



# Universidad Autónoma de Querétaro

“COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE TRATADO CON DOS  
REMINERALIZANTES EN LESIONES DE MANCHA BLANCA, ESTUDIO IN  
VITRO”

## Tesis

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Diploma de la

**ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA**

Presenta:

M.E. Cintia Verónica Gutiérrez Rangel

Dirigido por:

D. en C. Elisa Rebeca Asencio Rentería



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



"Comparación de la microdureza del esmalte tratado  
con dos remineralizantes en lesiones de mancha  
blanca. Estudio in vitro".

**por**

Cintia Verónica Gutiérrez Rangel

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** MEESC-293310



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Ortodoncia

“Comparación de la microdureza del esmalte tratado con dos remineralizantes en lesiones de mancha blanca, estudio in vitro”.

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la  
Especialidad en Ortodoncia

**Presenta:**

M.E. Cintia Verónica Gutiérrez Rangel

**Dirigido por:**

D. en C. Elisa Rebeca Asencio Rentería

M.E.E.O. Omar Amador Reséndiz

Secretario

M.E.E.O. María de Lourdes Arvizu Valencia

Vocal

M.E.E.O. Claudia Álvarez García

Sinodal

M.E.E.O. Verónica Reyes Reséndiz

Sinodal

Centro Universitario  
Querétaro, Qro. Abril 2023  
México

## Resumen

**Introducción:** La lesión de mancha blanca, se define como el primer signo de lesión cariosa en el esmalte, el cual puede detectarse a simple vista, es más propenso a presentarla un paciente portador de Brackets, debido al inadecuado mecanismo de autolimpieza natural de la boca, favoreciendo al rápido crecimiento de cepas bacterianas, reduciendo el pH intraoral, causando una desmineralización y pérdida de microdureza del esmalte; con el fin de prevenir o disminuir estas lesiones; existen diversas medidas utilizadas en odontología, tales como el barniz de flúor y pastas dentales con vidrio bioactivo y flúor.

**Objetivo:** Determinar con cuál de los dos agentes se pierde menor cantidad de microdureza del esmalte, sometido a un medio ácido, con la pasta dental BIOMIN F de la marca DENTAL KIT o con el barniz de flúor ENAMELAST de la marca ULTRADENT valorado mediante un medidor de microdureza Vickers.

**Material y métodos:** Experimental *in vitro*, 42 primeros y segundos premolares extraídos; divididos en 3 grupos (Biomin F, Enamelast y grupo control) de 14 premolares cada uno, se sometieron a un ciclo de 14 días que consistió en sumergir cada grupo a su respectivo remineralizante (Biomin f, Enamelast y saliva artificial para el grupo control) durante 5 minutos posteriormente se colocaron en saliva artificial durante 21 horas, posteriormente se pasaron 3 horas a un agente desmineralizante, repitiendo este ciclo los 14 días; se midieron las microdurezas antes y después del ciclo para valorar la pérdida de la misma, mediante un medidor de microdureza Vickers (VHN).

**Resultados:** El grupo control obtuvo una pérdida de VHN de  $187.45 \pm 19.33$ , el grupo Enamelast de  $94.16 \pm 11.37$  y el grupo Biomin F de  $78.55 \pm 12.14$ .

**Conclusiones:** Se realizaron las pruebas de Anova y Tuckey's en las cuales se determinó que el grupo Biomin F, perdió menos microdureza que el grupo Enamelast, sin embargo, esta diferencia no fue significativa, a diferencia del grupo control que perdió microdureza de manera significativa con respecto a los otros dos grupos de estudio mencionados anteriormente.

**Palabras clave:** desmineralización; remineralizante; microdureza.

## Summary

**Introduction:** The white spot lesion is defined as the first sign of carious lesion in the enamel, which can be detected with the naked eye, it is more prone to present it in a patient with Brackets, due to the inadequate natural self-cleaning mechanism of the mouth, favoring the rapid growth of bacterial strains, reducing the intraoral pH, causing demineralization and loss of microhardness of the enamel; In order to prevent or reduce these lesions, there are various measures used in dentistry, such as fluoride varnish and toothpastes with bioactive glass and fluoride.

**Objective:** To determine with which of the two agents the least amount of enamel microhardness is lost, subjected to an acid medium, with the BIOMIN F toothpaste from the DENTAL KIT brand or with the ENAMELAST fluoride varnish from the ULTRADENT brand valued using a meter Vickers microhardness.

**Material and methods:** Experimental in vitro, 42 first and second premolars extracted; Divided into 3 groups (Biomin F, Enamelast and control group) of 14 premolars each, they underwent a 14-day cycle that consisted of immersing each group in their respective remineralizer (Biomin f, Enamelast and artificial saliva for the control group). they were then placed in artificial saliva for 5 minutes for 21 hours, then 3 hours were placed in a demineralizing agent, repeating this cycle for 14 days; The microhardness was measured before and after the cycle to assess the loss thereof, using a Vickers microhardness meter (VHN).

**Results:** The control group obtained a loss of VHN of  $187.45 \pm 19.33$ , the Enamelast group  $94.16 \pm 11.37$  and the Biomin F group  $78.55 \pm 12.14$ .

**Conclusions:** The Anova and Tuckey's tests were carried out, in which it was determined that the Biomin F group lost less microhardness than the Enamelast group, however this difference was not significant, unlike the control group that lost microhardness significantly. with respect to the other two study groups mentioned above.

**Keywords:** demineralization; remineralizing; microhardness.

## **Dedicatorias**

Este trabajo lo dedico a mi mamá Mary que siempre me ha apoyado en cada uno de mis proyectos, ha confiado en mí y me enseñó desde muy pequeña a no darme por vencida ante el primer fracaso que se me presente, por ser mi mejor consejera de vida y mi soporte en cada paso; a mi papá Francisco que siempre me ha brindado una mano de apoyo cuando lo necesito, por ser el mejor ejemplo de perseverancia y resiliencia que he tenido, por darme su sabia opinión ante un problema y por ser el mejor ejemplo de humildad, paciencia, bondad y escucha a lo largo de mi vida.

Gracias a los dos que me han enseñado el valor de la familia y a valorar cada bendición de nos regala Dios, dándome su ejemplo de superación, humildad, compromiso y sacrificio, fomentando en mis hermanos y en mí un deseo de superación constante.

A mis hermanos Elen y Frank que han sido una fuente de inspiración para mí gracias a sus múltiples logros en la vida, dándome el mejor ejemplo de compañerismo; A mis abuelos que siempre me han tenido en sus constantes oraciones y que aún en momentos difíciles de salud en los que no pude estar presente, me han brindado su amor y buen consejo en cada etapa de mi vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado grandes oportunidades y ser mi soporte en cada paso, así como también por haber puesto en mi camino a personas maravillosas a lo largo de mi vida, que han puesto su semilla en mí para enseñarme a no darme por vencida ante la primera adversidad que se me presente, luchar por mis sueños, ser agradecida y a subir escalones de la mano de los demás y no sobre de ellos.

Agradezco también a mis padres, mismos que siempre han confiado en mí, aun cuando ni yo lo hacía, que no han dejado de impulsarme a lograr cada meta; mis hermanos, que son sus logros son una fuerte inspiración para mejorar; mis abuelitos que siempre me han llenado de todo su amor; mi novio, que nunca me deja rendirme y me impulsa a crecer cada día; mis amigos que han sido una gran fuente de apoyo en todo momento.

Y por último mis maestros de la UAQ los cuales nos dejaron enseñanzas no solo de ortodoncia sino que también de vida, “el saber ser”, mismos siempre nos dieron lo mejor de ellos e hicieron uno de mis sueños posibles.

Estaré eternamente agradecida, pues sin ustedes esto no hubiera sido posible.

# Índice

Contenido	Página
<b>Resumen</b>	i
<b>Summary</b>	ii
<b>Dedicatorias</b>	iii
<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>Índice</b>	v
<b>Índice de cuadros</b>	vi
<b>Abreviaturas y siglas</b>	vii
<b>I. MARCO TEÓRICO</b>	1
<b>II. HIPÓTESIS</b>	10
<b>III. OBJETIVOS</b>	11
III. 1 General	11
III. 2 Específicos	11
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	12
IV.1 Tipo de investigación	12
IV. 2 Unidad de análisis	12
IV. 3 Muestra y tipo de muestra	12
IV.3.1 Criterios de selección	13
IV.3.2 Variables estudiadas	14
IV. 4 Procedimientos	16
IV. 4.1 Análisis estadístico	22
<b>V. RESULTADOS</b>	23
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	27
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	34
<b>VIII. PROPUESTAS</b>	35
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	36
<b>X. ANEXOS</b>	41

## Índice de cuadros

Contenido	Página
<b>I. Cuadro 1.</b>	23
Comparación de la microdureza Vickers ( $\text{kgf/mm}^2$ ) del esmalte de los premolares antes (inicial) y después (final) del ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización.	
<b>II. Cuadro 2.</b>	24
Comparación de la microdureza Vickers ( $\text{kgf/mm}^2$ ) del esmalte de los premolares después (final) del ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización de cada uno de los grupos de estudio entre sí.	
<b>III. Gráfico 1.</b>	25
Comparación de la microdureza Vickers ( $\text{kgf/mm}^2$ ) del esmalte de cada premolar inicial y final del ciclo de cada grupo (Enamelast, Biomin F y grupo control).	
<b>IV. Gráfico 2.</b>	26
Comparación de la diferencia obtenida entre la microdureza Vickers ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) inicial y final de cada grupo.	

## Abreviaturas y siglas

VHN: sus siglas en ingles Vickers microhardness, que quiere decir Microdureza Vickers.

WLS: por sus siglas en ingles white spot lesion, que quiere decir lesión de mancha blanca.

BG: por sus siglas en ingles Bioactive Glass, que quiere decir vidrio bioactivo.

Ppm: partes por millón.

$\mu\text{m}$ : Micrometros.

## I. MARCO TEÓRICO

El esmalte es el tejido más duro de todo organismo, a su vez este constituye la capa más externa del diente a nivel de la corona, dentro de sus características particulares encontramos que la capa de la que está hecha suele ser incolora y prácticamente transparente, el espesor medio del esmalte es de 2 milímetros; respecto a su composición contiene un 95% de componente inorgánico, el cual es altamente rico en minerales tales como carbonatos de calcio y fosfatos, los cuales se estructuran entre sí, formando los llamados cristales de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), no obstante, estos minerales no se encuentran en su estado natural, sino que se encuentran mezclados con impurezas tales como sodio, magnesio y cloro (Reyes et al; 2013).

A su vez, los cristales de hidroxiapatita se organizan para dar lugar a unas estructuras características del esmalte, a modo de finas y largas varillas conocidas como prismas del esmalte, que se extienden desde la unión amelodentinaria hacia la superficie externa; en una corona dentaria suele haber entre 5 y 12 millones de cristales de hidroxiapatita, las cuales aumentan en cantidad cuando se acercan a la superficie del diente teniendo un espesor de 4- 10  $\mu\text{m}$ . El esmalte no presenta células ni vasos sanguíneos; por lo tanto, es incapaz de remodelarse o repararse por sí mismo (Martín, 2004).

Los ameloblastos, células especializadas en la formación del esmalte, se encargan de transportar iones de calcio y fosfato como materia prima para el esmalte; cuando el prisma alcanza su longitud, en las etapas finales de la formación del esmalte, la mayoría de las proteínas son degradadas para alcanzar una mineralización completa del esmalte (Fincham, 1999).

El resto de componente del esmalte, el cual corresponde entre 4 y 5% está compuesto por agua y material orgánico, correspondiendo a un aproximado de 1% de agua y 4% de material orgánico, variando de individuo a individuo; el componente orgánico es generalmente protéico y su distribución no es homogénea. El componente orgánico remanente le brinda al esmalte, con respecto a la

hidroxiapatita ideal, propiedades como mayor módulo elástico y dureza, que lo hacen más resistente a la fractura y al desgaste. (Mihu, 2008; Simmer, 1995).

La acumulación de placa bacteriana y la colonización de bacterias, producen ácidos al metabolizar los carbohidratos fermentables; a su vez éstos ácidos disuelven los componentes calcificados de los tejidos duros del diente y progresivamente afectan su estructura conforme esto avanza; causando diversos niveles de daño, según el grado y tiempo de afectación, pudiendo ir desde una mancha blanca (WSL) en el esmalte hasta daño en la pulpa dental de manera irreversible que eventualmente provoca necrosis y hasta la pérdida del diente (Guzmán, 2010; Yankilevich 1992).

Existen WLS activas e inactivas; la superficie blanca o amarillenta, opaca, con pérdida de brillo, en el cual se siente áspero cuando se mueve la punta de una sonda suavemente a través de la superficie, son las denominadas manchas blancas activas; mientras que aquellas que presentan una superficie blanquecina, marrón o negra, plana y brillante se producen cuando el proceso de remineralización se ha completado, lo que nos habla de una lesión detenida; las lesiones de mancha blanca activas normalmente tienen un mejor pronóstico para recuperar la translucidez del esmalte debido a su porosidad y por lo tanto más fácil incorporación de iones fosfato y calcio (Guzmán et al; 2010).

La razón por la que nuestro ojo es capaz de percibir la WLS en el esmalte tiene una explicación, y es debida a que el índice de refracción del esmalte sano es de 1.62 aproximadamente, el cual es el mismo que presenta la hidroxiapatita, por ende, la luz que atraviesa al esmalte no sufre una desviación en su trayectoria y logra llegar hasta la unión amelodentinaria, no obstante, cuando el esmalte se encuentra desmineralizado, los microporos de la zona subsuperficial son rellenos por fluidos orgánicos, lo que ocasionan un índice de refracción menor que ronda en 1.33, de esta forma al golpear la luz en la lesión, los haces se desvían en diferentes direcciones y al reflejarse, lo realizan con una hiperluminosidad, provocando que el ojo lo perciba como una lesión más blanca; añadiendo que si el esmalte además se deshidrata, los microporos se rellenan de aire, y su índice baja aún más, rondando

en 1, por lo cual la dispersión de la luz se da aún más y la lesión se percibe más blanca y nítida (Denis et al; 2013).

Según los Dres. Sundararaj et al. (2015) las WSL ocurren en el 45,8% de los pacientes de ortodoncia, teniendo mayor prevalencia en los dientes anteriores superiores que en los dientes anteriores mandibulares, debido al menor flujo salival en la arcada superior. Por ende, una mala higiene en un paciente que tiene Brackets u otro aparato fijo en boca es altamente candidato a la formación de WLS, las cuales se definen como el primer signo de lesión cariosa en el esmalte y pueden detectarse a simple vista (Chambers et al; 2013).

Según el modelo establecido por Murray (1989) para la etiología de la caries, es necesario que se dé la interacción de tres factores, los cuales son las bacterias, los azúcares en el esmalte y el tiempo en el que interactúen las dos anteriores; los Dres. Glantz y Featherstone (1987) descubrieron que en sólo cuatro semanas se podía llegar a producir una descalcificación rápida en pacientes con ortodoncia, de hasta un aproximado de 75  $\mu$ m de profundidad, siendo más propensa la zona gingival adyacente a los brackets, aunque la formación de caries regulares se de en 6 meses en un paciente sin ortodoncia.

El tratamiento de ortodoncia es esencial para abordar problemas funcionales y estéticos, sin embargo, es importante mencionar que en ortodoncia la sujeción de los aditamentos se debe realizar de manera temporal, es decir, la adhesión de estos debe ser un proceso reversible que no debería ocasionar daños permanentes en la superficie del esmalte una vez que se realice el retiro de la aparatología al finalizar el tratamiento (Albaladejo et al; 2011).

Los brackets, son aparatos fijos ya sean metálicos o cerámicos, cuyas bases van cementadas generalmente en la superficie vestibular de la corona de los dientes y su función es guiar los movimientos que resultan de la aplicación de fuerzas a través de elementos activos tales como el arco principal, elásticos, resortes, etc (Gardner y Hobson, 2001); que no permiten que se lleven a cabo adecuadamente los mecanismos de auto limpieza naturales de la boca, brindados por la musculatura oral y la saliva, creando numerosos sitios de retención de placa,

que favorecen al entorno de crecimiento de cepas bacterianas siendo las más notables los *Streptococcus mutans* y *Lactobacilos*, posteriormente, esto reduce el pH intraoral y la caída del pH hace que la superficie del diente sea vulnerable al pérdida de iones, haciendo más propenso al esmalte de sufrir un daño (Featherstone, 2000; Lundstrom, 1987)

El intercambio iónico de la superficie del esmalte se produce constantemente en todos los dientes; cuando el nivel de pH en la boca baja lo suficiente, se produce la disolución de iones calcio y fosfato, pero a medida que el pH retorna a los niveles normales, ocurre la deposición de estos iones a partir de la saliva y el esmalte se restaura, no obstante, si el pH se mantiene bajo durante un tiempo prolongado, prevalecerá la disolución sobre la deposición y al producirse una pérdida neta, el esmalte se define como descalcificado (Øgaard, 2008).

Sin embargo, es necesario realizar el diagnóstico diferencial con fluorosis, hipomineralización del desarrollo, hipoplasia del esmalte y las lesiones que pueden tener bases genéticas y ambientales; no obstante estas manchas blancas no cariadas por lo general se limitan a unos pocos dientes, siendo más propensos los dientes anteriores; o bien, generalizadas que se presentan en toda la dentición, cubriendo todas las superficies de los dientes, las cuales no suelen estar asociados con los brackets o bandas de ortodoncia (Guzmán et al; 2010).

La forma más adecuada de diagnosticar estas WLS asociadas a la mala higiene durante el tratamiento de ortodoncia, es cuando los dientes están secos, generalmente se van a encontrar alrededor de los brackets, debajo de una gruesa acumulación de placa, por lo que muchas veces no son fácilmente visibles, pueden extenderse ampliamente sobre la superficie de los dientes y a veces implicar extensiones proximales (Pitts, 2013; Julien, 2013).

Los fluidos orales, tales como saliva o fluido de biopelícula contienen iones de calcio y fosfato en concentraciones sobresaturadas con respecto a la composición mineral del esmalte y como resultado de ello, estos iones se depositan continuamente sobre la superficie del esmalte o se vuelven a depositar en las zonas de esmalte donde se perdieron, esto puede considerarse un fenómeno de defensa

natural promovido por la saliva para preservar la estructura mineral del esmalte en la boca, por ende, la remineralización se define como la redeposición de los minerales perdidos por el esmalte, y este término se ha utilizado como sinónimo de esmalte en reparación o endurecido (Cury et al; 2009).

Las WLS se pueden detener mediante tratamiento preventivo, por lo que, con el paso del tiempo, algunos clínicos e investigadores han trabajado incansablemente para alcanzar las mejores ventajas de los agentes de unión y tratar de mantener una superficie de esmalte sana e intacta después de retirar la aparatología ortodóncica fija, teniendo como ideal la pérdida mínima de esmalte en cada etapa del tratamiento (Bishara et al; 2001).

Con el fin de prevenir estas descalcificaciones y lesiones al esmalte, existen múltiples medidas y una de las introducidas más recientemente es el uso por parte del clínico de pastas y enjuagues liberadores de flúor y/o con propiedades antibacterianas (Guzmán et al; 2010).

El flúor es hasta la fecha la sustancia más utilizada para el tratamiento de remineralización, la base científica para su uso en la lucha contra la caries es que los iones de fluoruro pueden penetrar en la estructura cristalina de los tejidos duros dentales, disminuyendo su solubilidad y dando resistencia frente a los ácidos. (Lata et al; 2010);

Como tal, el flúor, puede llegar a disminuir la lesión WLS a través de dos mecanismos diferentes; primeramente a través de la remineralización que se da durante la disminución de pH, es decir se suplen los grupos hidroxilo de la hidroxiapatita por iones de flúor, transformándola en hidroxifluorapatita o fluorapatitas, las cuales son menos solubles frente a los ácidos que la hidroxiapatita, así como también favoreciendo la formación apatitas de alta calidad y bien cristalizadas en el esmalte; el otro mecanismo, pobremente mencionado por el hecho de tener un menor efecto respecto a la capacidad de remineralización del esmalte, es el efecto antimicrobiano, el cual está relacionado a la inhibición del metabolismo de *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus*; es decir cuando existen niveles de pH bajos en la saliva, el flúor es transportado al interior de la célula

disociándose al interior de esta; y a su vez, el flúor produce una inhibición de la enolasa y de la adenosín trifosfatasa, produciendo una acidificación del citoplasma e inhibiendo, a su vez, el mecanismo de transporte de la glucosa dentro de la célula (Van et al, 2008; Georgina, 2014; Nunes, 2010).

No obstante, el flúor en cantidad excesiva puede dañar la salud humana y los dientes, especialmente en la infancia, pero en cantidades correctas, provoca la mineralización de los dientes y tiene un efecto beneficioso para la prevención de caries (Mohan et al; 2014).

Los dispositivos liberadores de flúor, podrían servir para incrementar los niveles de flúor en la saliva y en la placa para que la caries pueda ser evitada, incluso en pacientes con alto riesgo de caries, la recomendación actual es que el dentrífico contenga un mínimo de 1.000 ppm de flúor en niños, desde el primer año de vida, y 1.500 ppm de flúor en niños mayores a 6 años, adolescente y adultos, sin embargo en pacientes con alto riesgo de presentar lesiones de mancha blanca, se recomiendan dentríficos con dosis más elevadas de flúor 2,450 a 5.000 ppm dos veces al día (Ten, 1999).

Los barnices de flúor muestran una disminución aproximada del 37% en dentición decidua y de un 43% en dentición permanente con una aplicación de dos o tres veces al año en grupos de riesgo, es decir, sirven como terapia preventiva de caries y se recomiendan como coadyuvantes al tratamiento de lesiones de manchas blancas activas tanto en dentición decidua como en permanente (Lenzi et al; 2016).

En el año 1969 se llevó a cabo una revolución en la ingeniería biomédica, cuando el profesor Larry Hench et al (1971) habló por primera vez del vidrio bioactivo (BG), que contiene fosfato de calcio y sodio, debido a que fue el primer material que contenía excepcionales capacidades de unión con hueso; el BG, es un material cerámico, de origen sintético, el cual se compone de minerales encontrados naturalmente en el cuerpo, lo cual le da una de sus propiedades más favorecedoras, que es la biocompatibilidad, se utilizaba tradicionalmente en el campo médico por sus propiedades osteogénicas, pero se ha fomentado su uso en odontología recientemente debido a su semejanza compositiva con el esmalte dental, una de las

aplicaciones más recientes está dada gracias a su propiedad de formar hidroxiapatita, que permite reparar la estructura ósea y el esmalte, haciéndolos más resistentes; la composición de BG es deficiente en flúor (Kamath; 2019).

El BG es un compuesto de 45% de sílice, 26.9% de óxido de calcio, 24.4% de óxido de sodio y 6% pentóxido de fósforo en porcentaje en peso; el cual posee una propiedad química que permite inducir y conducir la mineralización de los tejidos (Hench et al; 1971).

Los BG pueden ser formados mediante dos métodos diferentes, el primero y primeramente utilizado a lo largo de la historia, es mediante el proceso de fundido-enfriado, en el cual se emplean temperaturas mayores a 1,300 °C con el fin de fundir todos los óxidos en un cristal de platino, para posteriormente someterlos a enfriamiento; mientras que el segundo método que es el más moderno, el cual se utiliza mayormente se basa en el sol-gel, el cual consiste en una síntesis química en la cual, se emplean precursores de sílice para formar y aglomerar nanopartículas dentro de un gel a temperatura ambiente, el vidrio es formado después de secar y calentar este gel, que es una red húmeda y orgánica de enlaces covalentes de sílice (Clark, 1991; Yan, 2004).

Gracias a la formación del vidrio bioactivo, por medio del procedimiento sol-gel y la oportunidad de conseguir un tamaño nanométrico de partícula, se descubrieron múltiples aplicaciones en el campo médico del vidrio bioactivo, tal es el caso que se utilizan para remineralizaciones dentales, hipersensibilidad dental, defectos periodontales, sustitución ósea, reconstrucción maxilofacial, aumento de reborde alveolar, tratamientos terapéuticos de tumores, otorrinolaringología, entre otros (Mercier et al; 2011).

Los iones que desprende el vidrio bioactivo forman cristales de hidroxycarbonato de apatita (HCA), las partículas de estas se unen a la superficie del esmalte y continúan liberando iones y remineralizando la superficie del diente inmediatamente después de aplicarse (Narayana et al; 2014)

El mecanismo de acción del vidrio bioactivo en esmalte, consta de varios

pasos; primeramente se da en intercambio iónico entre el fluido y la matriz vítrea del vidrio bioactivo, así como también la disolución de la red vítrea, posteriormente se forma una capa rica en SiO<sub>2</sub> en la superficie del vidrio, para dar pie a la migración de los grupos Ca<sup>2+</sup> y PO<sub>4</sub> a la superficie a través de la rica capa en SiO<sub>2</sub>, por lo que se forma una capa rica en CaO–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la superficie del vidrio a través de la incorporación de calcio y el fósforo de la solución y posterior cristalización de la película amorfa de CaO–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la superficie del vidrio con la incorporación de aniones hidroxilo (OH<sup>-</sup>), carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) o flúor (F<sup>-</sup>) de la disolución para formar una capa de hidroxicarbonato de fluorapatita (Aguilar et al; 2012).

Las pastas dentales son productos para el cuidado bucal de uso diario que podrían clasificarse como medicamentos, mismos a los cuales en sumadas ocasiones se incorporan varios ingredientes tales como flúor, vidrio bioactivo o bien, la combinación de los dos anteriores con el fin de producir una mejor limpieza, efectos antibacterianos y la remineralización de las estructuras dentales desmineralizadas (Alhussain et al; 2018).

Recientemente, se introdujo al mercado una pasta de dientes a base de vidrio bioactivo (BG) por sus siglas en inglés; con fluoruro y vidrio con alto contenido de fosfato (BiominF®) y se ha afirmado que tiene la capacidad de provocar la liberación sostenida de iones de calcio, fosfato y flúor, lo que resulta en una mayor remineralización de la estructura dental y oclusión de los túbulos dentinarios para aliviar la sensibilidad, los ingredientes de la pasta dental BiominF son Glicerina, silicio, Propietilenglicol 400, fósforo silicato de calcio, lauril sulfato de sodio, dióxido de titanio, aroma, carbómero, acesulfamo potásico. Contiene un máximo de 600 ppm de flúor cuando se envasa (Farooq et al; 2019).

Otra de las propiedades que posee el vidrio bioactivo, es su efectividad al actuar como agente antimicrobiano, actuando contra bacterias orales tales como *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans* y *actinomyces viscosus* (Kanthathas et al; 2005).

El vidrio bioactivo, al contacto con fluidos fisiológicos, desencadena reacciones químicas en la superficie del esmalte, dando como resultado la formación de una capa de hidroxiapatita carbonatada que favorece su integración a los tejidos duros dentarios, gracias a la biocompatibilidad del mismo (Mitchell, 1992; Staudt, 1997).

Guzmán et al; (2010) mencionan que después de retirar los aparatos fijos, estas lesiones mejoran con el tiempo con una buena higiene oral, sin embargo, las lesiones cariosas detenidas tienen generalmente resultados estéticos no tan favorables, dado que se ha formado una capa remineralizada en la parte exterior del esmalte y la falta de porosidad, desafortunadamente, después de un tratamiento de ortodoncia, la mayoría de las manchas blancas ya han estado en un ciclo de desmineralización/remineralización y son muy probablemente detenidas, por lo que el pronóstico de los resultados estéticos es más cuestionable.

Según el Dr Vargas et al (2016), en los próximos 6 meses posteriores al retiro de la aparatología, las lesiones de mancha blanca se comenzarán a remineralizar de manera natural, mencionando que las lesiones activas de superficie mate, picada y porosa recuperan la traslucidez normal del esmalte mejor que las lesiones inactivas de superficie plana o brillante, aunque normalmente se observa la disminución del tamaño de las lesiones activas e inactivas.

La medida preventiva más importante es aumentar la resistencia del esmalte frente a los ataques ácidos; la capacidad de la biopelícula bacteriana para absorber calcio, fosfato y fluoruro de la saliva y fuentes extraorales da como resultado la remineralización del esmalte después de la desmineralización. La remineralización eficiente requiere la exposición del esmalte a bajas concentraciones de los iones antes mencionados durante largos períodos de tiempo. Por lo tanto, las fuentes extraorales de calcio, fosfato y fluoruro pueden cambiar el potencial cariogénico de la biopelícula dental (Mohan et al., 2014).

## II. HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo:

El esmalte pierde menor microdureza VHN, con la pasta dental BIOMIN F de la marca DENTAL KIT, que con el barniz de flúor ENAMELAST de la marca ULTRADENT, sometidos un medio desmineralizante ácido.

Hipótesis nula:

No se pierde menor microdureza VHN en el esmalte, con la pasta dental BIOMIN F de la marca DENTAL KIT, que con el barniz de flúor ENAMELAST de la marca ULTRADENT, sometidos a un medio desmineralizante ácido.

### **III. OBJETIVOS**

#### **III.1 Objetivo General:**

Determinar con cuál de los dos agentes se pierde menor microdureza VHN en esmalte, con la pasta dental BIOMIN F de la marca DENTAL KIT o con el barniz de flúor ENAMELAST de la marca ULTRADENT sometido a un medio ácido.

#### **III.2 Objetivos específicos:**

Evaluar la microdureza presente en los primeros y segundos premolares tratados con la pasta dental BIOMIN F de la marca DENTAL KIT, valorado mediante un medidor de microdureza Vickers, antes y después del ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización.

Evaluar la microdureza presente en los primeros y segundos premolares tratados con el barniz de flúor ENAMELAST de la marca ULTRADENT valorado mediante un medidor de microdureza Vickers, antes y después del ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización.

Comparar los resultados obtenidos del medidor de microdureza Vickers posterior al ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización presente tanto en los premolares tratados con la pasta dental BIOMIN F de la marca DENTAL KIT como con los tratados con el barniz de flúor ENAMELAST de la marca ULTRADENT.

## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### IV. 1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*.

### IV. 2 Unidad de análisis

El universo se constituyó por todos los primeros y segundos premolares de los pacientes que requieran extracciones en la clínica de ortodoncia de la facultad de medicina de la universidad Autónoma de Querétaro que asistan de febrero del 2020 a diciembre 2021.

### IV.3 Muestra y tipo de muestra

42 primeros y segundos premolares extraídos; divididos en 3 grupos de 14 premolares cada uno. Se decidió después de realizar una búsqueda bibliográfica y observar de manera repetida que trabajos similares se realizaron con tamaños de muestra como el propuesto aquí, tal es el caso del Dr. Soodeh Tahamasbi, et al. (2019), que lo realizó en 14 premolares extraídos por grupo de estudio, la Dra. y el Dr. Abdulmajeed Mohammed Alhussain, et al. (2018) que lo realizó en 8 premolares extraídos por grupo de estudio.

## IV. 3.1 Criterios de selección

### Criterios de inclusión:

1. Primeros y segundos premolares sanos, cuya extracción haya sido indicada por plan de tratamiento ortodóntico o enfermedad periodontal.

### Criterios de exclusión:

1. Primeros y segundos premolares que hayan tenido tratamiento de ortodoncia previo.
2. Primeros y segundos premolares que hayan tenido tratamiento de blanqueamiento previo.
3. Primeros y segundos premolares que presenten restauraciones coronarias de cualquier material restaurador.
4. Primeros y segundos premolares que presenten lesiones cariosas, destrucción excesiva o fluorosis.

### Criterios de eliminación:

- 1.- Primeros y segundos premolares que sufran algún daño durante el estudio, tales como fracturas o fisuras.
- 2.- Primeros y segundos premolares en los que el diamante Vickers no pueda indentar adecuadamente debido a algún daño en el esmalte.

## IV. 3.2 Variables estudiadas

### VALORES DE MICRODUREZA

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Valores de Microdureza del esmalte.	Resistencia de un material a la deformación plástica o a la penetración de un indentador.	<p>Se medirá la microdureza de las muestras utilizando un probador de microdureza con un penetrador de diamante Vickers bajo una carga de 100 g por 10 segundos.</p> <p>Mediante la siguiente formula:</p> $\text{VHN} = 1.854 \frac{F}{d^2}$ <p>Donde:</p> <p>VHN: microdureza Vickers.</p> <p>F: carga aplicada en Kgf.</p> <p>d<sup>2</sup>: mm<sup>2</sup>.</p>	Cuantitativa.	Continua.	Kgf/mm <sup>2</sup> .

## TIPO DE AGENTES REMINERALIZANTES

Variables independientes	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Tipo de agente remineralizante	<p>BIOMIN F: Pasta dental.</p> <p>ENAMELAST: Barniz de flúor.</p>	<p>Estos agentes se dividieron de acuerdo a su presentación y tipo de uso:</p> <p>*pasta dental</p> <p>ó</p> <p>*barniz de flúor.</p>	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gramos</li> <li>• Mililitros</li> </ul>

## IV. 4 Procedimientos

### Permisos para elaboración de la tesis

1. Se solicitó la revisión y registro del protocolo de la tesis al departamento de investigación y bioética, los cuales se puede observar en el anexo 1 y 2 respectivamente.
2. Los comités de bioética e investigación, autorizaron el protocolo, anexo 3 y 4.

### Recolección de los especímenes:

1. Se recolectaron 60 primeros y segundos premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos o periodontales, posteriormente se colocaron en envases de vidrio sellados herméticamente con solución salina, Agua inyectable PiSA, del laboratorio PiSA SA. De C.V. con lote H22A416, como medio de conservación para evitar su desecación.
2. Con elementos de bioprotección; guantes, careta, lentes, gorro, cubrebocas y bata, se lavaron los órganos dentales con un cepillo dental de cerdas suaves oral B, para eliminar todo el tejido biológico.
3. Se realizó una profilaxis con cavitrón ultrasonico de la marca Woodpecker con número de serie S1910312J2L con el nivel 1 de potencia en aquellos órganos dentales que quedaran residuos de cálculo dental.
4. Se colocaron los premolares durante un lapso de dos semanas en un recipiente de vidrio de 12 x 12 cm sellado herméticamente en 250 ml de Cloramina T al 0.5% preparada en agua desionizada en el laboratorio químico del Ing. Gilberto de la Torre González, además de ser un medio de desinfección químico, por su alta capacidad bactericida y fungicida, también se comporta como buen medio de almacenamiento por periodos prolongados, es muy utilizado y efectivo puesto que no genera cambios en la estructura del esmalte o dentina.
5. Con elementos de bioprotección y lupas dentales binoculares de 3.5 x se realizó una minuciosa revisión de los premolares con el fin de eliminar aquellos en los que existiera algún criterio de eliminación, con lo que se eliminaron 9 muestras y restaron 51, debido a que presentaban fisuras en su cara vestibular

#### Preparación de los especímenes:

6. Posteriormente, las 51 muestras restantes se montaron en cubos de acrílico elaborado con polímero metil metacrilato Quarz R1v autocurable con lote 112-1021 y monómero Nic Tone transparencia total autocurable con lote 081323-28, en una base plástica para hielo con el fin de darle una forma regular.
7. Se recortaron los cubos con un micromotor Saeshin Precision CO; LDT. con una fresa para baja velocidad con forma troncocónica, con el fin de dejar los cubos de acrílico en forma rectangular y con la cara vestibular paralela al piso, con el fin de facilitar la posterior indentación de los órganos dentales con el microdurómetro.

#### Medición de valores de microdureza de los especímenes:

8. Se colocaron uno por uno de los premolares sobre la platina del microdurómetro Vickers de la marca CMS Metrology con número de serie 2018081503 ubicado en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Querétaro, con la cara vestibular hacia el objetivo; se realizaron tres indentaciones en cada muestra con una carga de 100 kg/f, haciendo girar el tornillo de la fuerza, bajo una cantidad de tiempo de 10 segundos, la cual se calibro en la pantalla digital del mismo.
9. Una vez realizada cada indentacion se giro el revólver del microdurómetro para colocar el objetivo con lente de microscopio para valorar que el rombo formado fuera adecuado.
10. Una vez que se observo que el rombo tenia forma regular, se procede a realizar las medidas de la diagonal mayor y menor del rombo, las cuales se registran en la pantalla digital.
11. Posteriormente en el microdurómetro se observó la microdureza del esmalte.
12. Se eliminaron todas aquellas muestras en las cuales se dificultó realizar la microdureza del esmalte debido a la convexidad de la cara vestibular, y se dejaron únicamente las 42 muestras que se utilizaron en el ciclo posterior de desmineralización.

13. Las 42 muestras se fueron marcando cada una con un número del 1 al 42 en la porción superior del cubo de acrílico con un fresón quirúrgico troncocónico #702 de pieza de baja velocidad, y posteriormente la cavidad del número se rellenó con pintura de uñas Organic nail color blanco 025 número de serie 140821-4R4 con el fin de distinguir cada premolar con sus respectivas medidas de microdureza resultantes.
14. Una vez obtenidas las tres medidas de la microdureza del esmalte, se registraron en una tabla de Excel.
15. Los valores se interpretaron mediante la siguiente fórmula:  
$$VHN = 1,854F / d^2$$

Donde VHN: dureza Vickers  
F: carga aplicada en Kgf  
d<sup>2</sup>: mm<sup>2</sup>.

División de las muestras en los grupos de estudio:

16. Las muestras se dividieron aleatoriamente en los tres grupos de estudios, Enamelast, Biomin F y control, gracias a la aplicación móvil App sorteos, en el cual se registraron la cantidad de muestras y se fueron separando conforme salía su respectivo número en el sorteo.
17. Las muestras resultantes de cada grupo se colocaron en envases de vidrio sellados herméticamente codificados con su respectivo nombre de grupo de estudio, con solución salina.
18. Los grupos de estudio se conformaron de 14 muestras cada uno.
19. Posteriormente, todos los premolares de cada grupo se sometieron a una limpieza con cepillo profiláctico de la pieza de baja velocidad con la pasta profiláctica (PROPYTECH de ZEYCO).

### Soluciones utilizadas durante el ciclo de 14 días de pH:

20. Durante el experimento, se utilizaron dos soluciones:

- a) Una solución desmineralizante con un pH de 4.5 y la siguiente formulación:  $\text{CaCl}_2$  (2,2 mM) +  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (2,2 mM) + ácido acético (50 mM) + NaCl (100 mM) + NaF (1 ppm) +  $\text{NaN}_3$  (0,02%) elaborado en el laboratorio químico del Ing. Gilberto de la Torre González.
- b) Saliva artificial (VIARDEN).

### Ciclo de 14 días de pH:

21. Posteriormente, las muestras se someterán a ciclos de pH durante 14 días de la siguiente manera:

- a) Grupo de control: Las muestras de este grupo se sumergieron en 100 mL de saliva artificial durante 21 horas diarias en un recipiente con cierre hermético y luego se colocaron en 100 mL de agente desmineralizante durante tres horas en otro recipiente sellado herméticamente, ambos envases fueron marcados con nombre de grupo de estudio y tipo de solución que contenían, para evitar confusión.
- b) Grupo de BIOMIN F: En las muestras de este grupo se colocaron en la cara vestibular durante un lapso de cinco minutos, la pasta dental Biomin F mediante un microbrush frotando suavemente el esmalte; posteriormente se retiró el excedente de las superficies con una gasa de algodón, sin enjuagar con agua y se sumergieron en un recipiente con 100 ml de saliva artificial durante 21 horas y posteriormente se colocaron en otro envase con 100 ml de agente desmineralizante durante tres horas, todos los envases debidamente sellados y marcados con nombre.
- c) Grupo ENAMELAST: En las muestras de este grupo se colocaron en la cara vestibular durante un lapso de cinco minutos, el barniz de flúor Enamelast mediante el pincel que trae incluido el mismo empaque frotando suavemente

el esmalte; sin retirar el barniz, se sumergieron en un recipiente con 100 ml de saliva artificial durante 21 horas, no obstante a las 4 horas de colocado el barniz de flúor se sacaron de la solución de saliva artificial las muestras, con el fin de retirar con un cepillo de cerdas suaves, el excedente de barniz y posteriormente volvieron al recipiente de saliva artificial, colocando nuevos ml de saliva artificial durante el tiempo restante de las 21 horas, que correspondían a 17 horas; posteriormente se colocaron en otro envase con 100 ml de agente desmineralizante durante tres horas, todos los envases debidamente sellados y marcados con nombre.

22. Este protocolo se llevó a cabo durante 14 días para cada grupo de estudio, cambiando de manera diaria las soluciones de cada envase.

#### Obtención de microdureza final:

23. Después de 14 días de experimento in vitro, se midió nuevamente las microdurezas en el microdurómetro Vickers anteriormente mencionado bajo una carga de 100kg/f durante 10 segundos, de las muestras de cada grupo, obteniendo una vez más 3 mediciones de cada premolar, esas mediciones se registraron en la tabla de Excel de resultados y se promediaron para obtener una microdureza final de cada muestras.

#### Obtención de microdureza final:

24. Una vez registrados los resultados de todas las muestras de cada grupo en la tabla de Excel, se procedió a realizar las pruebas estadísticas.

25. Para evaluar la presencia de diferencias significativas entre la microdureza inicial y final de los grupos, los datos se analizaron mediante la prueba

estadística de Anova y posteriormente para valorar la diferencia significativa entre los cambios de microdureza durante el ciclo de cada grupo de estudio se realizó la prueba estadística de Tukey's con  $p < 0.0001$ .

26. Los resultados se evaluaron por más de 2 personas para su corroboración.

27. Se formuló la tesis.

#### IV. 5 Análisis estadístico.

Todos los datos fueron registrados en Kg/mm<sup>2</sup> en una tabla de Excel. Para el análisis estadístico se realizó primeramente la prueba de normalidad para determinar el tipo de distribución de las variables, en lo que resultó una distribución normal, por lo cual se realizó la prueba de ANOVA para pruebas indeoendientes, posteriormente, se realizó la prueba de Tukey (Tukey-Kramer), puesto que en la prueba se arrojaron diferencias significatvas. Las hipótesis fueron comprobadas considerando un valor de  $p < 0.0001$ .

## V. RESULTADOS

En el cuadro 1 se presentan los valores de la microdureza Vickers (kgf/mm<sup>2</sup>) del esmalte antes de ser sometidos al experimento, que corresponden a la microdureza inicial, en el cual no se observa diferencia significativa entre ellas; y después de ser sometidos al ciclo de remineralización y desmineralización de 14 días que corresponde a la microdureza final, sin embargo si existe diferencia significativa entre las microdurezas iniciales con su final correspondiente y la microdureza final entre ellas.

Cuadro 1. Comparación de la microdureza Vickers (kgf/mm<sup>2</sup>) del esmalte de los premolares antes (inicial) y después (final) del ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización.

Grupo	Control (n=14)	Biomin F (n=14) X ± DE (Rango)	Enamelast (n=14)	Valor de p
Microdureza Inicial	319.01 ± 27.99 (291.02 - 347.00)	310.98 ± 31.78 (279.2 - 342.76)	317.20 ± 29.24 (287.96 - 346.44)	0.7564
Microdureza Final	131.56 ± 18.27 (113.29 - 149.83)	232.46 ± 31.40 (201.06 - 263.86)	221.86 ± 29.72 (192.14 - 251.58)	< 0.0001*
Valor de p	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*

Kgf: Kilogramos de fuerza; mm<sup>2</sup>: milímetros cuadrados; n: número; X: Promedio; DE: Desviación estándar; \*: estadísticamente significativo. Prueba estadística Anova.

En el cuadro 2 se observa que entre el grupo Biomin F y Enamelast no existe diferencia significativa, a diferencia de la comparación de Biomin F contra el grupo control y Enamelast contra grupo control que si mostraron diferencia significativa.

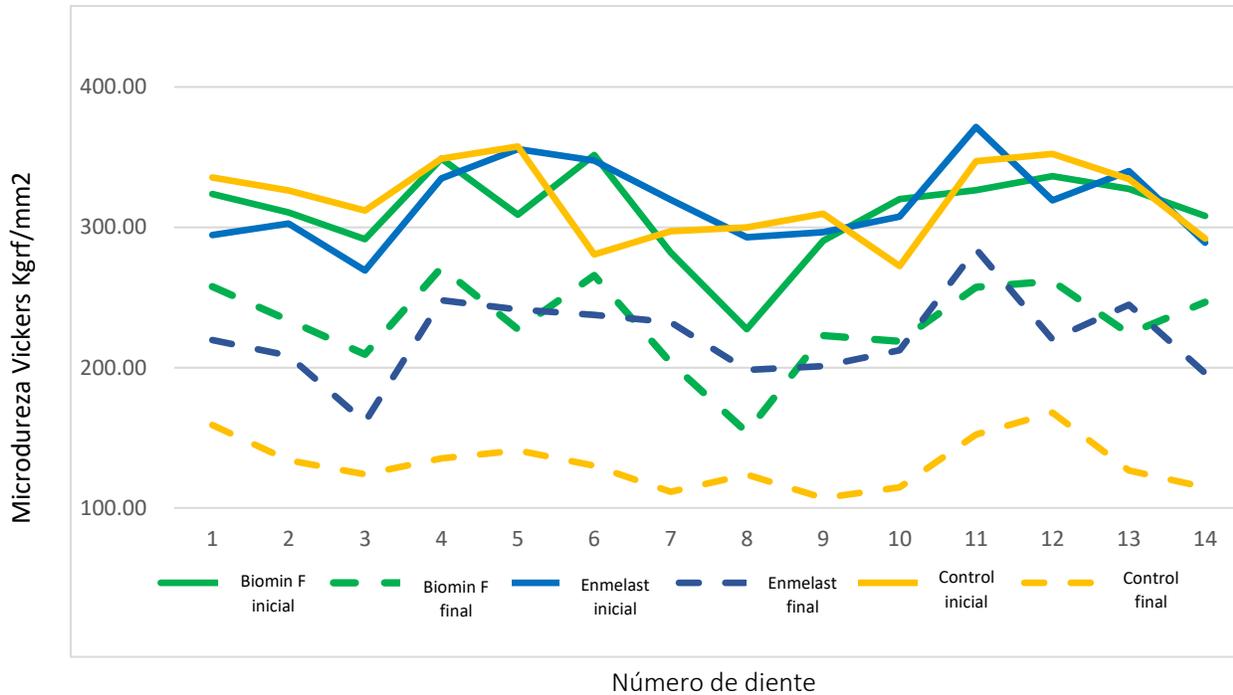
**Cuadro 2.** Comparación de la microdureza Vickers (kgf/mm<sup>2</sup>) del esmalte de los premolares después (final) del ciclo de 14 días de desmineralización y remineralización de cada uno de los grupos de estudio entre sí.

Grupos	Biomin F vs Enamelast	Biomin F vs Control	Enamelast vs Control
	>0.0001	<0.0001*	0.0001*

Kgf: Kilogramos de fuerza; mm<sup>2</sup>: milímetros cuadrados; n: número; X: Promedio; \*: estadísticamente significativo. Prueba estadística Tukey's.

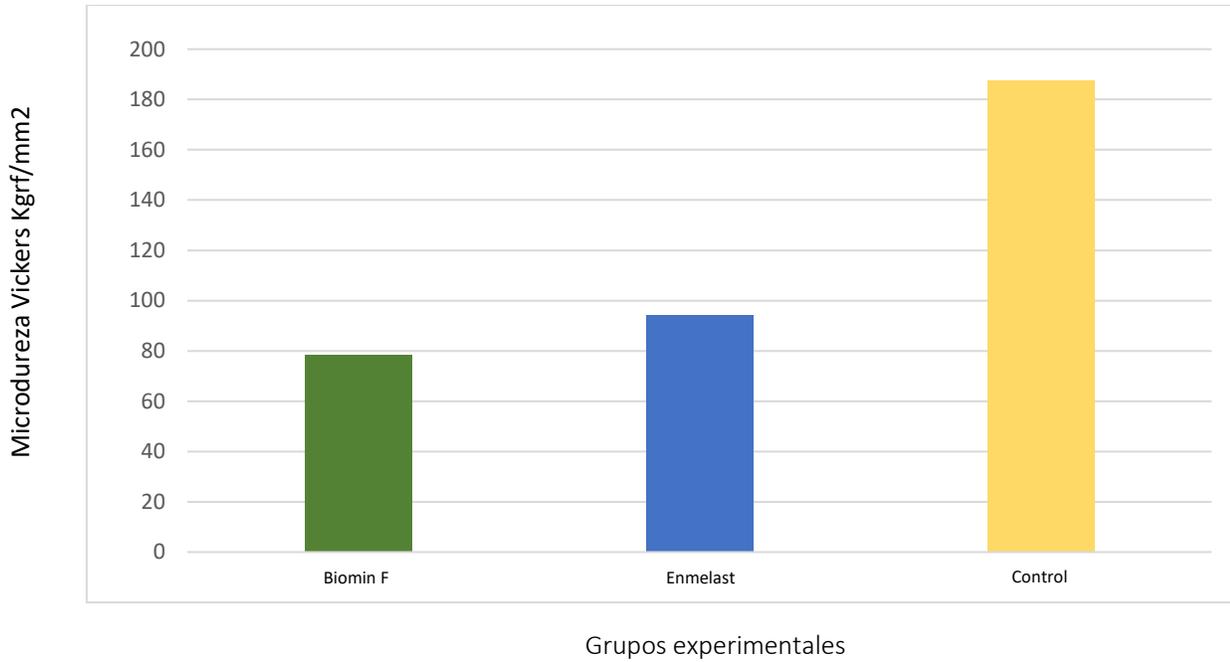
En el grafico 1 se observa la comparación de cada una de las muestras pertenecientes a cada grupo, tanto antes de someterlas al experimento (inicial), como después del ciclo de remineralización y desmineralización (final). Se observa una diferencia significativa entre las microdurezas iniciales y finales de cada grupo; sin embargo entre los grupos biomin F y Enamelast posterior al ciclo de 14 días no se observa diferencia significativa, a diferencia del grupo control que si se encuentra muy por debajo de los anteriores.

**Gráfico 1.** Comparación de la microdureza Vickers ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) del esmalte de cada premolar inicial y final del ciclo de cada grupo (Enamelast, Biomin F y grupo control).



En el grafico 2 se observa la comparación de los promedios obtenidos de la diferencia entre la microdureza inicial y final ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) de los grupos sometidos al experimento. Se observa un mayor cambio en el grupo control, seguido del grupo Enamelast y por ultimo el grupo Biomin F.

**Gráfico 2.** Comparación de la diferencia obtenida entre la microdureza Vickers (Kgf/mm<sup>2</sup>) inicial y final de cada grupo.



## VI. DISCUSIÓN

Sonis et al (1989) han definido la descalcificación o desmineralización del esmalte como cualquier área delimitada de opacidad localizada en la cara vestibular de la corona, que sea mayor de 1 mm de longitud, la cual es ocasionada cuando el pH del medio oral favorece la difusión, por disolución, de iones calcio y fosfato a partir del esmalte.

La clínica dental se enfoca en el diagnóstico oportuno, prevención y el tratamiento mínimamente invasivo de estas descalcificaciones que corresponden al primer estadio de la caries dental, mismas que tienen alto índice de formación alrededor del bracket; como resultado de ello, en los últimos años se han desarrollado múltiples productos a base de flúor, vidrio bioactivo, entre otros, con el fin de prevenirlas o tratarlas de manera no invasiva. Teniendo en cuenta dichos antecedentes, en el presente estudio, se tuvo como propósito verificar la eficacia remineralizante entre un barniz de flúor y una pasta dental que contiene vidrio bioactivo y flúor, que se utilizan para el tratamiento de lesiones de mancha blanca en el esmalte (Castellanos et al; 2013).

El probador de microdureza Vickers se ha utilizado en una serie de estudios para la evaluación de la microdureza superficial del esmalte in vitro, debido a que permite medir cuantitativamente el cambio físico de la dureza, siendo el método de menor variabilidad y susceptibilidad de errores operacionales; es por ello que en el presente estudio se llevó a cabo el método Vickers para evaluar las microdurezas del esmalte antes y después del experimento cíclico (Tanecith, 2013; Chavéz, 2011)

Según el Dr. Mas López (2002) menciona que con una carga de 100 gr/f durante 15 segundos la microdureza del esmalte puede variar entre 324.1 a 420 VHN, siendo de 381.3 a 415.6 VHN los valores encontrados dentro del rango de dureza normal de un esmalte humano saludable; no obstante, las cargas aplicadas en el microdurometro Vickers para determinar la microdureza del esmalte son variadas, es decir, en diversos estudios se reportan diferentes cargas y cantidad de tiempo.

En el presente estudio se utilizó una carga de 100gr/f durante 10 segundos en 42 premolares, obteniendo una microdureza inicial de  $319.01 \pm 27.99$  en el grupo control,  $310.98 \pm 31.78$  para el grupo Biomin F y  $317.20 \pm 29.24$  para el grupo Enamelast, se decidió la carga y cantidad tiempo basándose en el trabajo de Salinovic et al (2021) en el cual se utilizaron 33 muestras de órganos dentales, en los que aplicaron una carga de 100 gr/f durante 10 segundos mostrando una microdureza inicial de  $333.52 \pm 26.66$  VHN, misma que no se encontraba en el rango de dureza normal del esmalte establecido por el Dr Mas López; o bien el trabajo realizado por Nuñez et al (2015) en el cual utilizaron misma carga y cantidad de tiempo, en el cual se obtuvo una microdureza de  $227.58 \pm 9.0$  para el grupo control,  $282.11 \pm 8.10$  para el grupo NaF, y  $285.41 \pm 5.95$  VHN, mencionando que tampoco se encontraron dentro del rango de dureza normal del esmalte; estimando así que la microdureza de las muestras utilizadas para este estudio están dentro de un rango estándar siendo similares a los estudios antes mencionados bajo esa carga y cantidad de tiempo, difiriendo de la norma de microdureza del esmalte establecida por el Dr. Mas López.

La punta de diamante Vickers del microdurometro requiere penetrar una superficie paralela al piso para penetrar de manera adecuada una superficie, generando un rombo simétrico con una diagonal mayor y una diagonal menor; no obstante los premolares tienen una forma pentagonal con una superficie convexa en la cara vestibular, dicha convexidad fue uno de los principales retos que se presentaron en el presente estudio, puesto que no penetraba de manera uniforme la punta de diamante en el esmalte, formando un rombo alargado en su diagonal mayor y muy corto en su diagonal menor, lo cual indica que el valor de esa microdureza no es válida; por ende, los premolares fueron montados en los cubos de acrílico con la precaución de que la superficie más plana del premolar en cuestión, quedara en la parte superior de la base de acrílico, con el fin de facilitar la penetración del diamante Vickers Geydi et al (2009).

Torres et al (2014) mencionan que la composición compleja del diente puede afectarse dependiendo del protocolo con el cual se traten a los órganos

dentales una vez extraídos; un pH bajo puede afectar la fracción mineral por disolución, al contrario de un pH alcalino, que no afecta los minerales, pero puede hidrolizar las proteínas; un agente oxidante altera la fracción orgánica debilitándola y afectando el color, tal es el caso del hipoclorito de sodio; en el presente trabajo la desinfección de los premolares consistió en la inmersión en 10ml de Cloramina T al 0.5% preparada en agua desionizada basándose en el artículo de González et al (2014), el cual menciona que se trata de un medio de desinfección químico, muy utilizado y efectivo que no genera cambios en la estructura del esmalte o dentina, sin embargo en el trabajo presente no se realizó medición de la microdureza antes y después de la desinfección, únicamente se midió después de la desinfección y después del ciclo de 14 días, por lo que se desconoce si se alteró o no la estructura del esmalte de los órganos dentales.

Badet et al. (2004) mencionaron que la microdureza del esmalte se ve afectada y tiende a disminuir ante un proceso de desmineralización; para realizar la simulación de desmineralización o mancha blanca in vitro, en el estudio presente se llevó a cabo mediante un ciclo con cambios de pH; la duración del ciclo es variable en diversos trabajos, yendo entre 5 a 28 días, no obstante el presente trabajo se basó en los protocolos de Featherstone et al (2008); Manfred et al (2013) y Soodeh (2019) en el cual sometieron las muestras dentales a un ciclo de 14 días con el fin de simular el entorno oral, mostrando en los tres artículos anteriormente mencionados, cambios en la microdureza inicial y final al ciclo; en el presente trabajo, el grupo control la microdureza inicial fue de  $319.01 \pm 27.99$  y posterior al ciclo de 14 días la microdureza final fue de  $131.56 \pm 18.27$  concordando con los artículos previos, debido a su disminución en la microdureza del esmalte.

Los tiempos de trabajo de cada uno de los agentes durante el ciclo de 14 días; desmineralizante, remineralizante y saliva artificial; se basaron en el trabajo reportado por Soodeh et al (2019) el cual consistía sumergir las muestras 5 minutos en el agente remineralizante, en saliva artificial durante 21 horas y 3 horas en un agente desmineralizante, el cual consistió en un pH de 4.5 siguiendo la formulación de:  $\text{CaCl}_2$  (2.2 mM) +  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  (2.2 mM) + ácido acético, en el cual

se logró una diferencia de  $243.73 \pm 85.47$  VHN entre la microdureza inicial y la final del grupo control en el artículo, mientras que en el presente trabajo tal como se puede observar en el gráfico número 2, en el grupo control se obtuvo una diferencia de  $187.45 \pm 19.33$  VHN entre la microdureza inicial y después del ciclo.

Según un estudio realizado por Al Dehailan et al (2016), se menciona que el barniz de flúor de la marca Enamelast libera suficiente fluoruro para permitir la formación de depósitos de  $\text{CaF}_2$  en el sustrato de esmalte; observando que una fracción del flúor actúa inmediatamente sobre el esmalte causando una reacción inmediata en los tejidos dentales duros y otras partículas de flúor son insolubles y prolongan la reacción al disolverse con la saliva; concordando con el estudio realizado por Godoi et al (2019) en el cual compara tres varnices diferentes Enamelast de ultradent, Duraphat de Colgate-Palmolive y Clinpro White Varnish de 3M, con el fin de determinar la cantidad de flúor neta y posteriormente diferenciar entre la soluble e insoluble la cual se determinó utilizando un método de extracción con acetona y centrifugando, concluyendo que los niveles de concentración de fluoruro no correspondían a los declarados por el fabricante, sin embargo Enamelast presentaba valores más altos que los dos barnices mencionados previamente, esto debido a la concentración mayor de flúor soluble e insoluble en el barniz, por ende en el presente estudio se decidió utilizar el barniz Enamelast.

Carvalho et al (2015) sugieren que, a menor viscosidad de ciertos barnices de flúor, se promueve una retención más fuerte en el esmalte, que permite a su vez que la liberación de flúor tenga un efecto más eficaz, sin embargo en el presente trabajo la consistencia del barniz Enamelast es viscosa y ligeramente pastosa; pasadas las 4 horas en las cuales se mantuvo el barniz de flúor, quedaban residuales del mismo producto que formaban una capa, por lo que se requirió el uso de un cepillo dental, para eliminarlos completamente, no obstante la pérdida de microdureza que sufrió el grupo tratado con este remineralizante no se asemejó al grupo control, lo que nos indicó que logró proteger el esmalte frente a los ciclos de cambios en el pH.

En un estudio realizado por Godoi et al (2019), se tomaron 40 órganos dentales, los cuales se dividieron en cuatro grupos de estudio y se tomaron sus respectivas microdurezas iniciales con el indentador a Knoop-type, las cuales fueron de;  $465.12 \pm 35.20$  en grupo control,  $466.38 \pm 37.24$  para Enamelast,  $466.64 \pm 34.65$  para Duraphat y  $466.74 \pm 33.59$  para Clinpro; se sometieron a ciclos dinámicos de pH durante 6 días que consistían en colocarlos durante 4 horas en su respectivo agente remineralizante, 2 horas en un medio desmineralizante y 18 horas en un medio de conservación, con el fin de formar caries in vitro y posteriormente se registraron los valores de microdureza final, se determinó que el porcentaje de pérdida de microdureza del esmalte fue significativamente menor en el grupo Enamelast y Duraphat que Clinpro o el grupo control, no obstante ninguno logró remineralizar el esmalte a su nivel inicial, el grupo control tuvo una pérdida de  $360.3 \pm 5.6$ , Clinpro de  $346.3 \pm 17.29$ , Durapaht de  $268.3 \pm 5.33$  y Enamelast de  $250.45 \pm 17.93$ ; tal es el caso del presente trabajo, en el cual existió una diferencia significativa entre la pérdida de microdureza del grupo control, la cual fue de  $187.45 \pm 19.33$  VHN y el grupo Enamelast la cual obtuvo una menor pérdida de solo  $94.16 \pm 11.37$ , no obstante, cabe mencionar que la diferencia de pérdida entre los dos estudios respecto al remineralizante Enamelast fue muy variada, esto posiblemente debido a que el tipo de desmineralizante y protocolo no fueron los mismos.

Derks et al (2004) mencionan que la desmineralización está en función del pH y de la concentración de flúor en el medio bucal; por ende, el uso de altas concentraciones de flúor en pasta y/o gel con 1.500-5.000 ppm 2 veces al día, durante el tratamiento de ortodoncia, ha demostrado una tendencia a inhibir o reducir la desmineralización, sin embargo Marinho et al (2002) mencionan que existen otras alternativas médicas como los barnices de flúor, que en su mayoría son lacas que contienen un 5% de fluoruro de sodio en una base de resina, que proporcionan una dosis temporal altamente concentrada de fluoruro a la superficie del diente, Se ha demostrado que la fracción prevenida promedio es del 30%, ligeramente superior a otros agentes fluorados, además es muy efectivo en grupos de alto riesgo, han demostrado también una reducción en la desmineralización del

esmalte debajo de bandas ortodónticas y Brackets.

Tal es el caso del barniz Enamelast; que contienen un 5% (22.600 ppm) de fluoruro de sodio en una base de resina, Fernández et al (2014) recomiendan que el barniz de Flúor Enamelast se mantenga sobre el esmalte durante un periodo mínimo de 4 horas siguiendo las indicaciones del fabricante, con el fin de permitir la formación de depósitos de  $\text{CaF}_2$  en el esmalte, en el presente trabajo, se respetaron las especificaciones dejando 4 horas el barniz Enamelast en los órganos dentales pertenecientes a este grupo de estudio.

A diferencia de los barnices de flúor que tienen altas concentraciones de flúor, se encuentran los productos fluorados disponibles sin receta debido a las bajas dosis del mismo, tal es el caso de las pastas dentales, que generalmente contienen 1400 a 1500 ppm, sin embargo la pasta dental Biomin F contiene únicamente 600 ppm, Moira et al (2017) mencionan que esto es posible gracias al aporte de Vidrio Bioactivo en combinación con la presencia de flúor, lo cual genera una adhesión al esmalte que entra por los túbulos dentinarios para ocluirlos y disolverse durante un periodo de 12 horas, es decir mayor tiempo al mencionado para el barniz Enamelast, que únicamente era por 4 horas; liberando lentamente iones de calcio, fluoruro y fosfato a un nivel terapéuticamente eficaz, trabajando en concierto con la saliva para formar fluorapatita, que es diez veces más resistente a los ácidos que la hidroxiapatita.

En un estudio realizado por Abdulmajeed et al (2018) se comparó la pasta dental Colgate el cual contiene 1450 ppm de flúor contra la pasta dental Biomin F contra la pasta BiominF cuyo ingrediente activo es fosfosilicato de fluoruro calcico con un contenido de flúor de 600 ppm con el objetivo de observar con cuál de estas dos se observaban mayores índices de remineralización del esmalte sometidos in vitro a medios ácidos por medio de un probador Vickers con el cual median la microdureza del esmalte de dientes extraídos antes y después de someterlos al experimento, en el cual el grupo BiominF superó los niveles en cuanto a remineralización de la estructura el esmalte desmineraizado, concordando con el trabajo de Farooq et al (2019) cuyo objetivo fue comparar el potencial de

remineralización del dentífrico BiominF, contra Novamin, los especímenes fueron expuesto a ácido cítrico al 6% durante 5 min para imitar la desmineralización y luego, las muestras de los grupos 2 y 3 se almacenaron en las pastas de pasta de dientes durante 5 min. Los cambios medios en el volumen del esmalte se evaluaron mediante tomografía microcomputarizada, y la pérdida o ganancia media de superficie se investigó utilizando un perfilómetro. La prueba de suma de rangos de Wilcoxon y el análisis de varianza unidireccional con pruebas post-hoc fueron utilizadas para identificar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) sin embargo resultó que BiominF funcionó mejor que Novamin.

Hill (2017) menciona que ha demostrado en sus experimentos que cuando la pasta dental fluorada convencional, la cual contiene fluoruro soluble, como el fluoruro de sodio o monofluorofosfato de sodio existe un alto contenido de flúor en la boca, sin embargo este desciende rápidamente una vez que la pasta dental es eliminada ppm el flujo salival, por lo que aproximadamente posterior a unos 100 minutos el flúor queda por debajo del nivel terapéutico requerido; mencionando que los barnices de flúor, sin importar que su dosis de flúor es potencialmente mayor que las pastas dentales, también es solo son eficaces durante algunos días, mencionando las secuelas que pueden presentar los órganos dentales, si por su parte, se excede del mismo pueden causarse otras lesiones en el esmalte, tales como las manchas de fluorosis, que aunque anteriormente se pensaba que actuaban como un reservorio de fluoruro, sin embargo se ha demostrado que no es el caso, debió a que es completamente insoluble y no libera flúor, mencionando que su recomendación de uso es de dos a cuatro veces al año.

En el presente trabajo tal como se menciona en el estudio de Hill (2017) la pasta dental Biomin F, obtuvo mejores resultados que el barniz de flúor Enamelast, siendo que en el primero, el promedio de la pérdida de microdureza del esmalte fue de  $78.55 \pm 12.14$  y para el segundo  $94.16 \pm 11.37$ , sin embargo, en la prueba estadística de Tukey's. no arrojó diferencia significativa entre ellas.

## VII. CONCLUSIONES

Todas las muestras perdieron con significancia estadística, microdureza del esmalte VHN bajo un ciclo de 14 días con un agente desmineralizante con pH 4.5.

Las muestras del grupo Biomin F de la marca Dental KIT y el barniz de flúor Enamelast de la marca Ultradent, perdieron menor microdureza VHN que el grupo control.

La diferencia entre la pérdida de microdureza VHN entre la pasta dental Biomin F de la marca Dental KIT y el barniz de flúor Enamelast de la marca Ultradent, no fue estadísticamente significativa.

## VIII. PROPUESTAS

Una limitación de nuestro estudio es su naturaleza in vitro, puesto que las condiciones reales in vivo pueden ser diferentes y pueden ofrecer desafíos más dinámicos a los materiales probados. Este estudio podría resultar útil y servir de base para futuros estudios cuantitativos y clínicos, con el fin de analizar los efectos de estos dentífricos bajo más vigorosas condiciones in vivo.

En el presente estudio no se midió la profundidad de la remineralización existente entre los dos grupos por los que se propone que en un estudio futuro se considere esta variable dentro de los resultados con el fin de tener conclusiones más contundentes.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Albaladejo, Alberto, Javier Montero, Rafael Gómez De Diego, and Antonio López-Valverde. 2011. "Effect of Adhesive Application Prior to Bracket Bonding with Flowable Composites." *Angle Orthodontist* 81 (4): 716–20. <https://doi.org/10.2319/062310-344.1>.

Alhussain, Abdulmajeed Mohammed, Abdulhakeem Ali Alhaddad, Mahdi Mohammed Ghazwi, and Imran Farooq. 2018. "Remineralization of Artificial Carious Lesions Using a Novel Fluoride Incorporated Bioactive Glass Dentifrice." *Dental and Medical Problems* 55 (4): 379–82. <https://doi.org/10.17219/dmp/97311>.

Bishara, Samir E., Leigh VonWald, John F. Laffoon, and John J. Warren. 2001. "Effect of a Self-Etch Primer/Adhesive on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 119 (6): 621–24. <https://doi.org/10.1067/mod.2001.113269>.

Castellanos J, Marín L, Usuga M, Castiblanco G, Martognon S. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental Enamel Remineralization under the Current Caries Understanding. *Redalyc.org*. 2013;32(0120-4319):49-59.

Cate, Jacob M. Ten. 1999. "Current Concepts on the Theories of the Mechanism of Action of Fluoride." *Acta Odontologica Scandinavica* 57 (6): 325–29. <https://doi.org/10.1080/000163599428562>.

Chavéz B, Almeida I, Urzedo R. Evaluación de la dureza del esmalte en dientes deciduos. 2011;8(1):2-6.

Chambers, C., S. Stewart, B. Su, J. Sandy, and A. Ireland. 2013. "Prevention and Treatment of Demineralisation during Fixed Appliance Therapy: A Review of Current Methods and Future Applications." *British Dental Journal* 215 (10): 505–11. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.1094>.

Cury, JA; Tenuta, LM. 2009. "Enamel Remineralization : Controlling the Caries Disease or Treating Early Caries Lesions ? Dental Caries : The Disease and Its Signals Enamel Remineralization." *Brazilian Oral Research* 23: 23–30.

Dehailan, Laila Al, Esperanza Angeles Martinez-Mier, and Frank Lippert. 2016. "The Effect of Fluoride Varnishes on Caries Lesions: An in Vitro Investigation." *Clinical Oral Investigations* 20 (7): 1655–62. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1648-4>.

Dentistry, Preventive. 2019. "Pedodontics and Preventive Dentistry" 37 (September). <https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD>.

Derks, A., C. Katsaros, J. E. Frencken, M. A. Van't Hof, and A. M. Kuijpers-Jagtman. 2004. "Caries-Inhibiting Effect of Preventive Measures during Orthodontic Treatment with Fixed Appliances: A Systematic Review." *Caries Research* 38 (5): 413–20. <https://doi.org/10.1159/000079621>.

Farooq, Imran, Abdul Majeed, Emad Alshwaimi, and Khalid Almas. 2019. "Efficacy of a Novel Fluoride Containing Bioactive Glass Based Dentifrice in Remineralizing Artificially Induced Demineralization in Human Enamel." *Fluoride* 52 (3): 447–55.

Farooq, Imran, Maxi Tylkowski, Steffen Müller, Tomasz Janicki, Delia S. Brauer, and Robert G. Hill. 2013. "Influence of Sodium Content on the Properties of Bioactive Glasses for Use in Air Abrasion." *Biomedical Materials (Bristol)* 8 (6). <https://doi.org/10.1088/1748-6041/8/6/065008>.

Featherstone, John D.B. 2000. "The Science and Practice of Caries Prevention." *Journal of the American Dental Association* 131 (7): 887–99. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0307>.

Franco, Letícia P., Bernardo Q. Souki, Paula L. Cheib, Marcel Abrão, Tatiana B.J. Pereira, Helena M.G. Becker, and Jorge A. Pinto. 2015. "Are Distinct Etiologies of Upper Airway Obstruction in Mouth-Breathing Children Associated with Different Cephalometric Patterns?" *International Journal of Pediatric*

Otorhinolaryngology 79 (2): 223–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.12.013>.

Gardner, Alastair, and Ross Hobson. 2001. "Variations in Acid-Etch Patterns with Different Acids and Etch Times." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 120 (1): 64–67. <https://doi.org/10.1067/mod.2001.114643>.

Georgina, Sandra, Prado Rosas, Miguel Ángel, Araiza Téllez, and Emilia Valenzuela Espinoza. 2014. "In Vitro Efficiency of Fluoride-Containing Compounds on Remineralization of Carious Enamel Lesions under Cyclic PH Conditions Eficiencia inVitro de Compuestos Fluorados En La Remineralización de Lesiones." *Revista Odontológica Mexicana* 18 (2): 96–104. [https://doi.org/10.1016/S1870-199X\(14\)72058-0](https://doi.org/10.1016/S1870-199X(14)72058-0).

Godoi, Fernanda Alvarez de, Natália Russo Carlos, Enrico Coser Bridi, Flávia Lucisano Botelho do Amaral, Fabiana Mantovani Gomes França, Cecília Pedroso Turssi, Kamila Rosamília Kantovitz, and Roberta Tarkany Basting. 2019. "Remineralizing Effect of Commercial Fluoride Varnishes on Artificial Enamel Lesions." *Brazilian Oral Research* 33: 1–10. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2019.VOL33.0044>.

Guzmán-Armstrong, Sandra, Jane Chalmers, and John J. Warren. 2010. "White Spot Lesions: Prevention and Treatment." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 138 (6): 690–96. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.07.007>.

Hench, L. L., R. J. Splinter, W. C. Allen, and T. K. Greenlee. 1971. "Bonding Mechanisms at the Interface of Ceramic Prosthetic Materials." *Journal of Biomedical Materials Research* 5 (6): 117–41. <https://doi.org/10.1002/jbm.820050611>.

Lata, S, NO Varghese, and Jolly Mary Varughese. 2010. "Remineralization Potential of Fluoride and Amorphous Calcium Phosphate-Casein Phospho Peptide on Enamel Lesions: An in Vitro Comparative Evaluation ." *Journal of Conservative Dentistry* 13(1): 42. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.62634>.

Manfred L, Covell DA, Crowe JJ, Tufekci E, Mitchell JC. A novel biomimetic orthodontic bonding agent helps prevent white spot lesions adjacent to brackets.

Angle Orthod. 2013 Jan;83(1):97-103. doi: 10.2319/110811-689.

Marinho VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database of Systematic Reviews 2002, Issue 3. Art. No. CD002279

Martín Hernández, J. 2004. "Aspectos Prácticos de La Adhesión a Dentina." *Avances En Odontología* 20 (1): 19–32. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852004000100003>.

Mohan, Ajit George, A. V. Rajesh Ebenezer, Mohamed Fayas Ghani, Leena Martina, Ashwin Narayanan, and Bejoy Mony. 2014. "Surface and Mineral Changes of Enamel with Different Remineralizing Agents in Conjunction with Carbon-Dioxide Laser." *European Journal of Dentistry* 8 (1): 118–23. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.126264>.

Øgaard, Bjørn. 2008. "White Spot Lesions During Orthodontic Treatment: Mechanisms and Fluoride Preventive Aspects." *Seminars in Orthodontics* 14 (3): 183–93. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2008.03.003>.

Pitts, N. B., and K. Ekstrand. 2013. "International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and Its International Caries Classification and Management System (ICCMS) - Methods for Staging of the Caries Process and Enabling Dentists to Manage Caries." *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 41 (1): 41–52. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12025>.

Reyes L, Ramirez RB. 2013. "Observación Del Esmalte Dental Humano Con Microscopia Electrónica." *Revista Tamé* 1 (3): 90–96.

Shetty S, Hegde MN, Bopanna TP. Enamel remineralization assessment after treatment with three different remineralizing agents using surface microhardness: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2014 Jan;17(1):49-52. doi: 10.4103/0972-0707.124136

Shungin, Dmitry, Alexandra Ioannidis Olsson, and Maurits Persson. 2010. "Orthodontic Treatment-Related White Spot Lesions: A 14-Year Prospective

Quantitative Follow-up, Including Bonding Material Assessment.” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 138 (2): 136.e1-136.e8. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.05.020>.

Sonis, Andrew L, and William Snell. 1989. “Light-Activated Bonding System for Orthodontic Bracket Placement,” 306–11.

Sudjalim, Theresia Rini, Michael Geoffrey Woods, David John Manton, and Eric C. Reynolds. 2007. “Prevention of Demineralization around Orthodontic Brackets in Vitro.” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 131 (6): 705.e1-705.e9. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.09.043>.

Tanevitch A, Durso G, Batista S, et al. Microestructura del esmalte en dientes deciduos: Los tipos de esmalte y la resistencia a la abrasión. *UNR J Ciencias la salud*. 2013;uno(Rensberger 1997):1713-1718. [www.cda-adc.ca/jcda/vol-74/issue-1/73.html](http://www.cda-adc.ca/jcda/vol-74/issue-1/73.html) F.

Toda S, Featherstone JD. Effects of fluoride dentrifices on enamel lesion formation. *J Dent Res*. 2008;87:224–227.

Uysal T, Amasyali M, Koyuturk AE, Ozcan S. Effects of different topical agents on enamel demineralization around orthodontic brackets: an in vivo and in vitro study. *Aust Dent J*. 2010 Sep;55(3):268-74. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01233.x.

## X ANEXOS

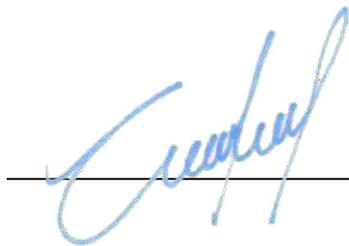
Anexo 1.

Querétaro, Qro, 28 de Septiembre de 2021.

Comité de Investigación de la  
Facultad de Medicina de la  
Universidad Autónoma de Querétaro  
P r e s e n t e.

Por medio de la presente les envío un cordial saludo y aprovecho para solicitar atentamente la revisión y registro del protocolo de tesis titulado “Comparación de la microdureza del esmalte tratado con dos remineralizantes en lesiones de mancha blanca, estudio in vitro” con mismo que ya que revisado y aprobado por el comité de bioética. Adjunto a esta solicitud se encuentran todos los documentos correspondientes.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes



M.E. Cintia Verónica Gutiérrez Rangel

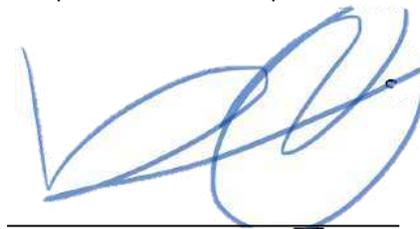
Anexo 2.

Querétaro, Qro, 28 de Septiembre de 2021.

Comité de Bioética e Investigación de la Facultad de Medicina de la  
Universidad Autónoma de Querétaro  
P r e s e n t e.

Por medio de la presente les envío un cordial saludo y aprovecho para mencionar que acepto ser la directora de tesis de la alumna Cintia Verónica Gutiérrez Rangel, estudiante de la especialidad de ortodoncia. He revisado el documento escrito y me comprometo a apoyar al alumno a llevar el proyecto a buen término.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned above a thin horizontal line.

D. en C. Elisa Rebeca A



Querétaro, Qro., 09 de septiembre del 2021

Cintia Verónica Gutiérrez Rangel  
Presente

Por medio de la presente le hacemos llegar las observaciones y recomendaciones al Protocolo de Tesis:

**COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE TRATADO  
CON DOS REMINERALIZANTES EN LESIONES DE MANCHA  
BLANCA, ESTUDIO IN VITRO**

Que ha turnado a este Comité de Bioética

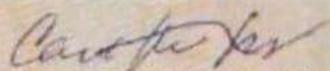
\*\*\*\*\*

Con base a lo anterior el dictamen correspondiente es de:

**EXENTO DE REVISIÓN, YA QUE NO INVOLUCRA LA PARTICIPACIÓN DE SUJETOS  
HUMANOS NI ANIMALES.**

"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR"

"POR LA VIDA Y LA SALUD"



DR. CARLOS FRANCISCO SOSA FERREYRA

Presidente del Comité de Bioética  
Facultad de Medicina



Dra. Claudia Verónica Cabeza Cabrera

Secretaria del Comité de Bioética  
Facultad de Medicina



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
Dirección de Investigación y Posgrado  
Registro del Protocolo de Investigación del Estudiante de Posgrado

Espacio exclusivo para la Dirección:

No. Registro de Proyecto\*: \_\_\_\_\_

Fecha de Registro\*: \_\_\_\_\_

Fecha de inicio de proyecto: Septiembre 2021

Fecha de término de proyecto: Julio 2022

**1. Datos del solicitante:**

No. de expediente: \_\_\_\_\_

Nombre:

Gutiérrez

Rangel

Cintia Verónica

Apellido Paterno

Apellido Materno

Nombre(s)

Dirección:

Lirios #203

Prados e la capilla

76176

Calle y número

Colonia

C.P.

Querétaro

(044) 449 9282620

Estado

Teléfono (Incluir lada)

**2. Datos del proyecto:**

Facultad:

Medicina

(Escribir el nombre completo del posgrado en el que está inscrito)

Especialidad en:

Ortodoncia

Tema específico del proyecto:

"COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE TRATADO CON DOS RÉMINERALIZANTES EN LESIONES DE MANCHA BLANCA, ESTUDIO IN VITRO".

D. en C. Elisa Rebeca  
Ascencio Rentería

Dr. Nicolás Camacho Calderón

Director de Tesis<sup>1</sup>

Co-director<sup>1</sup>

Jefe de Investigación y Posgrado de  
la Facultad<sup>1</sup>

M.E. Cintia Verónica  
Gutiérrez Rangel

Dra. Guadalupe Zaidívar  
León de Larrea

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca  
Piña

Alumno<sup>1</sup>

Director de Facultad<sup>1</sup>

Directora de Investigación y  
Posgrado<sup>1</sup>