



**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**PENETRACIÓN DE LAS RESINAS INFILTRANTES EN LESIONES  
ARTIFICIALES DE CARIES EN ESMALTE DENTAL: ESTUDIO *IN VITRO***

**LUIS CARLOS HENRÍQUEZ GUERRERO**

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR POR  
EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN RESTAURADORA DENTAL**

**PANAMÁ, REPUBLICA DE PANAMÁ**

**2018**

**REVISADO Y APROBADO POR  
EL VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y  
POSTGRADO**

57

### Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi querida esposa Neysi Mabel y a nuestra hija Sade Victoria, que a pesar de todo el sacrificio al que quizás no teníamos idea que se iban a someter al momento de emprender este recorrido a lo largo de los últimos años, hemos logrado superarlo juntos y hecho posible que valga la pena la culminación de una meta más en nuestras vidas.

*Las amo!*

1 2 SEP 2018

*Abraham Quintanilla*

## **Agradecimientos**

A Dios por haber puesto en mi camino a personas tan maravillosas y desinteresadas como mis profesores que me han acompañado a lo largo de los últimos años, cultivando en mí la semilla del conocimiento, pero que quizás su más grande aporte ha sido permitirme establecer lazos de amistad que espero puedan perdurar en el tiempo.

Agradezco a la casa comercial Odontodent S.A. y a la empresa DMG por el aporte brindado con los materiales requeridos para la realización de esta investigación, así como al personal del Instituto Smithsonian, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas (específicamente a la Escuela de química) y al de la Facultad de Odontología por el apoyo brindado.

Sin el apoyo de cada uno de ustedes, esta meta no se hubiera hecho realidad.

*Muchas gracias!*

## Índice General

I.	Resumen.....	1
II.	Introducción.....	3
III.	Revisión de la literatura.....	6
	1. Caries dental.....	6
	a. Mancha blanca y su actividad.....	8
	b. Histopatología de la caries en esmalte.....	10
	2. Sistema Internacional de Detección y Diagnóstico de Caries.....	11
	a. Criterios de detección de caries coronal.....	13
	3. Lesiones artificiales de caries en esmalte dental.....	14
	4. Resinas compuestas.....	15
	5. Resinas compuestas especializadas.....	18
	a. Resinas infiltrantes.....	18
IV.	Propósito.....	22
V.	Materiales y métodos.....	23
	1. Creación de lesiones artificiales de caries en esmalte dental.....	23
	2. Tratamiento.....	23
	3. Microscopía confocal láser.....	24
VI.	Resultados.....	30
VII.	Discusión.....	38
VIII.	Conclusiones.....	47

IX.	Recomendaciones.....	48
X.	Referencias bibliográficas.....	49
XI.	Anexos.....	55

## Índice de cuadros y tablas

<b>Tabla 1.</b>	Registro de profundidades máxima de penetración.....	30
<b>Cuadro 1.</b>	Profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante.....	31
<b>Tabla 2.</b>	Prueba para una muestra.....	36

## Índice de gráficas y figuras

<b>Gráfica 1.</b>	Profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante.....	30
<b>Gráfica 2.</b>	Diagrama de caja de la profundidad máxima de penetración.....	32
<b>Gráfica 3.</b>	Histograma de profundidad máxima.....	33
<b>Gráfica 4.</b>	Diagrama de probabilidad de profundidad máxima.....	34
<b>Gráfica 5.</b>	Diagrama de probabilidad de profundidad máxima.....	35
<b>Gráfica 6.</b>	Diagrama de probabilidad de profundidad máxima.....	37
<b>Figura 1.</b>	Representación esquemática de la lesión cariosa en esmalte no cavitada.....	55
<b>Figura 2.</b>	Sellado y la infiltración de lesiones de caries iniciales.....	55
<b>Figura 3.</b>	Microscopía estereoscópica, microradiografía transversal, microscopía confocal: correspondiente a las superficies de corte de un molar que muestra una lesión de mancha blanca.....	55
<b>Figura 4.</b>	Icon® detiene el proceso de desmineralización.....	56
<b>Figura 5.</b>	Presentaciones de Icon® DMG.....	56
<b>Figura 6.</b>	Microscopía láser confocal de barrido: imágenes de lesiones infiltradas.....	56
<b>Figura 7.</b>	Piezas dentales utilizadas.....	25
<b>Figura 8.</b>	Solución de desmineralización empleada para crear la lesión artificial de caries.....	25
<b>Figura 9.</b>	Kit de resina infiltrante Icon utilizado en el estudio.....	25
<b>Figura 10.</b>	Aplicación de Icon-Etch.....	25
<b>Figura 11.</b>	Aplicación de Icon-Dry.....	26
<b>Figura 12.</b>	Tinte Rodamina B.....	26
<b>Figura 13.</b>	Aplicación de resina infiltrante.....	26
<b>Figura 14.</b>	Disco de diamante utilizado para seccionar la pieza dental.....	26
<b>Figura 15.</b>	Diente seccionado.....	27
<b>Figura 16.</b>	Muestras de piezas dentales preparadas.....	27
<b>Figura 17.</b>	Muestras sumergidas en Peróxido de hidrógeno 30%.....	27
<b>Figura 18.</b>	Papel abrasivo #2000.....	27

<b>Figura 19.</b>	Solución de fluoresceína 5-isotiocianato (FITC).....	28
<b>Figura 20.</b>	Observación de muestras al microscopio confocal láser.....	28
<b>Figura 21.</b>	Imagen obtenida de cuerpo de prueba #4.....	28
<b>Figura 22.</b>	Imagen obtenida de cuerpo de prueba #6.....	28
<b>Figura 23.</b>	Imagen obtenida de cuerpo de prueba #9.....	29
<b>Figura 24.</b>	Cuerpo de prueba #1.....	56
<b>Figura 25.</b>	Cuerpo de prueba #2.....	57
<b>Figura 26.</b>	Cuerpo de prueba #3.....	57
<b>Figura 27.</b>	Cuerpo de prueba #4.....	57
<b>Figura 28.</b>	Cuerpo de prueba #5.....	57
<b>Figura 29.</b>	Cuerpo de prueba #6.....	58
<b>Figura 30.</b>	Cuerpo de prueba #7.....	58
<b>Figura 31.</b>	Cuerpo de prueba #8.....	58
<b>Figura 32.</b>	Cuerpo de prueba #9.....	58
<b>Figura 33.</b>	Cuerpo de prueba #10.....	59
<b>Figura 34.</b>	Cuerpo de prueba #11.....	59
<b>Figura 35.</b>	Cuerpo de prueba #12.....	59
<b>Figura 36.</b>	Cuerpo de prueba #13.....	59
<b>Figura 37.</b>	Cuerpo de prueba #14.....	60
<b>Figura 38.</b>	Cuerpo de prueba #15.....	60
<b>Figura 39.</b>	Cuerpo de prueba #16.....	60
<b>Figura 40.</b>	Cuerpo de prueba #17.....	60



## Resumen

La infiltración con resinas de las lesiones cariosas no cavitadas representa una propuesta interesante para el tratamiento de dichas lesiones en superficies libres y proximales de dientes deciduos y permanentes.

**Objetivo:** El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar *in vitro* la penetración de las resinas infiltrantes en lesiones cariosas creadas artificialmente en la superficie del esmalte dental.

**Materiales y métodos:** para este estudio se utilizó una muestra de 17 premolares sanos indicados para extracción por ortodoncia. Los dientes fueron cubiertos con barniz de uñas, dejando una ventana de 2 mm x 4 mm en la superficie mesial o distal. Luego se sumergieron en una solución desmineralizante por 7 días para crear lesiones artificiales de caries. Las zonas desmineralizadas se trataron con resina infiltrante ICON de DMG siguiendo las instrucciones del fabricante: fueron sometidas a grabado con el ácido clorhídrico, luego lavadas e inmediatamente se sumergieron en tinte Rodamina B – C.I.45170 MERCK por 12 horas, previo lavado y secado, se aplicó la resina infiltrante y se fotopolimerizó por 40 segundos. Se realizó la sección del diente en sentido perpendicular con disco de diamante. Se colocaron las muestras en peróxido de hidrógeno 30% por 12 horas a 37 °C, se lavaron y lijaron con papel abrasivo 2000, 3000 y 5000; en seguida se sumergieron en solución de fluoresceína 5-isotiocianato (FITC MERCK) durante 3 minutos. Las muestras se observaron en un microscopio confocal láser utilizando un objetivo 10x en el modo de fluorescencia dual. Se realizó la medición en la profundidad máxima de penetración alcanzada por la resina infiltrante determinada por el punto más profundo alcanzado por la rodamina B.

**Resultados:** Con un nivel de confianza del 95% el promedio de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante está entre 165.52 a 308.71  $\mu\text{m}$ , siendo específicamente 237  $\mu\text{m}$ .

**Conclusiones:** La resina infiltrante Icon de DMG logra penetrar eficientemente en las lesiones cariosas del esmalte dental en sus etapas iniciales.

**Palabras Clave:** Infiltración con resina, resina Icon, odontología mínimamente invasiva, caries no cavitada.

### Abstract

The infiltration with resins of the non cavitated carious lesions represents an interesting proposal for the treatment of these lesions on free and proximal surfaces of deciduous and permanent teeth.

**Objective:** The purpose of this work is to evaluate in vitro the penetration of infiltrant resins in carious lesions artificially created on the surface of the tooth enamel.

**Materials and methods:** For this study we used a sample of 17 healthy premolars indicated for orthodontic extraction. The teeth were coated with nail varnish, leaving a 2mm x 4mm window on the mesial or distal surface, then immersed in a demineralizing solution for 7 days to create artificial lesions of caries. The demineralized areas were treated with ICON DMG infiltrant resin following the manufacturer's instructions: they were subjected to etching with the hydrochloric acid, then washed and immersed immediately in Rhodamine B-C.I.45170 MERCK dye for 12 hours; after washing and drying, the infiltrant resin was applied and light-cured for 40 seconds. The section of the tooth was performed in a perpendicular direction with a diamond disc. The samples were placed in 30% hydrogen peroxide for 12 hours at 37 ° C, washed and sanded with abrasive paper 2000, 3000 and 5000; they were then immersed in fluorescein solution 5-isothiocyanate (FITC MERCK) for 3 minutes. Samples were observed in a laser confocal microscope using a 10x objective in the dual fluorescence mode. The measurement was made at the maximum penetration depth reached by the infiltrant resin determined by the deepest point reached by Rhodamine B.

**Results:** With a confidence level of 95% the average of the maximum depth of penetration of the infiltrant resin is between 165.52 to 308.71  $\mu\text{m}$ , being specifically 237  $\mu\text{m}$ .

**Conclusions:** The Icon DMG infiltrant resin penetrates efficiently carious lesions in tooth enamel early stages.

**Keywords:** Resin infiltration, Icon resin, minimally invasive dentistry, non-cavitated caries.

## Introducción

La primera manifestación clínica de la caries incipiente de esmalte es la mancha blanca, que no es más que la desmineralización de la estructura superficial del esmalte. El aspecto clínico de este tipo de lesión es una mancha blanca, color blanco tiza, sin brillo, con la superficie ligeramente rugosa, microporosa y de superficie aparentemente intacta. Esta lesión se localiza en el tercio gingival de cualquiera de las superficies lisas de los dientes, pudiendo extenderse hasta el tercio medio de esa superficie: las caras vestibulares o en las caras proximales en las áreas periféricas al punto o superficie de contacto. Por lo general, no presenta cavitación y es claramente visible al secar la superficie<sup>1</sup>.

Si ocurre una exposición continua o frecuente a ácidos, la lesión de mancha blanca puede cavitarse. En este punto es donde ocupa un rol de importancia, la intervención precoz de la lesión en estadios incipientes para prevenir la cavitación y evitar intervenciones agresivas que resultan en pérdida de estructura dental.

En las últimas décadas, el manejo de las lesiones de caries ha reemplazado el paradigma de la preparación cavitaria y restauración, por el de la prevención, control y restauración mínimamente invasiva<sup>2</sup>. Bajo estas premisas se han desarrollado técnicas que han tenido como finalidad la interrupción o reversión de las lesiones cariosas en sus etapas iniciales, como lo es la remineralización terapéutica. Ésta técnica nos permite preservar la estructura dentaria ya que es muy conservadora, ofreciendo una vez consolidada la lesión cariosa incipiente, una buena apariencia estética y que puede llegar a superar las propiedades físicas, químicas y biológicas de cualquier material restaurador. Entendiendo

que la remineralización es un proceso biológico natural que ocurre sobre los dientes debido a la interacción entre la saliva y el esmalte dental, en el cual se lleva a cabo la deposición de minerales o sustancias inorgánicas en las zonas de desequilibrio iónico provocado por la lesión cariosa, se ha visto que se puede acelerar y optimizar ese proceso natural utilizando sustancias que mejoran la fijación y deposición en profundidad de sales minerales como el fosfato de calcio y fluoruros (Bullen M. 2011)<sup>3</sup>.

Sin embargo, muchos autores coinciden en que el fluoruro, que es una de las sustancias más utilizadas en la remineralización terapéutica tiene una capacidad de acción limitada<sup>3</sup>. Aun así no dejan de ser técnicas que fueron validadas y utilizadas por muchos años, convirtiéndose así en técnicas predecesoras de las que desarrollaremos en este estudio.

En este contexto de preservación de la estructura dental, se ha propuesto una técnica para paralizar la progresión de las caries en sus etapas iniciales sin necesidad de realizar preparaciones cavitarias, donde la detención de la caries es por una infiltración de resina. Es decir, se detiene el proceso de caries activa en su sitio sin realizar ningún procedimiento invasivo<sup>4</sup>. Ese procedimiento hace uso de un tipo de resinas, conocidas como resinas infiltrantes.

Queda sentado entonces que dentro de la concepción de odontología mínimamente invasiva están comprendidos procedimientos que pueden tener un mismo objetivo como los de remineralización terapéutica que está catalogada como una técnica no invasiva y las resinas infiltrantes que se consideran microinvasivas<sup>3,5</sup>

Estas resinas infiltrantes actúan reemplazando el tejido perdido a causa de la desmineralización, por la resina, creando una barrera interna contra la difusión de azúcares y ácidos orgánicos que de otro modo colonizarían la zona y ocasionarían el avance de la lesión. Esta barrera estabiliza y detiene la lesión sin afectar la forma anatómica del diente ya que la superficie no está directamente relacionada<sup>2</sup>.

La infiltración con resinas de las lesiones cariosas representa una propuesta para el tratamiento de lesiones de caries incipientes de esmalte no cavitadas en superficies libres y proximales de dientes deciduos y permanentes. La característica principal de esta técnica radica en que es mínimamente invasiva, preserva la estructura dental y se puede realizar en una sola visita. Se basa en que la mancha blanca exhibe una pérdida de mineral en las capas internas del esmalte cariado, en tanto que la superficie se mantiene menos desmineralizada (aparentemente intacta), lo que permite la intervención en este estadio temprano del proceso de la caries dental<sup>6</sup>.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la penetración de la resina infiltrante Icon® de DMG en lesiones artificiales de caries en esmalte dental.

## Revisión de la literatura

### Caries dental

El esmalte se encuentra constituido por materia inorgánica, agua y materia orgánica. El esmalte superficial en un espesor de 0,1 a 0,2 mm tiene menos materia orgánica que el esmalte subyacente, esto quiere decir que si eliminamos las capas superficiales del esmalte (más resistente y menos reactiva) dejamos expuesto un esmalte con menor resistencia que se traduce en mayor susceptibilidad a la caries. El mayor grado de calcificación del esmalte superficial se debe a su constante exposición a la saliva cargada de iones fosfato y carbonato de calcio; teniendo presente que este proceso requiere cierta permeabilidad del esmalte para permitir el paso de iones, la formación y el crecimiento de los cristales de apatita. Esta calcificación se da con mayor intensidad en el esmalte joven y luego va decreciendo por la maduración del diente ya que estos poros se van cerrando y por ende disminuye la permeabilidad<sup>1</sup>.

La primera estructura afectada por la caries dental es el esmalte. BARRANCOS M. (2006)<sup>1</sup> sostenía que la presencia de carbohidratos fermentables en la dieta no es suficiente para que se dé inicio al proceso carioso, sino que éstos deben actuar durante un tiempo prolongado para mantener un pH ácido constante en la interfase biopelícula - esmalte dental. El tiempo de desmineralización del esmalte por la ingesta de carbohidratos se estima en aproximadamente 20 minutos.

PITTS N. et al. (2017)<sup>7</sup> definen la caries dental como una enfermedad dinámica, multifactorial, mediada por la biopelícula e impulsada por los azúcares que dan como

resultado fases de desmineralización y remineralización de los tejidos duros dentales. El equilibrio entre los factores patológicos y protectores influye en el inicio y la progresión de la caries.

GUERRIERI et al. (2012)<sup>8</sup> mencionan que la lesión inicial del esmalte es el resultado de un desequilibrio entre los procesos de desmineralización y remineralización que ocurren sobre la estructura dental. Los primeros cambios en el esmalte aparecen en los sitios donde hay retención y estancamiento de la biopelícula. La desmineralización altera la superficie del esmalte, que se vuelve microporosa, y con un aspecto opaco y mate, característico de una lesión de caries incipiente de esmalte (mancha blanca). La penetración de ácido a lo largo de los prismas de esmalte conduce a la disolución de los espacios cristalinos adyacentes a la lesión y avanza a la unión amelo-dentinaria y, en ausencia de tratamiento, ocurre la cavitación.

HUJOEL P. et al. (2017)<sup>9</sup> destacan que los efectos dietéticos locales dependen de lo que se consume en un momento específico e influidos por muchos factores que influyen en el entorno intraoral, como los hábitos alimenticios generales, la composición de la biopelícula, la saliva y el flúor. Por lo tanto, su magnitud variará de un individuo a otro, pero también de un diente a otro. El esmalte comenzará a desmineralizarse cuando se expone a carbohidratos fermentables si el pH durante el proceso de fermentación bacteriana se reduce por debajo del nivel crítico de pH 5.5-5.7.

Debido a esta mayor comprensión de la enfermedad, donde se entiende que la caries dental no es un proceso continuo hasta ocurrir la cavitación y que puede ser reversible en sus etapas precoces, desde hace más de una década que PRETTY I. (2006)<sup>10</sup> nos dice que

hay una gran tendencia a promover terapias preventivas que propician la remineralización de las lesiones no cavitadas resultando en lesiones inactivas y obteniendo como resultado la preservación de la estructura, función y estética de los dientes.

#### *Mancha blanca y su actividad*

Como ya hemos mencionado, los primeros signos clínicos de la caries dental son las llamadas lesiones de “mancha blanca”. Estas lesiones pueden observarse cuando se elimina la placa de la superficie del esmalte y se seca con aire durante unos segundos. En una etapa más avanzada de la enfermedad, las lesiones de mancha blanca son visibles también cuando la superficie del esmalte está todavía húmeda. En esta etapa el proceso carioso puede haber avanzado por el espesor del esmalte y alcanzado la dentina. Las lesiones de mancha blanca, como su nombre lo indica, son blancuzcas debido a que una mayor proporción de la luz entrante es retrodispersada en comparación con el esmalte sano circundante. Esto es causado por un aumento en el volumen de los poros, es decir, un aumento en el tamaño y número de las porosidades cuando el esmalte está desmineralizado, y la diferencia de los índices de refracción del aire que ocupan esas porosidades y el esmalte adyacente <sup>1, 2, 11</sup>

Cuando se localizan en áreas interproximales, las lesiones de manchas blancas naturales suelen aparecer de forma ovalada por debajo o alrededor del punto de contacto, que no pueden apreciarse directamente en condiciones normales. Cuando se localizan en la cara vestibular o lingual por encima del margen gingival, aparecen extendidas en forma de líneas o bandas delgadas. En algunos casos, puede encontrarse paralelamente una banda blanquecina, a veces decolorada, pero a cierta distancia del margen gingival en la dentición permanente. En este caso, lo más probable es que el desarrollo de la lesión ocurrió cuando



el diente no estaba totalmente erupcionado, siendo también un período durante el cual la limpieza es insuficiente. Luego de la erupción dental completa, el ecosistema local puede haber cambiado debido a una mejor higiene, por lo que la banda desmineralizada se estabiliza, permaneciendo una lesión de mancha blanca inactiva que a veces se convierte en una mancha marrón<sup>1, 11</sup>.

A menudo se incorporan a las lesiones de mancha blanca unos pigmentos exógenos procedentes de los alimentos, añadiéndoles un tono parduzco (lesiones de mancha marrón). Se cree que la incorporación de los pigmentos exógenos se produce con el tiempo, lo que indica que las lesiones de mancha marrón son más antiguas que las lesiones de mancha blanca<sup>1, 11</sup>.

Un marcador más fiable para la actividad de la lesión es el aspecto de la superficie de una lesión de mancha blanca después de la eliminación de la biopelícula. Mientras que las lesiones activas se encuentran en un estado de pérdida neta de minerales, tienen más porosidades en la superficie que las lesiones inactivas. Por consiguiente, una lesión de mancha blanca activa exhibe una superficie mate y sin brillo, mientras que la lesión inactiva presenta una superficie brillante. Las lesiones de mancha blanca que no están cubiertas por placa son, con toda certeza, brillantes e inactivas clínicamente, debido principalmente a la incorporación de minerales (remineralización), y a la abrasión y pulido relacionada con la eliminación de la placa dental<sup>11</sup>.

La progresión de las lesiones de mancha blanca en el esmalte sigue a grandes rasgos la dirección del prisma. La morfología tridimensional de las pequeñas lesiones de manchas blancas en la superficie proximal se asemeja a un cono con su base en la superficie del esmalte y su vértice hacia la unión amelo-dentinaria<sup>1, 11</sup>.

### *Histopatología de la caries en esmalte*

Muchos de los hallazgos histológicos de la caries se obtuvieron a través de la microscopía de luz transmitida y de luz polarizada. Una lesión cariosa suficientemente desarrollada en el esmalte y que no ha alcanzado la dentina, y, por lo tanto, probablemente no esté cavitada, presenta aspectos histológicos característicos. Estas características también pueden encontrarse, en parte, en las lesiones en un estado más avanzado con una superficie cavitada<sup>11</sup>.

La microscopía de las lesiones en esmalte no cavitadas según Silverstone (1973)<sup>1</sup>, presenta cuatro zonas bien definidas que inician en la superficie dental en el siguiente orden: zona superficial, cuerpo de la lesión, zona oscura y zona traslúcida (Figura 1).

A continuación, pasamos a describir cada una de estas zonas<sup>1, 11</sup>:

1. Zona superficial: presenta la superficie adamantina relativamente intacta. Su espesor oscila entre 10 a 50  $\mu\text{m}$ , pero puede extenderse hasta 120  $\mu\text{m}$ . Su propiedad única es un contenido mineral relativamente alto y un volumen de poros que puede estar por debajo del 5%, debido a los procesos de remineralización. Posee un volumen poroso de menos del 5% de espacios. Recubre el cuerpo de la lesión.
2. Cuerpo de la lesión: es la zona más amplia de toda la lesión inicial que muestra el mayor grado de desmineralización y está presente en todas las muestras de lesiones cariosas en esmalte. Posee estrías transversales en los prismas del esmalte. Las estrías de Retzius se encuentran acentuadas. Presenta un grado significativo de pérdida mineral. Tiene un volumen de poros mínimo de 5% en la periferia y en una pequeña lesión subclínica hay un volumen poroso del 25%.

3. Zona oscura: puede encontrarse en la mayoría de los cortes a través de las lesiones de esmalte. Posee un volumen poroso del 2 al 4%. Se encontró que la desmineralización en la zona oscura afecta los límites de los prismas, pero en mayor grado que en la zona translúcida. Existe alguna evidencia de que las pequeñas porosidades (que no pueden ser penetradas por la quinolina) son porosidades mayores parcialmente remineralizadas. Una indicación de que la remineralización forma parte de los procesos que intervienen en la zona oscura es la presencia de cristales de mayor diámetro (50-100 nm) en comparación con los cristales de esmalte sano (40 nm). Recientemente, se ha reportado la presencia de lípidos y proteínas exógenas en las porosidades de la zona oscura y se concluyó que pueden obstaculizar la precipitación mineral y, por lo tanto, la remineralización.
4. Zona translúcida: es el frente de avance de la lesión cariosa. En esta zona aparecen los primeros signos observables de desmineralización del esmalte, presenta alguna pérdida de mineral y un volumen poroso del 1%. Al examen en microscopio de luz polarizada, la zona translúcida, semejante al esmalte sano, muestra birrefringencia negativa. En esta zona pueden encontrarse cristales ligeramente más pequeños que en el esmalte sano (40 nm de diámetro), que es indicativo de desmineralización inicial.

#### **Sistema Internacional para la Detección y Diagnóstico de Caries (ICDAS)**

Debido a la necesidad apremiante de un sistema que permita la detección y diagnóstico de caries dental estandarizada en diferentes entornos y situaciones condujeron al desarrollo del Sistema Internacional para la Detección y Diagnóstico de Caries (ICDAS).

Por lo tanto, el ICDAS fue desarrollado para aportar a la comprensión actual del proceso de inicio y la progresión de la caries dental en el campo epidemiológico y de investigación clínica.

CERÓN-BASTIDAS X. (2015)<sup>13</sup> realizó una revisión de la literatura en cuanto al sistema ICDAS y describe que está diseñado por un conjunto de criterios y códigos unificados, con diagnósticos principalmente visuales, basados en las características de los dientes limpios y secos. La nomenclatura comprende dos dígitos, el primero de 0 a 8 que corresponde al código de restauración y sellante, el número 9 al código de diente ausente; y el segundo dígito de 0 a 6 al código de caries en esmalte y dentina. ICDAS presenta de un 70 al 85% de sensibilidad y una especificidad de 80 al 90% para detectar caries en dentición temporal y permanente, su fiabilidad ha sido considerada como alta con un coeficiente de kappa de 0,80 demostrando su excelente precisión y análisis significativo comparado con otros métodos como el radiográfico.

BRAGA M. et al (2009)<sup>14</sup> asevera que los estudios epidemiológicos están principalmente centrados en CPOD/CPOS para evaluar la prevalencia de caries. Pero este tipo de estudios se basan en la detección de las lesiones cavitadas solamente. Mientras ICDAS permite la detección de ambos, las lesiones cavitadas y no cavitadas en conjunto. Diversos estudios han evaluado la viabilidad de utilizar ICDAS II en encuestas epidemiológicas, comparándola con otros métodos y criterios diagnósticos de la OMS.

El ICDAS II nos permite detectar la gravedad e incidencia de las caries desde sus etapas iniciales. Está dando lugar a un cambio de paradigma en el concepto de detección y diagnóstico tanto de las lesiones cavitadas y no cavitadas. Como consecuencia de este cambio de tendencia para detectar las lesiones no cavitadas en la práctica diaria, ICDAS II

ha llegado más que nada para unificar criterios y tratar de estandarizar protocolos de diagnóstico de caries dental a nivel mundial.

#### *Criterios de detección de caries coronal*

Los códigos de detección de caries ICDAS para coronales oscilan de 0 a 6 dependiendo de la gravedad de la lesión. Hay pequeñas variaciones entre los signos visuales asociados con cada código dependiendo de un número de factores, incluyendo las características de la superficie (fosas y fisuras frente a las superficies lisas), si hay dientes adyacentes presentes (superficies mesial y distal) y si la caries se asocia con una restauración o sellante. Sin embargo, la base de los códigos es esencialmente el mismo a lo largo de las evaluaciones y se presentan a continuación<sup>15</sup>:

0: Sano.

1: Primer cambio visual en esmalte (visto sólo después de secado o restringido dentro de los confines de una fosa o fisura).

2: Cambio distintivo en el esmalte.

3: Ruptura localizada del esmalte (sin signos visuales clínicos de la participación de la dentina).

4: Sombra subyacente en dentina.

5: Cavitación con dentina visible hasta mitad de la superficie.

6: Cavitación amplia con dentina visible más allá de la mitad de la superficie.

### **Lesiones artificiales de caries en esmalte**

MAGALHAES A. et al (2009)<sup>16</sup> propone que el realizar en modelos *in vitro* la generación de lesiones artificiales de caries en esmalte dental puede ser capaz de simular la dinámica de la pérdida de mineral, con las ventajas de estar estandarizadas, así como rápidas y fáciles de realizar. Estos modelos permiten una mejor comprensión de la interacción entre los procesos de remineralización y desmineralización, así como de los factores que afectan a estos procesos.

Existen varios modelos experimentales descritos en la literatura que se utilizan para generar lesiones de caries *in vitro* y estos fueron desarrollados en busca de una lesión de caries inicial de la forma más cercana posible a la que encontramos *in vivo* según FEATHERSTONE J. (1996)<sup>17</sup>. Para recrear estas lesiones cariosas generalmente son expuestos a desmineralización soluciones y geles compuestos de ácido acético o láctico (pH entre 4,4 y 5,0) insaturados con respecto a la hidroxiapatita, con el fin de simular las condiciones de fluido de la placa y, en consecuencia, permitir la formación de lesiones iniciales de esmalte<sup>16, 18, 19</sup>.

Las diferencias entre estas soluciones o geles, tales como el grado inicial de saturación con respecto los minerales del esmalte, la concentración de fluoruro, tipo de ácido y la viscosidad puede dar lugar a notables diferencias en las características físicas y mecánicas del esmalte desmineralizado, tales como características de distribución de mineral, la composición química y la dureza; que podrían tener repercusiones directas en el éxito o no de los materiales probados<sup>16, 20</sup>.

A pesar de las ventajas de los métodos *in vitro* para generar lesiones cariosas, éstos pueden presentar limitaciones, por no lograr simular completamente el proceso biológico complejo que ocurre *in vivo* para la formación de la lesión de caries, pero aun así los estudios *in vitro* constituyen una excelente alternativa con buenos aportes para el área de cariología<sup>21,22</sup>.

### **Resinas compuestas**

FREEDMAN G. (2015)<sup>23</sup> considera que las resinas compuestas han abierto una enorme puerta de oportunidades para el profesional de la odontología y los pacientes ofreciendo una alternativa estética y mínimamente invasiva para la restauración de los dientes y que se pueden lograr en una sola visita.

Las resinas compuestas fueron patentadas en 1962 como resultado del trabajo realizado por el Dr. Rafael Bowen, el cual hizo una combinación de resinas acrílicas (derivados del Ácido Acrílico + Derivados del Ácido Metacrílico) con resinas epóxicas (éter diglicídico de bisfenol A), obteniendo un copolímero acrílico-epóxico, la cual es la molécula Bisfenol-Glicidimetacrilato conocida como BisGMA. Por esto es que las resinas son conocidas como composites debido a que se refiere a materiales que están compuestos por lo menos de dos fases diferentes y en nuestro caso incluye una matriz de monómero y un relleno. Por lo tanto en la elaboración de las resinas dentales se emplea una mezcla de varios monómeros, los cuales se convierten en una matriz de polímeros con enlaces cruzados durante el proceso de la polimerización<sup>24</sup>.

### *Componentes de las resinas compuestas*

Las resinas compuestas modernas están conformadas por tres componentes principales que son la matriz (fase orgánica), el relleno (fase inorgánica) y el silano o agente de unión. Cada sistema de resina utiliza fórmulas diferentes de estos componentes individuales para lograr características variadas, esto le permite al clínico escoger productos específicos indicados para cada ubicación específica de la lesión, tamaño de esta última, cargas oclusales y riesgo individual a la caries. La combinación apropiada de relleno, matriz y el agente de unión ofrece características apropiadas de fluidez y propiedades físicas, térmicas y ópticas óptimas<sup>25</sup>.

A continuación describiremos cada uno de los componentes <sup>23, 25</sup>:

- Fase orgánica: monómero principal es el Bis-GMA, que es un dimetacrilato aromático y que es producto de la adición del Bisfenol A y el glicidilmetacrilato (GMA), el cual posee altas cadenas cruzadas. También contiene un monómero diluyente que son utilizados para disminuir la viscosidad de la resina, no polimerizada y facilitar la manipulación clínica. Existen dos tipos de monómeros: uno monofuncional como el metilmetacrilato, y los monómeros diluyentes bifuncionales más comúnmente usados son el uretano-dimetacrilato (UDMA) y el trietilenglicol - dimetacrilato (TEGDMA).
- Fase inorgánica: el propósito primario de las partículas de relleno es consolidar la resina compuesta y reducir la cantidad de material matriz. Se refiere a los rellenos minerales, los cuales son los responsables de muchas de las propiedades de las resinas; como la resistencia a las fuerzas masticatorias, además de mejorar las



propiedades de manipulación de estos materiales, aumentan la resistencia al desgaste, y mejoran la longevidad de la restauración.

- Silano: agentes de unión que une la fase inorgánica con la fase orgánica (relleno a la matriz). El uso del mismo reduce la pérdida gradual de las partículas de relleno desde la superficie de la resina compuesta ocasionada por el desgaste oclusal y la abrasión.
- Iniciadores y aceleradores: activan y catalizan la reacción de polimerización de los sistemas compuestos. Las resinas fotopolimerizables normalmente contienen un fotoiniciador denominado canforoquinona, activado por una longitud de onda de luz de 460-480nm emitida por las lámparas de fotopolimerización. La canforoquinona reacciona con las aminas terciarias llevando a una reacción radical libre que continúa hasta que la resina está totalmente polimerizada.
- Inhibidores y estabilizadores de la polimerización son agregados comúnmente a los sistemas compuestos para extender el tiempo de vida de los mismos. Uno de los inhibidores más comúnmente usados es el éter monometílico de hidroquinona.

Las resinas compuestas fluidas redujeron su contenido de relleno para permitir que el material se adapte mínimamente a la forma de la preparación. Las desventajas de estos materiales, como la disminución de la resistencia al desgaste y una alta contracción de polimerización, no deberían afectar los resultados cuando son utilizadas solo para tratamientos seleccionados. Sin embargo, la baja viscosidad resultante hace que el material sea extremadamente útil en las áreas marginales estrechas o las cavidades con un socavado difícil de rellenar con resinas compuestas. También pueden ser utilizadas para cerrar

accesos endodónticos y para restauraciones clase V. Otra aplicación útil es para las restauraciones preventivas en áreas demasiado amplias para ser restauradas con sellantes de fisuras<sup>25</sup>.

### **Resinas compuestas especializadas**

#### *Resinas infiltrantes*

Desde los inicios de la década pasada, un grupo de investigadores de la Universidad Charité (Berlín) y de la Universidad de Kiel en Alemania, evaluaron diversos materiales existentes y desarrollaron un nuevo tipo de resinas de baja viscosidad cuya finalidad era infiltrar las lesiones de caries no cavitadas en esmalte, específicamente en las superficies interproximales en donde la efectividad de la remineralización terapéutica era limitada<sup>26</sup>. Este producto fue lanzado al mercado en 2009 bajo el nombre de Icon® por la casa DMG América.

LASFARGES J. et al. (2013)<sup>2</sup> describe el principio de la infiltración como perfundir a través del esmalte poroso con resina de baja viscosidad por acción capilar, deteniendo así el proceso de desmineralización de la lesión de caries. La infiltración se lleva a cabo en la parte interna del esmalte, a diferencia de los sellantes de fosas y fisuras, que actúan formando una barrera física en la superficie externa de la lesión inicial, evitando que las bacterias que colonizan la superficie de la lesión reciban los nutrientes presentes en la biopelícula (Figura 2). En el caso de las resinas infiltrantes, las bacterias que han penetrado en el esmalte desmineralizado se encuentran atrapadas en la resina infiltrante una vez que ha sido fotopolimerizada.

Se ha demostrado que las bacterias pueden atravesar físicamente la superficie del esmalte dental, macroscópicamente intacto o ligeramente afectado por lesiones de caries no cavitadas, así lo describió KIELBASSA A. et al. (2006)<sup>27</sup>; también asevera que la presencia de estas bacterias atrapadas dentro del esmalte no impide la infiltración de la resina y no justifica la remoción del tejido dental sano y la restauración.

MEYER-LUECKEL H. et al. (2008)<sup>28</sup> describe una técnica que puede ser capaz de penetrar todo el espesor del esmalte para sellar sus poros, bloquear la difusión de nutrientes y así detener la progresión de la caries, por ello es esencial que el agente infiltrante tenga una alta capacidad de penetración (Figura 3).

EKSTRAND K. et al. (2010)<sup>29</sup> y PARIS S. et al. (2013)<sup>30</sup> coinciden en que esta resina infiltrante polimerizable de baja viscosidad, ha mostrado ser eficaz para detener caries interproximales que llegan hasta un estado 2 en la clasificación de ICDAS II (dentina superficial), así como para remover lesiones de manchas blancas en la superficie del esmalte. La manera en que este producto inhibe el avance del proceso de desmineralización es bloqueando los canales de difusión, impidiendo que los iones hidrógeno penetren en el esmalte. De esta manera, el diente no perderá minerales; y en proceso de avance de la caries quedará detenido aún en presencia de ácidos (Figura 4).

La casa comercial DMG América ha desarrollado dos kits de Icon® para favorecer la aplicación del producto tanto en zonas interproximales como en zonas vestibulares<sup>31</sup> (Figura 5).

Dentro de sus componentes se encuentran:

1. Ácido clorhídrico (Icon® etch) como agente grabador.

Distinto a las resinas que regularmente conocemos en el mercado, Icon® utiliza ácido clorhídrico al 15% (HCl) en vez de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) al 37%. Este cambio se realiza debido al mayor potencial de penetración del agente infiltrante al utilizar el HCl al 15%. Estudios sobre potencial de penetración del infiltrante con HCl 15% y H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> al 37%, aplicados durante 120 segundos arrojaron resultados de penetración de 37 µm y 11 µm respectivamente<sup>32</sup>.

2. Etanol (Icon® dry) como desecante.

Ayuda a disminuir la viscosidad del agente infiltrante, así como su ángulo de contacto, todo esto ayudará a aumentar el coeficiente de penetración de la resina. El mismo se aplicará por un tiempo de 30 segundos<sup>33</sup>.

3. Resina infiltrante (Icon® infiltrant).

Resina de baja viscosidad fotopolimerizable en la que la matriz orgánica principal está compuesta por TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol) debido a que luego de investigaciones arrojó como resultado mayor coeficiente de penetración<sup>33</sup>.

El tiempo de aplicación de la resina incidirá directamente en la capacidad de penetración. Estudios han demostrado por aplicando la resina infiltrante durante 3 minutos ha aumentado el potencial de penetración<sup>34</sup> (Figura 6).

TAHER N. et al (2012)<sup>35</sup> evalúan en cuanto a dureza (unidades Vickers de dureza – VHN) y rugosidad superficial (perfilómetro superficial - Ra), estas resinas luego de aplicadas en la superficie dental han obtenidos valores similares a los obtenidos sobre esmalte sano. Los valores obtenidos al evaluar dureza superficial en esmalte sano es de VHN = 290.6 +/- 74.7 y en superficies tratadas con Icon® VHN = 246.4 +/-123.9; mientras

que al evaluar la rugosidad superficial en el esmalte sano es de  $Ra = 7.2 \pm 2.8$  y en superficies tratadas con Icon®  $Ra = 6.9 \pm 2.0$ . Por lo que podemos decir que las diferencias entre estos valores no son significativas.

TORRES C. et al (2012)<sup>36</sup> y PARIS S. et al (2013)<sup>37</sup> obtuvieron resultados similares en cuanto a la evaluación de las propiedades mecánicas de este tipo de resinas, encontrando que aumenta la microdureza en comparación con las lesiones cariadas remineralizadas o no tratadas.

En la actualidad se están realizando algunas modificaciones a los componentes de la resina infiltrante Icon para mejorar las propiedades químico-mecánicas, en este caso realizados por SFALCIN R. et al (2017)<sup>38</sup> que están obteniendo resultados prometedores al adicionar partículas bioactivas como relleno (10%) entre ellas hidroxiapatita, fosfato de calcio amorfo, vidrio bioactivo de zinc-policarboxilado, silicato de calcio modificado con fosfato beta-tricálcico, entre otros. Dentro de los resultados al evaluar la dureza superficial, la incorporación de rellenos bioactivos ocasionó un aumento significativo en KHN (Knoop). También valoraron propiedades como la sorción acuosa y la solubilidad encontrando que la resina infiltrante presentó los más elevados valores en ambas. Concluyendo así que la incorporación de rellenos de partículas bioactivas incrementa las propiedades mecánicas y reduce la solubilidad y sorción acuosa en las resinas infiltrantes Icon® de DMG, lo que puede mejorar el rendimiento de las mismas a largo plazo.

### **Propósito**

Este trabajo tiene como propósito conocer la efectividad de la penetración de las resinas infiltrantes en lesiones artificiales de caries en el esmalte dental.

#### **Objetivo general:**

Determinar la penetración de las resinas infiltrantes en lesiones de caries artificiales en el esmalte dental.

#### **Objetivos específicos:**

- Medir la penetración de las resinas infiltrantes en lesiones de caries artificiales en el esmalte dental.
- Comparar con los resultados obtenidos en investigaciones previas respecto al tema.

#### **Hipótesis:**

Las resinas infiltrantes son capaces de penetrar y sellar eficientemente lesiones incipientes de caries dental.

## **Materiales y métodos**

La presente investigación es un estudio descriptivo *in vitro* que se realizó en la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

### *Creación de lesiones artificiales de caries en esmalte dental*

La muestra de este estudio consistió en 17 premolares sanos indicados para extracción por ortodoncia. (Figura 7). Los dientes fueron recolectados y almacenados en una solución de Timol 0.1% hasta que se llevó a cabo el estudio. Al momento de realizarse el estudio, las muestras de dientes se sacaron de la solución, se lavaron y secaron para su uso. Las coronas de los dientes se revistieron con un barniz de uñas (Shellac Nails®), dejando una ventana de 2 mm x 4 mm en la superficie mesial o distal. Una solución de desmineralización (compuesta por: cloruro de calcio 2.2 mM, 2.2 mM de fosfato monopotásico, ácido acético 0.05 mM a pH 4,4 e hidróxido de potasio 1M) se preparó y todas las muestras fueron sumergidas en esta solución de desmineralización durante 7 días para crear lesiones artificiales de caries<sup>33</sup> (Figura 8).

### *Tratamiento*

Las superficies de mancha blanca creadas artificialmente fueron grabadas utilizando ácido clorhídrico 15% en gel (Icon etch®) durante 2 minutos (Figura 10). Posteriormente, se lavó el gel durante 30 segundos utilizando un chorro de agua de la jeringa trifuncional. Tras grabar la lesión se desecó mediante la aplicación de etanol (Icon Dry®) durante 30 segundos y se seca con aire proveniente de la jeringa trifuncional, luego, la superficie se

tiñó con rodamina B o Tetraethylrhodamina (Rodamina B – C.1.45170 marca MERCK) por 12 horas (Figuras 11 y 12). Las muestras se lavaron y secaron por 10 segundos y se colocó la resina infiltrante (Icon Infiltrant®), se aplicó sobre la superficie de la lesión y se dejó penetrar por 3 minutos (Figura 13). El exceso de material se eliminó utilizando un rollo de algodón y se realizó la fotopolimerización con lámpara LED durante 40 segundos (Litex 696, marca Dentamerica). La aplicación de infiltrante se repite para minimizar la porosidad del esmalte y se volvió a fotopolimerizar por 40 segundos más.

Se realizó la sección del diente en forma perpendicular con disco de diamante (930D marca JOTA) para luego extraer muestras de 2 mm de grosor (Figuras 14, 15, 16). El colorante de rodamina sin fijar se eliminó por inmersión en peróxido de hidrógeno al 30% durante 12 horas a 37 °C (Figura 17). Posteriormente se lavaron las muestras con agua durante 1 minuto y se lijaron con papel abrasivo número 1200, 2000, 3000 y 5000 (marca 3M) utilizados en esa secuencia para eliminar las estructuras porosas de la superficie de corte (Figura 18). Las muestras se sumergieron en solución de fluoresceína 5-isotiocianato (FITC marca MERCK) durante 3 minutos y posteriormente se lavaron con agua desionizada durante 10 segundos y se fijaron sobre el portaobjetos (Figura 19).

#### *Microscopía confocal láser*

Las muestras se observaron con un microscopio confocal láser (Fluoview FV 1000 marca OLIMPUS) utilizando un objetivo 10x en el modo de fluorescencia dual. Se midió la profundidad máxima de penetración alcanzada por la resina infiltrante determinada por el punto más profundo alcanzado por la rodamina B (Figuras 20, 21, 22, 23).





Figura 7. Piezas dentales utilizadas.



Figura 8. Solución de desmineralización empleada para crear la lesión artificial de caries.

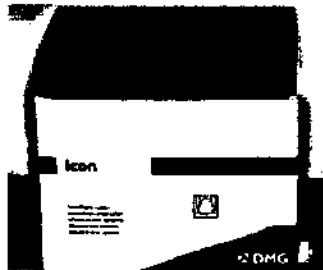


Figura 9. Kit de resina infiltrante Icon utilizado en el estudio.

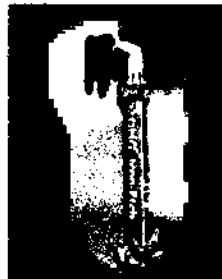


Figura 10. Aplicación de Icon-Etch.



Figura 11. Aplicación de Icon-Dry.

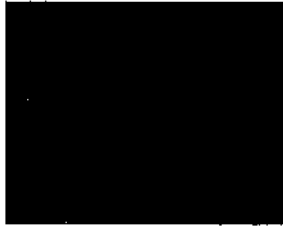


Figura 12. Tinte Rodamina B.

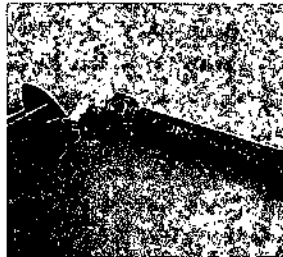


Figura 13. Aplicación de resina infiltrante.



Figura 14. Disco de diamante utilizado para seccionar la pieza dental.



Figura 15. Diente seccionado.

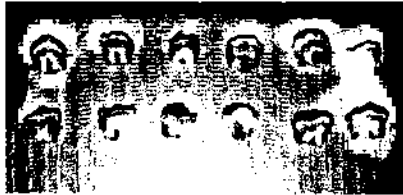


Figura 16. Muestras de piezas dentales preparadas.



Figura 17. Muestras sumergidas en Peróxido de hidrógeno 30%.



Figura 18. Papel abrasivo #2000.



Figura 19. Solución de fluoresceína 5-isotiocianato (FITC).



Figura 20. Observación de muestras al microscopio confocal láser.



Figura 21. Imagen obtenida de cuerpo de prueba #4 mediante microscopía confocal láser.



Figura 22. Imagen obtenida de cuerpo de prueba #6 mediante microscopía confocal láser.



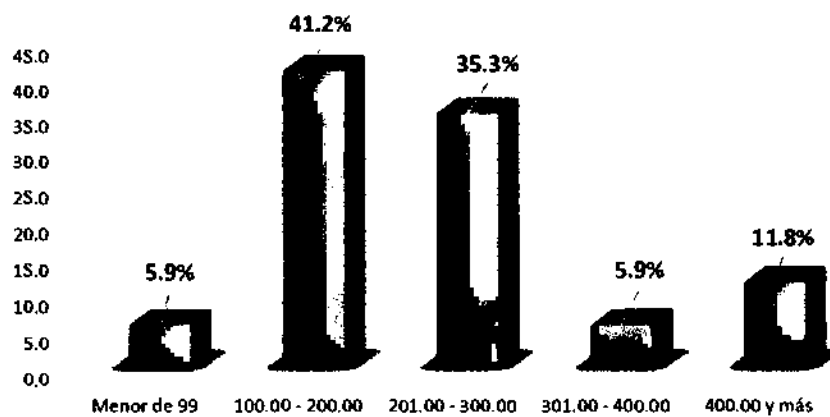
Figura 23. Imagen obtenida de cuerpo de prueba #9 mediante microscopía confocal láser.

## Resultados

Cuerpos de prueba	Profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante ( $\mu\text{m}$ )
1	200
2	680
3	150
4	292
5	144
6	204
7	75
8	226
9	227
10	202
11	412
12	106
13	260
14	154
15	194
16	193
17	312

**Tabla 1.** Registro de profundidades máximas de penetración registradas en los cuerpos de prueba.

**Gráfica 1. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE PENETRACIÓN DE LA RESINA INFILTRANTE**



### Descripción de los resultados

Una vez recabados los datos los mismos fueron presentados mediante cuadros y gráficas con sus respectivos análisis, posteriormente se comprobaron las hipótesis de la investigación.

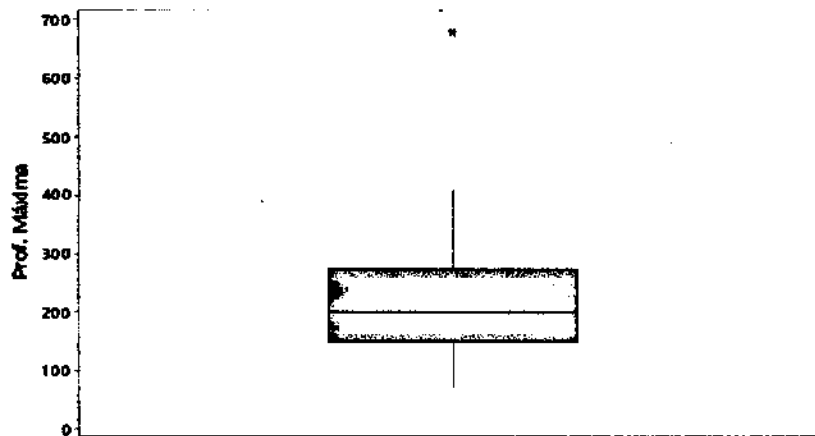
**Cuadro 1. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE PENETRACIÓN DE LA RESINA INFILTRANTE**

Profundidad Máxima ( $\mu\text{m}$ )	Total	
	Número	%
Total.....	17	100.0
Menor de 99.....	1	5.9
100.00 - 200.00.....	7	41.2
201.00 - 300.00.....	6	35.3
301.00 - 400.00.....	1	5.9
400.00 y más.....	2	11.8

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 1, podemos observar la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante en nuestro estudio, apreciándose que la mayor parte (41.2%) se concentraba en el intervalo de profundidad de 100 a 200  $\mu\text{m}$ , le sigue en orden de importancia con el 35.3% el intervalo de 201 a 300  $\mu\text{m}$ , mientras que el 11.8% de los casos la profundidad máxima era de 400  $\mu\text{m}$  y más.

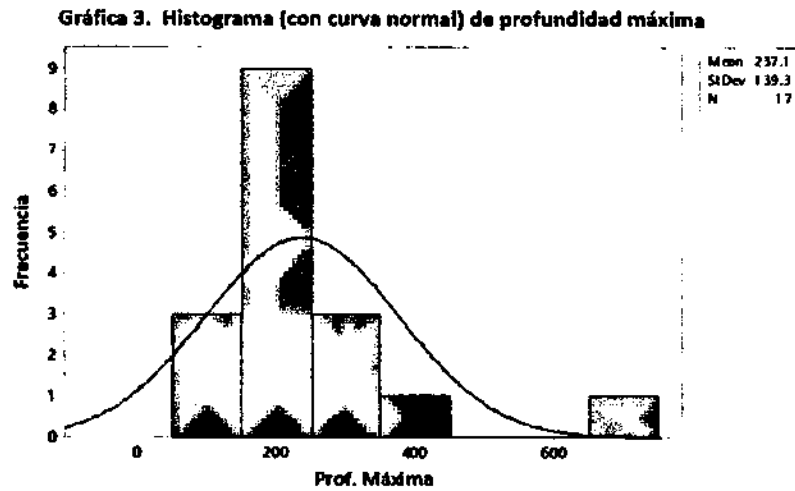
**Gráfica 2. Diagrama de caja de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante**



En la gráfica 2, podemos observar el diagrama de caja que nos indica lo siguiente:

- El cuartil 1, indica que el 25% de los datos es menor que o igual 152 µm.
- El cuartil 3, indica que el 75% de los datos es menor que o igual a 276 µm.
- El bigote de la inferior (Xmín, Q<sub>1</sub>) es más corto que el superior, por ello el 25% de las profundidades de penetraciones más pequeñas están más concentradas que el 25% de los mayores.
- La parte superior de la caja es mayor que la de la inferior, ello quiere decir que la profundidad máxima de penetración de la resina comprendida entre el 50% y el 75% de la población está más dispersa que entre el 25% y el 50%.
- Se encontró un solo valor atípico de 680 µm.





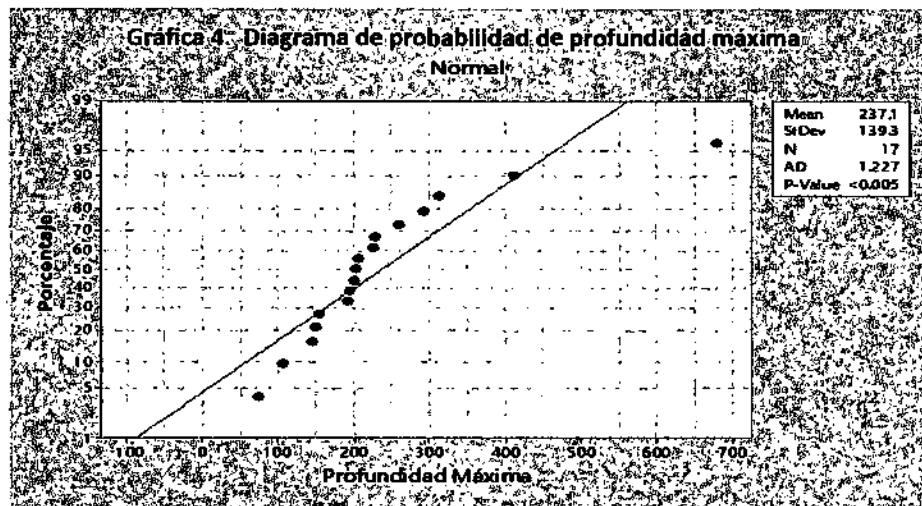
#### Estadística descriptiva: Profundidad Máxima

Variable	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Prof. Máxima	237.1	33.8	139.3	75.0	152.0	202.0	276.0	680.0
Asimetría	2.20							
Variable	Kurtosis							
Prof. Máxima	6.18							

En la gráfica 3 puede apreciarse que la profundidad máxima de menor valor registrada fue de 75  $\mu\text{m}$  y la máxima fue de 680  $\mu\text{m}$ . La profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante promedio es de 237.1  $\mu\text{m}$ ; con una desviación típica de 139.3. En el 50% de las medidas tomadas su profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es superior a los 202  $\mu\text{m}$  (valor de la mediana) y el restante 50% se sitúa por debajo de este valor. La asimetría obtenida fue positiva y es indicativa de la distribución de la profundidad máxima de penetración de la resina está hacia el lado izquierdo de la curva (por debajo de la media; la curtosis positiva señala que la distribución de las mediciones tiende a ser puntiaguda (*Leptocúrtica*). (Ver Gráfica 3).

### Comprobación de la hipótesis

El t-test de student (cuando la varianza es desconocida) es basado en el supuesto que los datos provienen de una distribución normal, los datos son continuos y la muestra es tomada en forma aleatoria de la población.



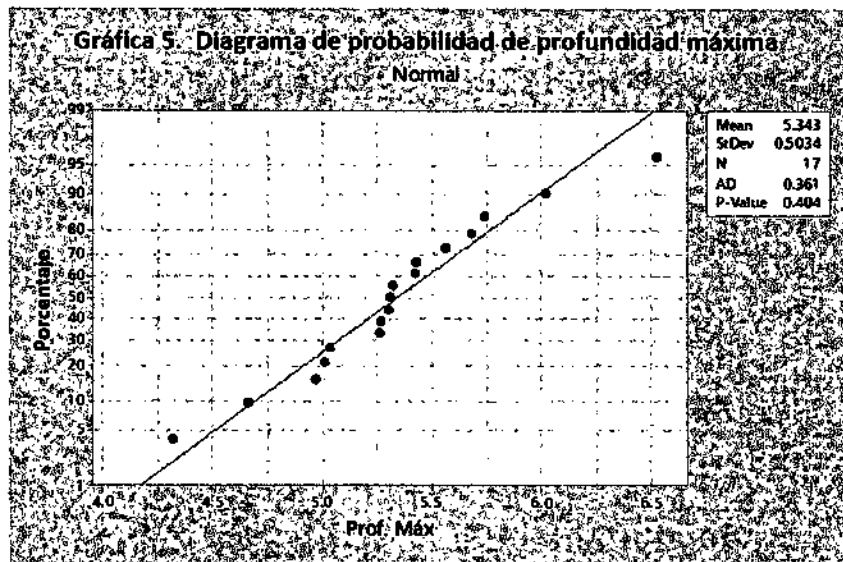
Con la gráfica 4, podemos corroborar la hipótesis de normalidad de los datos para ello plantearemos la siguiente hipótesis.

$H_0$ : Los datos provienen de una distribución normal.

$H_1$ : Los datos que se presentan tienen una distribución asimétrica.

Puesto como se observa en la gráfica 3, los puntos se alejan de la línea recta y el  $p < 0.005$ , luego entonces se rechaza  $H_0$ .

Sin embargo, como la muestra es pequeña puede producirse esta situación, por lo cual, haremos una transformación logarítmica de los datos, lo que nos arrojó el siguiente resultado:



Puesto como se observa en la gráfica 5, los puntos se acercan a la línea recta y el  $p < 0.404$ , luego entonces se acepta  $H_0$ . Es decir, los datos provienen de una distribución normal. Luego podemos proceder a corroborar la hipótesis.

#### **Hipótesis 1:**

Como queremos ver si en la población de la que proceden estos datos el valor del parámetro medio es de 160, contrastaremos las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La media de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es igual a 160  $\mu\text{m}$ .

$H_1$ : La media de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es diferente de 160  $\mu\text{m}$ .

**Tabla 2. Prueba para una muestra**

	Valor de prueba = 160					
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Profundidad Máxima	2.283	16	.036	77.11765	5.5214	148.7139

Los datos de la salida presentado en la tabla anterior arrojan lo siguiente: el  $p=0.036 < 0.05$ , por lo cual no podemos aceptar la hipótesis nula y podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es diferente de 160  $\mu\text{m}$ .

#### **Hipótesis 2:**

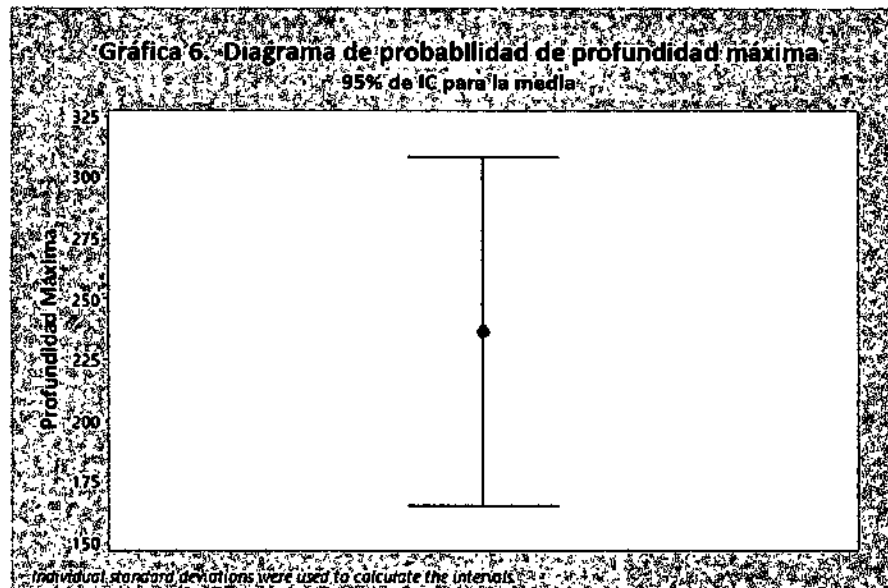
Como queremos ver si en la población de la que proceden estos datos el valor del parámetro medio es mayor 160, contrataremos las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La media de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es igual a 160  $\mu\text{m}$ .

$H_1$ : La media de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es mayor de 160  $\mu\text{m}$ .

En cuanto a saber si la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es menor o mayor que 160  $\mu\text{m}$ , nos fijaremos en el intervalo de confianza  $\mu-160$  (Ver tabla 1.) Vemos que los dos límites son positivos, luego  $\mu-160 > 0$ , o, lo que es lo mismo  $\mu > 160$ . Luego entonces, la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante es mayor de 160  $\mu\text{m}$ .

### Intervalo de confianza



La media muestral y la desviación estándar para los datos dados son:

$$\bar{X} = 237.1 \text{ y } s = 139.3$$

En la tabla se encuentra que  $t_{0.025} = 2.1199$  con 16 grados de libertad, de aquí, el intervalo de confianza de 95% de confianza de  $\mu$  es:

$$237.1 - (2.1199) \left( \frac{139.3}{\sqrt{17}} \right) < \mu < 237.1 + (2.1199) \left( \frac{139.3}{\sqrt{17}} \right)$$

Con un nivel de confianza del 95% se sabe que el promedio de la profundidad máxima de penetración de la resina infiltrante está entre 165.52 a 308.71  $\mu\text{m}$ .

### Discusión

Los resultados de este estudio *in vitro* cuya finalidad era demostrar la penetración de las resinas infiltrantes (Icon® de DMG) dentro de lesiones artificiales de caries en esmalte, fue confirmada y también se lograron obtener datos estadísticos relacionados a la profundidad de la penetración de la resina en mención, específicamente presentando una media de 237  $\mu\text{m}$ . El motivo por el cual surgió la inquietud de realizar esta investigación fue que las resinas infiltrantes constituyen un método revolucionario e innovador dentro de las opciones de tratamientos mínimamente invasivos para tratar las lesiones cariosas en sus etapas iniciales. Asimismo, debido al poco tiempo de disponibilidad en nuestro mercado centroamericano, se amerita realizar estudios autóctonos para contrastarlos con los resultados obtenidos en otras latitudes.

GUGNANI N. et al. (2012)<sup>39</sup> sostiene que el kit de Icon® de DMG utilizado en esta técnica consiste en resinas fotocurables que están optimizadas para una rápida penetración en las estructuras capilares del cuerpo de la lesión en una caries incipiente en esmalte. Estos materiales exhiben una muy baja viscosidad, bajo ángulo de contacto con el esmalte y baja tensión superficial. Estas propiedades son importantes para una completa profundidad de penetración de la resina dentro de la lesión.

El protocolo de descalcificación para crear las lesiones artificiales de caries en este estudio se asemeja (en cuanto a los componentes utilizados) al utilizado por SUBRAMANIAN P. et al (2014)<sup>33</sup>, realizando una pequeña modificación en cuanto al tiempo de exposición que pasan las muestras dentro de la solución desmineralizante de 4

días (como lo sugiere el estudio) a ser de 7 días, ya que los resultados obtenidos con los primeros cuerpos de prueba utilizados, revelaron una pobre desmineralización en las zonas deseadas. Es por esta razón que TEN CATE J. et al (2008)<sup>19</sup> resalta que varios trabajos que producen modelos artificiales para generar lesiones cariosas utilizan diversos tipos de protocolos, sin tomar en cuenta el tipo de lesión producida con relación al efecto del material preventivo que será probado. Esto resulta ser un punto importante ya que se ha demostrado que el tipo de lesión sí puede influir en la respuesta al tratamiento probado.

En estudios *in vitro* previos como el de PARIS S. et al (2012)<sup>41</sup>, con lesiones artificiales de caries en esmalte se obtuvieron profundidades de penetración  $>300 \mu\text{m}$  utilizando este tipo de resinas y siendo observados bajo un microscopio confocal láser; sin embargo, otro estudio como el de SUBRAMANIAN P. et al (2014)<sup>33</sup>, arrojó resultados de  $6.06 \pm 3.32 \mu\text{m}$  utilizando estereomicroscopio a una magnificación de 80x. Debemos tener en cuenta que estos valores tan diferentes pueden estar asociados a variaciones en la metodología empleada. Por tales motivos, y en aras de someter a estas resinas infiltrantes a una evaluación distinta de las realizadas anteriormente en cuanto a los protocolos utilizados (principalmente el de desmineralización) logramos obtener resultados aceptables en cuanto a la profundidad de penetración de las mismas, específicamente se tomó como valor de referencia para la validación de la hipótesis el de  $160 \mu\text{m}$  dado que en estudios previos como el de PARIS S. et al (2007)<sup>40</sup> en el que se utilizaron adhesivos dentinarios por la similitud en cuanto a fluidez con las resinas infiltrantes, obtuvieron una profundidad media de penetración de sólo  $94 \mu\text{m}$ ; siendo superada en nuestro estudio en más del doble de ese valor. En otro estudio que se realizó en lesiones cariosas naturales indicadas para este tipo de tratamiento mínimamente invasivo clasificadas dentro de ICDAS 2, se

obtuvieron profundidades promedio de penetración de 286  $\mu\text{m}$ . Este tipo de variaciones en cuanto a los resultados obtenidos dejan ver lo difícil que resulta estandarizar un protocolo de desmineralización ideal para este tipo de estudios.

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, el concepto inicial de desarrollo de las resinas infiltrantes iba dirigido hacia el tratamiento de las lesiones proximales de caries no cavitadas en las cuales resulta (por un tema de accesibilidad) más complicado realizar tratamientos como el de la remineralización terapéutica. Debido a los buenos resultados que se empiezan a obtener en las zonas proximales, surgen como una opción de tratamiento para las lesiones de manchas blancas y fluorosis en las superficies vestibulares, constituyéndose así en una variante válida de la técnica de infiltración con resinas. Así lo destaca PARIS S. et al. (2013)<sup>30</sup> que demostraron que la resina infiltrante enmascaraba de manera confiable las lesiones artificiales de caries *in vitro* y que las lesiones pulidas infiltradas demostraron ser resistentes a las influencias de los pigmentos aplicados. Dentro de sus resultados encuentran que hay una correlación moderada entre los índices de refracción de las resinas infiltrantes y el éxito del enmascaramiento, pero los factores clínicos (profundidad y actividad de la lesión, infiltración completa, color de la resina) pueden ser más importantes. TIRLET G. et al (2013)<sup>42</sup> realizó una ligera modificación a la técnica convencional de uso de las resinas Icon de DMG para tratar lesiones hipoplásicas y de fluorosis en el esmalte dental. En el caso de las hipoplasias reporta la realización previa de blanqueamiento dental ambulatorio con peróxido de carbamida al 10%, luego de 2 semanas de haber concluido, se llevó a cabo la infiltración de las lesiones con Icon® de DMG pero realizando hasta 3 aplicaciones de Icon Etch por 2 minutos para luego continuar con el protocolo convencional de aplicación de la resina infiltrante para así lograr



desaparecer este tipo de lesiones que anteriormente se hubiera tenido que remover de una manera más agresiva. Realizó seguimiento a los 6, 12, 15 y 18 meses, obteniendo como resultados estables en cuanto a la desaparición de las hipoplasias. Otro estudio de seguimiento *in vivo* a lo largo de 12 meses en el tratamiento de lesiones de manchas blancas post-ortodoncia es el realizado por EICKSTEIN A. et al (2015)<sup>43</sup> en el que evalúan las características ópticas, como son el color y la luminosidad del esmalte dental, luego de realizarse el tratamiento de aplicación de resina infiltrante en dichas lesiones, arrojando como resultado una mejoría en cuanto a dichas propiedades ópticas, constituyéndose así en un tratamiento eficaz y duradero que puede ser recomendado como camuflaje en las lesiones de manchas blancas post-ortodoncia.

Continuando en esta misma línea en lo referente al tratamiento de lesiones de manchas blancas, PAULA A. et al (2017)<sup>44</sup> realizaron una extensa revisión sistemática (273 publicaciones) en la que evaluaron los diferentes compuestos utilizados para el tratamiento de dichas lesiones, encontrando que, en el caso de las resinas infiltrantes (Icon® DMG) resultan ser un tratamiento predecible y que mejora significativamente la estética en la mayoría de los dientes.

Lograr obtener una estética dental agradable en el sector anterior, suele ser un desafío en pacientes que tienen lesiones de manchas blancas, hipoplasias o fluorosis. Encontrar un protocolo ideal para el tratamiento de estas afecciones forma parte de los retos a los que nos enfrentamos en esta tendencia de odontología mínimamente invasiva. Por tales motivos, encontramos algunos estudios como el de GUGNANI N. et al (2017)<sup>45</sup> que trata de la utilización de las resinas infiltrantes modificando los tiempos de grabado ácido

y de aplicación de las resinas o también asociándolas a tratamientos previos como el blanqueamiento dental con geles de peróxido de hidrógeno al 35% para mejorar el aspecto de lesiones hipoplásicas y fluorosis dental, obteniendo mejores resultados en términos de cambio en la estética y mejora en las manchas que al tratarlas sólo con blanqueamiento dental. Debemos tener en cuenta que en el caso específico de la fluorosis, dichas resinas se pueden aplicar siempre y cuando no haya cavitación. Estos resultados contribuyen a apoyar a los profesionales a orientar sus planes de tratamiento hacia la conservación de la estructura dental mediante la aplicación de este tipo de técnicas micro-invasivas.

Dentro de algunas de las variaciones a las que ha sido sometida esta técnica de infiltración con resinas al momento de compararlas con las aplicaciones de barnices de flúor o asociarlas a las mismas, aparecen en la literatura publicaciones como las de EKSTRAND K. et al. (2010)<sup>46</sup> y TURSKA-SZYBKA A. et al. (2016)<sup>47</sup> en las que se obtienen resultados concluyentes de estudios de seguimiento clínico por 1 año en el que coinciden en aseverar que al evaluar clínicamente y radiográficamente, en término de la reducción de la progresión de la lesión, fue más efectiva la asociación de resina infiltrante y barniz de flúor que sólo la aplicación del barniz de flúor. Entre tanto otros autores como OZGUL B. et al. (2015)<sup>48</sup> destaca la versatilidad de estas resinas, sin embargo, los efectos sinérgicos de estos materiales deberían evaluarse adicionalmente, *in vitro* e *in vivo*, en estudios con muestras mucho más grandes.

Una de las innovaciones en las que se están utilizando las resinas infiltrantes es en su utilización para tratar de reemplazar los sellantes de fosas y fisuras, y por ello se están realizando comparaciones entre estos materiales, de las cuales podemos resaltar

publicaciones como la de PARIS S. et al. (2014)<sup>49</sup> que nos dice que para las superficies dentales sanas (ICDAS 0) y las lesiones poco profundas de manchas blancas (ICDAS 1), el sellante de fisuras y la resina infiltrante demuestran capacidades similares de penetración en las lesiones. Sin embargo, en las manchas blancas no cavitadas (ICDAS 2) el sellante convencional de fisuras resulta solo con una penetración superficial de la resina en el cuerpo de la lesión de las caries de fosas y fisuras, mientras tanto que la resina infiltrante da como resultado una penetración de resina considerablemente más profunda y por consiguiente se constituye en un tratamiento que podría dar como resultado clínico, habilidades superiores para detener la progresión de la caries. Otros estudios como el de LAUSCH J. et al (2017)<sup>50</sup> tenían por finalidad evaluar tres modalidades de tratamiento (resina infiltrante, resina infiltrante con microrelleno y una combinación infiltrante-sellante convencional) con respecto a sus capacidades para penetrar las lesiones cariosas clasificadas por los códigos ICDAS para colocar en fosas y fisuras, concluyendo que parece ser adecuado el uso de la resina infiltrante con microrelleno debido a que presenta una penetración adecuada debido a que presenta valores similares al de la resina infiltrante por sí sola. Por lo tanto, la resina infiltrante con microrelleno parece combinar las ventajas del sellado y el procedimiento de infiltración.

En cuanto a la efectividad de las resinas infiltrantes, se han realizado revisiones sistemáticas como la de DOMÉJEAN S. et al. (2015)<sup>51</sup> en donde aseveran que el uso de resinas infiltrantes para detener la progresión de las lesiones de caries no cavitadas es alentador. Sin embargo, se requieren ensayos clínicos a largo plazo y de elevada calidad, preferiblemente en entornos donde se practique la odontología general para confirmar la eficacia de estas resinas en dientes deciduos y permanentes. Otras publicaciones como la

de BORGES A. et al. (2017)<sup>52</sup> concluyen que la técnica de resinas infiltrantes parecen ser una opción factible para el enmascaramiento del color de las lesiones blancas del esmalte dental, siendo efectivas tanto para su uso en lesiones de mancha blanca como para el uso en defectos del desarrollo del esmalte dental. La efectividad de las mismas se basa en que su índice de refracción es de 1.46 que es muy similar al del esmalte de 1.62-1.65. Sin embargo, no hay pruebas sólidas que respalden la recomendación clínica de la técnica. Se deben abordar otros ensayos aleatorios controlados a largo plazo, con un tamaño de muestra más grande y un tiempo de seguimiento más prolongado para aumentar esta evidencia.

Cuando se trata de la eficacia en pacientes, se reportan estudios con el uso de resinas infiltrantes como el de SCHWENDICKE F. et al (2015)<sup>53</sup> en el que la misma fue ligeramente mayor en personas de alto riesgo en comparación con personas de bajo riesgo, aunque este efecto podría nivelarse con periodos de seguimiento más largos, no obstante, la relación costo-efectividad de la infiltración de caries proximal aún parece ser alta para ambos grupos de riesgo.

Para el tratamiento de lesiones proximales, en reportes de seguimiento clínico de hasta 18 meses realizados por MEYER-LUECKEL H. et al (2016)<sup>54</sup>, muestran que la infiltración de caries proximales resulta ser un método eficaz para dificultar la progresión de lesiones proximales no cavitadas que se extienden radiográficamente en la mitad interna del esmalte hasta el tercio externo de la dentina y debe considerarse como una alternativa viable a las intervenciones no invasivas e invasivas.

La aplicación de resinas infiltrantes (Icon<sup>®</sup> de DMG) evitan el uso de la pieza de mano de alta velocidad, lo que mejora la aceptación de gran parte de los pacientes al

tratamiento. Además, es prácticamente indoloro ya que no requiere anestesia y la duración del tratamiento es predecible; por lo tanto, afecta positivamente el cumplimiento de los pacientes. También evita las visitas periódicas, como sí debe hacerlo cuando se tratan este tipo de lesiones con aplicaciones tópicas de flúor, ya que es un procedimiento que se realiza en una sesión única. Este tipo de tratamientos le permite al profesional tratar específicamente las lesiones cariosas en sus etapas iniciales sin la necesidad de realizar preparaciones cavitarias, de esta manera se protege y preserva por completo el tejido dental que rodea la lesión, cumpliendo así con las premisas de la odontología mínimamente invasiva<sup>30</sup>.

La utilización de resina infiltrante Icon® se constituye en una buena alternativa de tratamiento microinvasivo, el cual logra controlar el proceso de caries preservando la estructura dental sin que el diente entre en el “ciclo restaurativo”, respetando así las estructuras dentarias vecinas<sup>55</sup>.

En lo referente a la estabilidad estética de estas resinas infiltrantes, podemos referirnos al estudio de REY N. et al (2014)<sup>56</sup> que se encargó de valorar *in vitro* la susceptibilidad a la tinción al exponerlas a largo plazo a diversos agentes de tinción (café, té y vino tinto) y comparándolo con diversos adhesivos dentinarios (Clearfil SE de Kuraray, Heliobond de Ivoclar Vivadent, Optibond FL de Kerr y Scotch bond Universal de 3M); arrojando como resultado una mayor susceptibilidad a la tinción a largo plazo del Icon® de DMG, dato importante que debe conocer el clínico al utilizar este tipo de resinas, específicamente cuando se realizan en caras vestibulares del sector anterior y por las cuales

deberá realizar seguimiento periódico con registro fotográfico para controlar dichas zonas de elevada demanda estética.

Para poder obtener resultados óptimos al utilizar esta técnica, se recomienda seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante para el protocolo clínico de uso de Icon®<sup>31</sup>

1. Profilaxis dental.
2. Colocar dique de goma.
3. Separación dental mecánica (si la lesión es interproximal).
4. Aplicar Icon® etch, esperar 2 minutos, enjuague con agua por 30 segundos y seque.
5. Coloque Icon® dry, esperar 30 segundos, seque.
6. Aplique Icon® infiltrant, espere 3 minutos.
7. Fotopolimerice por 40 segundos.
8. Nuevamente aplicar Icon® infiltrant, espere 1 minuto.
9. Fotopolimerice por 40 segundos.

### Conclusiones

El presente estudio *in vitro* nos permite concluir que la resina infiltrante Icon® de DMG logra penetrar eficientemente en las lesiones cariosas en sus estadios iniciales, constituyéndose en un método promisorio para detener la progresión de las mismas. Así nos proporciona, una alternativa terapéutica de mínima invasión al órgano dental, por ende se puede utilizar como una opción indolora y eficaz para tratar las lesiones incipientes de caries en el esmalte dental.

En cuanto a la creación de lesiones artificiales de caries, debemos tener en cuenta que hay diversos factores que deben ser considerados como lo son el pH, tipo de ácido, grado de saturación de minerales, viscosidad, tiempo de exposición, entre otros; que dificultan el establecimiento de un modelo ideal de desmineralización, y que puede ocasionar la obtención de resultados erróneos al momento de exponerse a diversos materiales o técnicas restauradoras. En el caso de este estudio se realizó una modificación en el tiempo de exposición de las muestras a la solución desmineralizante, que tuvo un impacto positivo en la generación de la lesión.

La infiltración de resinas en lesiones cariosas no cavitadas tanto en dientes temporales como en permanentes requiere de una mayor cantidad de estudios *in vivo* de seguimiento clínico a largo plazo, para así lograr una mayor validación como tratamiento mínimamente invasivo duradero, estable y eficiente.

### **Recomendaciones**

Realizar un diagnóstico adecuado, valiéndose de todas las herramientas necesarias (buena iluminación, radiografías e instrumental), para clasificar la lesión cariosa incipiente y así determinar la viabilidad del tratamiento con resina infiltrante.

Dar un seguimiento periódico para realizar controles a los pacientes que se le aplica esta innovadora técnica, para así obtener registros autóctonos del éxito y durabilidad ya de estudios *in vivo* de este material como lo reporta cierta literatura científica en otras latitudes.



### Referencias Bibliográficas

1. Barrancos Mooney J, Barrancos P. *Operatoria dental – Integración clínica*. 4a ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana S.A. 2006.
2. Lasfargues J, Bonte E, Guerrieri A, Fezzani L. Minimal intervention dentistry: part 6. Caries inhibition by resin infiltration. *Br Dent J*. 2013;214:53–59. PubMed PMID: 23348449.
3. Bullen M. Tratamiento de remineralización terapéutica de manchas blancas. *Revista contacto científico – Facultad de odontología de la universidad de Panamá*. 2011. Disponible en: [https://docs.wixstatic.com/ugd/1d6165\\_40292f17fda44132863071f21086677a.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/1d6165_40292f17fda44132863071f21086677a.pdf)
4. Gutiérrez B, Planells P. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries. *Cient Dent* 2010;7;3:183-191. Disponible en: <http://www.coem.org.es/sites/default/files/revista/cientifica/vol7-n3/19-27.pdf>
5. Kugel G, Arsenault P, Papas A. Treatment modalities for caries management, including a new resin infiltration system. *Compend Contin Educ Dent*. 2009;3:1–10. PubMed PMID: 19894293.
6. Cedillo JJ, Cedillo JE. Resinas infiltrantes, una novedosa opción para las lesiones de caries no cavitadas en esmalte. *Revista ADM*. 2012;69(1):38-45. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2012/od121j.pdf>
7. Pitts N, Zero D, Marsh P, Ekstrand K, Weintraub J, Ramos-Gomez F, Tagami J, Twetman S, Tsakos G, Ismail A. Dental caries. *Nature Reviews Disease Primers* volume 3, Article number: 17030 (2017). <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.30>.
8. Guerrieri A, Gaucher C, Bonte E, Lasfarues J. Minimal intervention dentistry: part 4. Detection and diagnosis of initial caries lesions. *British Dental Journal* 2012; 213: 551-557. Pubmed PMID: 23222326.

9. Hujoel PP, Lingstrom P. Nutrition, dental caries and periodontal disease: a narrative review. *J Clin Periodontol* 2017; 44 (Suppl. 18): S79–S84. Pubmed PMID: 28266117.
10. Pretty IA. Caries detection and diagnostics: Noval Technologies. *Journal of Dentistry* 2006;34:727-39. Pubmed PMID: 16901606.
11. Meyer-Lueckel H, Paris S, Ekstrand K. Manejo de la caries: ciencia y práctica clínica. Amolca. 2015.
12. Consolaro A. Carie dentaria histopatología e correlaces clínico- radiográficas. Ira ed. Bauru: Consolaro Editora; 1996.
13. Cerón-Bastidas XA. El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. *Rev. CES Odont* 2015; 28(2):100-109. Disponible en: <http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/1222/1/PDF%20El%20sistema%20ICDAS%20como%20metodo%20complementario%20para%20el%20diagn%C3%B3stico%20de%20caries%20dental.pdf>
14. Braga M, Oliveira L, Bonini G, Bõnecker M, Mendes F. Feasibility of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II) in epidemiological surveys and comparability with standard world health organization criteria. *Caries Res* 2009;43:245-49. Pubmed PMID: 19439944.
15. Criteria Manual: International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II). International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) Coordinating Committee. Workshop held in Baltimore, Maryland, March 12th-14th 2005. Updated Bogota December 8-11th 2008.
16. Magalhães A, Moron B, Comar L, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf M. Comparison of cross-sectional hardness and transverse microradiography of artificial carious enamel lesions induced by different demineralising solutions and gels. *Caries research*, 2009;43(6):474-483.
17. Featherstone J. Modeling the caries – inhibitory effects of dental materials. *Dent Mat* 1996;12:194-7. Pubmed PMID: 9002863.
18. Kielbassa A, Oeschger U, Schulte-Monting J, Meyer-Lueckel H. Microradiographic study on the effects of salivary proteins on in vitro

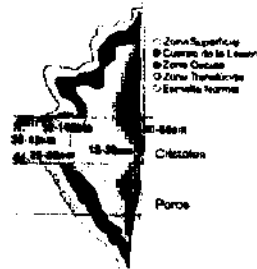
- demineralization of bovine enamel. *J Oral Rehabil.* 2005;32(2):90-6. Pubmed PMID: 15641973.
19. Ten Cate J, Buijs M, Miller C, Exterkate R. Elevated fluoride products enhance remineralization of advanced enamel lesions. *J Dent Res.* 2008 Oct;87(10):943-7. Pubmed PMID: 18809748.
  20. Buzalaf M, Hannas A, Magalhães A, Rios D, Honório H, Delbem A. pH-cycling models for in vitro evaluation of the efficacy of fluoridated dentifrices for caries control: strengths and limitations. *J Appl Oral Sci.* 2010 Jul-Aug;18(4):316-34. Pubmed PMID: 20835565.
  21. Featherstone J. Consensus Conference on Intra-oral Models: Evaluation Techniques. *J Dent Res.* 1992; 71 (Spec No): 955-956. Pubmed PMID: 1592995.
  22. Zero D. In situ caries models. *Adv Dent Res.* 1995;9(3):214-30. Pubmed PMID: 8615944.
  23. Freedman G. *Odontología estética contemporánea. Tomo I.* AMOLCA S.A. 2015.
  24. Scougall-Vilchis, RJ, Hotta, Y, Hotta, M, Idono, T, Yamamoto, K. Examination of composite resins with electron microscopy, microhardness tester and energy dispersive X-ray microanalyzer. *Dental materials journal*, 2009;28(1):102-112.
  25. Geissberger M. *Odontología estética en la práctica clínica.* Amolca S.A. 2012.
  26. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration-a clinical report. *Quintessence Int.* 2008;40(9):713-718. PubMed PMID: 19862396.
  27. Kielbassa A, Paris S, Lussi A, Meyer-Lueckel H. Evaluation of cavitations in proximal caries lesions at various magnification levels in vitro. *J Dent.* 2006;34:817-822. PubMed PMID: 16730403.
  28. Meyer-Lueckel H, Paris S. Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res.* 2008;87:1112-1126. PubMed PMID: 19029077.
  29. Ekstrand K, Bakhshandeh A, Martignon S. Treatment of proximal superficial caries lesions on primary molar teeth with resin infiltration and fluoride varnish versus fluoride varnish only: efficacy after 1 year. *Caries Res.* 2010;44(1):41-6. PubMed PMID: 22257664.

30. Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dorfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent.* 2013;41(5):e28-e34. PubMed PMID: 23583919.
31. DMG America Home Page [Internet] [Actualizado 2009; citado 12 dic 2014]. Disponible en: <http://www.dmg-america.com/catalog/infiltrant/icon>
32. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa A. Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res.* 2007;41(3):223-30. PubMed PMID: 17426404.
33. Subramaniam P, Girish K, Lakhota D. Evaluation of penetration depth of a commercially available resin infiltrate into artificially created enamel lesions: An *in vitro* study. *J Conserv Dent.* 2014;17:146-9. PubMed PMID: 24778511.
34. Meyer-Lueckel H, Bitter K, Paris S. Randomized Controlled Clinical Trial on Proximal Caries Infiltration: Three-Year Follow-Up. *Caries Res.* 2012;46:544-548. PubMed PMID: 22922306.
35. Taher N, Alkhamis H, Dowaidi S. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An *in vitro* study. *Saudi Dent J.* 2012;24:79-84. PubMed PMID: 23960533.
36. Torres C, Rosa P, Ferreira N, Borges A. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on microhardness of enamel carious lesions. *Operative Dentistry.* 2012;37:363-9. Pubmed PMID: 22335304.
37. Paris S, Schwendicke F, Seddig S, Müller WD, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Microhardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *J Dent.* 2013 Jun;41(6):543-8. Pubmed PMID: 23571098.
38. Sfalcin R, Correr A, Morbidelli L, Araújo T, Feitosa V, Correr-Sobrinho L, Watson T, Sauro S. Influence of bioactive particles on the chemical-mechanical properties of experimental enamel resin infiltrants. *Clin Oral Investig.* 2017 Jul;21(6):2143-2151. Pubmed PMID: 27838844.

39. Gugnani N, Pandit IK, Gupta M, Josan R. Caries infiltration of non-cavitated white spot lesions: A novel approach for immediate esthetic improvement. *Contemp Clin Dent* 2012;3:S199-202. PubMed PMID: PMC3514922.
40. Paris S, Meyer-Lueckel H, Colfen H, Kielhassa AM. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J* 2007;26:582-588. PubMed PMID: 17886464.
41. Paris S; Soviero VM; Seddig S; Meyer-Lueckel H. Penetration depths of an infiltrant into proximal caries lesions in primary molars after different application times in vitro. *International Journal Of Paediatric Dentistry [Int J Paediatr Dent]*, ISSN: 1365-263X, 2012 Sep; Vol. 22 (5), pp. 349-55. PubMed PMID: 22151642.
42. Tirtlet G, Chahouis H, Attal J. Infiltration, a new therapy for masking enamel white spots: a 19-month follow-up case series. *Eur J Esthet Dent*. 2013 Summer;8(2):180-90. Pubmed PMID: 23712339.
43. Eckstein A, Helms H, Knösel M. Camouflage effects following resin infiltration of postorthodontic white-spot lesions in vivo: One-year follow-up. *Angle Orthod*. 2015 May;85(3):374-80. Pubmed PMID: 25126675.
44. Paula A, Fernandes A, Coelho A, Marto C, Ferreira M, Caramelo F, do Vale F, Carrilho E. Therapies for White Spot Lesions – A systematic review. *J Evid Based Dent Pract*. 2017 Mar;17(1):23-38. Pubmed PMID: 28259311.
45. Gugnani N, Pandit IK, Gupta M, Gugnani S, Soni S, Goyal V. Comparative evaluation of esthetic changes in nonpitted fluorosis stains when treated with resin infiltration, in-office bleaching, and combination therapies. *J Esthet Restor Dent*. 2017 Sep;29(5):317-324. Pubmed PMID: 28654721.
46. Ekstrand K, Bakhshandeh A, Martignon S. Treatment of proximal superficial caries lesions on primary molar teeth with resin infiltration and fluoride varnish versus fluoride varnish only: efficacy after 1 year. *Caries Res*. 2010;44(1):41-6. Pubmed PMID: 20090327.
47. Turska-Szybka A, Gozdowski D, Mierzwińska-Nastalska E, Olczak-Kowalczyk D. Randomised Clinical Trial on Resin Infiltration and Fluoride Varnish vs Fluoride

- Varnish Treatment Only of Smooth-surface Early Caries Lesions in Deciduous Teeth. *Oral Health Prev Dent.* 2016;14(6):485-491. Pubmed PMID: 27957559.
48. Ozgul B, Orhan K, Oz F. Micro-computed tomographic analysis of progression of artificial enamel lesions in primary and permanent teeth after resin infiltration. *J Oral Sci.* 2015 Sep;57(3):177-83. Pubmed PMID: 26369480.
49. Paris S, Lausch J, Selje T, Dörfer CE, Meyer-Lueckel H. Comparison of sealant and infiltrant penetration into pit and fissure caries lesions in vitro. *J Dent.* 2014 Apr;42(4):432-8. Pubmed PMID: 24444600.
50. Lausch J, Askar H, Paris S, Meyer-Lueckel H. Microfilled resin infiltration of fissure caries lesions in vitro. *J Dent.* 2017 Feb;57:73-76. Pubmed PMID: 28043846.
51. Doméjean S, Ducamp R, Léger S, Holmgren. Resin Infiltration of Non-Cavitated Caries Lesions: A Systematic Review. *Med Princ Pract* 2015;24:216–221. Pubmed PMID: 25661012.
52. Borges A, Caneppele T, Masterson D, Maia L. Is resin infiltration an effective esthetic treatment for enamel development defects and white spot lesions? A systematic review. *J Dent.* 2017 Jan;56:11-18. Pubmed PMID: 27793705.
53. Schwendicke F, Paris S, Stolpe M. Detection and treatment of proximal caries lesions: milieu-specific cost-effectiveness analysis. *J Dent.* 2015 Jun;43(6):647-55. Pubmed PMID: 25862278.
54. Meyer-Lueckel H, Balbach A, Schikowsky C, Bitter K, Paris S. Pragmatic RCT on the Efficacy of Proximal Caries Infiltration. *J Dent Res.* 2016 May;95(5):531-6. Pubmed PMID: 26826108.
55. Marró M, Cabello Ibacache R, Rodríguez Martínez G, Mustakis Truffello A, Urzúa Araya I. Tratamiento de lesiones de caries interproximales mediante el uso de infiltrantes. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral* Vol. 4(3); 134-137, 2011. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/piro/v4n3/art11.pdf>
56. Rey N, Benbachir N, Bortolotto T, Krejci I. Evaluation of the staining potential of a caries infiltrant in comparison to other products. *Dent Mater J.* 2014;33(1):86-91. Pubmed PMID: 24492117.

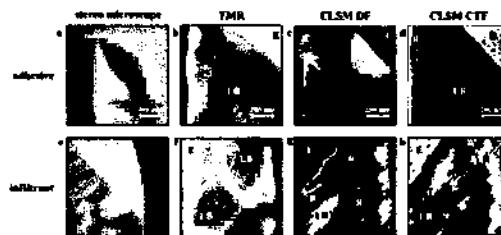
## Anexo



**Figura 1.** Representación esquemática de la lesión cariosa en esmalte no cavitada. Adaptada de Carie Dentaria de Consolaro (1996)<sup>22</sup>.



**Figura 2.** Sellado y la infiltración de lesiones de caries iniciales en el sitio 1 y sitio 2 (a) son dos conceptos terapéuticos diferentes; (b) en el sitio 1, el sellante forma una barrera física en la superficie que priva a las bacterias de los sustratos requeridos. En el sitio 2, infiltrándose el esmalte con resina atrapa las bacterias que han penetrado en el cuerpo de la lesión<sup>20</sup>.



**Figura 3.** Microscopía estereoscópica (ME), microradiografía transversal (TMR), microscopía confocal: CLSM DF (fluorescencia dual) y CLSM CTF (fluorescencia de transmisión combinada) de lesión correspondiente a las superficies de corte de un molar que muestra una lesión de mancha blanca tratados ya sea con un infiltrante (Icon®) o un adhesivo (Excite de Vivadent). Aspectos de las superficies de corte de un molar que muestra una lesión de mancha blanca (a, e), microradiografía (b, f), e imágenes de microscopía confocal (c, d, g, h) de las lesiones infiltradas con resina (E, esmalte sano; LB, cuerpo de la lesión; R, resina infiltrada). Icon® - DMG América<sup>28</sup>.

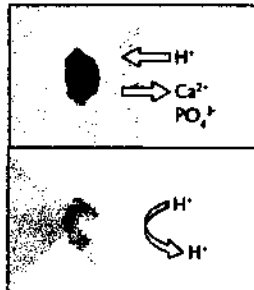


Figura 4. Icon® detiene el proceso de desmineralización<sup>29,30</sup>.

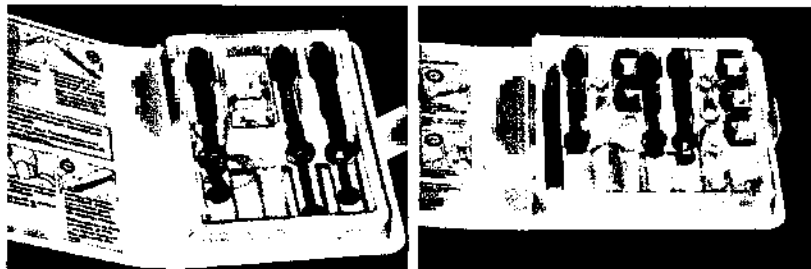


Figura 5. Presentaciones de Icon® DMG.

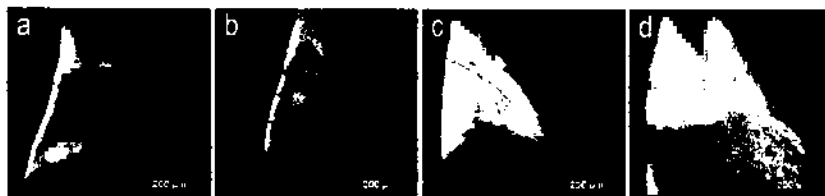


Figura 6. Microscopía láser confocal de barrido: imágenes de lesiones infiltradas. Las porosidades en el esmalte y la dentina se muestran en verde, mientras que partes de lesiones infiltradas aparecen en rojo. El material sólido como el esmalte sano no muestra fluorescencia y se muestra negro. Después de 0,5 (a) y 1 (b) minuto de aplicación se pudo observar sólo la penetración superficial. Después de 3 (c) y 5 (d) minutos de aplicación del infiltrante (Icon®)<sup>31</sup>.

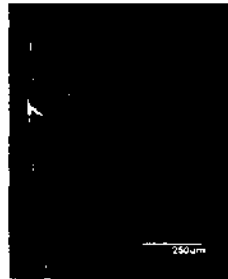


Figura 24. Cuerpo de prueba #1





**Figura 25.** Cuerpo de prueba #2



**Figura 26.** Cuerpo de prueba #3



**Figura 27.** Cuerpo de prueba #4



**Figura 28.** Cuerpo de prueba #5



**Figura 29.** Cuerpo de prueba #6



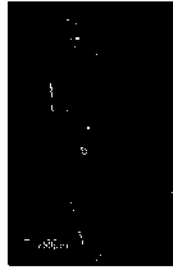
**Figura 30.** Cuerpo de prueba #7



**Figura 31.** Cuerpo de prueba #8



**Figura 32.** Cuerpo de prueba #.



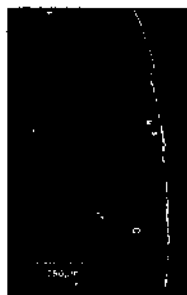
**Figura 33.** Cuerpo de prueba #10



**Figura 34.** Cuerpo de prueba #11



**Figura 35.** Cuerpo de prueba #12



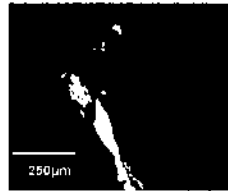
**Figura 36.** Cuerpo de prueba #13



**Figura 37.** Cuerpo de prueba #14



**Figura 38.** Cuerpo de prueba #15



**Figura 39.** Cuerpo de prueba #16



**Figura 40.** Cuerpo de prueba #17