coalescente finalmente en la base <sup>6</sup> (Figura 1.4).



**Figura 1.4. Corte que muestra la propagación de una lesión cariosa en esmalte en zona de fosas y fisuras.**

Los aspectos histopatológicos de la caries dental, fueron estudiados inicialmente por Darling, en 1956. Silverstone, en 1973, describió las características de una lesión de caries en el esmalte, identificando 4 zonas **Figura 1.5:**

1. Zona superficial
2. Zona sub-superficial o cuerpo de la lesión
3. Zona oscura
4. Zona traslúcida



**Figura 1.5 Zonas de la lesión de caries en esmalte, en la superficie proximal de un molar. 1- Zona superficial, 2- Cuerpo de la lesión, 3- Zona oscura, 4- Zona traslúcida. (Cortesía del Dr. Gómez Clavel)**

#### **1.4.1 Zona superficial.**

En la zona de esmalte afectado, forma una franja permeable a la entrada de los productos bacterianos, especialmente a los ácidos. Presenta una porosidad ligeramente mayor al 1% y una pérdida de minerales de la zona superficial del 5%. El diámetro de los cristales de hidroxapatita es de 40nm, igual que en el esmalte sano <sup>8</sup>.

El ataque ácido inicial puede ocurrir sobre los prismas, entre los prismas, o en ambos. Al parecer disuelve de manera preferente el centro de los cristales constituyentes de los prismas. Mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), se han observado pequeños poros o microcanales, así como un ensanchamiento de los límites de los

prismas. Estos defectos iniciales del esmalte permiten el ingreso de los ácidos a la región subsuperficial. El ataque ácido inicial, solubiliza principalmente los iones de magnesio y carbonato, y posteriormente retira calcio, fósforo y otros iones que forman parte de los cristales. También se ha observado que la superficie de esta zona presenta mayor rugosidad que el esmalte sano, lo que favorece una mayor retención de la biopelícula y el consecuente fomento de la desmineralización. Estos estudios muestran zonas en las que coexisten zonas lisas, relativamente intactas, con regiones en las que se observan cambios en la morfología de la superficie.

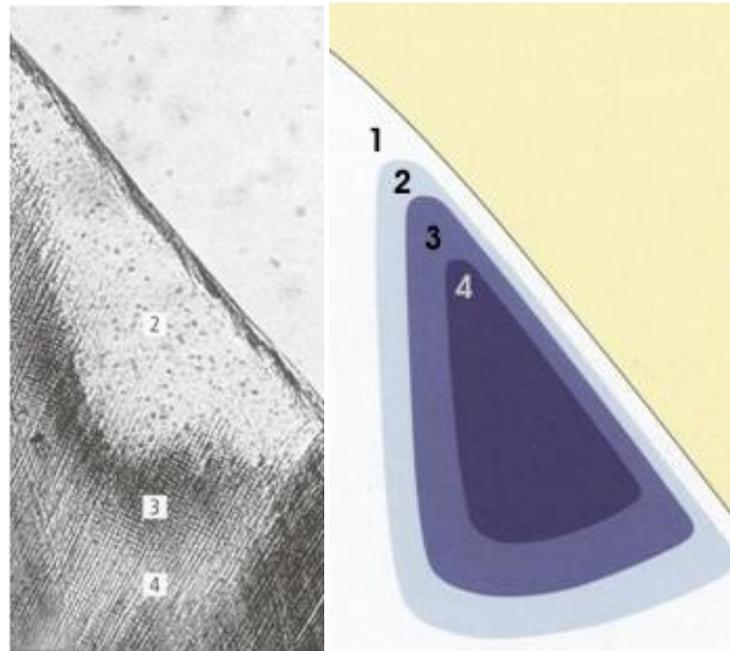
De acuerdo a lo publicado por Henostroza en 2007 <sup>6</sup>, el hecho que la zona superficial del esmalte posea mayor resistencia se debe a:

1. La mayor densidad del esmalte superficial como consecuencia del proceso de maduración.
2. Mayor contenido de fluoruros, lo que proporciona más resistencia a la acción disolvente de los ácidos.
3. La remineralización de los cristales, favorecida por la presencia de sales minerales en la saliva.

#### **1.4.2.- Zona sub-superficial o cuerpo de la lesión.**

La zona sub-superficial o cuerpo de la lesión, ocupa la mayor parte de la lesión de esmalte. Se extiende por debajo de la zona superficial. En esta zona, el tamaño de los cristales de hidroxiapatita es de 10nm <sup>8</sup>.

Es posible distinguir entre la relativa y aparente zona superficial intacta, que varía de anchura entre 20 y 50 $\mu$ m y el cuerpo de la lesión en donde el volumen del poro excede el 5%



**Figura 1.6 Corte a través del centro de una pequeña lesión de esmalte. La imagen de la izquierda se ve con luz polarizada después de embeberse en quinolina. 1- Zona superficial, 2- Cuerpo de la lesión, 3- Zona oscura, 4- Zona traslúcida. (Fejerskov y Kidd<sup>4</sup>).**

En ésta zona la desmineralización es más rápida, aumenta la solubilidad de los cristales y también la porosidad. En el centro la porosidad alcanza un 20% o más y la pérdida de mineral es la más alta, entre 18 y 50%. A pesar del grado de desmineralización, los cristales todavía conservan la orientación básica en la matriz proteínica<sup>1 y 6</sup>.

Sin embargo, la distribución de los minerales en el esmalte de las lesiones es muy variable. Frecuentemente, se encuentran zonas muy anchas en la superficie. De forma similar, dentro del cuerpo de la lesión se puede observar un aspecto laminado en la distribución de minerales, que indica los periodos de actividad de caries. Este fenómeno suele ser particularmente evidente en la parte oclusal de las lesiones proximales, y corresponde al lugar de desgaste interproximal que se desarrolla gradualmente <sup>2</sup>.

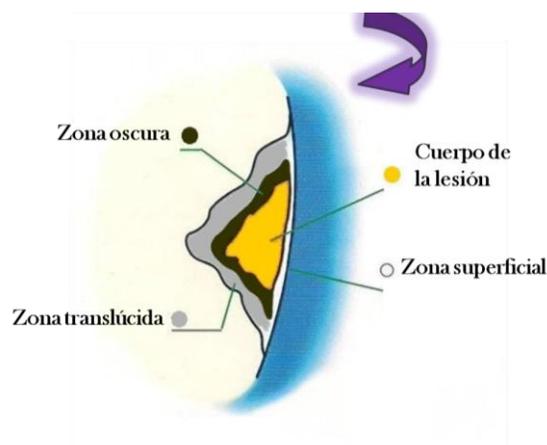
Los cortes transversales examinados con MEB, permiten observar que los prismas están totalmente alterados y modificados viéndose como una estructura amorfa, con espacios intersticiales vacíos. A pesar de su desmineralización, esta zona se observa densa y homogénea. Se pueden llegar a observar pequeñas áreas cercanas, desmineralizadas en mayor grado, lo que ocasiona el aumento del tamaño de la lesión<sup>2</sup>.

El avance de la lesión cariosa en el esmalte, sigue la dirección de los prismas adamantinos y de las estrías de Retzius. Esta zona está delimitada hacia la parte interna por esmalte, que muestra alteraciones ligeras en prismas y sustancia interprismática, correspondiente a la zona oscura.

#### **1.4.3.- Zona oscura**

Banda ubicada por debajo del cuerpo de la lesión. El tamaño de los cristales es de 50nm (10% mayor que en el esmalte sano, que mide 40nm). Presenta una porosidad de 10% de su volumen y una pérdida de minerales de 5 a 8%.

La zona oscura, es la característica más constante del frente de avance de la lesión de caries, no así la zona translúcida. Por lo tanto, la zona oscura se produce en el 90-95% de las lesiones. Al colocar los dientes que aparentemente no presentan zona oscura en una solución remineralizante, ésta se hace visible entre la zona translúcida y el cuerpo de la lesión. Con base en este fenómeno, se ha sugerido que esta zona posiblemente representa el resultado de una multitud de episodios de pérdida y reincorporación de minerales, es decir, desmineralización y remineralización; por lo que una zona oscura amplia indica una cantidad mayor o un periodo más largo de remineralización.<sup>9 y 6</sup>. El nombre de “zona oscura” se origina de los primeros estudios en los que se observaba esta zona de un color café oscuro al examinarla con luz transmitida después de la imbibición en quinolina. La apariencia oscura de la zona indica que la mayoría de las moléculas de quinolina no penetraron en todos los microporos. El hecho de que la quinolina no sea capaz de penetrar en la zona oscura indica, que ésta contiene poros muy pequeños en comparación de los relativamente más grandes que estaban presentes en la zona anterior, la zona translúcida <sup>4</sup>. **(Figura 1.7)**



**Figura1.7 Esquema que ilustra las zonas de la lesión en el esmalte.**

#### 1.4.4.- Zona traslúcida

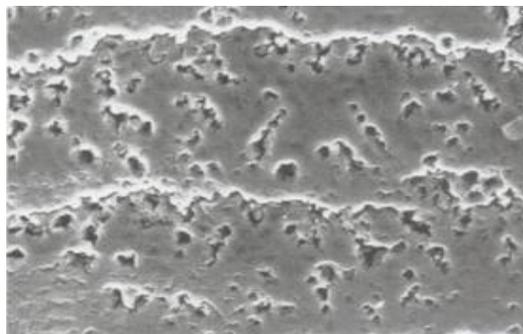
La siguiente zona que se observa es la zona traslúcida, ubicada en la zona más profunda de la lesión, y que corresponde al ataque interno. Esta zona es más porosa que el esmalte sano, su porosidad es de 5% (en contraste con el 0,1% del esmalte sano), y el tamaño de sus prismas es de 30nm. Presenta una pérdida de mineral de 1,0% a 1,5%. Esta zona no siempre se encuentra presente <sup>9 y 6.</sup>

<b>Tabla 1..1</b>	<b>POROSIDAD</b>	<b>PÉRDIDA DE MINERALES</b>
Esmalte sano	0,1%	-
Zona superficial	1,0%	5,0%
Cuerpo de la lesión	20,0%	18-50%
Zona oscura	10%	5-8%
Zona traslúcida	5%	1-1,5%

**Tabla 1.1 Distribución de porosidad y pérdida de mineral en una lesión de esmalte, comparada con el esmalte sano.**

## 1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE UNA LESIÓN DE MANCHA BLANCA.

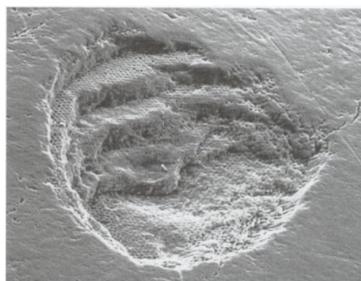
Cuando se examina la superficie de una lesión activa de mancha blanca se pueden observar cambios característicos en las superficies interproximales. La superficie de contacto tiene un aspecto liso sin el patrón de *perykimatas*, pero a lo largo de la periferia de la superficie, se observan fisuras irregulares y otros pequeños defectos (**Figura 1.8**) En el área cervical opaca de la superficie del esmalte se observan innumerables agujeros irregulares, estos son más profundos e irregulares que los de las indentaciones de los procesos de Tomes en la superficie del esmalte y además se observa un incremento de erosiones focalizadas. En otras áreas los agujeros de los procesos de Tomes parecen unirse, formando largas grietas irregulares en los surcos periquimales. Con frecuencia el esmalte en los límites de la lesión muestra distintos patrones de disolución con espacios intercristalinos ampliados y fracturas en la orilla de los *perykimatas*.



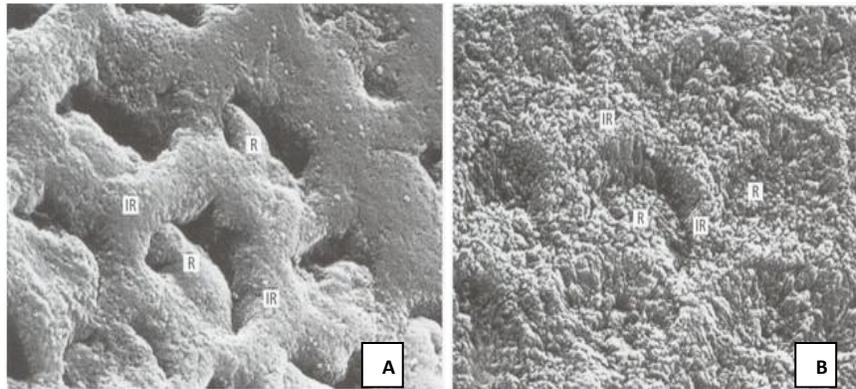
**Figura 1.8 Se observa como los agujeros de los procesos de Tomes coalescen formando pequeñas grietas o fisuras (Fejerskov y Kidd <sup>2</sup>).**

En otras lesiones estas fracturas pueden ser tan extensas que involucran a dos, tres o más *perykimatas* e incluso llegan a formar microcavidades. En la parte inferior de esas microcavidades, se puede apreciar en los prismas del esmalte el clásico panal de abejas. El carácter de superposición del esmalte de estos defectos, es evidente con la apertura de estrías de Retzius correspondiente a la parte inferior de cada "fase de avance" durante el avance de la lesión.

Al examinar las lesiones inactivas o detenidas, que aún clínicamente aparecen como lesiones de mancha blanca, algunas también pueden presentar microcavidades (**Figura 1.9**) La superficie del esmalte alrededor de cada cavidad puede mostrar abrasiones con rayas irregulares, pero entre las filas de los agujeros de los procesos de Tomes se pueden observar depresiones más profundas. El prisma y la sustancia interprismática del esmalte en algunas áreas también es suave, en contraste, el esmalte de la superficie en áreas protegidas como las del fondo de microcavidades aparecen densamente granulares, (**Figura 1.9**), lo que indica la fusión de los extremos de los cristales individuales.



**Figura 1.9 Fotografía de MEB en donde se observa una lesión inactiva de caries con una microcavidad. En el fondo de la cavidad se observan las estrías de Retzius. Se puede observar el patrón de los prismas en el esmalte expuesto, en contraste con la superficie pulida por el desgaste en la periferia (Fejerskov y Kidd, <sup>2</sup>).**



**Figura 2.0 A y B Variaciones en las características superficiales de los prismas (R), y la sustancia interprismática (IR) de lesiones inactivas sometidas a desgaste.**

Las primeras etapas de disolución del esmalte implican una desintegración que puede llegar incluso a la formación de microcavidades. También es evidente que el desgaste proximal, causado por el cepillado, interfiere significativamente con las características de la superficie, ya que la superficie del esmalte tiene solo unos pocos micrómetros de espesor como resultado de la desmineralización.

El proceso carioso puede retardarse, detenerse e incluso revertirse antes de que se presente cualquier cavidad física.

De no inactivarse o detenerse, la mancha blanca puede progresar a cavidad clínicamente visible, aunque el esmalte puede permanecer y el proceso carioso progresar hacia la dentina.

Al romperse la continuidad del esmalte, la biopelícula, antes ubicada sobre su superficie, migra hacia nuevos espacios físicos representados inicialmente por las microcavidades y luego por la cavidad clínicamente visible.

## **2. DESMINERALIZACIÓN Y REMINERALIZACIÓN *IN VITRO*.**

### **2.1 DESMINERALIZACIÓN *IN VITRO*.**

La desmineralización consiste en la pérdida de la apatita del esmalte. No hay sitio preferido para el ataque del ácido sobre el prisma del esmalte. Después del grabado ácido en la superficie del esmalte, puede dañarse el centro de la varilla para dejar una periferia levantada. En otras áreas de la misma superficie dental, el centro permanece intacto y la periferia se disuelve.

Arends y colaboradores, concluyeron que la pérdida mineral después de un ataque inicial, ocurre en las regiones interprismáticas y en la periferia de los prismas. La desmineralización interprismática no contribuye, de manera significativa, a la pérdida mineral en las etapas de formación de la lesión. A menudo pueden observarse cavidades y orificios localizados conforme a la disolución continua. Este incremento, en el espacio a medida que el mineral se disuelve, origina amplitud de vías para la difusión del mineral al exterior y para la introducción del ácido en la subsuperficie. (Arends, 1987).

### **2.2 SOLUCIONES REMINERALIZANTES.**

Se ha demostrado *in vitro* que las soluciones con iones calcio y fosfato pueden originar remineralización, y que ésta puede reforzarse con fluoruro. La falta de evidencia de la

eficacia *in vivo* del contenido mineral de los dentífricos o de los enjuagues bucales, quizá se deba al breve tiempo de contacto entre los dientes y el agente<sup>10</sup>.

El medio artificial ideal para la remineralización debe ser: 1) hidrófilo, 2) de baja viscosidad para penetrar la lesión subsuperficial, 3) antibacteriano, 4) complementario de la saliva, 5) de acción rápida y 6) confiable. Los elementos utilizados en la mayor parte de las fórmulas remineralizantes, incluyen calcio, fosfatos y fluoruro. Los iones, como los tartratos, pueden promover la formación de complejos con el calcio y el transporte de los iones de este a la lesión subsuperficial para la reparación<sup>11</sup>.

Con frecuencia se agrega cloruro de sodio para estabilizar la solución y evitar las precipitaciones espontáneas de calcio y fosfato. Se pueden agregar otros compuestos a concentraciones fisiológicas para estimular aún más saliva. La cantidad de remineralización varía de acuerdo con:

1) El tiempo total que los dientes (o sus partes) están inmersos en la solución remineralizante, 2) los reactantes, 3) la extensión de supersaturación de la solución con respecto a los dientes, 4) la tasa de precipitación de los reactantes y 5) el pH de la solución.

De estos factores limitantes, quizá el periodo de tiempo es el más crítico. Mediante cambios en la fórmula, pH y temperatura, es posible acelerar la remineralización *in vitro*, pero se han observado que conforme se dan estos cambios también se modifica la calidad del esmalte remineralizado. El objetivo final es producir una remineralización óptima y máxima.

La importancia de la concentración de los reactantes y la velocidad de la reacción, se ilustran mediante dos experimentos diferentes. La exposición de segmentos de diente en soluciones remineralizantes, con concentraciones relativamente altas de calcio y fosfato, remineraliza toda la superficie de la lesión. Sin embargo, un diente intacto con una lesión subsuperficial expuesto a una solución remineralizante similar, no remineraliza por completo dicha lesión. La diferencia entre los dos resultados *in vitro*, se debe a que los poros del diente intacto que contengan la superficie con el esmalte subsuperficial se obstruyen con precipitado, en tanto los fragmentos de diente expuestos ampliamente reactantes no requieren que la solución remineralizante penetre por los poros<sup>12</sup>.

Esta misma acción autoeliminante se observa con la saliva. Es posible que las concentraciones más grandes puedan remineralizar alteraciones superficiales muy tempranas y rápidamente, en tanto, las concentraciones bajas, podrían utilizarse para facilitar una penetración más profunda una vez que se desarrolla la lesión subsuperficial (Arends, 1987).

Los estudios tempranos acerca de la remineralización *in vitro*, utilizando saliva o soluciones artificiales, indicaron que el proceso se producía rápidamente durante las primeras 24 horas, y se hacía más lento en las siguientes 48 horas (Johansson, 1985).

En estudios más recientes, Silverstone expuso especímenes desmineralizados a una solución desmineralizante durante 2 a 6 minutos. Al final de la quinta exposición se presentó aproximadamente 80% de la remineralización, y al final de la décima se manifestó en su concentración máxima<sup>8</sup>.

El diagnóstico y las decisiones de tratamiento se han convertido en tareas complejas, exigiendo que los dentistas tengan conocimientos de la etiología, las características histopatológicas de las lesiones, y la efectividad de los tratamientos preventivos y de restauración <sup>13</sup>.

La evidencia científica señala que en las primeras etapas de la lesión cariosa puede ser revertida o remineralizada si se modifican los factores de protección (de flúor en distintas modalidades de presentación, y el aumento del flujo salival).

Al utilizar saliva como solución remineralizante, la capacidad para remineralizar fragmentos de diente *in vitro* varía en personas diferentes, pero es consistente para la saliva de cada persona. Esto indica que algunas poseen una capacidad mayor para remineralizar (resistencia del huésped) que otras.

### **2.3 TAMAÑO DE LOS CRISTALES EN LA DESMINERALIZACIÓN Y LA REMINERALIZACIÓN.**

Silverstone <sup>8</sup>, contribuyó en gran medida a comprender los detalles del proceso de remineralización. En su estudio sobre la remineralización, puntualiza que el tamaño de los cristales difiere de manera predecible en cada una de las zonas de la lesión incipiente y en las partes cariosas remineralizadas. En las lesiones cariosas incipientes, los cristales en las zonas de desmineralización, cuerpo de la lesión y zona translúcida, resultaron más pequeños que los del esmalte sano. Los cristales en las zonas de remineralización (zona oscura y superficial), son iguales o más grandes que los del

esmalte sano. De manera predecible, al utilizar una solución remineralizante con fluoruro para la lesión subsuperficial, los tamaños de los cristales resultan mayores que los del esmalte normal <sup>8</sup> .

## **2.4 ALMACENAMIENTO DE LOS DIENTES IN VITRO**

Para los estudios *in vitro*, los dientes se almacenan utilizando diferentes agentes fijadores o se congelan.

Es bien sabido que LF( Fluorescencia laser) es afectada por la fijación, y que los resultados de los demás estudios *in vitro* no se puede aplicar a la práctica clínica sin interpretación. Shi y col. (2001) informaron que la formalina provocó un aumento dramático en los valores de LF, mientras que el timol en solución salina saturada no lo hizo. Esto puede ser debido al hecho de que el formol desnaturaliza las proteínas, lo que altera la estructura y la calidad de los componentes orgánicos y, por lo tanto, provoca un aumento en la fluorescencia.

Francescut <sup>14</sup> estudiaron en cambio los valores de LF( fluorescencia laser) de 40 dientes almacenados en cloramina al 1%, en formalina al 10%, en timol al 0,02%, y a - 20 ° C durante dos años. Después del almacenamiento, los dientes congelados mostraron un ligero aumento no significativo en los valores de LF( Fluorescencia laser), mientras que los valores de LF de dientes almacenados en todos los demás fijadores disminuyeron significativamente. Para el análisis, los dientes se descongelaron. Lussi <sup>15</sup>, también encontraron que los valores de corte para la

detección de lesiones de caries disminuyeron cuando los dientes fueron almacenados en timol, formalina o cloramina, pero no cuando se congelaron.

### **3. DIAGNOdent®.**

Hibst <sup>16</sup>, desarrollaron el equipo láser portátil, que mide el incremento en la fluorescencia del tejido dental afectado por lesiones de caries, cuando se aplica sobre él una luz láser con una longitud de onda de 655 nm. El diodo laser se encuentra en el interior del equipo. El DIAGNOdent® ilumina la superficie dental, a través de una sonda flexible, con una luz láser intermitente, que penetra varios milímetros dentro de la estructura dentaria <sup>17</sup>.

El DIAGNOdent® trabaja con el principio de fluorescencia de los tejidos del diente, lo que significa que ciertas moléculas son capaces de absorber la energía del laser y remitir esta luz en otra longitud de onda. Las bacterias, en una lesión de caries con sus productos como porfirinas, coporfirina y protoporfirina IX, han sido identificadas como las moléculas con fluorescencia presentes en la mayoría de las bacterias orales <sup>18</sup>.

El DIAGNOdent® produce un sonido cuando se exploran con el laser las superficies en donde el proceso de la lesión cariosa se ha iniciado, esto se debe a que en estas zonas se genera una fluorescencia como el resultado de combinar la matriz inorgánica con absorción de moléculas orgánicas<sup>15</sup>. Varios estudios in vitro, han mostrado una

buena correlación entre el porcentaje de pérdida de fluorescencia y profundidad, respecto al tiempo de desmineralización de las lesiones cariosas <sup>19</sup>

Un estudio *in vivo* demostró que el sistema puede ser un complemento a un examen visual para la detección de lesiones tempranas del esmalte. El sistema puede detectar lesiones no existentes en comparación con un examen visual, que puede ser causadas por una alteración en la mineralización de los dientes (no debido a la caries, sino a las regiones de desarrollo hipomineralizadas), y que puede ser un desventaja <sup>20</sup>.

Durante el uso clínico con este tipo de métodos de detección de lesiones cariosas, las superficies del diente deben estar libres de la placa para una medición precisa. El dispositivo debe ser calibrado con frecuencia para realizar comparaciones longitudinales, y la sonda debe ser orientable en todas direcciones para obtener el mejor registro <sup>21</sup>.

Cuando se realizan comparaciones de los resultados de detección de las lesiones cariosas con laser y las radiografías de aleta de mordida, los resultados fueron mejores con el sistema laser, sobre todo en lesiones que abarcaban solo el esmalte.

El dispositivo DIAGNOdent®, (**fig.2.1**) es compacto y portátil. Se compone de una unidad de control y una sonda de mano. La sonda viene con 2 puntas, una pequeña para el examen de la caries de fisura, y la otra más grande, para examinar las superficies lisas<sup>22</sup>.



**Fig. 2.1. Dispositivo DIAGNOdent®**

### **3.1. Técnica del uso**

Generalmente, los dientes antes deben evaluarse y deben ser limpiados y secados para presentar las condiciones óptimas para una inspección visual periódica. Limpieza a fondo es un requisito previo para la correcta detección de caries (Lussi 2004).

Después de la calibración, se selecciona la sonda adecuada. La sonda se debe correr suavemente sobre la superficie del diente. Para los exámenes oclusales, la sonda debe balancearse de mesial a distal para así cubrir todas las fisuras del diente (Pretty 2004). Para lograr la máxima detección de la caries en las superficies oclusales, se debe inclinar el instrumento alrededor del sitio de medición. Esto asegura el que se recoja la fluorescencia de las paredes de las fisuras, donde el proceso de caries comienza a menudo <sup>15</sup>.

Las instrucciones señalan también que valores numéricos entre 5 y 25 indican lesión inicial en el esmalte y valores mayores de este rango reflejan caries dentinal temprana (fig.2.2). Cuando existen lesiones avanzadas en la dentina se obtienen valores superiores a 35 <sup>17</sup>.

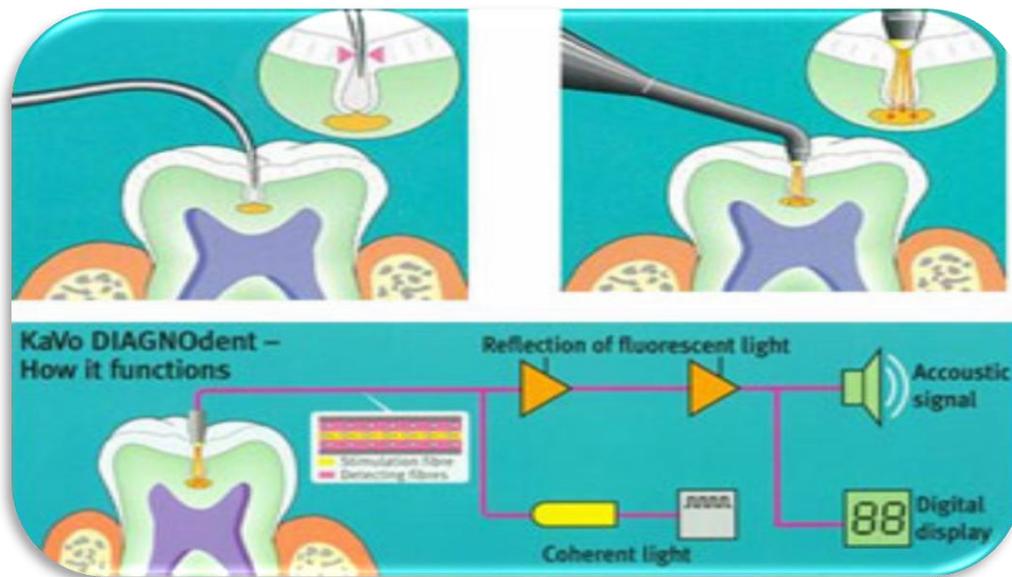


Fig.2.2 Esquema de funcionamiento del dispositivo DIAGNOdent®.

**Significado de los valores de fluorescencia láser con el DIAGNOdent**

VALORES DE FLUORESCENCIA LASER	SIGNIFICADO
0-10	Estructura del diente sano
11-20	Desmineralización en el 50% del esmalte exterior.
21-30	Desmineralización en el 50% del esmalte interior.
30 +	Desmineralización en dentina

### 3.2 La fluorescencia láser y la caries de superficies lisas.

Shi y col. (2001) en un estudio *in vitro*, reportaron que en superficies lisas la sensibilidad de las mediciones con LF (fluorescencia laser) era de 75%, y la especificidad del 96%, con el punto de corte en el valor de 9. El coeficiente de correlación de rangos de Spearman para la pérdida de esmalte temprana fue de 67%, cuando la histopatología y la micro-radiografía se utilizaron para la validación.

Pinelli <sup>20</sup>, realizaron un estudio clínico. Dos examinadores revisaron 220 dientes de forma visual y mediante el uso de LF( fluorescencia laser) dos veces en un intervalo de una semana para evaluar la actividad de las lesiones. La sensibilidad de las mediciones con LF fue del 72% y una especificidad del 79% ,cuando se utilizó para la validación la valoración visual (puntuación LF <5 para las lesiones visuales inactivo y ≥ 5 para visualmente las lesiones activas).

En un estudio clínico, Aljehani y col. (2006), determinaron la reproducibilidad de las mediciones de la fluorescencia laser de manchas blancas de pacientes con tratamiento de ortodoncia, por tres examinadores. El coeficiente de correlación intra-clase para las mediciones intra-examinador, osciló entre 0.91-0.98 y para las mediciones inter-examinador entre 0.69-0.82.

### **3.3 Profundidad de la lesión y pérdida de minerales.**

En el estudio *in vitro* por Shi y col. (2001), la correlación de Spearman entre el coeficiente de pérdida de minerales y las lecturas LF (fluorescencia laser), fue de 0,67. En otro estudio *in vitro*, por Shi et al. (2001a), la correlación de Spearman entre la profundidad de la lesión y las lecturas LF fue de 0,78 a 0.85, y de la pérdida de minerales en el esmalte y las lecturas LF, fue de 0,64 a 0,68, dependiendo del medio de almacenamiento.

Aljehani et al. (2004), reportaron un coeficiente de correlación de 0,76 de la profundidad de la lesión histológica y las lecturas de LF, y una de correlación 0,64 entre la pérdida de minerales y las lecturas de LF.

### **3.4 Fluorescencia láser y el control de la progresión de lesiones cariosas.**

En 2004, Sköld-Larsson<sup>23</sup>. estudiaron si las mediciones de LF se pueden usar para evaluar los efectos de tratamientos tópicos dento-microbianos en la prevención de caries. En un estudio de boca dividida en pares homólogos, las fisuras de segundos molares superiores o inferiores de adolescentes (de 12-18 años, edad media 14,1) fueron tratadas con barniz de clorhexidina o un barniz placebo cada seis semanas durante 48 semanas. La LF (Fluorescencia laser) se midió cada 12 semanas. El promedio de las lecturas de LF de los sujetos en el grupo placebos aumentaron

significativamente después de 24, 36 y 48 semanas en comparación a los valores iniciales, pero no en el grupo donde los sujetos recibieron barniz de clorhexidina.

En el estudio clínico, Gókalp y Baeren (2005), escogieron sitios específicos en 84 fisuras de 19 sujetos. Los sitios se eligieron al azar para formar tres grupos, un grupo testigo, otro grupo al que se le aplicó Flúor Protector®, y un tercer grupo al que se aplicó Cervitec®. En todos los grupos se midió la LF antes de la aplicación de cualquiera de los tratamientos (línea base). A los 6 meses, los valores de LF del grupo al que se aplicó Flúor Protector® y Cervitec®, fue menor en comparación con los valores de la línea de base. No hubo diferencias significativas en los valores LF entre los dos grupos de prueba a los seis meses.

En otro estudio clínico Schirrmeister <sup>24</sup>, monitorearon durante dos semanas la mineralización de las lesiones de caries incipientes en superficies oclusales de 30 participantes con valores de LF de 10-a 2f. Los sujetos se cepillaron los dientes tres veces al día, con dentífricos con fluoruro de 1450 ppm o 5000 (n = 15 en ambos grupos). Una disminución en los valores de LF se observó en ambos grupos durante el período de prueba. La disminución fue mayor en el grupo con el dentífrico de fluoruro de 5000 ppm, cuando se comparó con el grupo control (21% de diferencia).

En el estudio clínico de Aljehani y col. (2006), se evaluó el efecto de dos programas preventivos de caries mediante el uso de LF para la cuantificación longitudinal de los cambios en lesiones incipientes de caries en superficies lisas. Los sujetos (n = 12, 127 sitios de prueba) se dividieron en dos grupos: uno recibió repetidas limpiezas dentales profesionales combinadas con la instrucción de higiene oral, y el otro sólo recibió

instrucción de higiene oral repetida. Las lesiones de mancha blanca se midieron por LF en la línea de base, los 3, 6, 9 y 12 meses después.

Hubo una diferencia entre las lecturas en la LF durante y después del período de seguimiento. Sin embargo, no hubo diferencia entre los dos grupos de tratamiento respecto a los cambios en los valores de LF con el tiempo.

Ferreira y col.<sup>25</sup>, evaluaron clínicamente las alteraciones de los valores de LF en lesiones incipientes de caries activa, en 111 superficies lisas de los dientes anteriores de 36 pacientes, después de 8 aplicaciones semanales con barniz de flúor. Ellos encontraron que la media de la puntuación de L,F se redujo de 7,4 (DE 5,4) a 4,5 (SD 3,3) al final del estudio.

Ljima y Takagi (2000), reportaron en su estudio *in vitro* una reducción en los valores de LF de lesiones artificiales de caries en dientes permanentes, después de la remineralización mediante el uso de la fórmula de Ljima.

En un estudio *in vitro*, Mendes y col.<sup>26</sup>, reportaron que los valores de LF en la dentición temporal con lesiones de caries de esmalte, no cambiaron después de la exposición a una solución remineralizante (la fórmula de Ljima) durante 28 días.

## **3.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MEDICIONES DE LA FLUORESCENCIA LASER.**

### **3.5.1. Factores relacionados con el paciente.**

#### **3.5.2 Placa dentobacteriana.**

A partir de los resultados de un estudio *in vitro*, Lussi y col. <sup>27</sup>, sugieren que la placa o el cálculo en las fisuras pueden producir lecturas de LF altas que conducen a interpretarlas como falsos positivos.

Mendes y col. <sup>26</sup> evaluaron *in vitro* la influencia de la placa dental en las mediciones de la LF( Fluorescencia laser) en las caras oclusales de molares temporales. Después de las lecturas de referencia, la placa fue removida de los molares seleccionados y las lecturas se volvieron a tomar. A nivel D2, la sensibilidad tuvo una disminución del 72% al 59%, y a nivel de D3 pasó de 86% a 29%. La presencia de placa al parecer actuó como barrera, impidiendo un correcto funcionamiento del DIAGNOdent®.

#### **3.5.3 Cambios de color**

Sheehy y col <sup>28</sup>, reportan en su estudio clínico, que las fisuras con cambios de coloración (pigmentadas) se asociaron con lecturas altas de LF( Fluorescencia laser).

Francescut y Lussi <sup>14</sup>, investigaron la relación entre los cambios de color y la profundidad de las lesiones de caries en la dentición primaria y permanente y la

influencia de los cambios de color en los valores de LF (fluorescencia laser) en un estudio *in vitro*. Cuando había zonas pigmentadas de color marrón o negro en las superficies de los dientes permanentes, la evaluación histológica reveló que el 87% de las lesiones habían llegado al esmalte, y el 13% había llegado a la dentina.

En los dientes primarios, el 58% de estas lesiones se encontraban en esmalte y el 42% en la dentina. Los valores de LF (fluorescencia laser) fueron mayores, cuando la pigmentación estuvo presente, independientemente de la profundidad histológica de la lesión.

#### **3.5.4 Selladores.**

Takamori y col.<sup>29</sup>, evaluaron *in vitro* la capacidad de la LF para detectar lesiones cariosas oclusales debajo de selladores de fosetas y fisuras. Utilizaron premolares y molares con caries oclusales.

Registraron la LF en la línea de base y después de la limpieza con químicos, después del grabado ácido y de la colocación de diferentes tipos de selladores fotopolimerizables (claro, rojo o blanco) que liberan fluoruros. Las lesiones cariosas se detectaron en el 90% de los dientes con selladores claro y rojo, y un 54% de los dientes con sellador blanco.

En el estudio *in vitro* de Hosoya y col. (2004), la colocación de selladores disminuyó el promedio de los valores de LF (fluorescencia laser). Los selladores utilizados en este estudio eran opacos. Además, en el estudio *in vitro* por Deery y col.<sup>30</sup>, los valores de

la fluorescencia laser disminuyeron después de colocar un sellador transparente en superficies con diferentes etapas de la caries. Después de colocar un sellador transparente, la especificidad fue alta, pero la sensibilidad disminuyó en los niveles D1 y D3. Tanto el examen visual como la LF, subestimaron la presencia de lesiones de caries debajo del sellador claro.

#### **4.0 FACTORES RELACIONADOS CON LOS PROCEDIMIENTOS.**

##### **4.1 Calibración**

La calibración del dispositivo es una parte importante del procedimiento de medición, por lo que las lecturas de la LF dependen del modo de calibración. La calibración individual excluye la fluorescencia causada por la interferencia de la superficie sana del diente, y por lo tanto el valor del dígito en la pantalla representa el valor del tejido desmineralizado. Si la calibración se realiza sólo en el bloque de calibración, la fluorescencia de las estructuras dentales está incluida en los valores de la LF.

El fabricante recomienda escoger arbitrariamente una mancha blanca para calibrar el instrumento. Braun y col. (2005) evaluaron en un estudio *in vitro* la influencia del modo de calibración del dispositivo de LF en las mediciones. Las mediciones registradas cuando se calibró de manera estandarizada con el procedimiento indicado por el fabricante, fueron significativamente más altas que las obtenidas cuando se calibró para registrar las lesiones pequeñas y las lesiones avanzadas. El mismo estudio

también mostró que la elección de los sitios de referencia puede afectar a las mediciones de la LF hasta seis unidades.

El estudio *in vitro* de Braun y col. (2005), mostró que los valores medios de la LF (fluorescencia laser) en los puntos de lectura oclusal después de la calibración estándar, fueron cerca de 4-5 unidades más altos en comparación con los valores medidos después de la calibración individual.

Durante las mediciones individuales de calibración, una amplitud media de alrededor de 2 unidades, se puede observar al comparar las lecturas del punto de referencia en las zonas oclusales con respecto a las cuatro diferentes áreas de cada superficie vestibular. Los resultados sugieren que para el seguimiento, así como para las aplicaciones clínicas, la calibración individual es necesaria y que el mismo modo de calibración debe utilizarse siempre cuando se utilicen las mediciones de LF (fluorescencia laser) para el seguimiento o monitoreo longitudinal de las lesiones cariosas

## **4.2 Limpieza profesional.**

El fabricante recomienda el retiro cuidadoso de la placa bacteriana de los dientes antes de las mediciones de LF (fluorescencia laser), y esto se ha hecho en la mayoría de estudios. En los estudios de los dientes se han limpiado con un explorador <sup>33</sup>, un cepillo de dientes de un solo pelo insertado <sup>31</sup>, una copa de hule y pasta para pulir <sup>35</sup> y usar un dispositivo de flujo de aire <sup>32</sup>, que también es recomendado por el fabricante.

El enjuague después de la limpieza profesional se ha considerado necesario para evitar las lecturas falsas causadas por los restos de la pasta o piedra pómez. Lussi y col.<sup>35</sup> reportaron que 10 segundos de aplicación del chorro de la jeringa triple fue necesario después de la limpieza profesional, y que 3 segundos, no era suficiente.

Hosoya y col. (2004,) estudiaron *in vitro* la fluorescencia de 10 pastas para pulir y cuatro dentífricos. En las fosas oclusales más profundas de premolares sanos, con y sin selladores, registraron la LF antes y después de la limpieza con pasta y agua. Concluyeron que las pastas, si no se enjuaga bien, pueden interferir con valores de LF. En el estudio de Schirmeister y col.<sup>36</sup>, los valores de LF se midieron después de limpiar con un cepillo y otra vez después de usar un dispositivo de flujo de aire. La diferencia en los valores de LF de los dos grupos no fue significativa.

#### **4.3 TIEMPO DE SECADO.**

Cuando la lesión se seca, la luz incidente se absorbe menos, lo que lleva a un aumento en la cantidad de luz que pasa en las partes más profundas de la lesión, y por consiguiente, habrá menos absorción de la luz fluorescente, y los valores de LF (fluorescencia laser) son más grandes. Los tiempos de secado han variado en los estudios: el secado con una jeringa triple durante 2 segundos<sup>37</sup>, 5 segundos (Attrill & Ashley 2001), 8 segundos (Shi y col. 2001a, b), a 10 segundos (Bamzahim et al. 2002), y sólo brevemente (Sheehy y col.,<sup>34, 32</sup>).

En los estudios de Lussi y col.<sup>33</sup> y Pereira y col. (2001), la duración del tiempo de secado no fue descrito. Lussi y col.<sup>38</sup>, reportaron en un estudio *in vitro* que las señales de fluorescencia de sitios húmedos son sólo ligeramente diferentes de los mismos después de secado con aire.

Shi y col. (2000), compararon *in vitro* la precisión y la reproducibilidad de las mediciones de LF en superficies clínicamente intactas de zonas oclusales húmedas y secas. Registraron dos mediciones de LF con un intervalo de dos semanas. El secado por dos minutos aumentó las lecturas de LF. La sensibilidad fue mayor después del secado, pero la especificidad disminuyó. La reproducibilidad de la LF no es afectada por la humedad de la superficie. Los resultados sugieren que la humedad no parece influir en el rendimiento diagnóstico de la LF.

Lussi y col.<sup>39</sup>., estudiaron el tema más en un entorno clínico. Tres dentistas examinaron visualmente 117 superficies oclusales intactas de 70 adultos jóvenes. Los valores de LF (fluorescencia laser) se registraron en la secuencia: húmedo y sin limpiar, secado y limpio, húmeda y limpia, y seca y limpia. Los valores de LF (fluorescencia laser) referidos al diagnóstico visual, fueron hasta 5 unidades más bajos para húmedo y limpio en comparación con las demás condiciones. El secado parecía aumentar los valores de LF (fluorescencia laser) de la caries en dentina en los dientes que no fueron limpiados previamente.

Mendes y col.<sup>26</sup> evaluaron *in vitro* el efecto del tiempo de secado en el desempeño del DIAGNOdent® en sitios oclusales de molares primarios. Se midió la LF (fluorescencia laser) en sitios húmedos, y en sitios secados durante 3 segundos y 15 segundos con

una jeringa triple, y en sitios deshidratados durante 24 horas. Los valores de LF (fluorescencia laser) fueron significativamente más altos en los sitios deshidratados que en los sitios húmedos y que en los sitios secados durante 3 segundos. En los sitios deshidratados la sensibilidad fue mayor, pero la especificidad fue menor en el nivel D3, cuando se comparó con los sitios húmedos.

#### **4.4 Instrumento (DIAGNOdent®).**

Muchos estudios han reportado una excelente fiabilidad entre diferentes aparatos DIAGNOdent®. En el estudio de Alwas-Danowska<sup>34</sup>, dos aparatos independientes se evaluaron *in vitro* e *in vivo*. El valor *Kappa* intra-examinador de las dos lecturas de los examinadores, que utilizaron dos instrumentos de LF fue de 0,90 y 0,88, y el acuerdo inter-examinador fue de 0,85 para un dispositivo y 0,90 para el otro. Baseren y Gókalp,<sup>40</sup> encontraron una alta fiabilidad entre los dos instrumentos utilizados por dos examinadores (0,90 y 0,88). La fiabilidad inter-examinador fue 0,85 para un dispositivo y 0,90 para el otro. En el estudio *in vivo* de Astvaldsdottir y col. (2004), el acuerdo inter-instrumento de las lecturas de LF de los cuatro instrumentos DIAGNOdent® utilizados (R = 0.81-0.92), fue significativa (p <0,05).

## 5. IONÓMERO vs RESINA.

Estudios *in vitro* establecen que los materiales con ionómero pueden controlar la caries alrededor de los aparatos ortodóncicos (Serra MC, 1992). Sin embargo, el uso de las resinas modificadas con ionómero de vidrio para cementado de brackets, no han sido suficientemente evaluadas. Las pocas evaluaciones *in vitro* de estos materiales en la reducción de la caries dental, han sido más cualitativas que cuantitativas (Wilson RM, 2001).

El cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, libera flúor a largo plazo y generalmente en muy altos niveles, por las resinas con liberación de flúor. La placa de alrededor de los brackets cementados con ionómero de vidrio modificado con resina, ha presentado concentraciones elevadas de flúor, 44 veces más altas que las de alrededor de los brackets cementados con resinas. (Hallgren, 1993).

Bajo condiciones criogénicas artificiales, el ionómero de vidrio modificado con resina ha demostrado habilidad para reducir la desmineralización de brackets, en comparación con la resina (Valk -Twetman S, 1997), y clínicamente ha presentado reducción de las lesiones de mancha blanca comparada con las resinas. (Marcusson A, 1997)

La protección por niveles de liberación de flúor provista por el ionómero de vidrio modificado con resina, puede ser debida en parte a su habilidad para recargarse por absorción de fluoruro durante la exposición a fluoruros contenidos en las pastas. y subsecuentemente mantiene niveles altos de liberación (Young A, 2003). Sin embargo,

el ionómero de vidrio ha demostrado altos niveles de liberación de flúor pero pobre fuerza de adhesión. En un intento por proveer mayor liberación de flúor y obtener adecuada adhesión, se desarrollo una combinación de ionómero de vidrio y una resina modificada. La resina modificada, mas el ionómero de vidrio, es una combinación que consiste de dos componentes que curan por la reacción ácido-base del ionómero. Tiene una adhesión difusión-base entre el cemento y la superficie y continuamente libera flúor. (Sidhu SK, 1995). Los poliácidos modificados de la resina, consisten en combinaciones similares que no curan por la reacción acido-base del ionómero, sino que lo hacen primariamente como resinas.

La resina modificada con ionómero de vidrio, imita al ionómero con su liberación de fluoruro y las propiedades recargantes de este. (Forsten L. 1995). El ionómero de vidrio con resina modificada, se muestra efectivo en la reducción de desmineralización comparada con la resina. (Vorhies AB, 1998).

Las resinas tienen adecuada fuerza de adhesión, sin embargo la liberación de flúor por largo tiempo es controversial. En un inicio, una explosión de flúor ha sido asociada con una reducción en la desmineralización.

Cementos híbridos de ionómero de vidrio han sido desarrollados para combinar las propiedades deseables de la resina, y la adhesión y la liberación de flúor de los ionómeros de vidrio. Las resinas tradicionales son compuestas de un monómero polimerizable. Las resinas están compuestas de un monómero o prepolímero como una

sustancia de relleno, y un sistema iniciador que causa que el material polimerice y endurezca cuando se desee. (De Moor RJ 1988).

Los cementos de ionómero de vidrio están formados por un ácido polialquenoico, un silicato de fluroaluminio polvo de vidrio y agua (De Moor RJ 1988).

La creación de un ionómero de vidrio híbrido, resulta de la modificación o substitución de la porción líquida de los materiales de ionómero de vidrio. (De Moor RJ 1996).

Las propiedades del cemento de ionómero de vidrio, parecen mejorar algunas de las desventajas de las resinas tradicionales (Chung CK 1988). Esto es, la fuerza de adhesión de los ionómeros híbridos es mayor que con los cementos de ionómero de vidrio, mientras la propiedad de la liberación de flúor carente en resina se mantiene.

La adecuada fuerza de adhesión es esencial para el éxito de los procesos ortodóncicos; sin la habilidad para mantener los brackets en los dientes, las ventajas en sus propiedades como material adhesivo, se pierden.

Diversos ionómeros de vidrio híbridos han sido evaluados por su fuerza de adhesión, y un estudio realizado por Chung CK (1998), de 2 cementos de ionómero de vidrio, encontró que tenía la fuerza de adhesión comparable a las resinas. Estas son Fuji Ortho LC (GC America Inc., Chicago, Ill.) y Advance (Dentsply/Caulk, Dentsply International Inc., Milford, Del.)

Fuji Ortho LC, está compuesto de un ácido polialenoico mezclado con un monómero polimerizable, usando un mecanismo de radical libre, el reactivo metacrilato probablemente cura vía radicales libres químicamente, en adición a la química que ocurre en el ionómero. Este “tri – curado” del material, se da usando la reacción ácido-base de la resina, iniciado mediante la polimerización de radicales libres y un fotocurado para lograr un conjunto final.

El avance implica la sustitución del ácido polialquenoico por un monómero ácido polimerizable pequeño, que contiene ambos metacrilatos base grupos. Así, el líquido tiene la característica de funcionar ambas reacciones: la del ionómero, así como también la polimerización. Porque las moléculas son más pequeñas que una molécula tradicional de ácido polialquenoico, el producto resultante de la reacción ácido–base es una pasta fluida.

La habilidad de estos 2 cementos híbridos para inhibir la desmineralización de esmalte alrededor de los brackets, no es bien conocida.

## HIPÓTESIS

- La desmineralización artificial alrededor del bracket, es menor cuando el bracket es cementado con ionómero (GC Fuji Ortho Lc ®) que cuando es cementado con resina (Heliosit Ivoclar ®).

## **MATERIALES Y MÉTODO.**

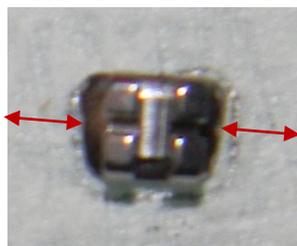
### **MATERIAL**

- Agua destilada.
- Saliva artificial\*\*\*.
- Frascos de precipitado.
- Agitador magnético .
- 60 dientes premolares humanos extraídos sanos.
- Brackets de la marca “GAC” de premolares.
- Ácido fosfórico al 35% 3M® (consistencia viscosa media).
- Resina fotocurable Heliosit Orthodontic (Ivoclar).
- Ionómero de vidrio GC Fuji Ortho LC.
- Sellador de fosas y fisuras Heliosit F (Ivoclar).
- Cinta adhesiva marca 3M.
- DIAGNOdent® (Kavo).
- Hoja de diamante marca Edenta para baja velocidad.
- Solución desmineralizadora\*.
- Solución remineralizadora\*\*.
- Lámpara de fotocurado marca “Lorma”.

## MÉTODO.

### 6.0 Preparación del diente.

1. Los dientes seleccionados estaban libres de caries, restauraciones o defectos de esmalte.
2. Cada diente se examinó usando el DIAGNOdent® (Kavo) para valorar la superficie del esmalte. (Primera lectura).
3. Usando un cepillo se limpió la superficie dentaria con pómez puro (sin flúor) y agua.
4. Se lavo perfectamente con agua y se secó.
5. La corona se seccionó de la raíz, usando una hoja de diamante marca “Edenta” descartando la porción de la raíz.
6. Se realizó una plantilla de cinta adhesiva, la cual contenía una ventana con la medida exacta de la base del bracket, y con una zona de 2 mm. alrededor de dicha ventana, con la finalidad de que el ácido grabador no tuviera contacto con la zona cubierta, y así evitar el grabado. Razón por la cual el ácido grabador debió ser de consistencia viscosa media (**Fig. 2.3 y Fig. 2.4**)



**Fig.2.4 Cinta adhesiva con ventana para el bracket y 2mm a su alrededor.**

7. Cada diente se grabó con ácido fosfórico al 35% por 20 segundos, y se le colocó un bracket en la superficie vestibular del diente, para lo cual se utilizaron la resina Heliosit orthodontic (Ivoclar) o el ionómero de vidrio (Fuji Ortho LC). **(Figuras 2.4, 2.5 y 2.6)**



**Fig. 2.4, Fig. 2.5 y Fig. 2.6) Preparación de los dientes, colocación de cinta adhesiva, bracket y ácido grabador.**

La plantilla de cinta adhesiva no fue retirada, sino hasta colocar debidamente el bracket para evitar dejar excedentes de resina y/o ionómero alrededor del bracket. Los cementos se usaron de acuerdo a las instrucciones del fabricante.



Figura. 2.7 Resina Heliosit, resina fotocurable por 20 segundos marca Ivoclar.



Figura2.8. Ionómero de vidrio reforzado con resina fotocurable por 40 segundos, marca GC Fuji Ortho LC.

8. Se dejó una superficie libre de grabado de 2 mm alrededor del bracket. **(Fig.2.5)**
9. El resto de la corona se grabó con ácido fosfórico, se lavó y secó para posteriormente colocar sellador de fosetas y fisuras de la marca Heliosit F.(Ivoclar).

## 7.0 Formación de mancha blanca

1.- Posteriormente, se colocaron en la solución desmineralizadora con la finalidad de producir una lesión subsuperficial (mancha blanca), de acuerdo a la metodología descrita por Gangler y cols, (2009).

Se colocaron los 30 dientes con brackets cementados con resina, y 30 dientes cementados con ionómero de vidrio. Cada grupo fue sumergido en 300 ml de solución desmineralizadora a un pH de 4.7. **(Figura 2.9)**



**Figura 2.9** Dientes colocados en solución desmineralizadora en el agitador magnético.

En ciclos de 4 días, la solución se agitó constantemente con un agitador magnético, y con una temperatura constante de 37°C.

2.- Posteriormente se retiraron de la solución, se lavaron con agua destilada y secaron con aire comprimido.

3.-Se colocaron 10 µl. de protoporfirinas en cada diente por un minuto. **(Figura 3.0)**



**Figura. 3.0 Colocación de Protoporfirinas IX, colocadas sobre los dientes por 1 minuto.**

**Posteriormente se lavaron y secaron los órganos dentarios.**

4.-Una vez transcurrido el minuto, se colocaron nuevamente en agua destilada por 2 minutos con el agitador.

5.- Se dejaron escurrir y secar para hacer la medición con el DIAGNOdent. **(Figura. 3.1)**



**Figura 3.1** Medición con DIAGNOdent®.

6.- Nuevamente se lavaron y se secaron. Para proceder a sumergirlos en la solución remineralizadora. En ciclos de 4 días.

- En total se realizó 6 ciclos alternándose la solución desmineralizadora y remineralizadora, cada una teniendo una duración de 4 días por ciclo (3 ciclos con solución desmineralizadora y 3 con solución remineralizadora).



**Figura. 3.2** Mancha blanca alrededor del bracket, realizada *in vitro*. 1) En dientes con brackets cementados con resina y 2) en dientes cementados con ionómero.

**Los componentes de las soluciones se describen a continuación:**

**\*Solución desmineralizadora**

*1.5 mM CaCl<sub>2</sub>, 0.9 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 150 mM KCl, 0.1 M de tampón acetato de sodio, 30 mM de acetato de celulosa hydroxietyl. El pH se ajustara a 4.7.*

**\*\*Solución Remineralizadora**

*Se compone de 1.5 mM, CaCl<sub>2</sub>, 0.9 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> y 150 mM KCl a un Ph 7.0.*

**\*\*\*Saliva artificial**

*20 mM LNa HCO<sub>3</sub>, 3 mM LNaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1mM LCaCl<sub>2</sub> pH neutral 7.0*

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

### RESULTADOS:

#### 1er. Ciclo de Desmineralización (pH 4.7).

Después del el primer ciclo que se realizó con la solución desmineralizadora (pH 4.7) mostró que la desmineralización llegó a la mitad interna del esmalte Para el grupo de resina, la fluorescencia fue de 25.8, y para el grupo de ionómero de vidrio, fue de 26.6. La t de Student demostró que la diferencia entre las medias de los grupos no son significativas.

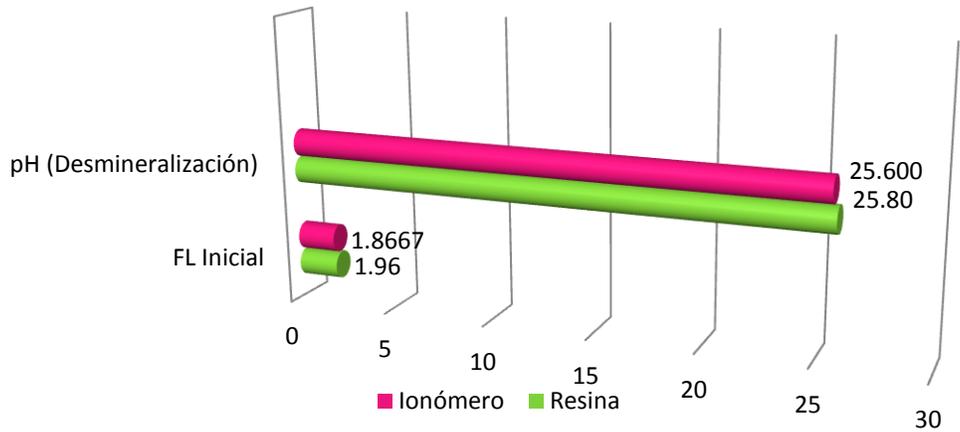
Estadísticos de grupo

Registro	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Valores de Fluorescencia. 1er Ciclo Desmineralización RESINA	30	25,8000	5,39732	,98541
1er Ciclo Desmineralización IONÓMERO	30	25,6000	5,40498	,98681

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Lev ene para la igualdad de varianzas	Prueba T para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Valores de Fluorescencia.	Se han asumido varianzas iguales	,570	,453	,143	58	,886	,20000	1,39457	-2,59154	2,99154
	No se han asumido varianzas iguales			,143	58,000	,886	,20000	1,39457	-2,59154	2,99154

### 1er. Ciclo pH 4.7 ( Desmineralización).



### 2do. ciclo de pH 7.0 (Remineralización).

Después del segundo ciclo, que se realizó con la solución remineralizadora (pH 7.0) el grupo cementado con resina tuvo valores de LF ( fluorescencia laser) de 11, y el grupo cementados con ionómero tuvo una media de fluorescencia laser del esmalte alrededor del bracket de 11.8. La diferencia entre las medias no fue estadísticamente significativa.

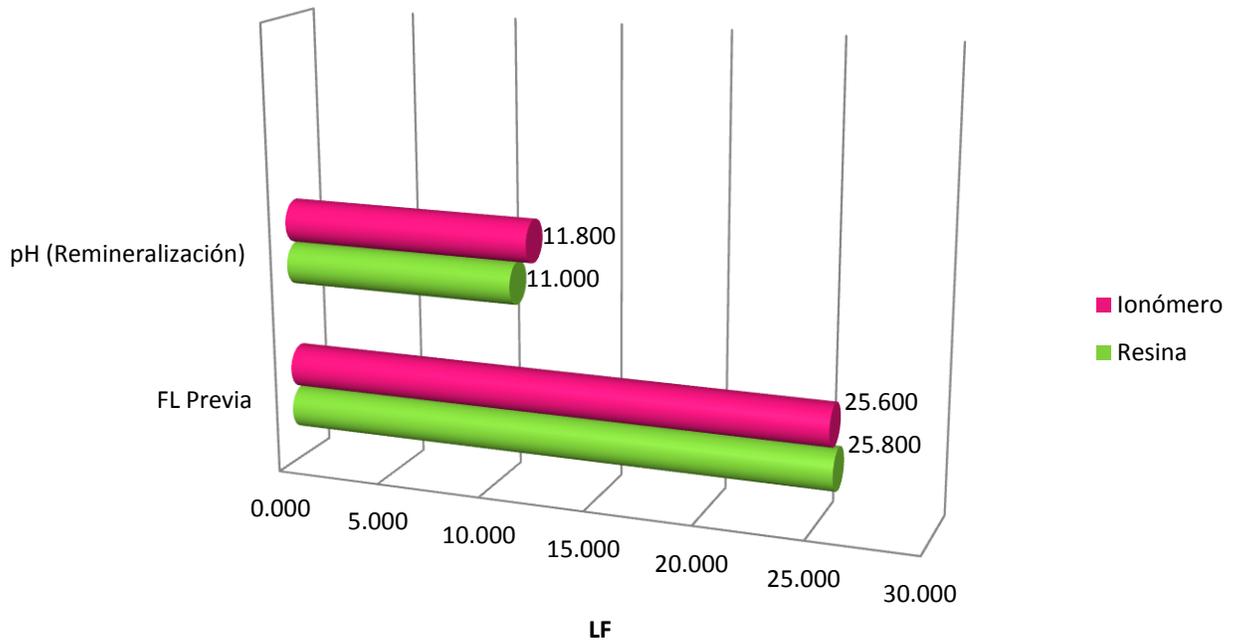
#### Estadísticos de grupo

		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Fluorescencia Láser 2do ciclo	Resina	30	11.0000	2.80394	.51193
	Ionómero	30	11.8000	2.44103	.44567

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Fluorescencia Láser 2do ciclo	Se han asumido varianzas iguales	2.158	.147	-1.179	58	.243	-80000	.67874	-2.15865	.55865
	No se han asumido varianzas iguales			-1.179	56.920	.243	-80000	.67874	-2.15920	.55920

2do. ciclo pH ( Remineralización).



### 3er. Ciclo de pH 4.7 (Desmineralización).

La medición de la (FL) fluorescencia laser del esmalte, adyacente a los brackets cementados con resina después del tercer ciclo (solución desmineralizadora a, pH 4.7), tuvo una media de 11.06 mientras que el grupo cementado con ionómero tuvo una media de fluorescencia laser de 9.60. La diferencia entre la media fue estadísticamente significativa (t de Student,  $p < .05$ ), la Fluorescencia Laser del esmalte alrededor de los brackets cementados con ionómero de vidrio, mostró tener un grado menor de desmineralización.

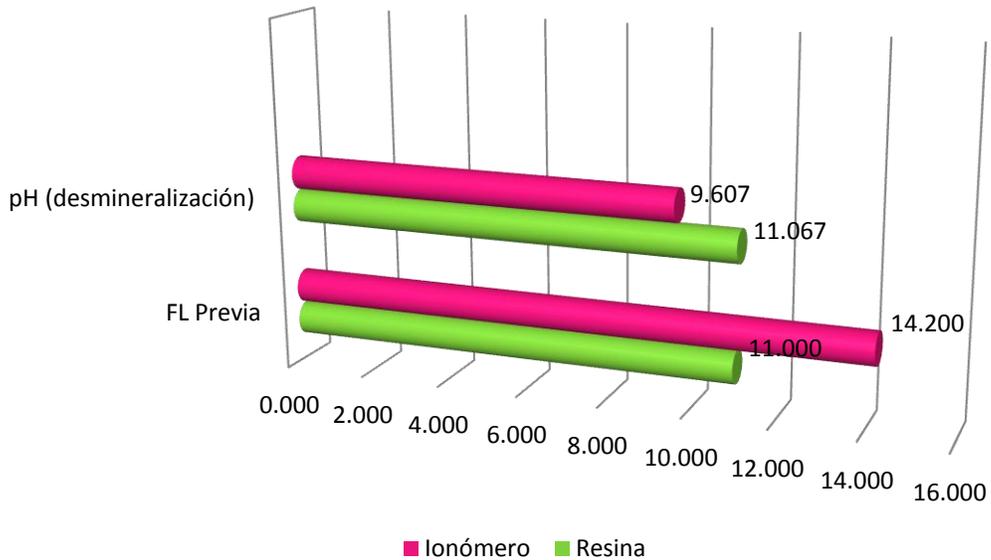
#### Estadísticos de grupo

	Agente Cementante	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Fluorescencia Láser 3er ciclo	1.00	30	11.0667	2.50425	.45721
	2.00	28	9.6071	3.71523	.70211

#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Fluorescencia Láser 3er ciclo	Se han asumido varianzas iguales	7.088	.010	1.765	56	.083	1.45952	.82689	-1.9694	3.11599
	No se han asumido varianzas iguales			1.742	46.902	.088	1.45952	.83786	-2.2612	3.14517

### 3er. ciclo pH 4.7 ( Desmineralización).



### 4to. Ciclo de pH 7.0 (Remineralización).

Después del cuarto ciclo que se realizó con la solución remineralizadora, el esmalte adyacente a los brackets cementados con resina tuvo una media de fluorescencia láser (FL) de 6.7 y el grupo de ionómero de 5.57. La diferencia entre las medias es significativa (t de Student,  $p < 0.05$ ).

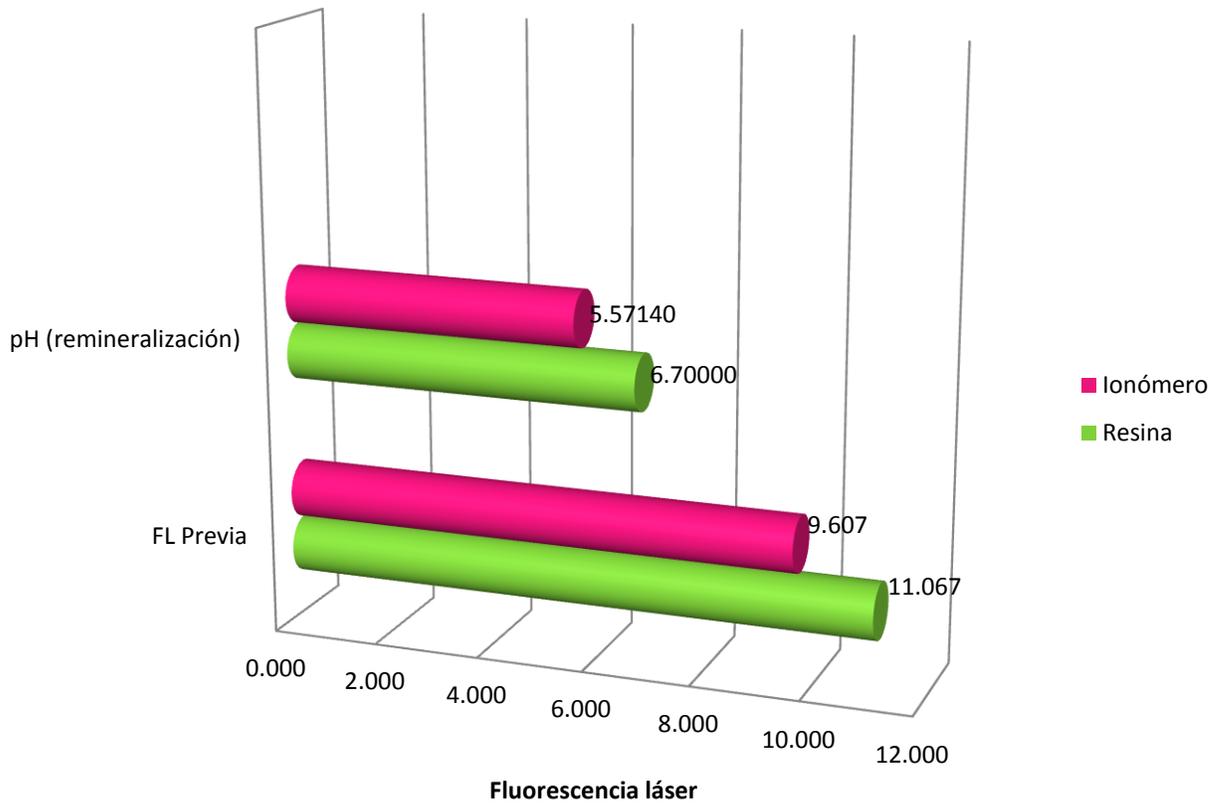
Estadísticos de grupo

Agente Cementante		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Fluorescencia Láser 4to ciclo	Resina	30	6.7000	2.90244	.52991
	Ionómero	28	5.5714	2.33220	.44074

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Fluorescencia Láser 4to ciclo	Se han asumido varianzas iguales	1.922	.171	1.625	56	.110	1.12857	.69447	-.26263	2.51977
	No se han asumido varianzas iguales			1.637	54.822	.107	1.12857	.68925	-.25281	2.50995

**4to .Ciclo pH 7.0 (Remineralización).**



### 5to. Ciclo de pH 4.7 (Desmineralización).

Después del quinto ciclo que se realizó con la solución de pH desmineralizadora, la media de los valores de fluorescencia laser en el esmalte alrededor de los brackets cementados con resina fue de 15.1, y los valores de fluorescencia laser del esmalte del grupo cementado con ionómero de vidrio fue de 8.96. El análisis estadístico mostró que sí existe diferencia significativa en la medición de fluorescencia Laser entre los brackets cementados con ionómero Vs resina, donde el grupo de ionómero mostró tener un grado notablemente menor de desmineralización.

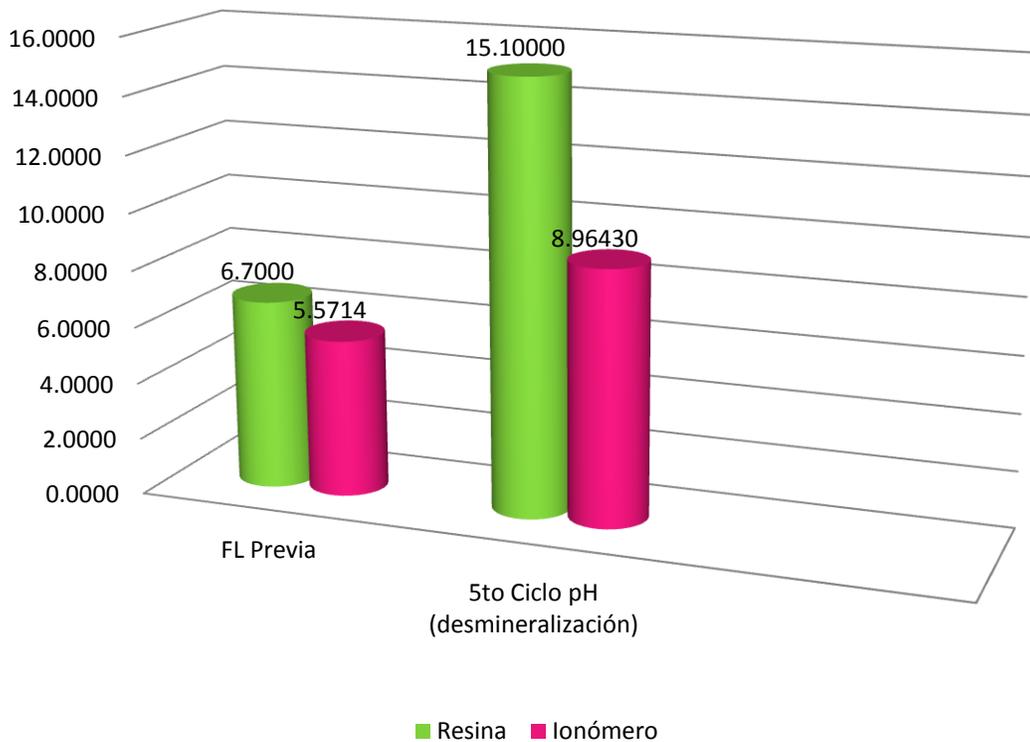
**Estadísticos de grupo**

	Agente Cementante	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
fluorescencia Laser 5to ciclo	Resina	30	15.1000	4.42056	.80708
	Ionómero	28	8.9643	2.58890	.48926

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
fluorescencia Laser 5to ciclo	Se han asumido varianzas iguales	4.655	.035	6.390	56	.000	6.13571	.96014	4.21233	8.05910
	No se han asumido varianzas iguales			6.501	47.361	.000	6.13571	.94380	4.23742	8.03400

## 5to. Ciclo pH 4.7 ( Desmineralización).



## 6to. Ciclo de pH 7.0 (Remineralización).

Después del sexto ciclo que se realizó con la solución remineralizadora la fluorescencia laser del esmalte en el grupo de resina fue de 16.56 y en el grupo de cementación con ionómero fue de 13.74, La diferencia entre ambas medias es estadísticamente significativa ( $p > .05$ ). La medición de Fluorescencia Laser de los brackets cementados con ionómero, mostró tener un grado menor de desmineralización.

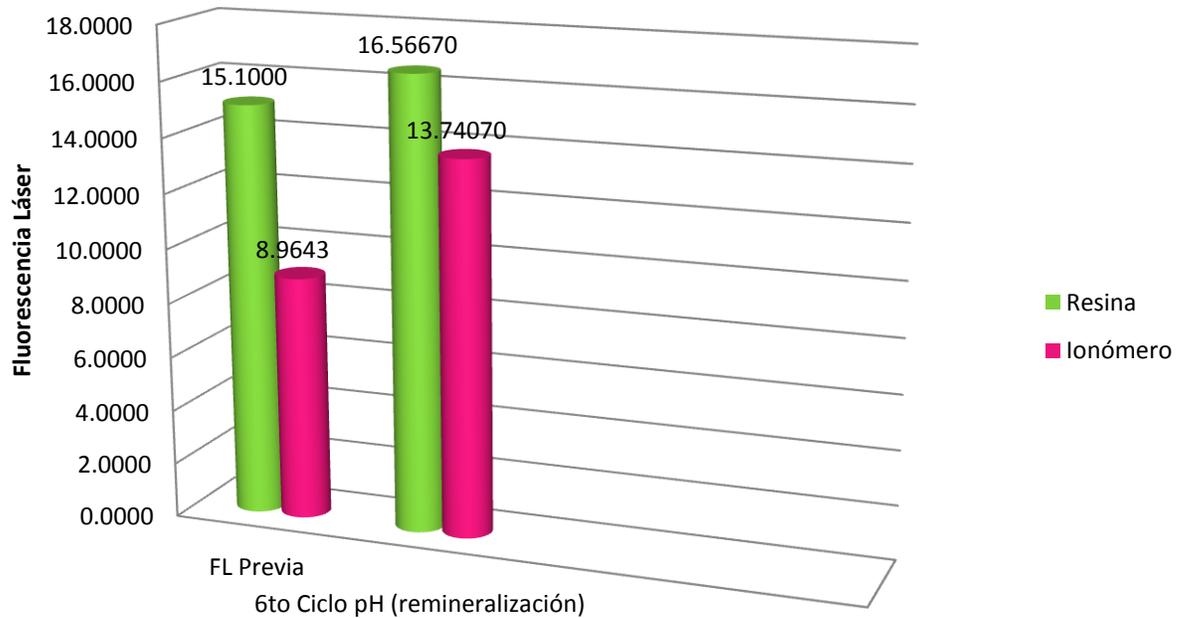
### Estadísticos de grupo

	Agente Cementante	N	Media	Desviación tip.	Error típ. de la media
Fluorescencia Láser 6to ciclo	1.00	30	16.5667	3.66421	.66899
	2.00	27	13.7407	4.81658	.92695

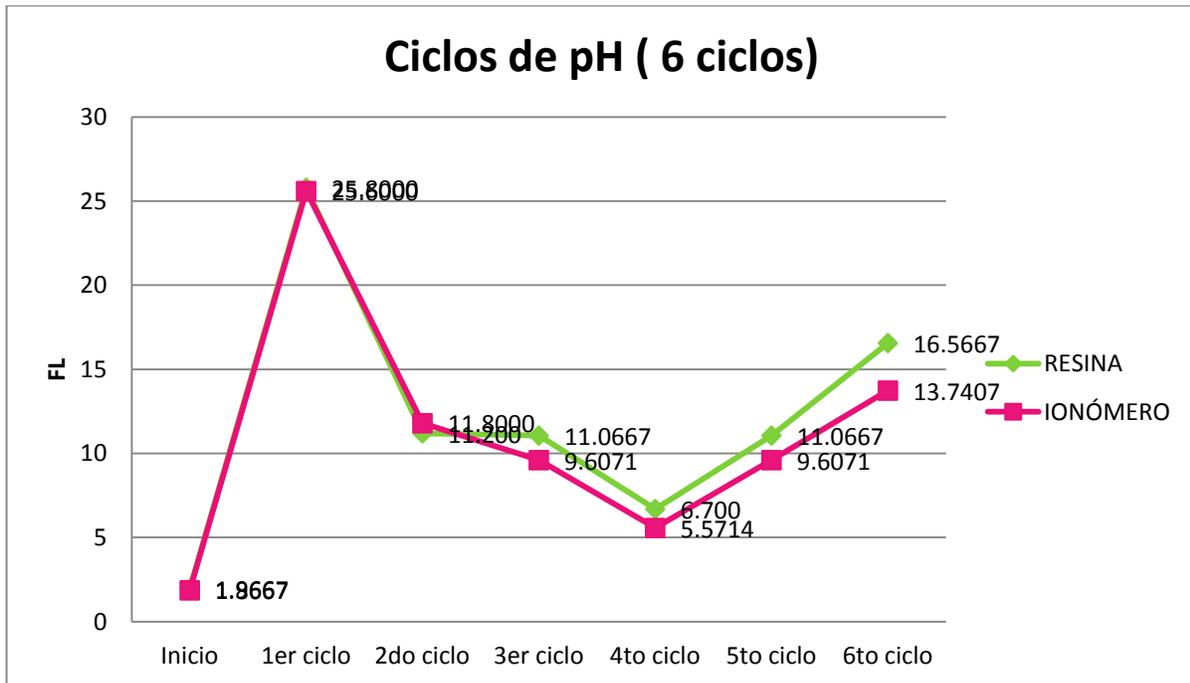
### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Fluorescencia Láser 6to ciclo	Se han asumido varianzas iguales	3.706	.059	2.508	55	.015	2.82593	1.12691	.56754	5.08431
	No se han asumido varianzas iguales			2.472	48.373	.017	2.82593	1.14315	.52793	5.12392

### 6to. Ciclo pH 7.0 ( Remineralización).



## TODOS LOS CICLOS DE pH



## **DISCUSIONES.**

En este estudio se comparó el uso de dos sistemas cementantes para brackets, con la finalidad de determinar si el uso de un ionómero de vidrio modificado con resina presentaba mejores resultados en la prevención de la lesión de mancha blanca, al compararse con una resina.

El esmalte de los dientes en los que se cementó un bracket con resina, tuvieron al final de los seis ciclos una desmineralización superficial media a través de las unidades de LF (fluorescencia laser) de 16.56, en tanto que en el esmalte del grupo de brackets cementados con ionómero de vidrio la FL fue de 13.74. La diferencia entre las medias de los dos grupos fue estadísticamente significativa, donde el grupo de ionómero mostró tener un grado menor de desmineralización.

Diversos estudios muestran como el uso de ionómero de vidrio modificado con resina libera flúor, lo cual argumentan puede prevenir la aparición de lesiones de mancha blanca. Mervin y col , en el 2009, evaluó la liberación de flúor y las lesiones de esmalte, desarrolladas en el esmalte de dientes con brackets cementados con cuatro adhesivos, entre ellos Fuji Ortho. La liberación fue medida en intervalos de 28 días, por microradiografía transversal. Los resultados mostraron que la liberación de flúor de ketac Cem, Fuji Ortho LC y Light- Bond, fue alta durante las primeros 24 horas, y que Fuji Ortho liberaba más flúor que los otros grupos, concluyendo que los brackets

cementados con Fuji Ortho tienen menor desmineralización del esmalte alrededor del bracket.

El estudio de Wheeler, 2002, fue un estudio *in vitro* que comparo los cementos: Fuji Ortho LC, Assure y la resina control Transbond XT, para determinar la liberación de flúor por medio de diversos protocolos. Los resultados arrojaron que Assure liberaba mas flúor que Fuji en todos los protocolos.

El estudio de Brown Bronwen 1998, evaluó la liberación de flúor en dos cementos: uno híbrido de ionómero de vidrio: Fuji Ortho LC y la resina Transbond XT. Los dientes se sometieron a proceso de caries artificial por 30 días, en ciclos de 3 días. La desmineralización alrededor del bracket se evaluó con microscopía de luz polarizada. Algunos dientes de cada grupo fueron lavados con un dentrífico con flúor y otros sin flúor. Los resultados de este estudio mostraron que, los dientes bondeados con el cemento híbrido de ionómero de vidrio, mostraban menores lesiones de esmalte alrededor del bracket en comparación con los bondeados con resina.

Corre (2004), en un estudio in vivo, comparó el cemento Fuji Ortho y la resina Concise de 3M. El estudio se realizó en pacientes que vivían en ciudades que tenían agua fluorada pero no utilizaron dentríficos fluorados para el estudio. Se les colocó un bracket y, después de 30 días los, dientes fueron extraídos y seccionados longitudinalmente. Los resultados arrojaron que el cemento de ionómero es más eficiente en la reducción de la desmineralización, que el control.

Concluyendo que el uso de cemento de ionómero puede prevenir el desarrollo de caries alrededor de los brackets.

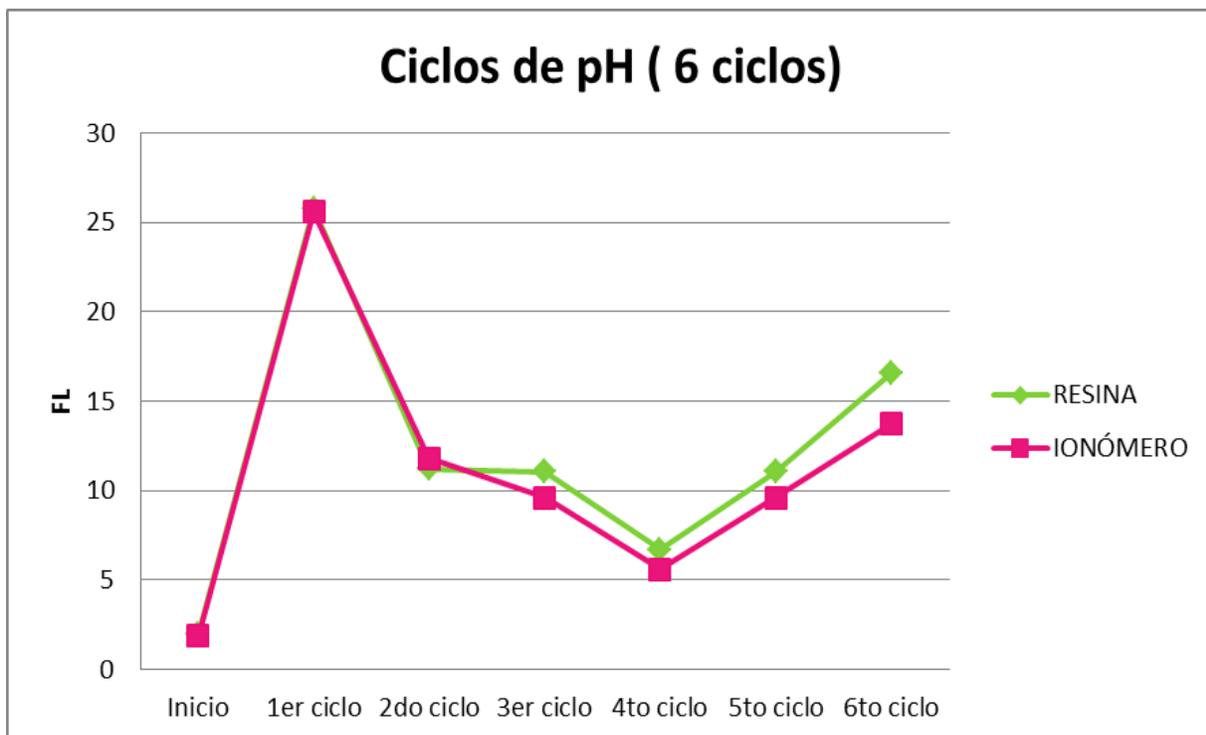
El uso de materiales adhesivos que liberan flúor, han sido otra alternativa para la prevención de daño en pacientes con tratamiento ortodóncico. Los estudios descritos anteriormente, mencionan sistemas de mediciones que comprueban la liberación de flúor de los cementos. Sin embargo, no demuestran la efectividad del mismo en la prevención de la desmineralización de la mancha blanca, Alencar (2009), en su estudio con luz fluorescencia, demuestra que este método es capaz de identificar la baja desmineralización alrededor de los brackets bondeados con resina modificada.

Sin embargo, la adhesión en nuestro estudio es discutible, ya que 4 brackets cementados con ionómero se despegaron durante el procedimiento realizado.

## CONCLUSIONES.

1.- Nuestros resultados muestran que el esmalte de los dientes en los que se cementó un bracket con resina, tuvieron al final de los seis ciclos una desmineralización superficial media a través de las unidades de LF de 16.56.

2.-En el esmalte del grupo de brackets cementados con ionómero de vidrio, la FL (fluorescencia laser) fue de 13.74. La diferencia entre las medias de los dos grupos fue estadísticamente significativa, presentándose una menor desmineralización en el grupo de ionómero de vidrio. De lo cual se concluye que el ionómero resulta ser eficaz en la prevención de la mancha blanca.



## **ANEXOS.**

**DIAGNOdent®.** *Es un instrumento que emite luz laser, que nos permite detectar la zona en la estructura dental que han sido invadidas por bacterias.*

**Protoporfirinas IX:** Productos de las bacterias en una lesión de caries.

**Ionómero “GC Fuji ORTHO LC®”:** *adhesivo de ionómero de vidrio reforzado con resina, para brackets metálicos y cerámicos.*

**Resina “Heliosit Orthodontic®”:** es un material de cementación de brackets (metal y cerámica) monocomponente, fotopolimerizable y altamente transparente.

**FL ó LF:** fluorescencia laser.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Silverstone LM... The structure of carious enamel including the early lesion. En Melcher, Zab, Oral Science Reviews, Munksgaad, Copenhagen, 1973;3:100.
- 2.- Fejerskov O y Kidd E.: Dental Caries. The disease and its clinical management. Blackwell Munksgaard ltd. Second edition. 2008.
- 3 .-Kolourides T, Feagin F, Pigman W. Remineralization of dental enamel by saliva in vitro. Ann N Y Acad Sci 1965 131(2):751-7.
- 4.- Fejerskov O y Kidd E.: Dental Caries. The disease and its clinical management. Blackwell Munksgaard ltd. Second edition. 2008.
- 5.- Featherstone JDB, Duncan JF, Cutress TW. A mechanism for dental caries based on chemical process and diffusion phenomena during in-vitro caries simulation on human tooth enamel. Arch Oral Biol. 1979; 24:101-112.
- 6.- Henostroza Haro Gilberto. et al, Caries Dental Principios y Procedimientos para el diagnóstico. Lima, Universidad Peruana Cayetano Heredia 2007
- 7.- Ten Cate AR. Histología Oral Desarrollo, estructura y función, 2ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1992a.
- 8.- Silverstone LM. The significance of remineralization in caries prevention. J Can Dent Assoc 1984; 50:157-164.
- 9.- Silverstone LM. Remineralización phenomena. Caries Res 1977; 11(Suppl 1); 59-84.
- 10.- Johansson I, Saellstrom AK, Rajan BP, Parameswaran A. Salivary flow and dental caries in Indian children suffering from chronic malnutrition. Caries Res 1992; 26:38-43.

- 11.- Featherstone JD, Rechmann P, Fried D, eds. Proceedings of SPIE volume 3593: Lasers in dentistry V. Bellingham Wash.: The International Society for Optical Engineering; 1999:141-7.
- 12.- Briner WW, Gray JA, Francis MD. Significance of enamel remineralization. J Dent Res. 1974; 53:239-243.
- 13.- Pitts NB. Modern concepts of caries measurement. J Dent Res 2004; 83: C43–C47.
- 14.. Francescut P, Zimmerli B & Lussi A. Influence of different storage methods on laser fluorescence values: a two-year study. Caries Res 2006; 40(3): 181–185.
- 15.- Lussi A, Hibst R & Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. J Dent Res 2004; 83(Spec C): 80–83.
- 16.- Hibst R, Paulus R. Caries detection by red excited fluorescence: investigations on fluorophores. Caries Res. 1999; 33:295.
- 17.- Martínez ER, Cueto M, Suarez RM, Frieyro J. técnicas de diagnóstico de la caries dental. Descripción indicaciones y valoración de su rendimiento. Boletín de la sociedad de pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León; 2006,46(195):23-31
- 18.- Hibst R, Paulus R. New approach on fluorescence spectroscopy for caries detection. In: Featherstone JD, Rechmann P, Fried D, eds. Proceedings of SPIE volume 3593: Lasers in dentistry V. Bellingham Wash.: The International Society for Optical Engineering; 1999:141-7.

- 19.- Pretty IA, Pender N, Edgar WM, Higham SM. The in vitro detection of early enamel de- and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *EurJOrthod* 2003; 25(3): 217-23
- 20.- Pinelli C, Campos Serra M & de Castro Monteiro Loffredo L. Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces in vivo. *Caries Res* 2002; 36(1): 19–24.
- 21.- Karlsson L, Traneæus. Ångmar-Månsson B. DIAGNOdent®: influence of calibration frequency on longitudinal in vitro measurements of fluorescence standards (abstract 44). *Caries Res* 2002; 36(3):188.
- 22.- Pretty IA, Smith PW, Edgar WM, and Higham SM. Detection of invitro demineralization adjacent to restorations using quantitative lightinduced fluorescence (QLF). *Dent Mater* 2003; 19(5):368-74.
- 23.- *Eur J Oral Sci.* 2004 Jun; 112 (3) :244-8. Por C.Stecksen-Blicks, Holgerson PL, M. Olsson, Bylund B., Sjostrom I, K-Skold Larsson, Kalfas S., S. Twetman.
- 24.- Schirrmeister JF, Seger RK, Altenburger MJ, et al. Efectos de diversas formas de calcio añadido a la goma de mascar en las lesiones del esmalte iniciales de caries in situ. *Caries Res* . 2007; 41:108-114.
- 25.- Ferreira Zandona AG, Zero DT. Las herramientas de diagnóstico para la detección precoz de caries. *J Am Dent Asoc.* de 2006; 137: 1675-1684
- 26.- Mendes FM, Pinheiro SL & Bengtson AL. Effect of alteration in organic material of the oclusal caries on DIAGNOdent readings. *Pesqui Odontol Bras* 2004; 18(2): 141–144.

- 27.- Lussi A, Hibst R & Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res* 2004; 83(Spec C): 80–83
- 28.- Sheehy EC, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D, Zoitopoulos L. Comparison between visual examination and a laser fluorescence system for in vivo diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 2001; 35(6):421-6.
- 29.- TAKAMORI K,, MITSUNO F, TAKAHASHI N, HORIKAWA T. Distribution of Neisseria, Rothia and Streptococci in Early Stages of Dental Plaque. *Buul Tokyo Med Dent Univ* 1978; 25: 180-96.
- 30.- Deery C, Iloya J, Nugent ZJ & Srinivasan V (2006) Effect of placing a clear sealant on the validity and reproducibility of occlusal caries detection by a laser fluorescence device: an in vitro study. *Caries Res* 40(3): 186–193.
- 31.- Sheehy EC, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D, Zoitopoulos L. Comparison between visual examination and a laser fluorescence system for in vivo diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 2001; 35(6):421-6.
- 32.- Heinrich-Weltzien R, Weerheijm KL, Kühnisch J, Oehme T & Stosser L. Clinical evaluation of visual, radiographic, and laser fluorescence methods for detection of occlusal caries. *J Dent Child* 2002; 69(2): 127–132.
- 33.- Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E & Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 2001; 109(1): 14–19.
- 34.- Alwas-Danowska HM, Plasschaert AJ, Suliborski S & Verdonschot EH) Reliability and validity issues of laser fluorescence measurements in occlusal caries diagnosis. *J Dent* 2002; 30(4): 129–134.

- 35.- Lussi A, Hack A., Hug I, Heckenberger H, Megert B & Stich H. Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Res* 2006; 40(2): 97–103.
- 36.- Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res* 1997; 31(2): 103-10.
- 37.- Lussi A, Francescut P Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res* (2003) 37(1): 2–7.
- 38.- Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 1999; 33(4):261-6.
- 39.- Lussi A. Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 1996; 30: 389±393.
- 40.- Baseren NM & Gokalp S. Validity of a laser fluorescence system (DIAGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an in vitro study. *J Oral Rehabil* (2003) 30(12): 1190–1194.
-