



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO,

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA,  
DIVISION DE INVESTIGACION Y POSGRADO,  
CLINICA DE ESPECIALIDADES NAUCALPAN,  
ESPECIALIZACION EN ORTODONCIA.

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES COMPUESTOS FLUORADOS EN LA  
REMINERALIZACIÓN DE MANCHA BLANCA INDUCIDA *IN VITRO*  
ALREDEDOR DEL BRACKET.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIZACIÓN

EN ORTODONCIA,

PRESENTA:

Etm. ALEJANDRA PARRA DE LA MERCED.

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ CLAVEL.



AGOSTO, 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.

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	9
MARCO TEORICO.....	11
1.1 FISIOPATOLOGÍA DE LA CARIES.....	11
1.2 LESIÓN EN ESMALTE.....	12
1.3 MANCHA BLANCA O LESIÓN CARIOSA INCIPIENTE.....	13
1.4 HISTOLOGÍA DE LA LESIÓN BLANCA.....	15
1.4.1 Zona superficial.....	20
1.4.2. Zona sub-superficial o cuerpo de la lesión.....	21
1.4.3. Zona oscura.....	23
1.4.4. Zona traslúcida.....	24
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE UNA LESIÓN DE MANCHA BLANCA.....	25
2. DIAGNOdent®.....	29
2.1. Instrucciones de uso del DIAGNOdent®.....	31
2.2 La fluorescencia laser y la caries de superficies lisas.....	32
2.3 Fluorescencia laser y el control de la progresión de lesiones cariosas.....	32
2.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MEDICIONES DE LA FLUORESCENCIA LASER.....	33
2.4.1. Factores relacionados con el paciente.....	33
2.4.1.1 Placa dentobacteriana.....	33
2.4.1.2 Cambios de color.....	34
2.4.1.3 Selladores.....	35
2.4.2 Factores relacionados con los procedimientos.....	35
2.4.2.1 Calibración.....	35

2.4.2.2 Limpieza de los dientes. ....	36
2.4.2.3 Tiempo de secado de la superficie. ....	37
2.5 Valores de medición con la fluorescencia laser (DIAGNOdent®).....	39
3. FLUORUROS. ....	40
3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DEL FLÚOR. ....	40
3.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	41
3.1.2 MECANISMO DE ACCIÓN. ....	42
3.1.3 VÍAS DE ADMINISTRACIÓN.....	44
3.2. COMPUESTOS DE FLÚOR. ....	45
3.2.1. Fluorofosfato acidulado (APF). ....	45
3.2.2 Fosfato de calcio amorfo mas fluoruro de sodio. (Fluoxtyl) .....	45
3.2.3.1 Mi paste Plus. ....	48
3.2.3.2 Efecto del ácido fosfórico en <i>mi paste plus</i> en la desmineralización. ....	51
MATERIALES Y MÉTODO. ....	54
MATERIAL. ....	54
MÉTODO.....	55
Preparación del diente. ....	55
Formación de mancha blanca.....	58
Remineralización con soluciones fluoradas.....	61
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	63
RESULTADOS:.....	63
GRUPO DE BRACKETS CEMENTADOS CON RESINA.....	63
Tratamiento: 1ra. Aplicación con soluciones Fluoradas.....	63
Tratamiento: 2da. Aplicación con soluciones Fluoradas.....	64
Tratamiento: 3ra Aplicación con soluciones Fluoradas.....	66
GRUPO DE BRACKETS CEMENTADOS CON IONÓMERO.....	69
Tratamiento: 1ra. Aplicación con soluciones Fluoradas.....	69
Tratamiento: 2da. Aplicación con soluciones Fluoradas.....	71
Tratamiento: 3ra Aplicación con soluciones Fluoradas (cementados con ionómero).....	73
CONCLUSIONES.....	80
ANEXOS. ....	83

## **RESUMEN.**

Se realizó un estudio experimental sobre la detección de desmineralización y remineralización de esmalte in vitro alrededor del bracket cementado con resina ó ionómero, usando fluorescencia laser, y se comprobó la eficacia de sistemas de remineralización con soluciones fluoradas: fluorofosfato acidulado (APF), fosfopéptido de caseína - fluorofosfato cálcico amorfo (CPP-ACPF) y Monofluorofosfato sódico más calcio (Fluoxityl ®). Se crearon lesiones de mancha blanca con un sistema de desmineralización y remineralización en seis ciclos, las cuales se cuantificaron por medio de la reemisión de fluorescencia laser (DIAGNOdent®) después de aplicar 10 microlitros de protoporfirina.

Posteriormente, se evaluó la eficacia de las soluciones fluoradas colocándolas por 3 minutos sobre la superficie del esmalte sometido a ciclos de desmineralización y remineralización, a través de la cuantificación de la fluorescencia laser.

Nuestros resultados muestran que la solución más eficaz en la remineralización de manchas blancas en los dos grupos (resina y ionómero), fue el fosfopéptido de caseína-fluorofosfato cálcico amorfo (CPP-ACPF) seguido del fluorofosfato acidulado (FPA), y por último el Monofluorofosfato sódico más calcio (fluoxityl).

Palabras clave: Mancha blanca, Fluorescencia laser, Recaldent, Fluorofosfato acidulado, Protoporfirinas.

## **INTRODUCCIÓN.**

Las lesiones de las manchas blancas siguen siendo un grave problema en Ortodoncia.<sup>8</sup> En la literatura son pocos los informes de seguimiento a largo plazo de manchas blancas, a diferencia de la gran cantidad de reportes de la incidencia de estas lesiones en los primeros años, después de quitar los brackets

En general, la creencia de que estas lesiones desaparecen después de la eliminación de los aparatos fijos es controvertida, y en muchos casos estas lesiones siguen siendo visibles como una cicatriz permanente del esmalte. Por lo que Benson<sup>6</sup>, proponen el uso de medidas preventivas adicionales.

Se requieren conocimientos sobre el origen y naturaleza del comportamiento de las lesiones iniciales de caries, relacionadas con el tratamiento ortodóncico. La prevalencia de manchas blancas después de la colocación de aparatos fijos, varía entre el 2 y el 96%.<sup>33</sup> Esta gran variación puede ser una consecuencia de la dificultad en la estandarización de exámenes clínicos, la variedad de métodos de detección, o la presencia de manchas blancas antes del inicio del tratamiento de ortodoncia.

La formación de las manchas blancas durante el tratamiento ortodóncico, se ha atribuido al efecto de la acumulación y retención prolongada de las bacterias causantes de lesiones cariosas durante del tratamiento ortodóncico.

El carácter electivo de la mayoría de los procedimientos de ortodoncia y la necesidad de reducir los efectos nocivos secundarios de tales terapias, ha provocado el interés en la detección y prevención de la desmineralización del esmalte. En las metodologías in

*vitro* para el estudio de la desmineralización de esmalte, se emplean típicamente lesiones artificiales que posteriormente se analizan mediante luz polarizada, micro radiografía transversal (TMR), estudios clínicos de visualización por estereomicroscopía y microscopía electrónica. Para lograr este objetivo, un método para detectar, cuantificar y dar seguimiento longitudinal de la desmineralización del esmalte *in vivo*, es la fluorescencia laser.

Las áreas desmineralizadas tienen un aspecto de manchas blancas que pueden desaparecer por la remineralización del esmalte como resultado del depósito de minerales al esmalte. Fitzpatrick y Way<sup>20</sup> demostraron que después del grabado ácido, la superficie del esmalte vuelve a sus características previas por el ingreso de la resina a la superficie y no por pulido del esmalte grabado. Algunas evidencias sugieren que la mejoría clínica de las lesiones incipientes no es atribuible totalmente a la remineralización, y que puede ser debida a la abrasión o pulido de la superficie del esmalte. El pulido de las zonas rugosas e irregulares que caracterizan a las lesiones blancas, da como resultado la exposición de los cristales de hidroxiapatita situados por debajo de la superficie, que pueden estar más densamente empacados en los prismas del esmalte, por lo que el resultado clínico final es una superficie más dura y brillante.<sup>5</sup>

Es importante saber que la remineralización del esmalte se da gracias a la presencia del flúor, por lo que de rutina se recomienda colutorio con flúor durante y después del tratamiento.

Se ha sugerido que las lesiones que se desarrollan en un medio ambiente altamente fluorado durante el tratamiento ortodóncico, no progresan, ya que usualmente se forma

una barrera en la superficie gracias a la combinación de minerales de la saliva; mientras que en las áreas de hipomineralización, dichas lesiones no desaparecen completamente y muchas veces se mantienen durante años, aún después del tratamiento.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Evaluar la eficacia de tres compuestos a base de flúor en la remineralización de lesiones de mancha blanca inducidas *in vitro* alrededor de brackets.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar con fluorescencia laser la desmineralización inducida por un tratamiento cíclico de pH a través de la medición de Protoporfirinas IX, absorbidas en el esmalte descalcificado *in vitro*.
- Evaluar el efecto de diferentes sistemas de fluoración en las superficies dentarias desmineralizadas a través de la medición de Protoporfirina IX, absorbidas en el esmalte descalcificado *in vitro* con fluorescencia laser.

## **JUSTIFICACIÓN.**

Las descalcificaciones del esmalte, también llamadas lesiones blancas y opacas alrededor de los brackets, son muy comunes durante el tratamiento ortodóncico; casi siempre la descalcificación va de la mano con la acumulación de placa dental o restos alimenticios retenidos en los aparatos o en los materiales de adhesión. Usualmente lo que ocurre es una producción de ácido como resultado del metabolismo de las bacterias, que provoca una desmineralización de la superficie del esmalte.

Subsecuentemente, si este proceso persiste, se provoca la formación de lesiones de caries. Se ha demostrado clínicamente que la formación de manchas blancas y opacas alrededor de los aparatos de ortodoncia, puede ocurrir a las 4 semanas de haber iniciado el tratamiento, y la prevalencia de la misma aparece en aproximadamente entre 2 - 96 % .<sup>43</sup> La zona labio-gingival de los incisivos laterales es la que mayor presenta estas lesiones, mientras que el segmento posterior del maxilar casi no la padece. Sin embargo, la incidencia de la formación de estas manchas blancas en el esmalte son atribuidas en gran parte a una higiene dental deficiente, más común en hombres que en mujeres. La presencia de estas manchas blancas al final del tratamiento ortodóncico compromete de manera importante los resultados estéticos del mismo, y aunque en la actualidad existen diversas formas de prevenirlo, continúa siendo un gran problema en ortodoncia.

El propósito fundamental de esta investigación, es evaluar el efecto de tres soluciones fluoruradas en la remineralización de manchas blancas inducidas artificialmente alrededor de brackets cementados con resina o ionómero de vidrio.

## **MARCO TEORICO.**

### **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 periodos alternados de desmineralización y remineralización que ocurren en periodos de meses, o incluso años, para el desarrollo de la lesión cariosa.<sup>58</sup>

La caries es una enfermedad endémica y potencialmente prevenible y curable. Esto último se puede lograr mediante la identificación, detención y reversión de las lesiones en una etapa temprana.<sup>44</sup>

La lesión de caries comienza con una desmineralización clínicamente no detectable de la subsuperficie del esmalte, sólo visible a nivel microscópico, que después avanza hacia el interior, dando lugar a cambios visibles en la superficie del esmalte, que pueden continuar hacia la desmineralización de la dentina, y finalmente a la destrucción de gran parte de la corona del diente, afectando a la pulpa, y comprometiendo la vitalidad del mismo. Todo esto sucede, cuando no se realiza el control y prevención de la enfermedad, y únicamente se restauran las cavidades o lesiones presentes.<sup>5</sup>

La integridad físico-química del esmalte dental en la cavidad oral es totalmente dependiente de la composición y el comportamiento químico de los líquidos que lo rodean: la saliva y los fluidos de la placa. Los principales factores que rigen la estabilidad de la apatita del esmalte son el pH y la concentración de calcio, fosfato y flúor en forma libre en la solución.

El proceso de caries se inicia con la fermentación bacteriana de los hidratos de carbono, lo que lleva a la formación de una variedad de ácidos orgánicos y una caída del pH en la interfase biopelícula-esmalte.

La detección temprana de una lesión de caries puede permitir al dentista, mediante el uso de medidas profilácticas eficaces, remineralizar y conservar la sustancia dental en lugar de restaurar el diente.<sup>4</sup>

## **1.2 LESIÓN EN ESMALTE.**

El esmalte alberga microporos entre sus cristales, los mismos que se amplían cuando el esmalte 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. Lo contrario ocurre durante la remineralización.<sup>55</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>5</sup>

El concepto de la remineralización del esmalte surge de la observación del re-endurecimiento del esmalte con caries, que realiza Head en 1910 y que Kolourides<sup>34, 35,36</sup> retoma en la década de 1960, 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>18</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>17</sup>

### **1.3 MANCHA BLANCA O LESIÓN CARIOSA INCIPIENTE.**

Mientras este proceso 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>27</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, así como el de la remoción de los 10-30 nm 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. Hay, en 1984, propuso 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

interface 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 del líquido de la placa, y es predominantemente el resultado del dinamismo de los procesos químicos que tienen lugar en la interface 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.

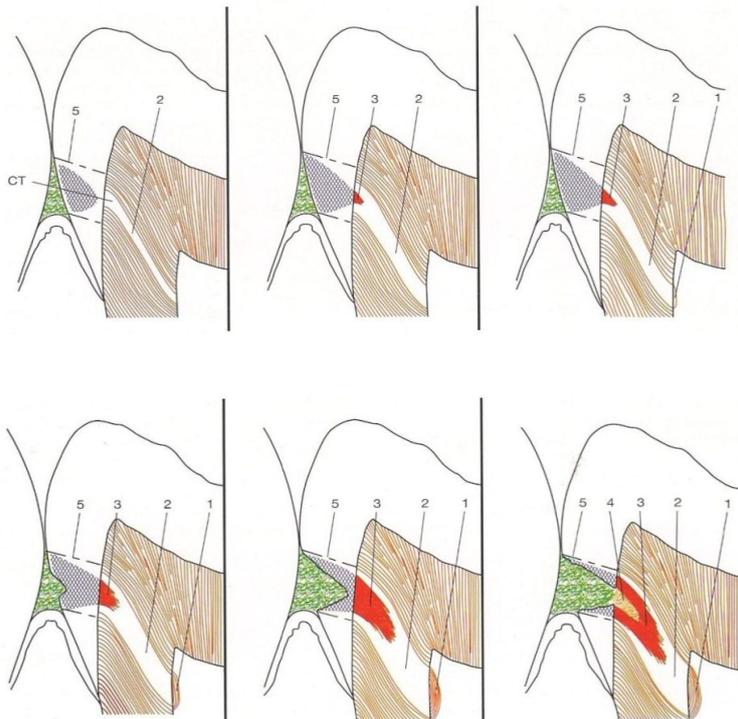
#### **1.4 HISTOLOGÍA DE LA LESIÓN BLANCA.**

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 afuera.<sup>57</sup>

A través de un corte perpendicular en la superficie del esmalte, es posible producir cortes de 80-100 nm 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 hacía el tejido.<sup>15</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.<sup>15</sup> Según Henostroza<sup>27</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 1.1., 1.2. y 1.3.)**. La cual muestra esquemáticamente, una lesión típica.<sup>15</sup>



**Figura 1.1.** Ilustración esquemática de las fases de la progresión de la lesión:

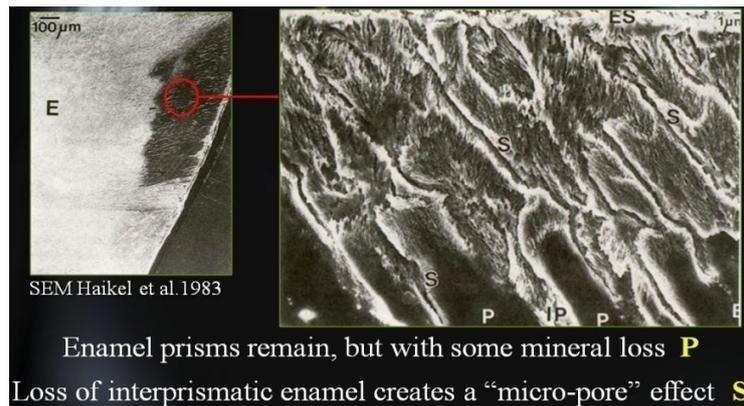
- 1- Dentina terciaria. 2- Zona de esclerosis o zona traslúcida. 3- Zona de desmineralización. 4- Zona de invasión y destrucción bacteriana. 5- Dirección periférica de los prismas.  
(Modificado de Bjørndal, 1991).



**Figura 1.2.** Corte histológico de la propagación de una lesión cariosa en una superficie lisa.

(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 (Fejerskov y Kidd, 2008).



**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 se unen finalmente en la base.<sup>27</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, se 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 hidroxiapatita es de 40nm, igual que en el esmalte sano.<sup>54</sup>

El ataque ácido inicial puede ocurrir sobre los prismas o entre los prismas, o en ambos, al parecer disuelve de manera preferente el centro de los cristales constituyentes de los prismas. Mediante microscopia 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.

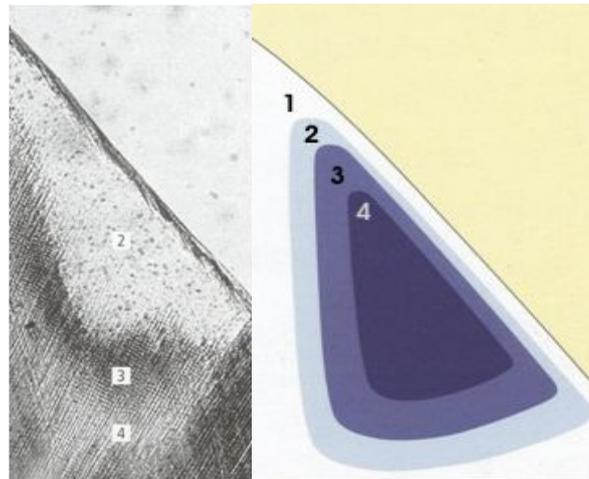
De acuerdo a lo publicado por Henostroza, en 2007, el hecho que la zona superficial del esmalte posea mayor resistencia se debe a:

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.<sup>27</sup>

#### **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. Y aquí el tamaño de los cristales de hidroxiapatita es de 10nm.<sup>54</sup>

Es posible distinguir entre la relativa y aparente zona superficial intacta que varía de anchura entre 20 y 50nm, 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 embeberse en quinolona. 1- Zona superficial, 2- Cuerpo de la lesión, 3- Zona oscura, 4- Zona traslúcida. (Fejerskov y Kidd, 2008).

En esta 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>27, 55.</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>15</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>15</sup>

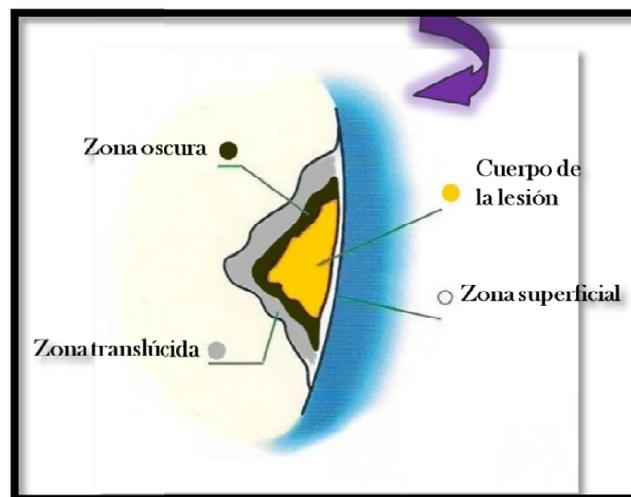
El avance de la lesión cariosa en el esmalte, sigue la dirección de los prismas adamantinos y las estrías de Retzius. Esta zona está delimitada hacia la parte interna por esmalte que muestra alteraciones ligeras en prismas y sustancia interprismática, correspondiente a la zona oscura.

#### **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 tanto una zona oscura amplia indica una cantidad mayor o un periodo más largo de remineralización.<sup>27, 53</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>27</sup> (**Figura 1.7**)



**Figura 1.7.** Esquema que ilustra las zonas de la lesión en el esmalte.

#### **1.4.4. Zona translúcida.**

La siguiente zona que se observa es la zona translúcida, es la más profunda de la lesión, la cual 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>27,53</sup>

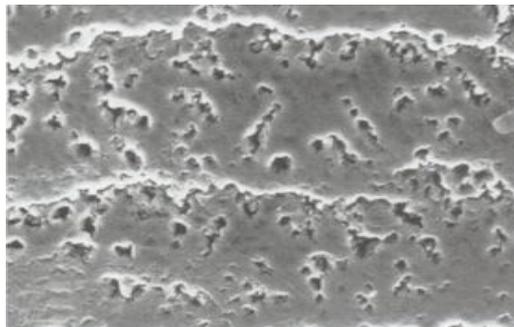
<b>Tabla 3.1</b>	<b>POROSIDAD</b>	<b>PÉRDIDA DE MINERALES</b>
<b>Esmalte sano</b>	0,1%	-
<b>Zona superficial</b>	1,0%	5,0%
<b>Cuerpo de la lesión</b>	20,0%	18-50%
<b>Zona oscura</b>	10%	5-8%
<b>Zona traslúcida</b>	5%	1-1,5%

**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

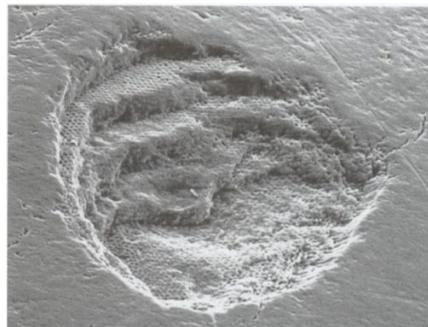
innumerables agujeros irregulares, estos son más profundos e irregulares que los de las indentaciones de los procesos de Tomes en la superficie del esmalte y además se observa un incremento de erosiones focalizadas. En otras áreas los agujeros de los procesos de Tomes parecen unirse, formando largas 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 se unen formando pequeñas grietas o fisuras (Fejerskov y Kidd, 2008).

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 son suaves. En contraste, el esmalte de la superficie en áreas protegidas como las del fondo de microcavidades aparecen densamente granulares, **(Figura1.9.)** 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, 2008).

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. DIAGNOdent®.

Hibst y Gall, en 1998, desarrollaron el equipo laser portátil que mide el incremento en la fluorescencia del tejido dental afectado por lesiones de caries cuando se aplica sobre él una luz laser 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 laser intermitente, que penetra varios milímetros dentro de la estructura dentaria.<sup>39</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>30</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>38</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>3, 48</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 pueden ser causadas por una alteración en la mineralización de los dientes (no debido a la caries, sino a las regiones de desarrollo hipomineralizadas), y puede ser una desventaja.<sup>46</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>33</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®, (**Figura.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>49</sup>



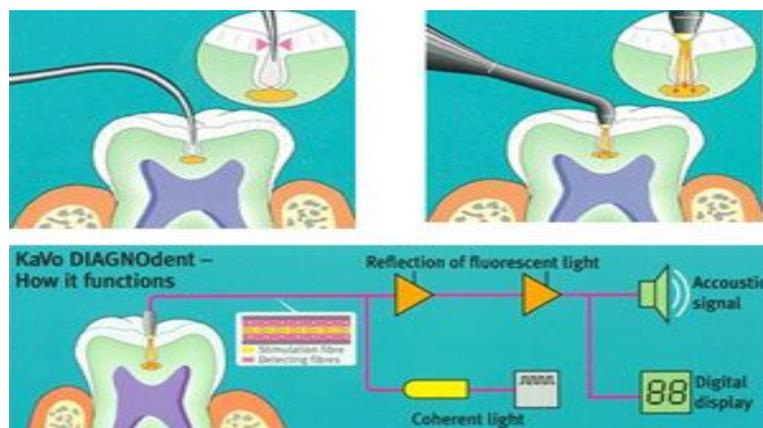
**Figura 2.1** Dispositivo DIAGNOdent®

## 2.1. Instrucciones de uso del DIAGNOdent ®.

Generalmente, los dientes 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.<sup>38</sup>

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.<sup>49</sup> Para lograr la máxima detección de la caries en las superficies oclusales, se debe inclinar el instrumento alrededor del sitio de medición. Esto asegura de que se recoge la fluorescencia de las paredes de las fisuras, donde el proceso de caries comienza a menudo.<sup>49</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 (**Figura 2.2**). Cuando existen lesiones avanzadas en la dentina, se obtienen valores superiores a 35.<sup>39</sup>



**Figura 2.2.** Esquema de funcionamiento del dispositivo DIAGNOdent.

## **2.2 La fluorescencia laser y la caries de superficies lisas.**

Pinelli y col.<sup>46</sup> realizaron un estudio clínico. Dos examinadores revisaron 220 dientes de forma visual y mediante el uso de LF 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  $\geq 5$  para visualmente las lesiones activas).

## **2.3 Fluorescencia laser y el control de la progresión de lesiones cariosas.**

En el estudio clínico, Gókalp y Baeren<sup>29</sup> escogieron sitios específicos en 84 fisuras de 19 sujetos. Los sitios se eligieron al azar para formar tres grupos, un grupo testigo, un grupo al que se le aplicó Flúor Protector®, y un 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, 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).

Ferreira y col.<sup>19</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 barníz de flúor. Ellos encontraron que la media de la puntuación de LF se redujo de 7,4 (DE 5,4) a 4,5 (SD 3,3) al final del estudio.

Ljima y Takagi<sup>57</sup> 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>41</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.

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

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

#### **2.4.1.1 Placa dentobacteriana.**

A partir de los resultados de un estudio *in vitro*, Lussi y col.<sup>38</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>41</sup> evaluaron *in vitro* la influencia de la placa dental en las mediciones de la LF en las caras oclusales de molares temporales. En donde la presencia de placa al parecer actuó como barrera impidiendo un correcto funcionamiento del DIAGNOdent®.

#### **2.4.1.2 Cambios de color.**

Sheehy y col.<sup>51</sup> reportan en su estudio clínico, que las fisuras con cambios de coloración (pigmentadas) se asociaron con lecturas altas de LF.

Francescut y Lussi<sup>21</sup> investigaron la relación entre los cambios de color y la profundidad de las lesiones de caries en la dentición primaria y permanentes, y la influencia de los cambios de color en los valores de LF 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, fueron mayores cuando la pigmentación estuvo presente independientemente de la profundidad histológica de la lesión.

### **2.4.1.3 Selladores.**

Takamori y col.<sup>59</sup> evaluaron *in vitro* la capacidad de la LF para detectar lesiones cariosas oclusales debajo de selladores de fositas 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*<sup>12</sup> la colocación de selladores disminuyó el promedio de los valores de LF. Los selladores utilizados en este estudio eran opacos. Además, en el estudio *in vitro* por Deery y col.<sup>12</sup> los valores de la LF 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.

## **2.4.2 Factores relacionados con los procedimientos.**

### **2.4.2.1 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. Las mediciones registradas, cuando se calibra 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.

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 para el seguimiento o monitoreo longitudinal de las lesiones cariosas.

#### **2.4.2.2 Limpieza de los dientes.**

El fabricante recomienda el retiro cuidadoso de la placa bacteriana de los dientes antes de las mediciones de LF, y esto se ha hecho en la mayoría de estudios. En los estudios de los dientes, se han limpiado con un explorador,<sup>38</sup> un cepillo de dientes,<sup>51</sup> una taza de hule y pasta para pulir.<sup>2</sup>

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.<sup>37</sup> Lussi y col.<sup>38</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.

#### **2.4.2.3 Tiempo de secado de la superficie.**

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 son más grandes. Los tiempos de secado han variado en los estudios: el secado con una jeringa triple durante 2 segundos,<sup>38</sup> 5 segundos, 8 segundos a 10 segundos.<sup>2,52</sup>

En los estudios de Lussi y col.<sup>37</sup> 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 diferente de los mismos después de secado con aire.

Shi y col.<sup>52</sup> 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.

En 2005, Lussi y col.<sup>38</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 se registraron en la secuencia: húmedo y sin limpiar, secado y limpio, húmeda y limpia, y seca y limpia. Los valores de LF 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 de la caries en dentina en los dientes que no fueron limpiados previamente.

Mendes y col.<sup>41</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 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 fueron significativamente más altos en los sitios deshidratadas que en los sitios húmedos y que en los sitios secados durante 3 segundos.

## 2.5 Valores de medición con la fluorescencia laser (DIAGNOdent®).

### Significado de los valores de fluorescencia laser con el DIAGNOdent.

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

### **3. FLUORUROS.**

#### **3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DEL FLÚOR.**

El flúor fue descubierto en 1771 por Margraff Scheele, en formas de ácido pero debido a su gran afinidad por combinarse con otros elementos, no fue aislado sino hasta 1886, por Moisen. La presencia de flúor en los tejidos dentarios, fue observada por primera vez en 1803 por Morichini en los dientes de elefantes fósiles. Berzelius, en 1823, detectó los niveles de fluoruro en el agua; pero sólo fue a mediados del siglo XX (1928-1932) que se estableció una relación entre los fluoruros y la caries dental.

El flúor es un gas amarillento pálido, de olor característico; Madeiros (1998) afirma que debido a su gran electronegatividad no se encuentra libre en la naturaleza. La podemos encontrar ampliamente distribuida como fluorita, espatoflúor ( $F_2Ca$ ), criolita ( $F_6AlNa$ ) y fluoropatita ( $Ca_5PO_4F$ ); en la corteza terrestre se encuentra en un 0,06-0,09%. Existe en los huesos 0,2-0,65%, en el esmalte de los dientes 0,33-0,59%.

En la actualidad se le considera un micronutriente esencial e imprescindible para la formación óptima de todos los tejidos mineralizados del organismo.

### 3.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

El fluoruro tiene una influencia importante en la desmineralización y remineralización. Cantidades pequeñas de flúor son necesarias para inhibir la desmineralización o promover la remineralización. Una cantidad tan pequeña como 0.1 ppm de fluoruro, puede disminuir el esmalte disuelto *in vitro*.<sup>54</sup>

Silverstone, encontró que 1 ppm de fluoruro disminuyó la superficie del cuerpo de la lesión de 22 a 72%, mediante la utilización de líquidos calcificantes con 1 umol de calcio. Con la adición de 10 ppm de fluoruro, no se obtuvo beneficio adicional.<sup>54</sup>

Wefel, en 1990, describió los efectos del fluoruro en el desarrollo de la caries con modelos intraorales. El fluoruro en solución es más crucial que en el esmalte, ya que uno de sus mecanismos principales es actuar para efectuar las velocidades de reacción. Por tanto, puede esperarse una disminución notable de caries en concentraciones bajas de fluoruro cuando se presentan la desmineralización y remineralización activas. Las pequeñas cantidades de fluoruro que requiere la boca, pueden provenir de cuatro fuentes: 1) el contacto transitorio con agua potable fluorada; 2) el gasto continuo de fluoruro por las glándulas salivales; 3) el enlace del fluoruro que se efectúa en la placa, mismo que se libera cuando el pH disminuye 5.0 aproximadamente; o 4) el contenido en la capa de esmalte maduro después de la desmineralización.<sup>58</sup>

El fluoruro ingerido necesario, para aumentar las concentraciones salivales, pudiera ser prohibitivo como método práctico de entrega; en el esmalte se redistribuye durante la formación de la lesión y se incrementa cuando disminuye en el esmalte sano.<sup>58</sup>

Sin embargo, el fluoruro enlazado al esmalte requiere la disolución de la estructura dental para que se libere a la fase líquida. Por tanto, para una protección continua contra la caries es preferible un reservorio o un agente de liberación lenta de fluoruro. Los enjuagues bucales y los dentífricos fluorados, son agentes de concentración baja y a menudo lo suministran al ambiente oral.<sup>58</sup>

Estas exposiciones también son transitorias y se necesita de una investigación más profunda acerca de los nuevos vehículos para la entrega de fluoruro. Uno de ellos es el sistema intraoral liberador de fluoruro que proporciona liberación continua en el ambiente oral

La profilaxis de la caries dental por el flúor, es consecuencia de una serie de observaciones:

-En las regiones geográficas donde el agua bebida contiene cantidades importantes de flúor, una parte importante de los sujetos muestran manchas blancas y opacas sobre el esmalte, que caracterizan la fluorosis dental.

-Los individuos que padecen fluorosis dental presentan, sin embargo, menos caries que los demás, sobre todo comparándolos con los que beben agua sin flúor.

### **3.1.2 MECANISMO DE ACCIÓN.**

El mecanismo de acción exacto del flúor no es del todo conocido; como consecuencia de ello, se han emitido varias hipótesis en trabajos que sustentan la actividad preventiva del flúor frente a la caries.

En principio se podrían establecer su acción sobre:

-Acción sobre la hidroxiapatita:

1. Disminuye la solubilidad.
2. Aumenta la cristalinidad.
3. Promueve la remineralización.

-Acción sobre las bacterias de la placa bacteriana:

1. Inhibidor enzimático.
2. Reduce la flora cariógena (antibacteriano directo).

-Acción sobre la superficie del esmalte:

1. Inhibe la unión de proteínas y bacterias.
2. Disminuye la energía superficial libre.

Otros investigadores han descrito dos categorías básicas de mecanismo de acción anticariógena del flúor, que se corresponden:

- A los aspectos fisicoquímicos del esmalte por un lado.
- Al estudio de la microbiología y bioquímica de la placa bacteriana.

En tal sentido, Pinkham en 1991, establece que aunque no se conoce del todo el mecanismo, el carácter preventivo del flúor se puede deber al aumento de la resistencia de la estructura dental a la disolución de los ácidos, fomento de la remineralización y disminución del potencial cariogénico de la placa bacteriana.

### 3.1.3 VÍAS DE ADMINISTRACIÓN.

El flúor puede llegar a la estructura dentaria a través de dos vías:

- a. En la que los fluoruros son ingeridos y vehiculados a través del torrente circulatorio, depositándose fundamentalmente a nivel óseo y en menor medida en los dientes. El máximo beneficio de esta aportación, se obtiene en el periodo pre-eruptivo tanto en la fase de mineralización como en la de postmineralización. La administración por vía sistémica de fluoruros supone la aportación de dosis continuadas y bajas del mismo, siendo por tanto los riesgos de toxicidad prácticamente inexistentes.
- b. Vía Tópica: Supone la aplicación directa del fluoruro sobre la superficie dentaria, por lo que su uso es post-eruptivo, pudiendo iniciarse a los 6 meses de edad y continuarse durante toda la vida. Lógicamente, su máxima utilidad se centraría en los periodos de mayor susceptibilidad a la caries (infancia y primera adolescencia), o en adultos con elevada actividad de caries.

La primera técnica de fluoruro tópico que demostró eficacia, implicó el uso de una solución neutra de fluoruro de sodio al 2%.

La búsqueda de agentes más eficaces llevó a la introducción de la solución de fluoruro estañoso al 8%, según Gish y col, (1962). Sin embargo, Andlaw (1994), establece que el fluoruro estañoso es inestable en solución y produce una mancha parda en el esmalte hipomineralizado o desmineralizado. El fluorofosfato acidulado, se utiliza hoy en día para las aplicaciones tópicas.

La aplicación de flúor a través de las pastas dentífricas, es una práctica ampliamente extendida y, sin duda, la forma más popular de uso tópico. Los agentes fluorados más comúnmente empleados, son el flúorofosfato acidulado (APF) y el fluoruro sódico (NaF).

Las formas de presentación más comunes existentes para la aplicación tópica de flúor son: Barnices, geles, dentífricos, colutorios, seda dental fluorada, pasta profiláctica.

## **3.2. COMPUESTOS DE FLÚOR.**

### **3.2.1. Fluorofosfato acidulado (APF).**

El flúor fosfato acidulado, desmineraliza la superficie del esmalte proveyendo iones de Ca; estos iones interactúan con el flúor originando fluoruro de calcio (FCa) que funciona como reservorio de fluoruros, produciéndose fenómenos de recristalización en forma de fluoropatita. El Flúor fosfato acidulado contiene 1.23 % de ion flúor a un pH de 3.5.<sup>58</sup>

### **3.2.2 Fosfato de calcio amorfo mas fluoruro de sodio. (Fluoxetyl)**

Es un gel dental diseñado primordialmente para niños y adolescentes, el cual aporta una dosis de flúor adecuada para estas edades.

Su fórmula es: Monofluorofosfato sódico 1.13 g (ion fluoruro 1,500 ppm), Glicerofosfato cálcico 0.13 g.

Según el fabricante, el flúor + calcio de FLUOXYTIL protege el esmalte, reforzando su estructura, ayudando a evitar el desgaste que sufre en presencia de los ácidos que se

forman después de la ingesta de azúcares y carbohidratos. Ayuda a proteger el esmalte de los dientes, reforzando su estructura. Ayuda a la remineralización de los dientes, así como a proteger contra las caries.

El fabricante recomienda realizar el cepillado dental con FLUOXYTIL 3 veces al día, después de cada comida y sobre todo por la noche, antes de acostarse. Es un producto español, elaborado por Lácer, Glaxo SmithKline® S.A .

### **3.2.3. Caseinato de calcio (péptidos anticariógenos) mas flúor (Recaldent®).**

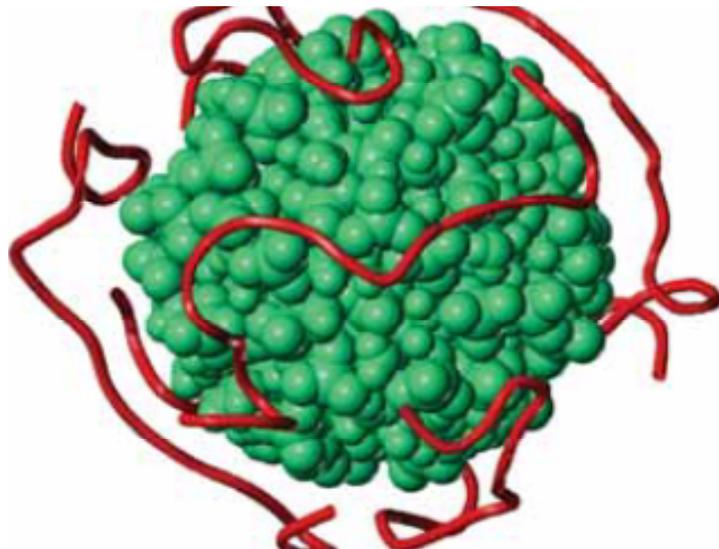
El único agente anticariógeno efectivo, que ha sido desarrollado en los pasados 50 años, es el fluoruro. Sin embargo, recientes investigaciones han resultado en el desarrollo de otros agentes como el (CPP –ACP), el cual promete en suplemento con el flúor, ayudar a prevenir la caries dental.

Dashper Stuart and Eric Reynolds<sup>50</sup>, encontraron bases bioquímicas para mejorar la prevención de caries desarrollando una tecnología que aumenta la concentración de calcio y fosfato, que son los mayores componentes de esmalte en la superficie dentaria. Usando fosfopéptidos sintéticos identificaron que los modelos (-Ser (P)-Ser (P)-Ser (P)-Glu-Glu-) dentro de la proteína caseína de la leche bovina, son los responsables para la estabilización de fosfato de calcio amorfo, lo que permite que la leche llegue a ser supersaturada con calcio y fosfato biocompatible.

La estabilización de CCP-ACP forman nanocomplementos y su estructura en 3D, demuestra el camino en el cual actúan los fosfopeptidos de caseína estabilizando un núcleo de calcio y fosfato que mantienen la supersaturación. **(Figura 3.1)**

Los nanocomplejos CPP-ACP incrementan substancialmente los niveles de calcio y fosfato en la placa dental, por lo tanto disminuye la desmineralización del esmalte y facilitan la remineralización. Pruebas y ensayos extensos en animales e *in situ*, han demostrado que los nanocomplejos ACP-CPP son anticariógenos.

Esta tecnología ha sido patentada y desarrollada comercialmente. Es distribuida alrededor del mundo como un producto anticariógeno conocido como Recaldent™



**Figura 3.1.** Modelo molecular de CPP-ACP. Las cintas rojas representan los fosfopeptidos de caseína unidas a la superficie y la estabilización de fosfato de calcio amorfo que se representa en verde.

El fosfato de calcio es muy insoluble, sin embargo, los péptidos son capaces de mantener el calcio y fosfato en una forma iónica, impidiendo la formación de fosfato de calcio insoluble y, por lo tanto, permitiendo que iones de calcio y fosfato entren en la matriz del diente y remineralizar áreas hipomineralizadas del esmalte. Además, los péptidos se unen a la superficie del diente, presentando un depósito de calcio iónico y fosfato en la superficie del diente.

### 3.2.3.1 Mi paste Plus.

Es el único producto para el uso profesional que contiene el ingrediente activo Recaldent™ (CPP-ACPF), derivado especial de la leche, un fosfopéptido que une calcio y fosfato a las superficies dentales, la placa y el tejido blando circundante. **(Figura 3.2.)**



**Figura 3.2** Pasta Mi Paste Plus de uso profesional con Recaldent™

Es una crema hidrosoluble, sin azúcar, que se aplica directamente a la superficie del diente, la cual contiene: RECALDENT con flúor incorporado (CPP-ACPF): fosfopéptido de caseína – fluorofosfato cálcico amorfo). El nivel de flúor es de 0.2 % en peso (900

ppm), aproximadamente el mismo que en las pastas dentales de dientes para adultos. Cuando (CPP-ACPF) se aplica en el medio oral, las moléculas CPP-ACPF se unen a la biopelícula, placa, bacterias, hidroxiapatitas y al tejido blando, localizando el calcio, fosfato y flúor biodisponible.

La saliva mejora la efectividad de CPP- ACPF y el sabor ayudará a estimular el flujo salival. Cuanto más tiempo se mantenga en la boca, más efectivo será el resultado.

Favorece la neutralización de los ácidos causados por las bacterias acidogénicas de la placa. Así, como de otras fuentes de ácido internas y externas.

Restaura los desequilibrios minerales orales que causan la desmineralización, mediante la sustitución de minerales, al tiempo que mejora el flujo de saliva y la absorción de fluoruro, así como un calmante en superficies sensibles, por lo que es un tratamiento ideal para:

- Inversión de la sensibilidad dental y la restauración de brillo del esmalte después de los procedimientos de blanqueamiento.
- Aliviar la boca seca causada por ciertos medicamentos.
- La reducción de niveles altos de ácido orales, por el consumo excesivo de refrescos.
- Inversión de la sensibilidad dental antes y después de la limpieza profesional.
- La reducción de niveles altos de ácido orales, a veces consecuencia del embarazo.
- Neutralización de los ácidos producidos por bacterias y la placa.

- Acondicionado regular durante el tratamiento de ortodoncia, durante y después de las bandas, o cuando los brackets se han eliminado, para prevenir y revertir las lesiones de mancha blanca.
- Proporcionar un recubrimiento tópico para pacientes que sufren de erosión, caries, y las condiciones derivadas de la xerostomía.

Contiene una forma patentada de flúor (900 ppm) para promover aún más la remineralización y proteger los dientes de la aparición de caries. Puesto que el fluoruro actúa en conjunción con Recaldent™ (CPP-ACPF), es más eficaz que el fluoruro solo. *MI Paste Plus*, da una correcta biodisponibilidad, en una proporción de cinco moléculas de calcio, tres de fosfato y una de flúor, que provocan el fortalecimiento del esmalte.

Está especialmente diseñado para pacientes con alto riesgo de caries y erosión dental, ya que mejora la absorción de minerales, sin fomentar la formación de cálculos.

Indicado en:

- Lesiones de mancha blanca.
- Desensibilización.
- Durante y / o después del tratamiento de ortodoncia.
- Para los pacientes médicamente comprometidos.
- Pacientes con hipósalivación / xerostomía.
- Erosión por reflujo gástrico.
- Pacientes con control de placa deficiente.
- En pacientes con alto riesgo de caries.

La fórmula de MI Paste Plus es : agua, glicerol, CPP-ACP, D-sorbitol, CMC-Na, propilenglicol, dióxido de silicio, dióxido de titanio, xilitol, ácido fosfórico, fluoruro de sodio, aroma, sacarina sódica, etil p-hidroxibenzoato, propil p -hidroxibenzoato de butilo, p-hidroxibenzoato.

### **3.2.3.2 Efecto del ácido fosfórico en *mi paste plus* en la desmineralización.**

- El propósito del ácido fosfórico, es amortiguar el CPP-ACP. MI Paste es un buffer excepcionalmente bueno de ácido; sin embargo, es necesario que la formulación sea relativamente neutral para poder obtener los niveles más eficaces de remineralización.
- El pH final de MI Paste, es de alrededor de 7,8 (ligeramente alcalino). Sin el ácido fosfórico sería más alto (más alcalino), razón por la que es útil para amortiguar una boca ácida, pero no es tan eficaz para el proceso de remineralización.
- El ácido fosfórico se utiliza para ajustar el pH de MI Paste, para conseguir que llegue a la posición neutra en lugar de alcalina (base).
- La composición porcentual de ácido fosfórico es <00,3% (es decir, menos de 0,3 de uno por ciento) por lo que es muy pequeño. Es un añadido como una formulación para "ajustar" y asegurar el rendimiento óptimo de equilibrio entre el almacenamiento en búfer y los beneficios de remineralización. No hay absolutamente ninguna posibilidad de desmineralización.

Debido a que MI Paste Plus contiene un nivel de fluoruro similar a la de las cremas dentales para adultos, hay problemas cuando el material es ingerido, ya sea accidental

o deliberadamente. La ingestión de una cantidad tamaño de un guisante (0,5 ml) de MI Paste Plus, contribuirá 0.45mg de ion fluoruro a la ingesta diaria de fluoruro.

En los niños pequeños (hasta seis años de edad), el uso de MI Paste Plus está contraindicado, ya que puede aumentar el riesgo de fluorosis dental.

El CPP-ACP, es una tecnología desarrollada por la Escuela de Ciencias Dentales de la Universidad de Melbourne, Australia.

## **HIPÓTESIS.**

- El tratamiento con determinada aplicación de fluoruros u otras sustancias,, remineralizará (Recaldent, (MI Paste Plus), Fluorofosfato acidulado (Minute Gel, Oral B) y Monofluorofosfato sódico más calcio ( Fluoxtyl)), las lesiones de mancha blanca de manera eficiente.
- La aplicación de un compuesto rico en fosfatos, calcio y flúor (Mi Paste Plus), remineralizará con mayor eficacia las lesiones de mancha blanca, que soluciones o presentaciones a base únicamente de flúor.

## **MATERIALES Y MÉTODO.**

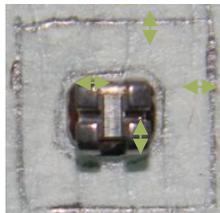
### **MATERIAL.**

- 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 FujiOrtho 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”.
- “Recaldent (MI Paste Plus)”.
- Fluorofosfato acidulado (“Oral B”).
- Flúor más calcio (“Fluoxetyl”).

## MÉTODO.

### 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 aclaró 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.. **(Figura 1.0)**



**Figura 1.0** Cinta adhesiva con 2mm de cada lado de la ventana del bracket.

7. Cada diente se grabó con ácido fosfórico al 35%, y se le colocó un bracket en la superficie vestibular del diente, para lo cual se utilizaron la resina Heliosit

orthodontic (Ivoclar) y el ionómero de vidrio Fuji Ortho LC. **(Figuras 1.1 y 1.2)** 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.



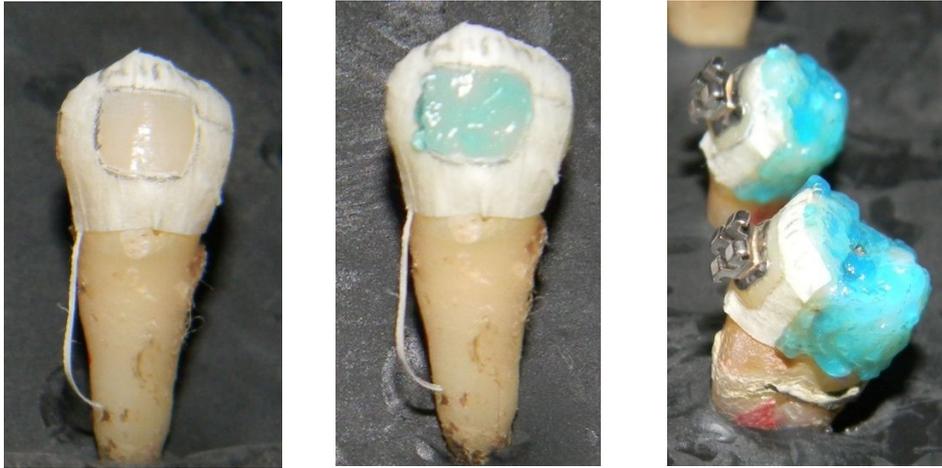
**Figura 1.1** Resina Heliosit, resina fotocurable por 20 segundos, de Ivoclar Vivadent.



**Figura 1.2** Ionómero de vidrio reforzado con resina fotocurable por 40 segundos, de Fuji Ortho LC.

Se dejó una superficie libre de grabado de 2mm. alrededor del bracket. **(Figura 1.2.1)**

8. 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).



**Figura 1.2.1** Preparación de los dientes, colocación de cinta adhesiva, bracket y ácido grabador.

## **Formación de mancha blanca.**

1.- Posteriormente, se colocaron en la solución desmineralizadora con la finalidad de producir una lesión subsuperficial (mancha blanca).

Se colocaron los 30 dientes con brackets cementados con resina, y los 30 dientes cementados con ionómero de vidrio. Cada grupo fue sumergido en 300 ml. de solución desmineralizadora, a un pH de 4.7. **(Figura 1.3)**

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 protoporfirina IX en cada diente por un minuto. **(Figura 1.4).**

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®.

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

- En total, se realizarón 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 1.3.** Dientes sumergidos en solución desmineralizadora en el agitador magnético.



**Figura 1.4.** Protoporfirina IX usadas para realizar la medición con DIAGNOdent.

Se colocaron por 1 min. Posteriormente se lavaron y secaron los órganos dentarios.



**Figura.1.5** Mancha blanca alrededor del bracket, realizada *in vitro*.

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 hydroxietil. 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.*

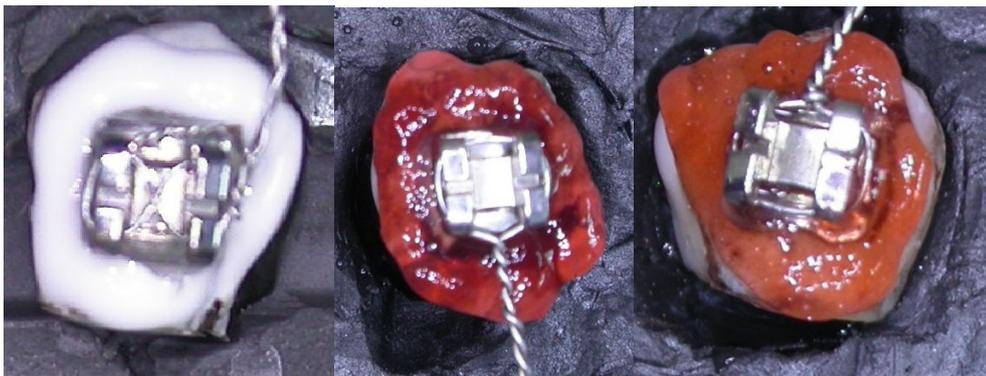
**\*\*\*Saliva artificial:**

*20mM LNa HCO<sub>3</sub>, 3 mMLNaHPO<sub>4</sub>, 1mMLCaCl pH neutral 7.0*

## Remineralización con soluciones fluoradas.

Una vez obtenida la lesión, Se probaron las diferentes soluciones fluoradas: flúor fosfato acidulado (Oral B), Recaldent (Mi Paste Plus) y Flúor más calcio (Fluoxtyl). El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- 1.- Se lavaron y secaron los dientes.
- 2.- Se les colocaron las soluciones sobre la superficie durante 3 minutos. **(Figura 1.6).**

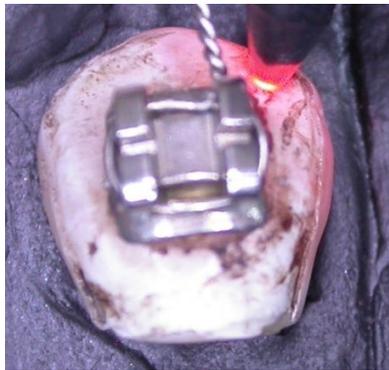


**Figura.1.6.**Dientes con la aplicación de las soluciones fluoradas 1) *pasta Mi Paste Plus*. 2) con fluorofosfato acidulado de Oral B y 3) con Fluoxtyl

- 3.- Se lavaron y secaron.
- 4.- Se colocaron las protoporfirinas por 1 minuto. **(Figura 1.7.)**
- 5.- Se lavaron por 2 min., y se secaron.
- 6.- Se realizó la medición con DIAGNOdent®. **(Figura 1.8)**



**Figura 1.7.** Colocación de Ptoporfirinas IX sobre los dientes por 1 min.



**Figura 1.8.** Medición con DIAGNOdent®.

Este procedimiento se repitió a la primera y segunda semana. Se colocaron en saliva artificial durante el tiempo transcurrido entre las mediciones.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

### RESULTADOS:

#### GRUPO DE BRACKETS CEMENTADOS CON RESINA.

##### Tratamiento: 1ra. Aplicación con soluciones Fluoradas.

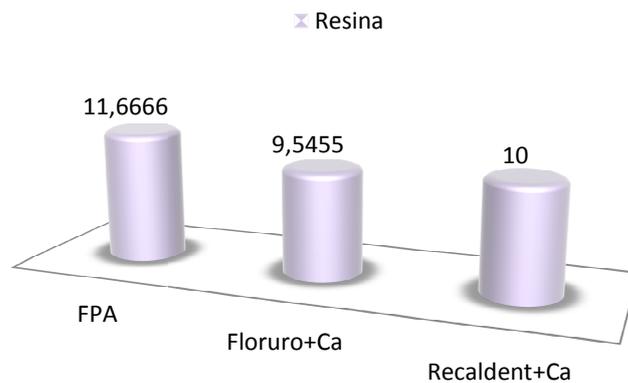
Los resultados de la primera aplicación de soluciones remineralizantes para el tratamiento de lesiones iniciales de caries, muestran que el grupo de dientes tratados con monofosfato de sodio más calcio en gel, tuvo el menor valor de fluorescencia 9.54, en tanto que el grupo de dientes tratados con caseinato de calcio ACP-CCP, fosfato de calcio amorfo más fluoruro de sodio, tuvo en promedio un valor de fluorescencia de 10, y finalmente, el grupo tratado con fluorofosfato de sodio acidulado, tuvo en promedio un valor de 11.66 .Las diferencias entre las medias de los tres grupos no son estadísticamente significativas.

#### ANOVA

Fluorescencia láser

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23,824	2	11,912	1,003	,380
Intra-grupos	308,727	26	11,874		
Total	332,552	28			

### 1ra. aplicación de soluciones fluoradas en lesiones alrededor de brackets cementados con resina.



#### Tratamiento: 2da. Aplicación con soluciones Fluoradas.

La segunda aplicación de soluciones fluoradas, produjo una disminución mayor de la fluorescencia laser en el esmalte tratado con caseinato de calcio, fosfato de calcio amorfo mas fluoruro de sodio, que al compararla con los valores de fluorescencia de los otros grupos mediante la prueba de ANOVA, mostró diferencias significativas con el grupo tratado con monofosfato de sodio más calcio en gel ( $p < .05$ ).

## ANOVA

### Fluorescencia láser

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	40,307	2	20,153	3,702	,038
Intra-grupos	141,556	26	5,444		
Total	181,862	28			

### Comparaciones múltiples

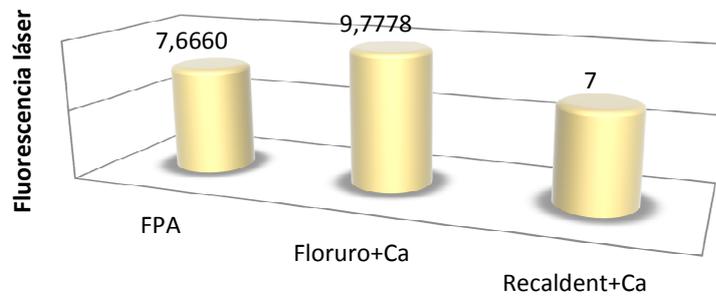
Variable dependiente: Fluorescencia láser

DMS

(I) Tratamiento Brackests resina aplicación 2	(J) Tratamiento Brackests resina aplicación 2	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fluorofosfato Acidulado	Fluoruro más calcio	-2,11111	1,09994	,066	-4,3721	,1499
	Recaldent más Fluoruro	,66667	1,04876	,531	-1,4891	2,8224
Fluoruro más calcio	Fluorofosfato Acidulado	2,11111	1,09994	,066	-,1499	4,3721
	Recaldent más Fluoruro	2,77778*	1,04876	,014	,6220	4,9335
Recaldent más Fluoruro	Fluorofosfato Acidulado	-,66667	1,04876	,531	-2,8224	1,4891
	Fluoruro más calcio	-2,77778*	1,04876	,014	-4,9335	-,6220

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## Segunda aplicación de soluciones fluoradas en lesiones alrededor de brackets cementados con resina.



	FPA	Floruro+Ca	Recaldent+Ca
Resina	7,6660	9,7778	7

### Tratamiento: 3ra Aplicación con soluciones Fluoradas

Después de la tercera aplicación de soluciones fluoradas, el grupo tratado con caseinato de calcio-fosfato de calcio amorfo más fluoruro de sodio amorfo (MI Paste Plus) tuvo un mejor desempeño en la remineralización expresada en un menor valor de fluorescencia laser (3.3636 , SD.=1.206), que el grupo tratado con fluorofosfato acidulado de sodio (Minute-Gel), que tuvo un valor de fluorescencia laser de 5.889 (S.D.=1.66), y que el grupo tratado con monofosfato de sodio más calcio en gel (Fluoxtyl) que presentó una media de fluorescencia laser de 8.333 (S.D.=1.166). Las diferencias entre las medias de los tres tratamientos fueron estadísticamente significativas con una  $p < .05$ .

## ANOVA

### Fluorescencia láser

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	122,773	2	61,386	47,737	,000
Intra-grupos	33,434	26	1,286		
Total	156,207	28			

### Comparaciones múltiples

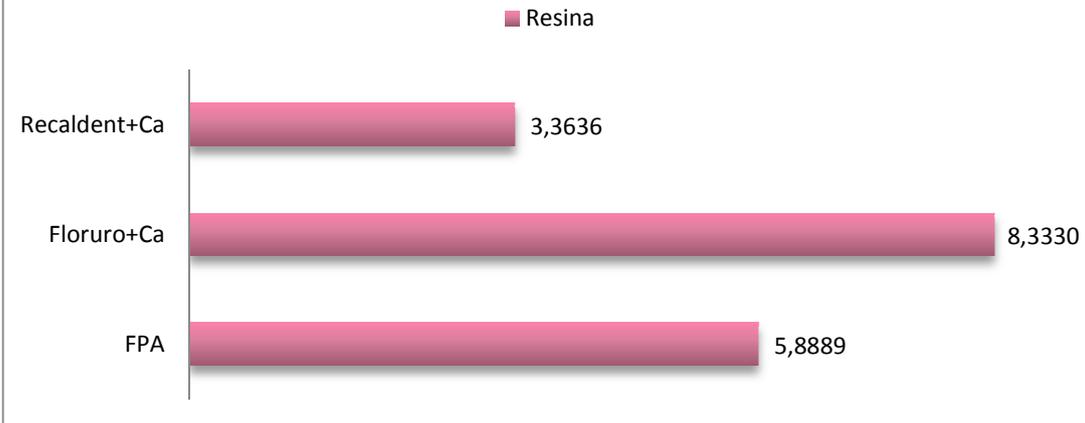
Variable dependiente: Fluorescencia láser

DMS

(I) Tratamiento Brackests resina aplicación 3	(J) Tratamiento Brackests resina aplicación 3	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fluorof osfato Acidulado	Fluoruro más calcio	-2,44444*	,53457	,000	-3,5433	-1,3456
	Recaldent más Fluoruro	2,52525*	,50969	,000	1,4776	3,5729
Fluoruro más calcio	Fluorof osfato Acidulado	2,44444*	,53457	,000	1,3456	3,5433
	Recaldent más Fluoruro	4,96970*	,50969	,000	3,9220	6,0174
Recaldent más Fluoruro	Fluorof osfato Acidulado	-2,52525*	,50969	,000	-3,5729	-1,4776
	Fluoruro más calcio	-4,96970*	,50969	,000	-6,0174	-3,9220

\* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

### Tercera aplicación de soluciones fluoradas en lesiones alrededor de brackets cementados con resina.



## GRUPO DE BRACKETS CEMENTADOS CON IONÓMERO.

### Tratamiento: 1ra. Aplicación con soluciones Fluoradas.

El primer tratamiento con soluciones fluoradas mostró un mejor desempeño en la remineralización del esmalte expresado en valores de fluorescencia laser cuando fueron tratadas con caseinato de calcio-fosfato de calcio amorfo mas fluoruro de sodio amorfo (MI Paste Plus), que mostró una media de 7.55 (S.D.=1.58) que fue estadísticamente diferente de la media del grupo tratado con monofosfato de sodio más calcio en gel (Fluoxtyl), cuya fluorescencia registró una media de 9.66 (S.D.=3.04). El grupo tratado con el fluorofosfato acidulado de sodio (Minute-Gel), tuvo una media de 10.888 (S.D.=2.61), el más alto de los tres grupos.

### Descriptivos

Fluorescencia

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fluorofosfato acidulado	9	10,8889	2,61937	,87312	8,8755	12,9023	7,00	15,00
Fluoruro más calcio	9	9,6667	3,04138	1,01379	7,3289	12,0045	6,00	16,00
Recaldent más fluoruro	9	7,5556	1,58990	,52997	6,3335	8,7777	6,00	10,00
Total	27	9,3704	2,77555	,53416	8,2724	10,4683	6,00	16,00

### ANOVA

Fluorescencia

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	51,185	2	25,593	4,119	,029
Intra-grupos	149,111	24	6,213		
Total	200,296	26			

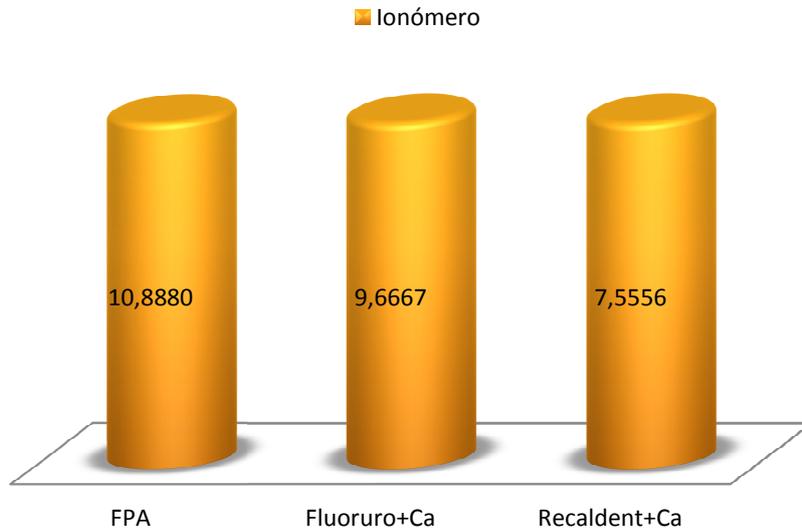
### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Fluorescencia  
DMS

(I) Tratamiento Brackets IV 1ra Aplicación	(J) Tratamiento Brackets IV 1ra Aplicación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fluorofosfato acidulado IV	Fluoruro más calcio	1,22222	1,17501	,309	-1,2029	3,6473
	Recaldent más fluoruro	3,33333*	1,17501	,009	,9082	5,7584
Fluoruro más calcio	Fluorofosfato acidulado IV	-1,22222	1,17501	,309	-3,6473	1,2029
	Recaldent más fluoruro	2,11111	1,17501	,085	-,3140	4,5362
Recaldent más fluoruro	Fluorofosfato acidulado IV	-3,33333*	1,17501	,009	-5,7584	-,9082
	Fluoruro más calcio	-2,11111	1,17501	,085	-4,5362	,3140

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

### 1ra. Aplicación de Soluciones Fluoradas.



### Tratamiento: 2da. Aplicación con soluciones Fluoradas.

El tratamiento que obtuvo mejor desempeño en la remineralización de lesiones blancas inducidas artificialmente, fue el caseinato de calcio-fosfato de calcio amorfo mas fluoruro de sodio amorfo (MI Paste Plus), con una media de fluorescencia de 5.55 (S.D.= 1.23). Con un desempeño muy parecido, el tratamiento con fluorofosfato acidulado de sodio produjo que el esmalte tratado tuviera una fluorescencia de 5.88 ( S.D.=2.758); el grupo de dientes tratados con monofosfato de sodio más calcio en gel (Fluoxtyl) tuvo una fluorescencia de 7.88 (S.D.=1.61).

Las diferencias entre las medias de la fluorescencia de las lesiones tratadas con Caseinato de calcio (MI Paste Plus), fueron estadísticamente significativas con el grupo tratado con monofosfato de sodio más calcio en gel (Fluoxtyl) ( $p < 0.05$ ).

#### Descriptivos

Fluorescencia Láser

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fluorofosfato acidulado	9	5,8889	2,75882	,91961	3,7683	8,0095	3,00	11,00
Fluoruro más calcio	9	7,8889	1,61589	,53863	6,6468	9,1310	5,00	10,00
Recaldent más Fluoruro	9	5,5556	1,23603	,41201	4,6055	6,5057	4,00	7,00
Total	27	6,4444	2,17208	,41802	5,5852	7,3037	3,00	11,00

## ANOVA

### Fluorescencia Láser

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	28,667	2	14,333	3,660	,041
Intra-grupos	94,000	24	3,917		
Total	122,667	26			

### Comparaciones múltiples

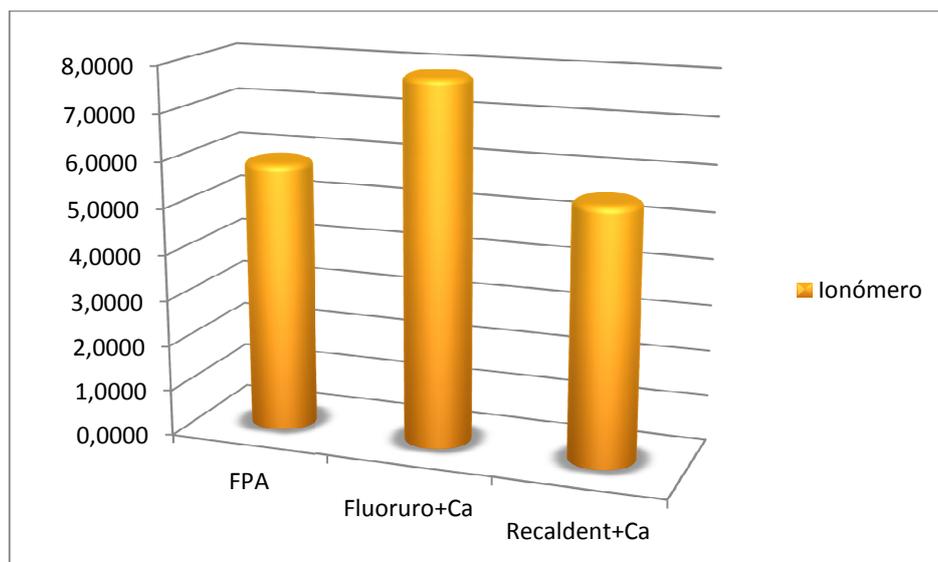
Variable dependiente: Fluorescencia Láser

DMS

(I) Tratamiento IV aplicación 2	(J) Tratamiento brackets IV aplicación 2	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fluorofosfatoacidulado	Fluoruro más calcio	-2,00000*	,93294	,042	-3,9255	-,0745
	Recaldent más Fluoruro	,33333	,93294	,724	-1,5922	2,2588
Fluoruro más calcio	Fluorofosfatoacidulado	2,00000*	,93294	,042	,0745	3,9255
	Recaldent más Fluoruro	2,33333*	,93294	,020	,4078	4,2588
Recaldent más Fluoruro	Fluorofosfatoacidulado	-,33333	,93294	,724	-2,2588	1,5922
	Fluoruro más calcio	-2,33333*	,93294	,020	-4,2588	-,4078

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

### 2da. Aplicación de soluciones fluoradas.



**Tratamiento: 3ra Aplicación con soluciones Fluoradas (cementados con ionómero).**

**Descriptivos**

Fluorescencia láser

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fluorofosfato Acidulado	9	4,8889	1,83333	,61111	3,4797	6,2981	3,00	9,00
Fluoruro más calcio	9	6,4444	2,12786	,70929	4,8088	8,0801	4,00	10,00
Recaldent más Fluoruro	9	4,4444	,72648	,24216	3,8860	5,0029	4,00	6,00
Total	27	5,2593	1,83120	,35241	4,5349	5,9837	3,00	10,00

**ANOVA**

Fluorescencia Láser

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	28,667	2	14,333	3,660	,041
Intra-grupos	94,000	24	3,917		
Total	122,667	26			

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Fluorescencia láser

DMS

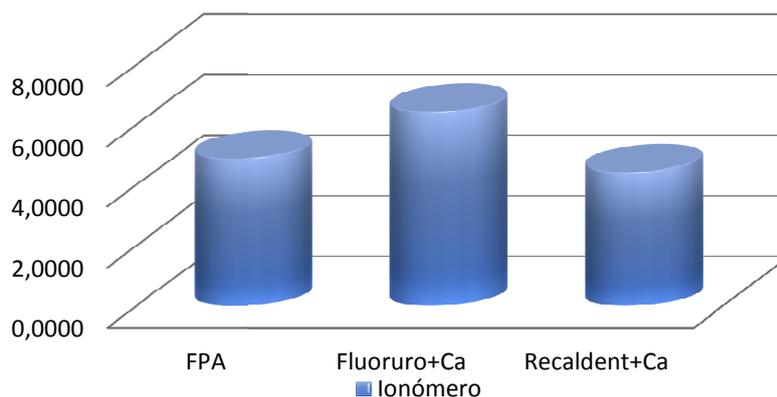
(I) Tratamiento Brackets Ionómer aplicación 3	(J) Tratamiento Brackets Ionómer aplicación 3	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Fluorofosfato Acidulado	Fluoruro más calcio	-1,55556	,78959	,060	-3,1852	,0741
	Recaldent más Fluoruro	,44444	,78959	,579	-1,1852	2,0741
Fluoruro más calcio	Fluorofosfato Acidulado	1,55556	,78959	,060	-,0741	3,1852
	Recaldent más Fluoruro	2,00000*	,78959	,018	,3704	3,6296
Recaldent más Fluoruro	Fluorofosfato Acidulado	-,44444	,78959	,579	-2,0741	1,1852
	Fluoruro más calcio	-2,00000*	,78959	,018	-3,6296	-,3704

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Después del tercer tratamiento de compuestos fluorurados para la remineralización de lesiones blancas inducidas por un tratamiento cíclico de pH, el esmalte de los dientes tratados con caseinato de calcio-fosfato de calcio amorfo mas fluoruro de sodio amorfo (MI Paste Plus), tuvo una media de valores de fluorescencia de 4.4444 (S.D.=0.726), el valor más bajo. El grupo de fluorofosfato acidulado de sodio, produjo que el esmalte tratado tuviera una fluorescencia de 4.8889 (S.D.= 1.83). El valor más alto de fluorescencia, fue registrado por el esmalte tratado con monofosfato de sodio más calcio en gel (Fluoxtyl), cuya media fue de 6.4444 (S.D. 2.12).

Las diferencias entre las medias de la fluorescencia de las lesiones tratadas con Caseinato de calcio (MI Paste Plus), fueron estadísticamente significativas con el grupo tratado con monofosfato de sodio mas calcio en gel (Fluoxtyl) ( $p < 0.05$ ).

### 3era. aplicación con soluciones fluoradas.



## **DISCUSION.**

En este estudio se comparó el efecto de la aplicación de tres presentaciones de compuestos fluorados en la remineralización de manchas blancas, inducidas artificialmente alrededor de brackets cementados con resina o ionómero.

Nuestros resultados demuestran que a pesar de que la concentración de fluoruros y la incorporación de otros elementos o presentaciones no altera el proceso de remineralización inducido por las soluciones fluoradas, si bien el mejor desempeño estuvo en la remineralización inducida por el CPP-ACC mas Flúor. En nuestro modelo de medición de la desmineralización–remineralización medida a través de la incorporación de Protoporfirinas IX absorbidas por el esmalte descalcificado y la medición de estas a través de la fluorescencia laser, el mejor desempeño en la remineralización estuvo en el esmalte tratado con ACP-CPP.

Son escasos los estudios previos en donde se compara Flúor con Caseína en pacientes con tratamiento ortodóncico activo, razón por la cual se hizo este estudio, aunque, existe evidencia científica de la efectividad de cada producto en la remineralización del esmalte en pacientes pre y post tratamiento ortodóncico.<sup>59</sup>

Bayley utilizo productos probados, que están indicados para el tratamiento de manchas blancas en el esmalte dental, que aparecen alrededor de los brackets<sup>25</sup>.

El diagnóstico de lesiones de mancha blanca se hizo a través de la incorporación de porfirinas absorbidas por el esmalte descalcificado, y la medición de estas a través de la fluorescencia laser (DiagnoDent <sup>TM</sup>), 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. Este estudio aporta criterios clínicos a los ortodontistas, para el diagnóstico de este tipo de lesiones, previo a la cementación de la aparatología fija y durante el tratamiento.

En el 2010, un estudio *in vitro* (Yamaguchi K: et al, 2007)<sup>25</sup>, observó que la caseína al 10% (Mi Paste®) fue más efectiva en la prevención de la desmineralización del esmalte que el Flúor 200 ppm (PhosFlúor®), siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

Otros estudios *in vitro* han demostrado prevenir la desmineralización y promover la remineralización utilizando caseína (Yamaguchi K, et al 2006), (Rahiotis y Vougiouklakis, 2007), (Sudjalim, 2007), (Kumar, 2008)<sup>60</sup>. Por lo tanto, se sugiere que el ACPF-CPP tiene una función de promoción de la remineralización, como se evidencia en los resultados del presente estudio, y con la adición del flúor para formar fluorofosfato amorfo, lo cual hace que (MI PASTE PLUS ®) tenga un mejor desempeño.

El ACPF-CPP- (fosfopéptidos caseínicos-fosfatos de calcio amorfo), previenen la desmineralización y promueve la remineralización como se ha demostrado en modelos

con animales (Reynolds 1995), *in vitro* (Reynolds 1997), (Bravo 2010), *in vivo* (Shen 2001) y en ensayos clínicos (Anderson 2007 y Bailey 2009)<sup>60</sup>.

Los compuestos que contienen calcio mas iones de fosfato, tienen un efecto limitado en la remineralización, debido a la baja solubilidad del calcio y las sales de fosfato, mientras que la caseína (CPP-ACP) estabiliza el calcio y los iones de fosfato, previniendo la transformación a fases cristalinas y manteniendo la solución supersaturada.(Bailey, et al 2009).

Otros autores han encontrado Reynolds et al, 2008<sup>56</sup> que la combinación de F y CPP-ACP, detiene la progresión de la caries, produciendo remineralización del esmalte. Observaron que los enjuagues y los dentífricos que contienen F y CPP-ACP, incorporan flúor en la placa bacteriana produciendo remineralización, lo que se logró con la adición del 2% de CPP-ACP en enjuagues con 450 ppm de Flúor, y en dentífricos que contienen 2800ppm de Flúor. En un estudio clínico (Bailey et-al 2009), mostraron que la presencia de Flúor y CPP-ACP promueve la formación de Flúorapatita en la subsuperficie de la lesión, promoviendo la remineralización y revertiendo el proceso de mancha blanca, con el restablecimiento de la apariencia opaca a una apariencia translúcida.

Rini y Reynolds, compararon Flúor a 9000 ppm (Colgate®) y caseína al 10% (GC®), utilizando ionómero (GC®) y resina Transbond (3M®) como material cementante de

tubos de terceros molares. Encontraron que al usar estas soluciones tópicas y al combinarlas, pueden promover significativamente la remineralización del esmalte en el grupo cementado con resina. En contraste, otros autores demostraron que el Flúor liberado por el cemento de Ionómero de vidrio inhibe la formación de lesiones cariosas alrededor del bracket.<sup>56</sup>

En un modelo animal, Reynolds<sup>50</sup> comparó el efecto anticariogénico de Caseína y Flúor, encontrándose una reducción del 55% para ambos grupos, mientras que al combinar los dos productos hubo una reducción eficaz y significativa.

Un estudio in vivo, Shen P en el 2001), demostró la efectividad clínica de la caseína en presentación de goma de mascar libre de azúcar, para la remineralización de lesiones del esmalte por un periodo de 14 días, en el microscopio de luz se observó remineralización de 102% a 152%.<sup>60</sup>

En el presente estudio, se muestra que a pesar de que la concentración de fluoruros a la incorporación de otros elementos no altera el proceso de remineralización inducido por las soluciones fluoradas, si bien el mejor desempeño estuvo en la remineralización inducida por el ACP-ACC mas calcio. En nuestro modelo de medición de la desmineralización–remineralización, medida a través de la incorporación de Protoporfinas IX absorbidas por el esmalte descalcificado y la medición de estas a través de la fluorescencia laser, el mejor desempeño en la remineralización estuvo en el

esmalte tratado con ACP-ACP, un estudio con ayuda de algún instrumento de medición pudiese ser más eficaz que el sistema ICDAS. También es imprescindible evaluar la progresión, la regresión y estabilidad de las lesiones.<sup>60</sup>

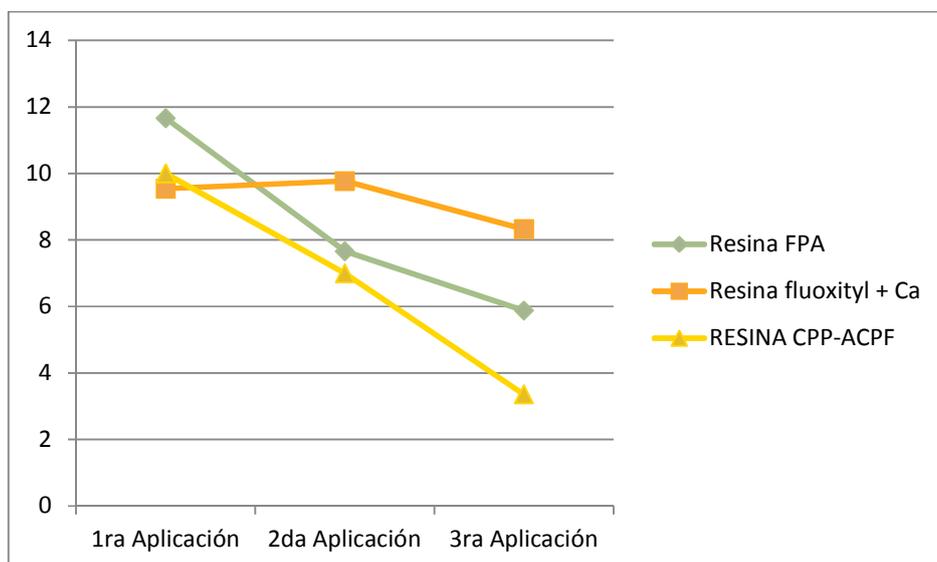
Se conoce que el flúor está indicado para pacientes con más riesgo cariogénico por su efecto remineralizante; mientras que en pacientes sanos y que van a ser sometidos a tratamiento ortodóncicos, es recomendable el uso de ACP-ACC para prevenir futuras lesiones cariosas. Sin embargo, los dos productos brindan beneficios para revertir las lesiones de mancha blanca y la combinación de los dos productos puede potenciar su efecto anticariogénico.

En síntesis, este estudio aporta criterios al clínico para que la selección de los productos se haga no sólo por la información que brindan las casas comerciales sino con evidencia científica. Así mismo, los resultados de este estudio pueden apoyar la formulación de protocolos específicos para caseína y flúor, en cuanto a prevención o inactivación de manchas blancas.

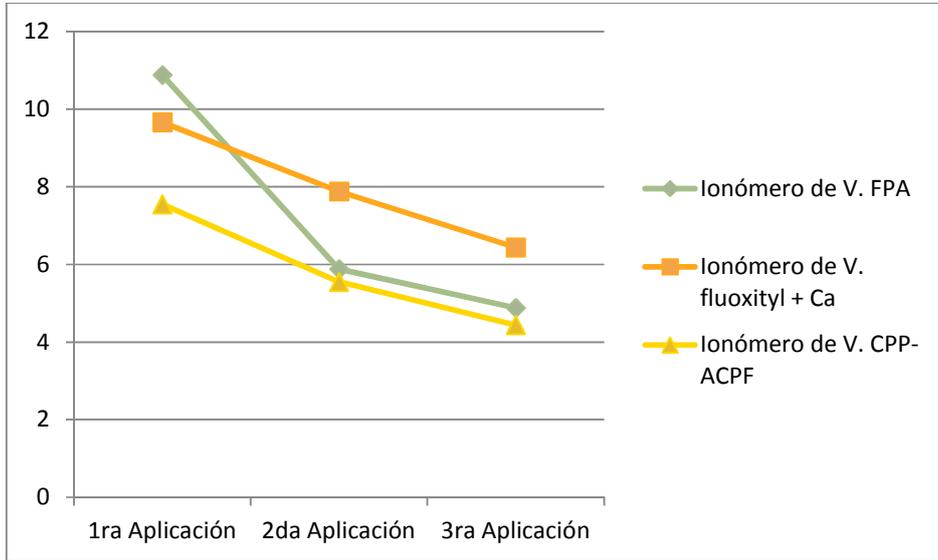
## CONCLUSIONES.

1. El tratamiento para lesiones de manchas blancas alrededor del bracket con APF, APP-ACPF y monofluorofosfato sódico mas calcio, demostraron tener un aceptable comportamiento en la reducción de la desmineralización de la lesión de mancha blanca, habiendo diferencias significativas a partir de la segunda aplicación, obteniendo un mejor desempeño el CPP-ACPF, seguido del APF y por último el monofluorofosfato sódico mas calcio.

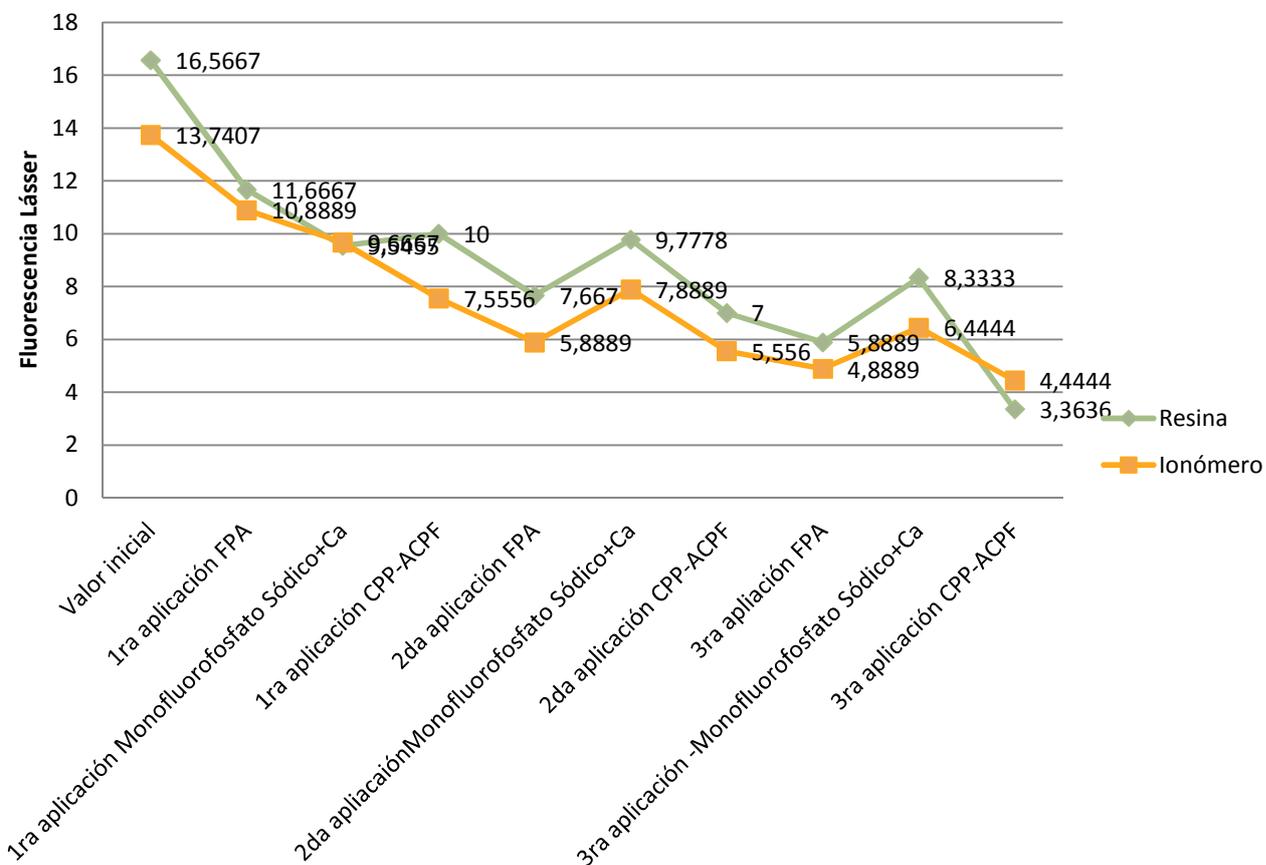
**Aplicaciones de tratamientos con flúor en  
brackets cementados con resina.**



**Aplicaciones de tratamientos con flúor en  
brackets cementados con ionómero de vidrio.**



## Tratamientos con soluciones fluoradas



2.-La reducción de la lesión de la mancha blanca alrededor de los brackets cementados con resina (Heliosit), y en los los brackets cementados con Ionómero de vidrio reforzado con resina (Fuji Ortho LC), se logró en ambos grupos, siendo mejor la remineralización en el grupo de ionómero en las dos primeras aplicaciones comparado., Sin embargo, las diferencias no fueron significativas.

## **ANEXOS.**

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

**APF.** *Fluorofosfato acidulado.*

**CPP.** *Fosfopéptido de caseína.*

**ACP.** *Fosfato de calcio amorfo.*

**ACPF.** *Fluorofosfato cálcico amorfo.*

**NaF.** *Monofluorofosfato sódico.*

**Porfirinas:** *Productos de las bacterias en una lesión de caries.*

**IonómeroGC 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.*

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Alencar, Fornazari C. Dye-enhanced laser fluorescence detection of caries lesions around brackets. *Lasers Med Sci* (2009) 24:865–870.
2. Alwas-Danowska HM, Plasschaert AJ, Suliborski S & Verdonschot EH, Reliability and validity tissues of laser fluorescence measurements in occlusal caries diagnosis. *J Dent* 2002; 30(4): 129–134.
3. Ando M, Hall AF, Eckert GJ, Schemehorn BR, AnalouiM, Stookey GK. Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Res* 1997; 31(2):125-31.
4. Angmar-Mansson B, Al-Khateeb S, Tranaeus S. Monitoring the caries process. Optical methods for clinical diagnosis and quantification of enamel caries. *Fur J Oral Sci* 1996: 104: 480-485
5. Artun J, Thylstrup A. A 3-year clinical and study of surface changes of carious enamel lesions after inactivation. *Americam Journal of Orthodontics*, 1989; 95: 327-333.
6. Avery James K – Chego Daniel J, Principios de Histología Y Embriología Bucal. 3ra Edición, Elsevier, Mosby. Pag. 97-107.
7. 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.
8. Benson P.E.Fluorides,Orthodontics and demineralization: Asistematic review. *Journal of Orthodonctics*. 2005,32:102-114.
9. Briner WW, Gray JA, Francis MD. Significance of enamel remineralization. *J Dent Res*. 1974; 53:239-243.
10. Boersma J.G. et al, Caries Prevalence Measured whit QLF after Treatment whit fixed Orthodontic Appliances: Influencing Factors. *Caries Research* 2005; 39:41-47.
11. Buzalaf Rabelo Marilia, et al, pH-cycling models for in vitro evaluation of the efficacy of fluoridated dentifrices for caries control: strengths and limitations. *J. Appl OraL*2010 316-334.
12. 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.

13. Dodds MWJ. Dilemmas in caries diagnosis applications to current practice, and need for research. *J Dental Res.* 1986; 91:251-255.
14. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: An in vivo examination with histological validation. *Caries Res* 1998; 32: 247-254.
15. Fejerskov O y Kidd E.: Dental Caries. The disease and its clinical management. Blackwell Munksgaard Ltd. Second edition. 2008.
16. Feagin F, Patel PR, Koulourides T, Pigman W. Study of the effect of calcium, phosphate, fluoride and hydrogen ion concentrations on the remineralization of partially demineralized human and bovine enamel surfaces. *Arc Oral Biol.* 1971; 16:535-548.
17. 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.
18. 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. Ferreira J, Mendes A, Silva M, Oliveira A Sampaio F (2006) Use of laser fluorescence for monitoring white spot lesions in smooth surfaces under fluoride therapy. *Caries Res* 40(4): 303–358.
20. Fitzpatrick y Way, Effects of wear, acid etching and bond removal on human enamel. *AJO*, 1977; 72: 671-681.
21. Francescut P & Lussi A. Correlation between fissure discolouration, DIAGNOdent measurements, and caries depth: an in vitro study. *Pediatr Dent* 2003; 25(6): 559–564.
22. 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.
23. Fontana M, Zero DT. Assessing patients' caries risk. *JADA* 2006; 137(9):1231-9.
24. Gokalp S & Baseren M. Use of laser fluorescence in monitoring the durability and cariostatic effects of fluoride and chlorhexidine varnishes on occlusal caries: a clinical study. *QuintessenceInt* 2005; 36(3): 183–189.

25. González F., et al, Eficacia de 3 tratamientos para la remineralización de la lesión incipiente de caries o mancha blanca en pacientes con tratamiento de ortodoncia, México, *Odontología Clínica*.
26. Hay DI. Specific functional salivary protein. In 7: Guggenheim B, ed. *Cariology today*. Basel: Karger, 1984:98-108.
27. Henostroza Haro Gilberto. et al, *Caries Dental Principios y Procedimientos para el diagnóstico*. Lima, Universidad Peruana Cayetano Heredia 2007.
28. 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.
29. 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.
30. Hibst R, Paulus R. Caries detection by red excited fluorescence: investigations on fluorophores. *Caries Res*. 1999; 33:295.
31. 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.
32. Kanthathas K and Willmont D,R. Differentiation of developmental and post – orthodontic white lesions using image analysis, *European Journal of Orthodontics*, 2007, 27:167-172.
33. 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.
34. Kolourides T, Feagin F, Pigman W. Remineralization of dental enamel by saliva in vitro. *Ann N Y Acad Sci* 1965 131(2):751-7.
35. Kolourides T, Sims RM. Artificial caries studied with intermittent demineralizing and mineralizing treatments of teeth. *Ala J Med Sci* 1967; 4(3):282-8.
36. Kolourides T. Dynamics of tooth surface-oral fluid equilibrium. *Adv. Oral Biol* 1966; 2:149-71.
37. 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.

38. Lussi A, Hibst R & Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res* 2004; 83(Spec C): 80–83.
39. 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.
40. Mattousch T.J.H. et al, Caries lesions after orthodontic treatment followed by quantitative light-induced fluorescence: a 2 year follows up. *European <journal of orthodontics* 29 (2007) 294-298.
41. Mendes FM, Pinheiro SL & Bengtson AL. Effect of alteration in organic material of the occlusal caries on DIAGNOdent readings. *Pesqui Odontol Bras* 2004; 18(2): 141–144.
42. Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances—an overview. *Br J Orthod* 1992; 19:199-205.
43. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1982; 82:62-7. *Res.* 1990; 69(special Issue):626-633.
44. NIH Consensus Statement, Diagnosis and Management of Dental Caries Throughout Life. National Institutes of Health Office of the Director 2001 Volume 18, Number 1 March 26–28, 2001, 1-36.
45. Ogaard B, Rolla G, Arendes J: Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part: 1 Lesion development *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94:68-73.
46. 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.
47. Pitts NB. Modern concepts of caries measurement. *J Dent Res* 2004; 83: C43–C47.
48. Pretty IA, Pender N, Edgar WM, Higham SM. The in vitro detection of early enamel de- and remineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *Eur J Orthod* 2003; 25(3): 217-23.
49. Pretty IA, Smith PW, Edgar WM, and Higham SM. Detection of invitro demineralization adjacent to restorations using quantitative lightinduced fluorescence (QLF). *Dent Mater* 2004; 19(5):368-74.

50. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J. Dent Res* 1997; 76:1587-95.
51. 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.
52. Shi XQ, Welander U & Angmar-Månsson B (2000) occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: an in vitro comparison. *Caries Res* 34(2): 151–158.
53. Silverstone LM. Remineralización phenomena. *Caries Res* 1977; 11(Suppl 1); 59-84.
54. Silverstone LM. The significance of remineralization in caries prevention. *J Can Dent Assoc* 1984; 50:157-164.
55. Silverstone LM. The structure of carious enamel, including the early lesion. *Oral Sci Rev* 1973; 3:100-160.
56. Stuart, D. y Reynolds, E., Combating Dental Decay, Microbiology Australia, August 2005, pag. 108-109.
57. Ten Cate A.R. Histología Oral Desarrollo, estructura y función, 2ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1992.
58. Wefel JS. Effects of fluoride on caries development and progression using intraoral models. *J Dent Res*. 1990; 69(special Issue):626-633.
59. Willmot DR. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *J Orthod* 2004; 31: 235-242.
60. Yamazaki, H., et al, Effect of Fluoride on Artificial caries lesion progression and repair in human Enamel: Regulation of Mineral Deposition and dissolution under in vivo-Like conditions. *Arch Oral Biol*. 2007 February; 52 (2): 110-120.