



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

**EFFECTO DE CUATRO FORMULACIONES DE
DENTÍFRICOS FLUORADOS SOBRE LA RUGOSIDAD
SUPERFICIAL DEL ESMALTE EROSIONADO**

**Effect of four fluoride dentifrices formulations on the surface
roughness of eroded enamel.**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO

DENTISTA

AUTORES:

ANGELA LUCIA PRADO SOLIS

NADIA MERCEDES BENDEZU PEÑA

NICOLE SKARLETH VALVERDE LUCANA

ASESOR:

MG. LEYLA DELGADO COTRINA

COASESOR:

DR. LIDIA YILENG TAY CHU JON

LIMA-PERÚ

2022

JURADO

Presidente: Dr. Víctor Abel Huanambal Tiravanti
Vocal: Dra. Elizabeth Rosario Casas Chavez
Secretario: Dr. Edgar Juan Quenta Silva

Fecha de Sustentación: 15 de julio del 2022

Calificación: Aprobado

ASESORES DE TESIS

ASESOR:

Mg. Leyla Antoinette Delgado Cotrina

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0002-3027-178X

COASESOR:

Dra. Lidia Yileng Tay Chu Jon

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0002-1656-2804

DEDICATORIA

A mis padres Ernesto y Dina y a mi hermana Giannina, por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida y siempre confiar en mí.

Angela

A mis padres Julio y Beatriz, a mis hermanos Julio y Sebastian, por su confianza y motivación durante este proceso.

Nadia

A mi mamá Maria Ines Lucana y familia por brindarme su apoyo y confianza incondicional cuando más lo necesite.

Nicole

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, dar gracias a Dios por guiarnos siempre por el sendero del conocimiento, por darnos salud y fuerza para alcanzar nuestros objetivos.

A nuestra casa de estudios, Universidad Peruana Cayetano Heredia, por sus enseñanzas y siempre cultivar el espíritu científico.

A la Dra. Leyla Delgado y Dra. Yileng Tay por sus consejos, motivación y orientación durante el desarrollo de esta tesis.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

EFFECTO DE CUATRO FORMULACIONES DE DENTÍFRICOS FLUORADOS SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE EROSIONADO

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Consorcio CIXUG Trabajo del estudiante	1%
2	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1%
5	bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083 Fuente de Internet	<1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	search.bvsalud.org Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1%

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
II.1. Objetivo general.....	4
II.2. Objetivos específicos	4
III. Materiales y Métodos	5
III.1. Diseño de estudio	5
III.2. Muestra.....	5
III.3. Variables.....	5
III.4. Técnicas y procedimientos	6
III.5. Plan de análisis	8
III.6. Consideraciones éticas	9
IV. Resultados.....	10
V. Discusión	11
VI. Conclusiones.....	17
VII. Referencias Bibliográficas	18
VIII. Tablas y gráficos	25
Anexos	

RESUMEN

Los fluoruros convencionales previenen la desmineralización por la formación de una capa de Fluoruro de calcio que actúa como una barrera física y un depósito de iones de calcio y fluoruro que se liberan a pH ácido. Para erosión, esta capa debe ser lo suficientemente densa y estable por lo que se añade a los dentífricos iones metálicos polivalentes que permiten una mayor absorción de fluoruro y una mayor resistencia a los ácidos como el caso del estaño o el zinc. El objetivo del actual trabajo fue evaluar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a cuatro dentífricos fluorados. Los especímenes fueron sumergidos en saliva artificial por 30 minutos, posteriormente se expusieron a un ciclo erosivo (Coca-Cola por 5 minutos, 4 veces al día por 5 días), finalmente los dentífricos fluorados (Fluoruro de sodio + zinc - Nueva Colgate Total 12, Fluoruro de estaño - Encía Detox Oral B, Fluoruro de amina - Elmex Caries Protection, Fluoruro de sodio - Colgate Triple Acción y saliva artificial) se aplicaron con cepillo eléctrico durante 2 minutos y luego se dejaron reposar durante 5 minutos. La rugosidad superficial se registró al inicio y al final de todos los ciclos. Se analizaron los resultados con ANOVA/Tukey con un nivel de significancia de 0,5%.

Palabras claves: Erosión, Dentífricos, Fluoruros (DeCS).

ABSTRACT

Conventional fluorides prevent demineralization by the formation of a calcium fluoride layer that acts as a physical barrier and a reservoir of calcium and fluoride ions that are released at acidic pH. For erosion, this layer must be sufficiently dense and stable, so polyvalent metal ions are added to the dentifrices to allow greater fluoride absorption and greater resistance to acids, as in the case of tin or zinc. The objective of the present work was to evaluate the surface roughness of eroded enamel exposed to four fluoride dentifrices. The specimens were immersed in artificial saliva for 30 minutes, then exposed to an erosive cycle (Coca-Cola for 5 min, 4 times for day for 5 days), finally the fluoride dentifrices (Sodium Fluoride - New Colgate Total 12, Stannous Fluoride - Oral B Gingiva Detox, Amine Fluoride - Elmex Caries Protection, Sodium Fluoride - Colgate Triple Action and artificial saliva) were applied with an electric toothbrush for 2 minutes and then let stand for 5 minutes. Surface roughness was recorded at the beginning and end of all cycles. Results were analyzed with ANOVA/Tukey with a significance level of 0.5%.

Keywords: Erosion, Dentifrices, Fluorides (DeCS).

I. INTRODUCCIÓN

La erosión dental es la pérdida irreversible de la estructura dental debido al grabado químico por ácidos que no son bacterianos, que resulta en la disolución del tejido duro debido a la pérdida de minerales y, por lo tanto, la superficie erosionada se vuelve más susceptible (1,2).

El desgaste dental erosivo (DDE) es el desgaste que ocurre cuando la erosión dental es el factor etiológico primario. Los ácidos entran en contacto con la superficie del diente y ocurre un ablandamiento por pérdida de minerales, por lo tanto, lo hace vulnerable a las fuerzas mecánicas (3-6).

Se ha estimado una prevalencia de 30,4% de desgaste erosivo en los dientes permanentes de niños y adolescentes (7). Las causas pueden ser intrínsecas como en el reflejo gastroesofágico, bulimia nerviosa o bajo flujo salival y las extrínsecas, relacionadas a sustancias ácidas externas como consumo de bebidas carbonatadas, cítricos y medicamentos ácidos. En América Latina y el Caribe el consumo diario medio de bebidas con azúcar es el más alto del mundo, sobre todo en Centroamérica y Caribe (en promedio 1,61 y 1,93 raciones diarias de 226 g por adulto, respectivamente, en comparación con 0,58 a nivel mundial) (8-9).

Al ser una condición multifactorial se debe tener un enfoque amplio para su adecuado diagnóstico y tratamiento, detener su progresión y evitar la formación de nuevas lesiones (10).

Los fluoruros se han utilizado ampliamente para revertir la desmineralización de los tejidos dentales, son compuestos binarios o sales de flúor combinados con otro elemento. Se ha demostrado la eficacia del flúor como agente protector, disminuyendo la pérdida de minerales cuando existe un ataque ácido bacteriano o no bacteriano, debido a su alta afinidad por el calcio. Actualmente el principal

mecanismo de acción del flúor es local, sin embargo, su acción se limita principalmente a la superficie del esmalte (11,12). En concentraciones específicas se consigue aumentar la mineralización dental (13).

El modo de acción en la prevención de la erosión está relacionado principalmente con la formación de una capa en la superficie del esmalte de Fluoruro de calcio, que protege temporalmente el esmalte subyacente contra las sustancias con potencial erosivo (14). Cuando el esmalte se disuelve, por disminución del pH, los iones de fluoruro (F^-) pueden sustituir a los iones hidroxilo (OH^-) y permite la formación de la fluorhidroxiapatita (FA) siendo este más resistente a los ácidos. El resultado es una disminución en la disolución del esmalte, ya que una cierta cantidad de calcio y fosfato, que se perdió como hidroxapatita (HA), se recupera como FA (15,16).

Los fluoruros se incorporan en los dentífricos en diferentes presentaciones. El Fluoruro de sodio es un compuesto con sales inorgánicas iónicas de fácil y rápida disolución, siendo el sodio un ion positivo que tiene la capacidad de potencializar la acción del fluoruro. El NaF influye en el equilibrio del proceso Des-Re de los dientes formando fluorapatita químicamente estable en la estructura del esmalte permitiendo reducir su solubilidad (17,18).

Los dentífricos convencionales de NaF son capaces de reducir la pérdida de tejido erosivo incluso en casos severos de erosión, pero tienen una eficacia limitada con respecto a los efectos de la abrasión (19). Los dentífricos que contienen estaño son los que tienen el pH más bajo, pH necesario para su acción; que a diferencia del NaF puede ser utilizado en combinación con abrasivos basados en calcio (14,20). Los iones metálicos polivalentes han sido probados para prevenir la desmineralización erosiva. Después de la aplicación de flúor con el compuesto polivalente (Sn^{+2}) este se incorpora al esmalte y la dentina, se produce la formación

de un recubrimiento superficial rico en metal con mayor absorción de flúor siendo menos susceptibles a la disolución por ácidos; que a diferencia de los compuestos monovalentes como el NaF o Fluoruro de amina (AmF) al ser más solubles no resisten ataques ácidos consecutivos (13,21).

El AmF aparenta tener una eficacia reducida contra la erosión por la falta de biopelícula en el proceso erosivo y el pH más bajo de los ácidos en comparación con los ácidos bacterianos. Esto quiere decir que para lograr un tipo de efecto duradero es necesario utilizar productos con mayor concentración de flúor (21).

El zinc es un oligoelemento que se encuentra en la saliva y en la placa de forma natural, cuya función es modular la cristalinidad de la apatita. En la saliva, está presente en el rango de 0,01 - 0,15 ppm. Sin embargo, al aplicarse en dentífricos, se encuentran concentraciones orales mucho más altas, que disminuyen luego de 30-60 minutos (22). El zinc en dentífricos tiene una buena sustentividad oral, se retiene alrededor de 30% después del cepillado, de los cuales el 5,7% se elimina después de enjuagar 3 veces (23-26).

De acuerdo con lo mencionado el propósito de la presente investigación busca determinar el efecto de cuatro dentífricos sobre la rugosidad superficial del esmalte erosionado.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a cuatro dentífricos fluorados.

Objetivos específicos

- 1) Determinar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dentífricos con Fluoruro de sodio + zinc, Fluoruro de estaño, Fluoruro de amina y Fluoruro de sodio.
- 2) Comparar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dentífricos con Fluoruro de sodio + zinc, Fluoruro de estaño, Fluoruro de amina y Fluoruro de sodio.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III.1. Diseño del estudio:

Experimental *in vitro*.

III.2 Muestras

El grupo experimental estuvo conformado por especímenes de esmalte con un área de superficie de 4x4 mm, que se obtuvieron de premolares extraídos por motivos ortodónticos. Cada grupo experimental estuvo conformado por 10 especímenes de esmalte dental (27). Se seleccionaron piezas sanas sin ningún tipo de lesión cariosa, hipoplasia o hipomineralización.

Los grupos experimentales fueron:

- 1) Grupo NaF+Zn: Fluoruro de sodio + zinc - Nueva Colgate Total® 12 - 1450 ppm.
- 2) Grupo SnF₂: Fluoruro de estaño - Encía Detox Oral B® - 1100 ppm.
- 3) Grupo AmF: Fluoruro de amina - Elmex® Caries Protection - 1450 ppm.
- 4) Grupo NaF: Fluoruro de sodio - Colgate® Triple Acción 1450 ppm (Control Positivo).
- 5) Grupo SA: Saliva Artificial (Control negativo).

La información y composición de los dentífricos se observa en el Anexo 1.

III.3. Variables

La construcción de las variables fue realizada a partir de los objetivos. Teniendo como variables referentes:

- a) Rugosidad superficial: son los surcos o marcas de la superficie del esmalte. De la cual se evaluará la rugosidad aritmética (Ra) es el valor medio de los valores absolutos de las alturas del perfil, con respecto a la línea, en la longitud de evaluación (Gráfico 1). Operacionalmente se evaluó el valor

absoluto de la diferencia de la rugosidad superficial del esmalte (inicial-final). Variable cuantitativa en escala de razón y su unidad de medida es el micrómetro (μm).

- b) Dentífrico fluorado: Los dentífricos son productos destinados a la limpieza de la cavidad bucal y que este tenga efecto protector (28). Variable cualitativa, nominal, politómica. Las categorías son dentífricos fluorados:
- NaF+Zn Fluoruro de sodio + zinc - Nueva Colgate Total® 12 - 1450 ppm.
 - SnF₂ Fluoruro de estaño - Encía Detox Oral B® - 1100 ppm.
 - AmF Fluoruro de amina - Elmex® Caries Protection - 1450 ppm.
 - NaF Fluoruro de sodio - Colgate® Triple Acción 1450 ppm.

El cuadro de variables se observa en el Anexo 2.

III.4. Procedimientos y técnicas

Preparación de los especímenes:

La preparación de especímenes se realizó según el modelo de Wang *et al.*, los premolares fueron limpiados con curetas (SG 11/12-6, Hu-friedy) para la eliminación de los tejidos circundantes que se encuentren unidos a la corona o raíz. Posteriormente fueron almacenados en formaldehído al 2% con pH 7 en un periodo de 30 días para su desinfección antes de realizar el procedimiento experimental. Se seccionaron con un disco de diamante bajo constante refrigeración. El primer corte en sentido vestíbulo lingual/palatino para separar la cara mesial y distal, y el segundo corte al nivel del cuello de la pieza dental. Las muestras seccionadas se insertaron en cilindros de PVC de 15 mm de diámetro y 10 mm de altura. Para la confección de las muestras se colocaron los especímenes con la superficie del esmalte hacia una platina de vidrio. Se rellenó hasta el tope del cilindro PVC con

acrílico autocurado marca Vitacryl. Para pulir el esmalte se utilizó papel de lija (Asalite, Lima, Perú) con una granulación de 600 y 800 grit por 20 segundos. Posteriormente se empleó granulación de 1000, 1500, 2000 grit por 2 minutos, con irrigación constante. Antes de pasar a una nueva lija las muestras se lavaron durante 5 minutos con agua destilada desionizada y evitar la interferencia de los residuos en el pulido. Se realizó un lavado con ultrasonido para eliminar los restos de lija de las muestras y posteriormente se almacenaron en agua destilada desionizada a una temperatura de 4° C hasta iniciar los ciclos erosivos (29).

Ciclo erosivo:

Previo al desafío erosivo las muestras fueron inmersas en 60 ml de saliva artificial (Salival, Lima, Perú) (Cada 100 ml contiene: 0,084 g de NaCl; 0,120 g de KCl; 0,015 g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,005 g de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 0,375 g de $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_2\text{CH}_2\text{COONa}$; 4,000 g de $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$; 0,100 g de $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$; 0,010 g $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_3$ y 100 ml de agua purificada), durante 30 minutos, luego las muestras se retiraron del recipiente con saliva artificial y se secaron con papel absorbente.

Las muestras fueron sometidas a un desafío erosivo siguiendo el modelo de Molla *et al.*, para ello se utilizó Coca-Cola pH 2,8 por 5 minutos. Los dentífricos fueron diluidos en proporción 1:3 de dentífrico y agua destilada desionizada con ayuda de jeringas de 5 ml. Luego fueron colocados con una jeringa de tuberculina previamente codificadas para conformar un estudio ciego. Se aplicó 0,1 ml de dilución en las muestras y luego durante 2 minutos se cepillaron con un cepillo eléctrico Oral B Pro-750 crossaction bajo una carga constante. Posterior a cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para asegurar la interacción con el esmalte (30-31). Finalmente, las muestras fueron enjuagadas con agua

destilada desionizada durante 10 segundos para eliminar los excesos de los dentífricos para después dejarlo en reposo en saliva artificial. Este proceso erosivo y de remineralización se realizó 4 veces al día durante 5 días (32).

La totalidad de muestras permaneció en reposo de un día para otro completamente inmersas en un envase con 60 ml de saliva artificial para simular las condiciones naturales de remineralización en la cavidad oral, esta sustancia fue sustituida diariamente. Las muestras se lavaron con agua destilada desionizada antes de realizar un nuevo ciclo erosivo y de tratamiento (33).

Evaluación de la rugosidad superficial:

La rugosidad está formada por surcos o marcas dejadas por los agentes que atacan la superficie en la ingesta de las bebidas.

La rugosidad superficial se midió con el rugosímetro digital SRT-6200 en el laboratorio calibrado en μm , micrómetro. Se evaluaron los parámetros de rugosidad media aritmética (Ra). Se realizaron cuatro mediciones por cada muestra y se determinó el promedio de acuerdo con las indicaciones del rugosímetro, obteniendo los valores correspondientes a cada muestra (34).

III.5. Plan de análisis

Para el análisis univariado se calculó las medidas de tendencia central, media y desviación estándar de los valores de rugosidad superficial (Ra). Los datos obtenidos fueron analizados en el programa SPSS V24. Se analizó la distribución normal de los valores de rugosidad superficial utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente se aplicó el análisis de ANOVA/Tukey para determinar las

diferencias de rugosidad entre los diferentes dentífricos. Se utilizó un nivel de significancia de 0,5%.

III.6. Aspectos éticos del estudio

La presente investigación fue presentada al Comité Institucional de Ética de la UPCH para pedir su revisión y aprobación la cual se emitió con número ID 202073 N° de constancia 392-20-20 el 26 de agosto del 2020. Se solicitó los permisos al laboratorio de Materiales Dentales de la Facultad de Estomatología para la ejecución del estudio

IV. RESULTADOS

Las diferencias de rugosidad superficial del esmalte erosionado expuestos a dentífricos se observan en la Tabla 1. Los valores promedios de Ra fluctuaron entre 0,044 μm (0,03) y 0,189 μm (0,129). En el análisis de comparación de medias se encontró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de NaF+Zn y AmF. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre los dentífricos evaluados con respecto a la saliva artificial. ($p < 0,05$). El grupo de Fluoruro de amina presentó la mayor diferencia de rugosidad superficial con valores de 0,189 μm (0,129) y el grupo de Fluoruro de sodio + zinc obtuvo la menor diferencia de rugosidad con 0,044 μm (0,03).

V. DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue evaluar la rugosidad superficial (valor promedio aritmético de los valores absolutos de las distancias del perfil de rugosidad a la línea intermedia de la longitud de medición) del esmalte erosionado expuesto a cuatro dentífricos fluorados.

Se encontraron diferencias significativas entre los grupos de NaF+Zn y AmF. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en relación con el control negativo. Los resultados de este estudio coinciden con el de Olivan *et al.* quienes no encontraron diferencias significativas entre los diferentes dentífricos (Duraphat, Colgate-Palmolive, Elmex® Erosion Protection, MI Paste®, Regenerate Enamel Science™), sin embargo, las diferencias metodológicas con el estudio de Olivan *et al.* fueron la aplicación del material preventivo con microbrush en la superficie del esmalte y reposo del tratamiento durante 6 horas antes del desafío erosivo. (27).

Por otro lado, Körner *et al.* encontraron la menor pérdida de esmalte con la combinación de pasta de dientes Elmex® Erosion Protection (AmF+NaF) asociado a un cepillo de dientes convencional al cual fijaron un peso de 200 g en el cabezal del cepillo generando una fuerza constante de 2,0 N. Asimismo, el uso de ácido clorhídrico (pH = 3) durante 1 min y se realizaron 15 cepillados por serie (35).

En el presente estudio se empleó un cepillo eléctrico el cual podría generar un patrón diferente de cepillado. Sin embargo, según Chicalé *et al.* quienes compararon la rugosidad superficial con el uso de cepillo eléctrico y manual no encontraron diferencias significativas entre los grupos. Por otro lado, Attin *et al.* en un estudio *in situ*, al evaluar el efecto de diferentes periodos de remineralización

intraoral para disminuir la susceptibilidad del esmalte previamente desmineralizado frente a la abrasión del cepillado dental, encontraron mayor porcentaje de desgaste para las muestras que fueron cepilladas inmediatamente después del ataque erosivo. Por lo que concluyen que la resistencia a la abrasión del esmalte reblandecido aumenta con el periodo de remineralización y que deben transcurrir al menos 60 min antes de cepillarse los dientes después de un ataque erosivo. Coincidiendo con Lipei *et al.* quienes concluyen que el cepillado después de 60 minutos luego de la exposición ácida puede reducir eficazmente la abrasión del esmalte (36-38).

El mecanismo por el que los fluoruros convencionales, como NaF y AmF, previenen la desmineralización erosiva es por medio de la formación de una capa de Fluoruro de calcio (CaF₂). Esta capa actúa como barrera física a los ácidos y como reservorio de iones calcio y fluoruro que se liberan a pH bajo, incrementando la saturación en relación con la apatita (21).

El mecanismo de acción del AmF es similar al NaF, sin embargo, su precipitado es más estable ya que su estructura molecular donde el ion fluoruro está unido a la amina, la cual tiene una molécula con una porción hidrófuga y una parte hidrófila, por lo que le proporciona un fuerte poder adhesivo y propiedades tensoactivas. De esta forma, se propaga rápidamente por la cavidad bucal, humedece las superficies dentales y forma una capa homogénea que recubre la superficie de los dientes (17).

El NaF se disocia instantáneamente en la saliva. El AmF puede unirse a los componentes orgánicos del *biofilm* y de la saliva, por lo tanto, libera fluoruro lentamente, lo que proporciona mayor tiempo de acción remineralizante (17).

Por otro lado, los compuestos de fluoruro monovalentes como el NaF o AmF presentan un efecto limitado contra la erosión, por la falta de biopelícula, haciendo necesario mayor concentración de flúor para potencializar su efecto (39-40).

En relación con el SnF₂ su mecanismo está relacionado con la deposición de estaño en la superficie del diente, así como con su incorporación en la capa de esmalte cercana a la superficie. Estos depósitos son menos susceptibles a la disolución y pueden dar como resultado una mayor protección (20).

West *et al.* usaron un modelo de erosión *in situ* de 10 días. Se realizaron enjuagues con la suspensión de dentífrico durante 60 segundos dos veces al día y con 250 ml de jugo de naranja durante un período de 10 minutos cuatro veces al día. El dentífrico con SnF₂ permitió un 90,3% menor pérdida de esmalte que el dentífrico con NaF / triclosán ($p < 0,001$) en el día 10 (41).

La combinación de estaño y fluoruro es más efectiva que el fluoruro solo. La presencia de iones de estaño provoca una mayor capacidad de los fluoruros para unirse con los iones de calcio en la superficie de la dentina y los túbulos dentinarios, inhibiendo el proceso de desmineralización (21,42).

También se han utilizado dentífricos que contienen SnF₂ junto con hexametáfosfato de sodio ((NaPO₃)₆) probado *in situ* en el estudio de Hooper *et al.* al compararlos con un dentífrico con solo NaF. Observaron que el dentífrico que contiene SnF₂ y (NaPO₃)₆ presentaron menor pérdida de superficie del esmalte que NaF sin estaño. Se ha demostrado que el hexametáfosfato de sodio se incorpora a la película natural y permanece en la película durante varias horas después de su uso, proporcionando un beneficio a largo plazo contra los desafíos erosivos posteriores. El mecanismo

principal a través del cual el $(\text{NaPO}_3)_6$ actúa es a través de la unión preferencial entre los grupos de fosfato en el polímero de hexametáfosfato a los sitios libres de calcio en la superficie del esmalte. Esta interacción da lugar a la deposición de una capa protectora en la superficie del esmalte que bloquea eficazmente los sitios susceptibles de sufrir una agresión ácida erosiva (43).

Ávila *et al.* concluyeron que el SnF_2 presentó un potencial de endurecimiento efectivo, ya que fue capaz de reducir la disolución de la HA. Además, el grupo Cloruro de estaño + Carbopol mostró un potencial de protección contra la erosión más alto que los otros grupos (44).

El efecto protector del Sn^{2+} está relacionado con la interacción entre factores químicos y físicos que juegan un papel en la pérdida de superficie del esmalte cuando se aplican fuerzas abrasivas. Por lo que la acción protectora del estaño se observa mejor cuando la pasta de dientes se aplica en forma de suspensión (sin cepillar), mientras que, cuando ocurre el cepillado, el efecto protector disminuye (14).

Sobre el dentífrico con zinc, el cual contiene en su formulación, 0,96% de zinc (óxido de zinc, citrato de zinc) y Arginina, podemos decir que el citrato de zinc por sí solo es poco soluble en agua. Además, se retiene en la boca durante algún tiempo tras su introducción a través de un dentífrico. Colombo *et al.* demostraron el efecto protector de un tratamiento con un dentífrico que contiene Zn-HA. Indicaron que el suministro de minerales de calcio-fosfato es una vía efectiva para contrarrestar el efecto de un desafío erosivo. Otra de las propiedades del óxido de zinc es su capacidad de inhibición de la desmineralización, así como efectos anticálcico y antibacterianos (45,46).

Los estudios basados en apatita sintética demostraron que el zinc es fácilmente captado por la HA, desplazando así el calcio (Ca), absorbiéndose en la superficie del cristal, siendo un proceso reversible lo que hace que la HA sea más resistente a la disolución ácida. La incorporación a la cavidad oral de zinc redujo la solubilidad de la apatita carbonatada y no carbonatada y su solubilidad en ácido (22-24).

Aunque los desafíos de erosión sucesivos y los tiempos de exposición prolongados son considerados en diversos estudios, no existe una estandarización en cuanto a la cantidad de ciclos, el tiempo de los desafíos, el tipo y las características del ácido. Esta variación fue reportada en el estudio de Wiegand *et al.* donde indicaron como estándar el ciclo mínimo de 5 días y 2 desafíos/día para modelos *in situ* (47). Sin embargo, en múltiples estudios se utilizan 4 desafíos/día para simular la ingesta regular de individuos con riesgo alto de erosión dental (48).

Para este estudio se estandarizó el cepillado con un cepillo eléctrico Oral B Pro-750 crossaction durante 2 minutos ya que es el tiempo recomendado por la Asociación Dental Americana (49).

Al tratarse de un estudio experimental *in vitro* se tienen ciertas limitaciones, sin embargo, se tomaron las medidas necesarias para recrear las condiciones del medio oral. Los ciclos erosivos se realizaron teniendo en cuenta la metodología de Molla *et al.* quienes evaluaron la microdureza del esmalte erosionado (30).

La saliva artificial imita el efecto protector de la saliva humana, sin embargo, puede variar la eficacia contrarrestando el efecto erosivo. Además, las propiedades remineralizadoras de los dentífricos pueden variar comparadas con un estudio *in vivo* (50).

Dado que la mayoría de los dentífricos se han elaborado con el fin de detener el proceso de desmineralización en la caries dental, hacen falta más estudios sobre la efectividad de estos dentífricos en el proceso de erosión. Considerando que son dos procesos donde intervienen variables diferentes se deben considerar distintos parámetros para la elaboración de nuevos dentífricos contra la erosión, así como investigar diferentes técnicas y tiempos de aplicación de estos agentes protectores para esta condición.

VI. CONCLUSIONES

No se encontró una variación en la rugosidad superficial entre los dentífricos evaluados con respecto al control con saliva artificial, sin embargo, el dentífrico con Fluoruro de sodio + zinc presentó menor diferencia de rugosidad superficial que el Fluoruro de amina.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arun Rao K, Thomas S, Krishna Kumar J, Narayan V. Prevalence of Dentinal Hypersensitivity and Dental Erosion among Competitive Swimmers, Kerala, India. *Indian Journal of Community Medicine.* 2019;4(44):2-3.
2. Lopes RM, da Silva JSA, João-Souza SH, et al. Enamel surface loss after erosive and abrasive cycling with different periods of immersion in human saliva. *Archives of Oral Biology.* 2020 Jan;109:104549.
3. Faller RV, Noble WH. Protection From Dental Erosion: All Fluorides are Not Equal. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 2018 Mar;39(3):13-17.
4. Lussi A, Carvalho TS. Erosive tooth wear: A multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. In: Lussi A, Ganss C, eds. *Erosive Tooth Wear: From Diagnosis to Therapy. Monogr Oral Sci.* Basel: Karger; 2014:1-15.
5. Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion, and erosion in tooth wear. In: *Erosive Tooth Wear: From Diagnosis to Therapy. Monogr Oral Sci.* Basel: Karger; 2014:32-45.
6. Schlueter N, Amaechi B, Bartlett D, et al. Terminology Of Erosive Tooth Wear: Consensus Report Of A Workshop Organized By The ORCA And The Cariology Research Group Of The IADR. *Caries Res.*2019:1-5.
7. Marqués Martínez L, Leyda Menéndez AM, Ribelles Llop M, et al. Dental erosion. Etiologic factors in a sample of Valencian children and adolescents. Cross-sectional study. *European Journal of Pediatric Dentistry.* 2019 Sep;20(3):189-193.

8. Wasser G, João-Souza SH, Lussi A, Carvalho TS. Erosion-protecting effect of oral-care products available on the Swiss market. A pilot study Swiss Dental Journal. 2018 Apr;128(4):290-296.
9. Sandoval RC, Roche M, Belausteguigoitia I, Alvarado M, Galicia L, Gomes FS, et al. Impuestos selectivos al consumo de bebidas azucaradas en América Latina y el Caribe. Rev Panam Salud Publica. 2021;45:e124
10. Kanzow P, Wegehaupt FJ, Attin T, Wiegand A. Etiology and pathogenesis of dental erosion. Quintessence Int. 2016 Apr;47(4):275-8.
11. Mullan F, Paraskar S, Bartlett DW, Olley RC. Effects of tooth-brushing force with a desensitising dentifrice on dentine tubule patency and surface roughness J. Dent. 2017 mayo; 60: 50-55.
12. Torres D, Fuentes R, Bornhardt T, Iturriaga V. Dental erosion and possible risk factors in children: A literature review. Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral. 2016. 9(1): 19-24.
13. Lussi A, Carvalho T. The Future of Fluorides and Other Protective Agents in Erosion Prevention. Caries Research. 2015;49(1):18-29.
14. João-Souza SH, Lussi A, Baumann T. et al. Chemical and physical factors of desensitizing and/or anti-erosive toothpastes associated with lower erosive tooth wear. Sci Rep. 2017 7:17909
15. Tenuta M, Cury J. Fluoride: its role in dentistry. Braz Oral Res. 2010; 24(1): 9-17
16. Cury J, Tenuta L. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions?. Braz Oral Res 2009;23(1):23-30
17. Pirca K, Balbín-Sedano G, Romero-Tapia P, Alvitez-Temoche D, Robles G, Mayta-Tovalino F. Remineralizing Effect of Casein Phosphopeptide-

- Amorphous Calcium Phosphate and Sodium Fluoride on Artificial Tooth Enamel Erosion: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2019 Nov 1;20(11):1254-1259.
18. Fookes F. Matrices de quitosano para la liberación controlada de fluoruro de sodio [Licenciado]. Universidad Nacional del Litoral; 2019.
 19. Assunção CM, Lussi A, Rodrigues, JA e Carvalho TS. Efficacy of toothpastes in the prevention of erosive tooth wear in permanent and deciduous teeth. *Clinical Oral Investigations Springer-Verlag GmbH.*2018;1-12.
 20. Miller S, Truong T, Heu R, et al. Recent advances in stannous fluoride technology: antibacterial efficacy and mechanism of action towards hypersensitivity. *Int Dent J.* 1994;44 (1 suppl 1):83-98.
 21. Lussi, A, Buzalaf, M, Duangthip, D. et al. The use of fluoride for the prevention of dental Erosion Tooth Wear in Children and adolescents. *Eur Arch Paediatr Dent* 20,2019; 517-27.
 22. Fatima T, Rahim ZB, Lin CW, Qamar Z. Zinc: A precious trace element for oral health care? *J Pak Med Assoc.* 2016;66:1019-23.
 23. Qamar Z. Influence of trace elements on dental enamel properties: A review. *J Pak Med Assoc.* 2017;67(1):5.
 24. Osorio R, Toledano-Osorio M, Osorio E, Aguilera FS, Padilla-Mondéjar S, Toledano M. Zinc and silica are active components to efficiently treat in vitro simulated eroded dentin. *Clin Oral Investig.* 2018 Nov;22(8):2859-2870.
 25. Lynch RJM y Duckworth RM Chapter 4: Microelements: Part I: Zn, Sn, Cu, Fe and I The Impact of Nutrition and Diet on Oral Health. 2019, 32–47.

26. Hannig M, Hannig C. The pellicle and erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:206-14.
27. Oliván SRG, Sfalcin RA, Fernandes KPS, Ferrari RAM, Horliana ACRT, Motta LJ, Ortega SM, Pinto MM, Deana AM, Bussadori SK. Preventive effect of remineralizing materials on dental erosion lesions by speckle technique: An in vitro analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020 Mar;29:101655.
28. Walsh T, Worthington HV, Glenny A, Marinho VCC, Jerončić A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;3(3):1-5.
29. Wang Y, Chang H, Chiang Y, Lu Y, Lin C. Effects of fluoride and epigallocatechin gallate on soft-drink-induced dental erosion of enamel and root dentin, *J Formos Med Assoc.* 2018.
30. Molla Asadollah F, Mojahedi SM, Nojehdehian H, Asnaashari M, Asnaashari N. The Effect of Er:YAG Laser Irradiation Combined With Fluoride Application on the Resistance of Primary and Permanent Dental Enamel to Erosion. *J Lasers Med Sci.* 2019 Fall;10(4):290-296.
31. Estrada D. Resistencia de unión de tres protocolos adhesivos al esmalte dental después del uso de dentífricos blanqueadores.- Lima [Tesis de Especialista]. [Lima]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018.
32. Lippert F, Arrageg MA, Eckert GJ, Hara AT. Interaction between toothpaste abrasivity and toothbrush filament stiffness on the development of erosive/abrasive lesions in vitro. *Int Dent J.* 2017 Dec;67(6):344-50.

33. Ionta F, Mendonça F, De Oliveira G, De Alencar C, Honório H, Magalhães A y Rios D. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *J Dent.* 2014;42(2):175-9.
34. Habith Martin J, Bertencelo de Almeida J, Ribeiro Rosa E, Soares P, Torno V, Nunes Rached R et al. Effect of fluoride therapies on the surface roughness of human enamel exposed to bleaching agents. *Quintessence International.* 2010;41(1):71-78.
35. Körner P, Inauen D, Attin T, Wegehaupt F. Erosive/Abrasive Enamel Wear While Using a Combination of Anti-Erosive Toothbrush/-Paste. *Oral Health Prev Dent.* 2020 ;18(1): 53-59
36. Chicalé-Ferreira AB, Palma-Dibb RG, Faraoni JJ, Gatón-Hernández P, Silva LAD, Silva RAD et al. Effect of manual and electrical brushing on the enamel of sound primary teeth and teeth with induced white spot lesions. *Am J Dent.* 2020 Feb;33(1):25-28.
37. Attin T, Knöfel S, Buchalla W, Tütüncü R. In situ Evaluation of Different Remineralization Periods to Decrease Brushing Abrasion of Demineralized Enamel. *Caries Res.* 2001; 35:216–222
38. Lipei C, Xiangke C, Xiaoyan O. Brushing abrasion of the enamel surface after erosion. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2017 Aug 1;35(4):379-383
39. Huysmans M, Young A, Ganss C. The Role of Fluoride in Erosion Therapy. *Erosive Tooth Wear.* 2014:230–243

40. Epple M, Enax J, Meyer F. Prevention of Caries and Dental Erosion by Fluorides-A Critical Discussion Based on Physico-Chemical Data and Principles. *Dent J (Basel)*. 2022 Jan 5;10(1):6.
41. West NX, Hellin N, Eusebio R, He T. The erosion protection efficacy of a stabilized stannous fluoride dentifrice: An in situ randomized clinical trial. *Am J Dent*. 2019 Jun;32(3):138-142.
42. Trentin GA, Mendes LT, Silva BSD, Casagrande L, Araujo FB, Lenzi TL. Reduction in erosive tooth wear using stannous fluoride-containing dentifrices: a meta-analysis. *Braz Oral Res*. 2021 Nov 19;35:e114. doi: 10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0114.
43. Hooper SM, Newcombe RG, Faller R, Eversole S, Addy M, West NX. The protective effects of toothpaste against erosion by orange juice: studies in situ and in vitro. *J Dent*. 2007 Jun;35(6):476-81.
44. Ávila D, M, S, Augusto M, G, Zanatta R, F, Scaramucci T, Aoki I, V, Torres C, R, G, Borges A, B: Enhancing the Anti-Erosive Properties of Fluoride and Stannous with the Polymer Carbopol. *Caries Res* 2020;54:250-257
45. Colombo M, Mirando M, Rattalino D, Beltrami R, Chiesa M, Poggio C. Remineralizing effect of a zinc-hydroxyapatite toothpaste on enamel erosion caused by soft drinks: Ultrastructural analysis. *J Clin Exp Dent*. 2017 Jul 1;9(7):e861-e868.
46. Takatsuka T, Tanaka K, Iijima Y. Inhibition of dentine demineralization by zinc oxide: in vitro and in situ studies. *Dent Mater*. 2005 Dec;21(12):1170-7.

47. Wiegand A, Attin T. Design of erosion/abrasion studies--insights and rational concepts. *Caries Res.* 2011:53-9.
48. Acuña S, Tay L, Ccahuana R, Delgado L. Potencial erosivo de jugos de frutas amazónicas. *Rev Estomatol Herediana.* 2020 Jul-Set;30(3).
49. Mouthhealthy.org. 2021. Brush Teeth - American Dental Association. [online]
50. Batista GR, Rocha Gomes Torres C, Sener B, Attin T, Wiegand A. Artificial Saliva Formulations versus Human Saliva Pretreatment in Dental Erosion Experiments. *Caries Res.* 2016;50(1):78-86.

VIII. TABLAS Y GRÁFICOS

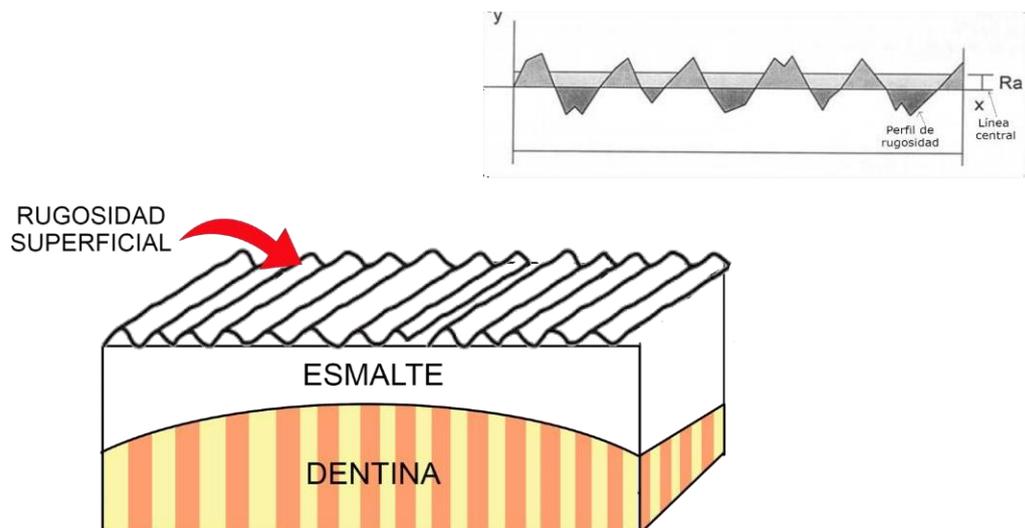
Tabla 1. Comparación de la diferencia de rugosidad superficial media de esmalte erosionado expuestos a dentífricos fluorados.

Grupo	Ra
	X(DE)
NaF+Zn	0,044 (0,03)a
SnF ₂	0,101 (0,071)ab
AmF	0,189 (0,129)b
NaF	0,129 (0,099)ab
Saliva artificial	0,116 (0,079)ab

Letras diferentes implican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

Ra: (rugosidad media) se define como el valor promedio aritmético de los valores absolutos de las distancias del perfil de rugosidad a la línea intermedia de la longitud de medición.

Gráfico 1. Representación de la rugosidad superficial en el esmalte



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 1

Información y composición de los dentífricos

Dentífrico fluorado	Fluoruro	Componentes
Encía Detox Oral B®	Fluoruro de estaño 1100 ppm	Agua, sorbitol, sílice, lauril sulfato de sodio, carragenina, gluconato de sodio, aroma, goma Xantán, citrato de zinc, cloruro de estaño, fluoruro de estaño, sacarina de sodio, hidróxido de sodio, CI 77891, limoneno, sucralosa.
Nueva Colgate Total® 12	Fluoruro de sodio + zinc 1450 ppm	("Doble Zinc") - citrato de zinc 1,5% y óxido de zinc 0,96%, Arginina. Glicerina, Sílica hidratada, Lauril sulfato de sodio, Arginina, Sabor, Goma de celulosa, óxido de zinc, Poloxámero 407, Pirofosfato Tetrasodio, citrato de zinc, Alcohol bencílico, goma Xantán, Cocamidopropil betaína, Fluoruro de sodio, sacarina sódica, ácido fosfórico, sucralosa, dióxido de titánio (CI 77891).
Colgate® Triple Acción	Fluoruro de sodio 1450 ppm	Sorbitol, agua, sílice hidratada, PEG-12, lauril sulfato de sodio, sabor, aroma, pirofosfato tetrasodio, Fluoruro de sodio, sacarina sódica, goma celulosa, goma xantan, dióxido de titanio (CI 77891), pigmento azul 15 (CI 74160), pigmento verde 7 (CI 74260I).
Elmex® Caries Protection	Fluoruro de amina 1450 ppm	Agua, Sílice hidratada, Sorbitol, Hidroxietilcelulosa, Olaflur (1400 ppm), Aroma, Sacarina, Limoneno, CI 77891, contiene Dihidrofluoruro de 3-(N-Hexadecil-N-Hidroxietilamonio) Propil bis (2-Hidroxietil) Amonio.

ANEXO 2

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo	Categoría
Rugosidad superficial	Operacionalmente son los surcos o marcas de la superficie del esmalte antes y después de la exposición a los dentífricos.	Discontinuidad de la superficie de los especímenes del esmalte.	Valor emitido por el rugosímetro	Cuantitativa / de razón	Micrómetros (μm)
Dentífrico fluorado	Productos destinados a la limpieza de los dientes y cavidad bucal y que este tenga efecto protector.	Dentífrico que contienen flúor para neutralizar la desmineralización	Tipo de dentífrico fluorado	Cualitativo / nominal	Fluoruro de sodio + zinc - Nueva Colgate Total® 12 - 1450 ppm. Fluoruro de estaño - Encía Detox Oral B® - 1100 ppm. Fluoruro de amina - Elmex® Erosion Protection - 1450 ppm. Fluoruro de sodio - Colgate® Triple Acción 1450 ppm. Saliva Artificial.