

NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis**

AUTOR

**Haydee Lujan**

RECUENTO DE PALABRAS

**13139 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**70655 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**62 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**237.2KB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 27, 2023 1:33 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 27, 2023 1:33 AM GMT-5****● 11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Fuentes excluidas manualmente



Universidad  
**Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

**1** **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**Escuela Académico Profesional de Odontología**

**Tesis**

“EFECTO DE DOS FORMULACIONES DE DENTÍFRICOS, UNO  
FLUORADO Y OTRO CON PARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA  
SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE  
EROSIONADO”

**1** **Para optar el título profesional de Cirujano Dentista**

**Presentado por:**

**AUTORA: LUJÁN URRUTIA, HAYDEÉ.**

Lima, Perú

2023

## Resumen

23 El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de dos dentífricos, uno con fluoruro de sodio y zinc y otro con partículas de hidroxiapatita tras la rugosidad superficial del esmalte erosionado. El diseño de la investigación fue experimental in vitro. El estudio se realizó en las instalaciones del laboratorio. La población estuvo conformada por 45 muestras de dientes premolares (3 grupos de 15 unidades) exodonciadas por motivos ortodóncicos donadas por cirujanos dentistas. Grupo 1: Control (ciclo erosivo/sin dentífrico), grupo 2: (ciclo erosivo/dentífrico fluoro de sodio y zinc), grupo 3: (ciclo erosivo/dentífrico con hidroxiapatita). Las muestras quedaron introducidas en saliva artificial por media hora antes de ser sometidas a un ciclo erosivo (Coca-Cola por 5 minutos 3 veces por día durante 15 días), Se emplearon dos dentífricos, uno fluorado (Fluoruro de sodio y zinc – nueva Colgate total 12), otro con partículas de hidroxiapatita (restore) y otro grupo con saliva artificial. Se sometieron a un cepillado no manual dejando que los dentífricos reposaran por un tiempo de 5 minutos y luego sometidos a un enjuague por 10 segundo para dejar reposando en saliva artificial hasta el siguiente ciclo erosivo. La evaluación de la rugosidad superficial se registró al inicio, a los 5, 10 y 15 días posteriores a los ciclos erosivos. 15 Se utilizó la técnica de observación y para el acopio de la información se realizó a través de un rugosímetro calibrado en  $\mu\text{m}$ . Se analizaron los resultados con pruebas paramétricas ANOVA de un factor para muestras independientes y repetidas previo cumplimiento de supuestos (distribución normal y homogeneidad de varianzas), en caso de no cumplimiento

de supuestos se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman. El nivel de confianza empleado fue de 0.95 y el nivel de significancia de 0,5%.

**Palabras clave:** Dentífrico, erosión, fluoruro, hidroxiapatita.

## 20 Abstract

The aim of the present study was to evaluate the effect of two dentifrices, one with sodium fluoride and zinc and the other with hydroxyapatite particles on the surface roughness of eroded enamel. The research design was in vitro experimental. The study was carried out in the laboratory facilities. The population consisted of 45 samples of premolar teeth (3 groups of 15 units) exodonticated for orthodontic reasons and donated by dental surgeons. Group 1: Control (erosive cycle/no dentifrice), group 2: (erosive cycle/sodium zinc fluoride dentifrice), group 3: (erosive cycle/hydroxyapatite dentifrice). The samples were placed in artificial saliva for half an hour before being subjected to an erosive cycle (Coca-Cola for 5 minutes 3 times a day for 15 days). Two dentifrices were used, one fluoridated (sodium fluoride and zinc - new Colgate total 12), another with hydroxyapatite particles (restore) and another group with artificial saliva. They underwent non-manual brushing, letting the toothpastes rest for 5 minutes and then rinsing for 10 seconds to let them rest in artificial saliva until the next erosive cycle. The evaluation of surface roughness was recorded at the beginning, 5, 10 and 15 days after the erosive cycles. The observation technique was used, and the information was collected through a roughness meter calibrated in  $\mu\text{m}$ . The results were analyzed with one-way ANOVA parametric tests for independent and repeated samples after meeting assumptions (normal distribution and homogeneity of variances); in case of not meeting assumptions, Friedman's non-parametric test was applied. The confidence level used was 0.95 and the significance level was 0.5%.

**Keywords:** Toothpaste, erosion, fluoride, hydroxyapatite.

## Introducción

La presente tesis titulada “Efecto de dos formulaciones de dentífricos, uno fluorado y otro con partículas de hidroxiapatita sobre la rugosidad superficial del esmalte erosionado”, surge en base a las consecuencias del consumo de bebidas gaseosas sobre la superficie de los dientes. En el mercado nacional, encontramos dentífricos con diferentes concentraciones de fluoruro para tratar de contrarrestar el proceso de erosión dental, del mismo las partículas de hidroxiapatita presente en algunos dentífricos modernos, contribuyen a remineralizar la capa del esmalte y la dentina.

<sup>28</sup> En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dos dentífricos uno con fluoruro de sodio y zinc y otro con partículas de hidroxiapatita. Este informe final proporciona un detallado relato del procedimiento desarrollado para llevar a cabo el estudio, <sup>1</sup> dividido en cinco secciones. La primera sección explica la situación problemática relacionada con las variables de estudio, analiza los contextos a nivel global, nacional y local, y presenta la justificación junto con sus <sup>1</sup> limitaciones. El segundo capítulo se enfoca en el marco teórico que fundamenta las variables de estudio. El tercer capítulo describe el marco metodológico, explicando la justificación del enfoque, tipo y diseño del estudio, así como las características de los métodos y herramientas utilizadas para recopilar datos. Por otro lado, el cuarto capítulo presenta los resultados descriptivos, el análisis lógico de las hipótesis y una detallada discusión sobre los datos obtenidos. Seguidamente, <sup>1</sup> se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del

estudio. Por último, se incluyen las fuentes bibliográficas empleadas y una serie de anexos que respaldan el proceso de recolección de datos.

## 1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

La desmineralización dental se muestra como la descomposición progresiva del esmalte dental, originada por la emisión de ácidos, éste origina el debilitamiento del esmalte y descalcificación constante de su estructura, por la cual, se vuelve más sensible a la caries (3-4). El desgaste dental erosivo (DDE) es la pérdida mineral del esmalte la cual sucede cuando los dientes y los ácidos están en constante convivencia y sucede la erosión del mineral, como resultado, se debilita y desprotege el tejido dentario (1-2). El desgaste al ser un estado de múltiples factores, para su apropiado diagnóstico y tratamiento se debería llevar a cabo un planteamiento extenso, paralizar su avance y eludir el establecimiento de deterioros nuevos (5).

Los fluoruros son empleados largamente para revertir la erosión dental, de composición binaria<sup>24</sup> o sales de flúor mezclados con otros compuestos. Se ha comprobado la efectividad del flúor como elemento de protección, menguando así la salida de minerales frente a la arremetida de los ácidos no bacterianos y bacterianos, el flúor actuaría acelerando el efecto remineralizador especialmente sobre el esmalte (6-7). La remineralización de los dientes es directamente proporcional a la concentración de esta (8).

La actividad para prevenir la desmineralización se vincula especialmente a la creación laminar sobre el área superficial del diente de Fluoruro de calcio, el cual preserva momentáneamente al esmalte de elementos que potencian la erosión (9). En el momento que el esmalte se erosiona, motivado por el descenso del potencial de Hidrógeno, los iones de fluoruro (F-) permiten reemplazar a los iones hidroxilo (OH-)

éste accede a la creación de fluorhidroxiapatita (FA) el cual es más sólido ante la agresión de ácidos. Cuyo efecto es el descenso de la erosión dental, visto que una porción de fosfato y calcio se perdió la hidroxiapatita (HA), se restablece a flúor apatita FA (10-11). Los fabricantes de dentífricos han incorporado flúor en diversas concentraciones (1450 ppm de flúor). El Fluoruro de sodio es una mezcla de iones de sales inorgánicas de disipación veloz y sencilla, en esencia el sodio es de ion activo con competencia de favorecer la actividad del fluoruro. Este fluoruro de sodio actúa estabilizando el procedimiento de desmineralización-remineralización del esmalte dental, configurando químicamente fluorapatita sólida sobre la superficie dental, que actúa protegiéndola de la erosión (12-13).

Hallazgos recientes, en su mayoría derivados de investigaciones in vitro, han sugerido que las nano partículas de hidroxiapatita (0.45%) microcristalina (HAP) podrían ser candidatas adecuadas para la prevención de la desmineralización y la estimulación de los procesos de remineralización en las superficies del esmalte y la dentina (14-15).



## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dos dentífricos uno con fluoruro de sodio y zinc y otro con partículas de hidroxiapatita?

### **1.2.2 Problema específicos**

- ¿Cuál es la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con fluoruro de sodio y zinc?
- ¿Cuál es la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con partículas de hidroxiapatita?
- ¿Cuál es la diferencia de la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con fluoruro de sodio y zinc y otro con partículas de hidroxiapatita?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dos dentífricos uno con fluoruro de sodio y zinc y otro con partículas de hidroxiapatita.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con fluoruro de sodio y zinc.
- Determinar la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con partículas de hidroxiapatita.
- Comparar la diferencia de la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con fluoruro de sodio y zinc y otro con partículas de hidroxiapatita.

## <sup>1</sup> 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 Teórica

Conforme a lo mencionado, la intención de la presente investigación fue examinar el resultado de dos dentífricos encima de la rugosidad superficial del esmalte erosionado ocasionada por la exposición en bebida carbonatada negra, el consumo constante consigue incrementar la susceptibilidad y modificar la estructura del tejido adamantino. Según la literatura, los dentífricos con fluoruro de sodio y zinc tienen la capacidad de disminuir la pérdida del tejido erosionado. Igualmente, la tecnología reciente ha adicionado a las pastas dentales partículas de nano hidroxiapatita, con la finalidad de trasladar de la aposición de minerales del esmalte a la regeneración de esta.

De ahí que, por su importancia del presente trabajo será fuente o apoyo de consulta para posteriores estudios similares en nuestro país.

#### **1.4.2 Metodológica**

<sup>15</sup> Se utilizó la técnica de observación y para el acopio de la información se hizo a través de un rugosímetro. Las muestras pasaron por una preparación previa de limpieza, un ciclo erosivo, luego cepillado con los dentífricos, enjuagado con agua destilada ionizada para ser evaluada.

#### **1.4.3 Práctica**

El actual análisis servirá para dar a conocer el resultado del dentífrico fluorado y del que contienen partículas de nano hidroxapatita y saber cuál es el más efectivo sobre las superficies de los dientes erosionados.

Escoger el mejor material para prevenir, evitar y/o proteger de las erosiones dentales expuestas a los ácidos.

#### **1.4.4 Social**

Así mismo, dicho estudio llevará a la sociedad a seleccionar el dentífrico que muestre mejor efecto protector y regenerador de la erosión dental.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

#### **1.5.1 Temporal**

El presente trabajo, se desarrolló entre los meses de abril a agosto de 2023.

### **1.5.2 Espacial**

El presente trabajo, tuvo lugar en las instalaciones del laboratorio, ubicado en Lima – Perú.

En la parte del control de la rugosidad: se solicitó usar las instalaciones de HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICAT S.A.C.

### **1.5.3 Recursos**

Para el presente trabajo, el recurso económico fue autofinanciado por el autor. Se contó con el recurso humano de apoyo de asesor de la Universidad Norbert Wiener.

## 1 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

**Gore et al. (41)** En el año 2022 tuvieron como objetivo “*Evaluar y comparar la remineralización potencial del CPP-ACPF, el fosfato de sacarosa de calcio (CaSP), el fluoruro de amina (AmF) y el nano-HA*”. El diseño de esta investigación es experimental. Este es un estudio in vitro. La investigación se realizó en el Instituto de Enseñanza Dental. Este estudio involucró dientes humanos. No obtuvieron datos demográficos. Se seleccionaron ciento veinte premolares del banco de dientes del Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial. Los dientes incluidos en el estudio eran dientes extraídos no graves, no restaurados y no fracturados. Los dientes excluidos del estudio estuvieron conformados por dientes extraídos con caries visible o detectable, manchas blancas, microgrietas, desgaste, abrasión, erosión o abfracción. Se tomaron ciento veinte muestras de esmalte; se dividieron en seis conjuntos (n = 20). El desarrollo de desmineralización se llevó a cabo en los Grupos II, III, IV, V y VI. El procedimiento de remineralización se llevó a cabo en 4 grupos (III, IV, V y VI) durante 14 días utilizando CASP, AmF y nano-HA, respectivamente. No se realizó ningún tratamiento superficial en el Grupo I, lo que lo constó con grupo de control positivo, mientras que el Grupo II se consideró un control negativo con solo desmineralización de la superficie de esmalte y sin remineralización. La microdureza del esmalte se midió utilizando la máquina de prueba de micro dureza Vickers después de un régimen de remineralización de 14 días. El análisis estadístico fue unidireccional de varianza y pruebas post hoc de Tukey. Los valores medios de microdureza en orden decreciente: control positivo > nano-HA > AmF > CaSP > CPP-ACPF > control negativo. Conclusión: Todos estos productos remineralizantes mostraron una remineralización

superficial mejorada. Nano-HA mostró el mayor potencial de remineralización, seguido de AmF, CaSP y CPPACPF.

**Butera et al. (39)** En el año 2022 tuvieron como objetivo “*Evaluar la eficacia de un dentífrico que contiene hidroxiapatita biomimética frente a uno con 1450 ppm de flúor para promover la remineralización y la desensibilización de las lesiones de manchas blancas*”. Tipo de estudio, ensayo clínico aleatorio. 40 pacientes se asignaron aleatoriamente a dos tratamientos diferentes de higiene bucal domiciliaria: dentífrico con 1450 ppm de flúor (grupo control) y pasta dental con hidroxiapatita biomimética (grupo experimental). La sensibilidad/dolor dental y la erosión dental se examinaron al principio del estudio y luego de 15, 30 y 90 días utilizando los siguientes índices: índice de aire de Schiff (SAI), escala analógica visual (VAS) y examen de desgaste erosivo básico (BEWE). Los datos fueron enviados para análisis. El SAI disminuyó notablemente después de 3 meses (T3) de tratamiento solo en el grupo de prueba ( $p < 0,05$ ). Los valores de EVA disminuyeron notablemente en T2 en el grupo de prueba ( $p < 0,05$ ) con una reducción significativa en T3 ( $p < 0,05$ ). Las puntuaciones BEWE no variaron significativamente durante el seguimiento ni en el ensayo ni en el grupo de control. El dentífrico a base de hidroxiapatita ensayado provocó una reducción de los valores de hipersensibilidad/dolor superior al dentífrico convencional fluorado.

**Sebastian et al. (42)** En el año 2022 tuvieron como objetivo “*Evaluar y comparar el potencial de remineralización de la pasta para dientes CPP-ACP, nano-hidroxiapatita y fosfato de sacarosa de calcio en lesiones de caries de esmalte artificial mediante pruebas de microdureza*”. Para este estudio se seleccionaron veinte molares primarios humanos sanos, extraídos por razones terapéuticas. De un diente, se prepararon dos muestras de esmalte e incrustadas en bloques de resina acrílica, el

bloque contiene cinco muestras de dientes. Después del pulido, la dureza basal de la superficie del esmalte (KHN) se determinó mediante pruebas de micro dureza de Knoop. Luego, los especímenes se establecieron aleatoriamente en cuatro grupos (n = 10), de acuerdo con el agente remineralizante utilizado: grupo I: Control, grupo II: GC Tooth Mousse<sup>TM</sup> (CCP-ACP), grupo III: Acclaim<sup>TM</sup> (nano-HAP) y grupo IV: EnaFix (CaSP). Luego, los especímenes se sumergieron en solución desmineralizante y se obtuvieron los valores de KHN posterior a la lesión. Más tarde se aplicó un agente remineralizante y después de 7 días de remineralización, se realizaron pruebas de KHN después del tratamiento. La prueba t emparejada sirvió para analizar los datos, el análisis de varianza y la prueba Tukey HSD. Los valores medios de micro dureza del área del esmalte (KHN) después de la remineralización muestran que el grupo IV (EnaFix<sup>TM</sup>) tenía un número máximo de dureza ( $114,71 \pm 12,27$ ) seguido del grupo III (Acclaim) ( $85,14 \pm 22,82$ ) y el grupo II (GC Tooth Mousse) (Dicha desigualdad fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Del mismo modo, el %SMHR también fue más alto en el grupo IV (EnaFix), seguido del grupo III (Acclaim) y el grupo II (GC Tooth Mousse). EnaFix (fosfato de sacarosa de calcio) muestra un aumento máximo en la microdureza de la superficie del esmalte seguido de Acclaim (nano-HAP) y GC Tooth Mousse.

**Cagetti et al. (48)** En el año 2022 tuvieron como objetivo “*Compara la eficacia preventiva de caries y la lentitud de las lesiones cariosas previas de pastas dentales que contienen complejo biomimético de hidroxapatita (HA) fluorado en comparación con pastas dentales fluoradas con monofluorofosfato de sodio en escolares italianos*”. Tipo de estudio es ensayo clínico aleatorio ECA triple ciego. En total se inscribieron 610 niños (4-5 y 6-7 años). Cuatro pastas dentales, dos con hidroxapatita sustituida con flúor (HAF) (1000 y 1450 ppm F) e hidroxapatita sustituida con magnesio,

estroncio y carbonato, en una matriz de quitosano y dos pastas dentales monofluoradas (1000 y 1450 ppm F) se administraron aleatoriamente durante 24 meses. a dos grupos con niños menores (Gyoung) ya dos grupos con niños mayores (Gold), los que contenían 1450 ppm F. ICDAS se obtuvieron para clasificar las lesiones como nacientes (hasta 2 puntos), moderadas (puntuaciones 3-4) y graves (puntuaciones 5-6). Los niños recibieron instrucciones de cepillarse durante dos minutos tres veces al día. El examen de caries se repite a los 12 y 24 meses. La eficacia del tratamiento se evaluó calculando la reducción en la relación de riesgo (RR) y el número necesario a tratar (NNT). En total, 518 pacientes (Gyoung = 268; Gold = 250) concluyeron el ensayo. La tasa de abandono fue del 11,84 % para Gyoung y del 17,22 % para Gold. El incremento de caries a los 24 meses de evaluación fue estadísticamente menor en la dentición temporal en los brazos HAF en comparación con los brazos fluorados tradicionales (0,18 vs 0,27 p = 0,04 en Gyoung y 0,16 vs 0,30 p = 0,01 en Oro para lesiones graves). En dentición permanente (Gold), el aumento de caries también fue estadísticamente menor en el brazo HAF, tanto para lesiones iniciales como para lesiones graves (0,09 vs 0,17 p = 0,02 y 0,18 vs 0,28 p = 0,01, respectivamente). En la dentición temporal, los niños que recibieron pasta de dientes HAF tuvieron un RR del 39 % (Gyoung) y del 38% (oro), en comparación con los niños que recibieron pastas de dientes tradicionales. El RR en dentición permanente fue del 29% en niños tratados con pasta dental HAF.

**Prado et. al. (40)** En el año 2022 tuvieron como objetivo *“Evaluar el efecto de cuatro dentífricos fluorados tras la rugosidad superficial del esmalte erosionado. La investigación fue de diseño experimental in vitro”*. La cual estuvo conformada por 40 especímenes de esmalte que guardaron de premolares extraídos por motivos ortodónticos. Los grupos fueron: Grupo 1: Nueva Colgate Total 12-1450 ppm.,



grupo2: Encía Detox Oral B – 1100 ppm., grupo3 AmF: Elmex Caries Protección – 1450 ppm. y grupo 4 NaF: Colgate Triple Acción 1450 ppm. Se provocó erosión a los especímenes siguiendo el modelo de Molla et.al, con Coca-Cola. Las pastas se disolvieron 1:3 de dentífrico y agua destilada, se aplicó 0,1 ml de la mezcla sobre los especímenes y cepillaron por 2 minutos bajo una carga constante. Se realizó la prueba por 5 días. La medición de rugosidad con un modelo digital SRT-6200 calibrado en  $\mu\text{m}$ . Los resultados fueron: (NaF+Zn=0,044 (0,03) a), (SnF2 0,101 (0,071) ab), (AmF 0,189 (0,129) b), NaF 0,129 (0,099) ab), (Saliva artificial 0,116 (0,079) ab). No se halló una diferencia al grupo control con saliva artificial, en tanto, el dentífrico nuevo Colgate total 12 mostró mínimo diferencia de rugosidad superficial al Fluoruro de Amina.

**Guntermann et al. (46)** En el año 2022 tuvieron como objetivo “*Valorar la capacidad remineralizante, así como el alcance de la protección contra la desmineralización renovada del esmalte por la pasta de dientes que contiene hidroxiapatita (Karex) en comparación con la pasta de dientes que contiene flúor (Elmex) y sin flúor e hidroxiapatita (Ajona) como control*”. Se obtuvieron cincuenta y siete muestras de esmalte en 19 dientes humanos. Se crearon cinco superficies demarcadas en cada diente (S0-S4). Cuatro de las superficies (S1-S4) estuvieron expuestas al ácido láctico (pH 3) durante 8 horas (desmineralización). S0 no se trató como control. S1 se trató únicamente con ácido. Después de la desmineralización, S2 estuvo expuesto a Karex durante 2 minutos, de los cuales 15 se cepillaron. S3 fue tratado con Elmex y S4 con Ajona, en consecuencia. Luego las muestras se evaluaron utilizando el microscopio electrónico de barrido y un software de análisis de imágenes para determinar el porcentaje de desmineralización. Después, S2-S4 volvió a exponerse al ácido láctico durante 2 horas, y se sometió a análisis de píxeles en otro

momento. El análisis estadístico se elaboró utilizando ANOVA con la prueba de Scheffé post-hoc y la prueba de Kurskal-Wallis. Encontraron que las superficies tratadas con Elmex mostraron el porcentaje más bajo de desmineralización (media de  $5,01 + 0,98 \%$ ) ( $p < 0,01$ ). Por lo tanto, Elmex remineraliza de manera más efectiva en comparación con Ajona ( $8,89 + 1,41\%$ ) y Kadex ( $9,85 + 1,63\%$ ) ( $p < 0,01$ ). Además, Elmex mostró el porcentaje más bajo de esmalte desmineralizado después de una nueva desmineralización (mediana  $6,29\%$ ), seguido de Ajona ( $11,12$ ) y Karex ( $13,46\%$ ) ( $p < 0,001$ ). Concluyeron que, en términos de remineralizar y proteger contra la desmineralización, el dentífrico con hidroxiapatita (Karex) es inferior que el que tiene flúor (Elmex) y un dentífrico que no contiene flúor e hidroxiapatita (Ajona).

**O'Hagan-Wong et al. (47)** En el año 2021 realizaron una revisión que propuso juntar los hallazgos nuevos que investigan el nivel de remineralización de la pasta para dientes HAP in vivo, in situ e in vitro, así como algunas otras aplicaciones en odontología. Realizaron búsqueda bibliográfica empleando la base de datos PubMed y Scopus. Se aplicaron las siguientes palabras clave "Hydroxyapatite", "Dentifrices", "Caries", "Remineralización", "Pastas de dientes". Los documentos relevantes en inglés se incluyeron en la revisión en función del título y el resumen. Se examinaron artículos adicionales de las referencias de los artículos seleccionados, según corresponda. En conclusión, el HAP es un agente biométrico de cuidado bucal, y su prevención de la caries se ha probado in vivo, in situ e in vitro con un alto perfil de seguridad y sin riesgo de fluorosis. Si bien se necesitan más investigaciones para confirmar la eficacia clínica de la HAP para prevenir y detener la caries dental, la investigación que sugiere su equivalencia a la pasta para dientes con flúor es prometedora. Los artículos orales que contienen HAP pueden considerarse una alternativa en niños pequeños donde la fluorosis es una preocupación. Además de

reducir tal vez la necesidad de restauraciones dentales tradicionales, HAP también ofrece alivio de la hipersensibilidad a la dentina y reduce la formación de biopelículas, lo que lo convierte en un agente multifuncional para la atención preventiva de sanidad bucal.

**Talaat et al. (43)** En el año 2018 tuvieron como objetivo “*Examinar el efecto de las pastas de nano-hidroxiapatita (9000 ppm F) y el fluoruro de fosfato de calcio fosfopéptido-amorfo de caseína (900 ppm F) en las lesiones cariosas iniciales del esmalte de los dientes permanentes jóvenes*”. Se usaron sesenta premolares jóvenes extraídos con una ventana estandarizada sobre el esmalte que se sumergieron en una solución desmineralizante durante 48 horas para producir lesiones de esmalte subsuperficie. Se partieron tres equipos de acuerdo con los elementos de remineralización (n = 20) grupo I: pasta de nano-hidroxiapatita; grupo II: pasta de fluoruro de fosfato de calcio fosfopéptido amorfo de caseína; y grupo III: control (sin agente). La microdureza del esmalte (SMH) se midió al principio, después del incipiente daño del esmalte y después del tratamiento. Se seleccionaron y prepararon veinte premolares jóvenes adicionales como se mencionó anteriormente para la evaluación de la configuración se empleó el microscopio electrónico de barrido (SEM). No se halló ninguna desigualdad significativa en la dureza media en las piezas tratadas con pasta de nano-hidroxiapatita y los tratados con fluoruro de fosfato de calcio fosfopéptido de caseína amorfo  $p = 0,26$ . SEM mostró una mejora en los defectos superficiales del esmalte desmineralizado en los dos grupos de prueba. Las pastas de fluoruro de fosfato de calcio nano-hidroxiapatita y caseína fosfopéptido-amorfo fueron efectivas para endurecer las lesiones iniciales de la caries del esmalte en los dientes permanentes jóvenes.

**Poggio et al. (38)** En el año 2017 estudiaron el impacto de diferentes pastas dentales con zinc-hidroxiapatita (Zn-HAP) en la prevención y reparación de la erosión del esmalte en comparación con las pastas de dientes con y sin fluoruro. Se probaron las siguientes cuatro pastas de dientes: dos pastas de dientes con Zn-HAP, un dentífrico con flúor y otro sin flúor. Se utilizó un grupo de control adicional en el que las muestras de esmalte no se trataron con pasta de dientes. Se proporcionaron desafíos erosivos repetidos sumergiendo especímenes de esmalte bovino (10 por grupo) en un refresco durante 2 minutos (6 ml, temperatura ambiente) a 0, 8, 24 y 32 h. Después de cada desafío erosivo, las pastas dentales se aplicaron ordenadas en la superficie de las muestras durante 3 minutos sin cepillarse y se retiraron con agua destilada. Entre los tratamientos, los ejemplares se conservaron en saliva artificial. La dureza del esmalte, después del desafío erosivo y el tratamiento de la pasta de dientes se monitoreo usando medidas de microdureza superficial. Como era de esperar, el desafío erosivo repetido por un refresco durante un total de 8 minutos redujo significativamente la dureza de la superficie del esmalte (ANOVA,  $p < 0,05$ ). No se observó un endurecimiento del esmalte ablandado en la superficie en el grupo tratado con pasta de dientes sin flúor. La dureza superficial del esmalte ablandado aumentó cuando las muestras se trataron con la pasta de dientes con flúor y las dos pastas dentales con Zn-HAP ( $p < 0,05$ ). La pasta de dientes con Zn-HAP dio lugar a una remineralización significativa del esmalte afectado por la erosión, lo que indica que estas pastas dentales podrían proporcionar beneficios para la salud del esmalte relevantes para la erosión del esmalte.

**Colombo et al. (36)** En el año 2017 tuvieron como objetivo *“Evaluar los efectos protectores de una pasta para dientes de zinc-hidroxiapatita en la reparación de la erosión del esmalte producida por un refresco (Coca-Cola) en comparación con las pastas de dientes con y sin fluoruro mediante la microscopía electrónica de barrido*

(SEM)”. Fueron cincuenta especímenes asignados a 5 equipos de 10 muestras cada uno. (Grupo 1: sin desafío erosivo, sin tratamiento de pasta de dientes, grupo 2: desafío erosivo, sin tratamiento de pasta de dientes, 3: desafío erosivo, pasta de dientes sin flúor, grupo 4: desafío erosivo, tratamiento de pasta de dientes con flúor, grupo 5: desafío erosivo, tratamiento de pasta de dientes de zinc-hidroxiapatita. Se proporcionaron desafíos erosivos repetidos sumergiendo especímenes de esmalte bovino (10 por grupo) en un refresco durante 2 minutos (6 ml, temperatura ambiente) a 0, 8, 24 y 32 h. Después de cada desafío erosivo, las pastas dentales se aplicaron ordenadas en la superficie de las muestras durante 3 minutos sin cepillarse y se retiraron con agua destilada. Entre los tratamientos, estos especímenes se conservaron en saliva artificial. La superficie de cada espécimen fue fotografiada por SEM. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras utilizadas como control y las sumergidas en Coca-Cola (grupos 1 y 2): de hecho, entre todos los grupos se encontró el mayor grado de daño en el grupo 2. En cambio, se registró el grado más bajo en las muestras del grupo 5 (pasta de dientes de hidroxiapatita de zinc). Los resultados de este estudio confirmaron el beneficio potencial que la tecnología Zn-HAP podría proporcionar para proteger el esmalte de los problemas de los ácidos erosivos. El tratamiento del esmalte erosionado con pasta de dientes Zn-HAP mostró un claro efecto protector.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Esmalte dental**

Es la estructura de mayor solidez del organismo y se encuentra en la parte más superficial del diente. Está ubicada en toda la estructura coronal, que es la parte más externa del diente y está vinculada con la cavidad oral. El esmalte desarrollado

contiene principalmente una elevada proporción de matriz inorgánica, cristales de hidroxiapatita, sales de calcio y fosfatos el cual aporta mayor dureza. El esmalte es de origen ectodérmico, carece de: células, vasos sanguíneos y nervios. El grosor mayor del esmalte oscila de 2-3 mm. Contiene el 3% de material orgánico, el 86% con material inorgánico, agua 9% y material orgánico 2% (16).

#### **2.2.1.1 Propiedades químicas:**

**Matriz orgánica:** De origen proteico, ésta constituye un medio complicado con multi agregados polipeptídicos, donde destacan (17)

**Amelogeninas:** que son sustancias fosforiladas, glicosiladas e hidrofóbicas abundantes, pero van mermando según la maduración del esmalte. (17).

**Enamelinas:** Compuesta por átomos glicosiladas e hidrofílicas, las cuales constituyen con un 3% de matriz orgánica (20). Están ubicadas cerca a la extensión de los cristales de apatita abarcando la totalidad del espacio que interfieren entre ellos (21).

**Ameloblastinas o amelinas:** Son sustancias proteicas comprimidas a partir de ameloblastos a partir de la fase secretora hasta la fase concluyente. Ejecutando el estiramiento de los cristales de hidroxiapatita (18).

**Tuftelina:** Compuesto proteico ácido, ubicadas en las crestas adamantinas cercanas a la unión amelodentinaria. Ejercen una función en el transcurso de la germinación de los cristales de hidroxiapatita la cual causa la hipomineralización (18).

**Parvalbúmina:** localizadas en el área mesial de la transformación de Tomes realizado por ameloblasto secretor, las cuales transportan el calcio situado en el espacio intracelular y el espacio extracelular (17).

**Matriz inorgánica:** Son minerales sintéticamente de carbonato y fosfato, contienen apatita, la cual tiene como fórmula  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . La transformación de

cristales comienza con la acumulación de este mineral dentro del arquetipo del esmalte, originando el volumen mineral con cristales de hidroxiapatita. Algunos iones flúor reemplazan a la agrupación hidroxilos a cristal de hidroxiapatita, transformándose en cristal de fluorhidroxiapatita, indestructible ante la agresión de los ácidos. Se ausenta <sup>2</sup> la fase de fosfato de calcio amorfo al formarse la hidroxiapatita del tejido adamantino (19).

**Agua:** Contiene mayor porción que material orgánico, ubicada por el entorno del cristal disponiendo el estrato que hidrata. (19).

### 2.2.1.2 Propiedades físicas

**Dureza:** Ciertos investigadores evidencian estimaciones medias de solidez del esmalte durante la dentición definitiva, revelando estar de 3,1 y 4,7 gigapascales (Gpa) (17).

**Elasticidad:** La cual es estable debido a la solidez por la concentración de dentina encubierta, surgiendo la función y duración de esta (17).

**Permeabilidad:** La permeabilidad selectiva es una de las características del esmalte, ésta propicia el paso de iones y agua, excepto partículas voluminosas (17).

**Color:** Puede modificarse según su tamaño y el grado de transparencia del tejido. Cuanto más mineral contenga el esmalte mayor será su transparencia. Cuando se observa un color amarillento del diente es por la presencia de dentina oculta, entretanto, para las áreas con mayor grosor, el esmalte se muestra opaco como azul oscuro o gris (18).

**Radiopacidad:** Valla que imposibilita el tránsito de los rayos Roentgen, la cual es elevada debido a que es la conformación más radiopaca del hombre, su origen se debe al contenido de minerales (21).

### 2.2.1.3 Estructura histológica

#### 2.2.1.3.1 Unidades estructurales básicas

Compuesta por prismas de esmalte, estas se conforman de cristales de hidroxiapatita. La conformación prismática se constituye por la asociación de prismas, conformando una superior porción de dicha matriz extracelular mineralizada. (18).

**Esmalte prismático:** En su inicio, cada ameloblasto tiene la obligación de ser un prisma de esmalte. Al igual, una parte del área de entre los prismas se crea por ameloblasto (18).

**Morfología de los prismas:** Están conformadas por vastas áreas con un tamaño de 4-10  $\mu\text{m}$  en proporción, inician a partir de la conexión amelodentinaria y se limitan al llegar el cemento del esmalte. Los fragmentos de prismas cambian con relación al volumen de la corona, logrando estar entre 5'000,000 y 12'000,000 (20).

**Patrón de los prismas:** Los prismas se encrespan sobre el transversal del diente, este se desconecta del que está encima o debajo de él. También se halla una crispación de prismas sobre el área vertical. Causando que la orientación de curvas prismáticas en un momento u otro se atraviesen con los que están ubicados en la profundidad (20).

#### 2.2.1.3.2 Unidades estructurales secundarias

Esta conformación nace de las unidades estructurales primarias a causa de numerosas estructuras:

**Estrías de Retzius:** Presentan un grupo de filas parduscas con diferentes anchos en las divisiones longitudinales. Entre tanto, en las muestras transversales, estas se mantienen en forma de aros de “crecimiento” unidos como manifestación de origen físico de la amelogénesis. Las alteraciones no son conocidas, el desenvolvimiento se revela como estrías de Retzius, el cual evoluciona bajo el flujo constante al esmalte.



La guía del crecimiento de la porción adamantina que va evolucionando paralelamente en cada pieza dental es único en cada individuo (20).

**Penachos de Linderer:** Están conformados como sistemas bifurcados de prismas hipomineralizados. Comienzan de la unión de dentina con el esmalte hasta penetrar en prácticamente la tercera parte del volumen del esmalte y contiene una copiosa matriz orgánica (20).

**Bandas de Hunter - Schreger:** Es una percepción óptica como producto de las uniones complicadas de los prismas del esmalte. Visualizadas en líneas luminosas la cual aparentan los prismas divididos a lo largo y las líneas oscuras representan a prismas divididos atravesadamente (20).

**Esmalte nudoso:** Entrelazado de prismas en el esmalte rugoso con una composición complicada. Este es un factor que aumenta la dureza de la estructura adamantina (17).

**Conexión amelodentinaria:** Unión entre la dentina y el esmalte. Crea una estructura definitiva que asegura la fijación del esmalte sobre la dentina, el punto de unión no es lineal, sino que contiene cuencas minúsculas observando una imagen tallada en las muestras microscópicas (17).

**Husos adamantinos:** Comenzando la aposición de la ontogénesis, los alargamientos del odontoblasto penetran debido a la unión de dentina y esmalte, con el fin de fortalecer la relación de los ameloblastos secretores. (19).

**Periquimatias y líneas de imbricación de Pickerill:** La estructura muestra una forma superficial rugosa. En la cual bandas u ondulaciones fuera de series recorren al mismo tiempo al contorno del diente creando las llamadas líneas de imbricación, los cuales son picos separados por hendiduras distinguidos como periquimatias, la cual se va desapareciendo conforme la persona madure (20).

**Fisuras o surcos del esmalte:** Conformado por concavidades profundas y de diferentes formas presentes sobre la superficie del esmalte dental. Aparece como consecuencia de la no unión de los lóbulos, en el cual, la actividad ameloblástica avanza únicamente para unirse (17).

**Laminillas o micro fisuras del esmalte:** Compuesta por estructuras finas y delgadas semejantes a imperfecciones geográficas, tendidas desde el exterior del esmalte y dentina en trayecto arribando en proporción al interior de la dentina (19).

#### 2.2.1.4 Cubiertas superficiales

**Cutícula del esmalte:** Distinguida a modo de <sup>2</sup>membrana de Nasmyth. Es una lámina fina situada sobre la corona del diente primario, convenientemente a la exudación final de ameloblastos. Siendo aquella lámina la que se apega fuertemente al área de la estructura adamantina, por consiguiente, su rol es protegerlo durante la erupción, sin embargo, desaparece cuando el diente ocluye (17).

**Película secundaria, exógena o adquirida:** Membrana sin célula, clara y sin microorganismos que forman luego que la superficie del esmalte se ha retirado manualmente. Encima de esta membrana se configura el biofilm, el cual inicia el proceso que origina la caries y diferentes patologías orales (17).

#### 2.2.1.5 Solubilidad de esmalte

Los elementos y el origen de los fluidos orales asignan la configuración fisicoquímica del esmalte, el equilibrio necesita de intermediarios primordiales como el potencial de Hidrógeno, la discordia de mitigación y aglomeración de iones calcio, flúor y fosfato salival, la cual permutan según el patrón de estímulos o las peculiaridades propias de cada persona (16).

#### 2.2.2 Bebidas carbonatadas

Son refrescos sin contenido alcohólico, la cual lo elaboran por medio de un precipitado

de dióxido de carbono o conocido también como Anhídrido Carbónico, en presentación diluída (23).

### 2.2.2.1 Composición de bebidas carbonatadas

**Agua:** Se emplea para todas las bebidas, incluso las gaseosas utilizan agua tratada bacteriológica y químicamente, con el propósito de cumplir con los patrones de calidad que requieren las compañías elaboradoras. El agua contiene minerales que cambian según la ubicación geográfica de donde se sustrae; con el fin de asegurar que las bebidas tengan sabor parejo, no influye el lugar de producción, mientras el desarrollo de elaboración se empleen disposiciones de estandarización, con la finalidad de que no alteren las particularidades y las cualidades del agua utilizada (24).

**2 Dióxido de carbono:** Es un gas sin color ni olor, es el que da el particular burbujeo de las bebidas carbonatadas. Éste está presente en el curso de la respiración de los seres vivos. Los vegetales producen oxígeno mediante la fijación del CO<sub>2</sub>. En la última etapa de producción, previo al sellado, el dióxido de carbono es el último componente que se añade a la mezcla. (24).

**Saborizantes:** Elemento que aporta la sensación característica particular de las bebidas accesibles en los comercios, pueden ser de origen natural, aparentemente natural o completamente artificial (24).

**2 Endulzantes:** Generalmente una bebida carbonatada contiene azúcar en un rango de 5% y 14%; muy parecido a la cantidad que contiene el zumo de piña o naranja natural. Los productos gasificados se dulcifican con sirope de maíz alto en fructosa o sacarosa (24).

**2 Acidulantes:** Agregados para que la bebida tenga un sabor ligeramente ácido, y en especial para que se conserven. El ácido cítrico y el fosfórico, son de los acidulantes

más usados, frecuentemente se usa el ácido fosfórico en refrescos que contienen colorantes (250 ml de Coca-Cola aporta 43 mg de fósforo) (24).

**Aditivos:** Sustancia que le establece la apariencia propia característica de las bebidas carbonatadas y al igual efectúa el papel de conservarlos en presencia de las consecuencias químicas y biológicas (24).

### 2.2.3 Erosión

La palabra deriva del latín erodere o erosum que implica corroer, esta evolución radica en la devastación progresista de la extensión corporal por origen de transformación de químicos o electrolíticos. La desmineralización explica la consecuencia física de la daño habitual, patológica, indolora y localizada del esmalte dental originada por una reacción química de ácidos y/o quelantes, sin intervención bacteriana (25).

Opuestamente a la caries dental estos ácidos que causan la desmineralización no se originan por microorganismos, empero se debe a factores extrínsecos, es decir cuando la persona los consume. Los factores intrínsecos son producidos por el propio organismo, y por ácidos de origen desconocido (25).

Los factores extrínsecos que originan la desmineralización del esmalte son: factores ambientales, dieta, medicación, hábitos o estilo de vida como el consumo desmesurado de bebidas isotónicas durante la actividad física, bebidas ácidas, jugos, comer en forma exagerada de frutas cítricas durante regímenes dietéticos (25).

Desde el punto de vista clínico, al inicio de la erosión del esmalte se evidencia acristalada sedosa, brillante, y simultáneamente una desunión en la cresta de esmalte. En la zona oclusal la desmineralización muestra cúspides redondeadas y fosas, pero si la desmineralización es exagerada, la configuración detallada se pierde (25).

Las erosiones provocadas en el esmalte que no se originan por caries (LNCSD) son seleccionadas como desgaste, erosión, abrasión y abfracción. Las lesiones cervicales

no cariosas (LCNCS) llegan a evidenciar variedad de formas como surcos leves, lesiones magnas parecidas a una cuña y lesiones amplias como si fueran un platillo. La desmineralización que causa daños parecidos a un plato no tan hondo, con aspectos clínicos variados (26).

### 2.2.3.1 Etiología de erosión

Los ácidos que ocasionan la desmineralización no están relacionados con la placa bacteriana, sino que es originado por las comidas o los refrescos que el paciente consume y debido a ciertas condiciones propias de este o a causa de algunos ácidos con comportamiento idiopático (16).

### 2.2.3.2 Factores de riesgo

Tienen correspondencia con los estilos y hábitos que practican las personas. Estos se agrupan según la fuente ácida, siendo <sup>3</sup> intrínsecos y extrínsecos. Dentro de los factores intrínsecos están los reflujos de ácidos gástricos, regurgitación frecuente, en tanto <sup>2</sup> que, los factores extrínsecos son el consumo de bebidas carbonatadas, bebidas alcohólicas y alimentos con contenido de ácido cítrico (27).

**Factores intrínsecos:** Procede de la acción del ácido gástrico presente en la boca como consecuencia de reflujo esofágico-gástrico. También los pacientes con complicaciones de la porción superior estomacal, desorganizaciones endocrinas y metabólicas, consecuencia de consumo de medicamentos, por uso de drogas, arcadas en la gestación, glotonería (27). La desmineralización se presenta en los molares y superficies palatinas de los incisivos, son escasas las erosiones en las áreas linguales de los incisivos inferiores esto es gracias a la protección de la lengua (16).

**Factores extrínsecos:** Resultado de la acción exógenos, como los ácidos de las fábricas concurrentes <sup>2</sup> en el entorno de labor, ácidos de las piscinas, suplementos de hierro y otros. Los ácidos más frecuentes reconocidos como autores de

desmineralización dental son los que proceden de las frutas ácidas y bebidas dietéticas ácidas, ácidos cítricos y fosfórico, estos son adicionados a las gaseosas y los zumos no naturales, el ácido ascórbico presente en bebidas deportivas y algunas golosinas. Los agentes que intervienen en la desmineralización proceden de la alimentación y la ingesta de suplementos o medicamentos (16).

### 2.2.3.3 Clasificación de la erosión

Gamss y Lussi, en 2006, dividen la erosión en 3 naturalezas:

- <sup>3</sup> Clase I: Lesión superficial, solo en esmalte.
- Clase II: Lesiones localizadas. Compromete al esmalte y una pequeña porción de la dentina y menos de 1/3 de la superficie.
- Clase III: Lesiones generalizadas. Altera la dentina en más de 1/3 de la superficie.
  - III a: Zonas bucales.
  - III b: Zonas linguales y palatinas.
  - III c: Zonas incisales y oclusales.
  - III d: Severa, compromiso de muchas superficies (16)

### 2.2.4 Dentífrico

El dentífrico es una crema o gel que se usa para la higiene bucal (28,29). La palabra dentífrico es sinónimo de pasta dental. La procedencia etimológica viene del Latin *dentifricium*, es decir, denti (diente) y fricare (frotar) (28,30).

En sus inicios, los componentes que se empleaban eran derivados de animales momificados, hierbas, miel y minerales. Por mucho tiempo se emplearon estos elementos que perjudicaban la salud oral, también se emplearon componentes exageradamente abrasivos, minerales de plomo, ácido sulfúrico y ácido acético (30).

Para ser consideradas pastas, estas deben quitar los residuos de alimentos, coloración y biofilm. En la boca debe provocar una sensación de limpieza y frescura. No debe causar

daño y de precio asequible. Durante el almacenamiento y uso debe mantener una condición estable, no debe causar irritación en la encía o en la cavidad oral, también poseer una abrasividad ideal y eliminar la placa dentobacteriana sin lastimar al esmalte dental (30,31).

La composición básica de los dentífricos dentales debe contener:

**Abrasivos:** Son pulidores compactos que sirven para retirar el biofilm adherido sobre los dientes, ser similar a los demás elementos de la pasta dental (30). La intensidad obedecerá a la dureza del elemento y de la magnitud de la molécula abrasiva (28). El que más se emplea es de sílice de 9  $\mu\text{m}$ , química y fisiológicamente sosas, inodoras, compatible con fluoruros y con considerable adsorción (30).

**Hemectantes:** Sirven para evitar que se seque el dentífrico cuando es abierto la presentación. Al comienzo se empleaba una solución al 50% de glicerina en agua. En la actualidad ha sido reemplazado con una solución al 70% de jarabe de sorbitol (30,31). La semejanza en propiedades en, pero más barata se emplea el propilenglicol (31).

**Detergentes o espumantes:** Sirven para estabilizar el abrasivo en la boca, posibilitando una efectiva limpieza. Su presentación no debe causar toxicidad, no irritar la mucosa bucal y soso. Los más empleados son: lauril sulfato sódico, sulforicinoleato sódico, N-lauroil sarcosinato sódico y ricinoleato sódico (30,31).

**Aglutinantes y espesantes:** Estabilizan la suspensión, eleva la viscosidad del dentífrico y une las moléculas abrasivas (30,31). Últimamente, los espesantes más utilizados son los que provienen de la celulosa, especialmente la carboximetil celulosa sódica, está siendo aniónica, pero también la metilcelulosa, está siendo no iónica, entre otros (31).

**Edulcorantes:** Siendo algunos la sacarina sódica, sorbitol, manitol y ciclamato. Además, ciertos edulcorantes no cariogénicos como el sorbitol y el manitol funcionan además como humectantes. Ciertas pastas dentales contienen al xilitol (28).

**Conservantes:** Estos preservan al dentífrico de agentes patógenos. Los conservantes principales son la formalina, benzoato sódico y los p-hidroxibenzoatos (31).

#### 2.2.4.1 Efectividad terapéutica

Los componentes protectores contra las bacterias que llegan a invadir la cavidad son:

**Fluoruro de sodio:** Este agente actúa en el esmalte que ha perdido calcio y provoca una remineralización en él, impidiendo el aumento de bacterias dentro del biofilm. Al agregarse carbonato de calcio, se forma el fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ) en el interior del túbulo lo cual puede ser muy perjudicial. Al usarse para el cepillado, deja de liberarse fluoruro, lo cual detiene la protección que ofrece este último (29).

**Monofluor fosfato de sodio:** Las mezclas de monofluor fosfato de sodio, el fluoruro y el fosfato crean un enlace covalente. Esto ocurre con el cepillado donde reaccionan moléculas que componen la placa y saliva. (30).

**Xilitol:** Según estudios, demostraron que las bacterias no lo metabolizan para crear ácido, evidenciando su idoneidad ante las caries ya que facilita la aposición de minerales sobre las lesiones iniciales (30).

**Cloruro de zinc:** Se ha evidenciado clínicamente que los dentífricos que contiene cloruro de zinc con un porcentaje en peso del 0,1 y 0,6% se obtendrá un resultado significativo en la reducción del índice del biofilm y el sangrado gingival, logrando así una mayor eficacia de las pastas dentales convencionales con flúor sódico o sílice, las investigaciones del cloruro de zinc confirman que lograron disminuir de forma inmediata e importante las enfermedades periodontales como la inflamación, los cálculos dentarios y con ello la halitosis (31,32).



### 2.2.5 Hidroxiapatita

Con formulación  $(Ca_5(PO_4)_3(OH))$ . Es una molécula mineral principal de los tejidos duros como los dientes y huesos. Su uso puede conducir a la formación ósea debido a su potencial de osteoconducción, Asimismo, presenta una excelente biocompatibilidad con los tejidos duros, carentes de participación citotóxicas. Se emplean en cirugías maxilofaciales, defectos óseos y revestimiento con películas en los implantes dentales (34). La hidroxiapatita ha sido incorporada recientemente en la elaboración de los dentífricos que se mineralizan unido al flúor y xilitol (33). Estos son recomendados en la cura en la elevada sensibilidad dental. Actúan sellando los túbulos de la dentina y rellenando el esmalte desmineralizado. Los productores admiten la acción de prevención en la erosión y remineralización de extensiones subsuperficiales del daño de esmalte (35).

#### 2.2.5.1 Obtención de hidroxiapatita

La obtención puede ser de origen natural y sintético

##### **Origen natural**

La hidroxiapatita puede provenir de una fuente natural como de los huesos de humanos o de otras especies animales que así lo permitan como el hueso bovino, bacalao, cáscara de huevo y corales (34).

##### **Origen sintético**

Se pueden clasificar en cerámicas y no cerámicas, donde las primeras en mención no son reabsorbibles a diferencia de las no cerámicas que son reabsorbibles y pueden ser usadas como biomaterial (34).

Síntesis de hidroxiapatita a partir de la cáscara de huevo. Esta tiene un proceso de mineralización biológica y se encuentra compuesta de 1,6% de agua, 95,1% de minerales, de los cuales el 93,6 corresponden a carbonato de calcio en forma de

calcita, 0,8% de carbonato de magnesio y 0,73% de fosfato tricálcico, y finalmente 3,3% de materia orgánica. La fuente natural de carbonato de calcio es la materia prima más importante en la síntesis de hidroxiapatita y para el tratamiento la cáscara de huevo pasa un proceso de molienda de alta eficiencia, luego de pasar a un análisis granulométrico para determinar el tamaño de la partícula luego el polvo de la cáscara de huevo es sometido al tratamiento térmico (35).

### 2.2.5.2 La nanotecnología en la odontología

El aspecto más destacado de la nanotecnología es que los materiales presentan diferentes propiedades a nano escala. Permite que los biomateriales mejoren sus propiedades fisicoquímicas, magnéticas, conductividad eléctrica, térmica, entre otros. Estos fenómenos únicos suceden a escala nanométrica, estudiados en diferentes campos incluidas la odontología. Permitiendo el impulso de nuevos e innovadores materiales con características nanométricas como nano composites, nanotubos, nanopartículas los que permiten tener nuevas terapias para su aplicación en la práctica diaria, de esta manera regenerar los tejidos dentinarios de una manera total o parcial. Se está utilizando un nanoremineralizador del esmalte dental, mediante el uso de un biomaterial que es una secuencia peptídica con la finalidad de favorecer la remineralización del esmalte, sin la necesidad de utilizar el flúor, los resultados son alentadores y se continua con los mismos (35).

### 2.2.6 Saliva artificial

La composición de la saliva artificial empleada para los experimentos de pérdida de tejido del esmalte y absorción de fluoruro es: cloruro de magnesio (0,2 mm.), cloruro de calcio dihidratado (1,0 mm.), dihidrógeno ortofosfato de potasio (4,0 mm.), N-2-hidroxietilpiperazina- Ácido N0-etanosulfónico [HEPES] (20,0 mm.), cloruro de potasio (16,0 mm.) y cloruro de amonio (4,5 mm.). El pH se ajustó a 7,0 empleando

hidróxido de potasio (1,0 M). Todos los ingredientes de la saliva artificial se obtuvieron de Sigma-Aldrich (Dorset, Reino Unido). Para los experimentos de captación de calcio, se reemplazó el cloruro de calcio dihidrato por cloruro de calcio dihidrato donde el contenido de Ca era de 97%. El cloruro de calcio enriquecido isotópicamente con Ca también se obtuvo de Sigma-Aldrich UK (49).

## 19 2.3. Formulación de hipótesis

### 2.3.1. Hipótesis general

**Hi:** Si hay disminución de la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dos dentífricos uno con fluoruro de sodio +zinc y otro con partículas de hidroxiapatita.

**Ho:** No hay disminución de la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto a dos dentífricos uno con fluoruro de sodio +zinc y otro con partículas de hidroxiapatita.

### 30 2.3.2. Hipótesis específicas

**Hi<sup>1</sup>:** Si existe diferencia de la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con fluoruro de sodio + zinc y otro con partículas de hidroxiapatita.

**Ho:** No existe diferencia de la rugosidad superficial del esmalte erosionado expuesto al dentífrico con fluoruro de sodio + zinc y otro con partículas de hidroxiapatita.

## 22 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Método de la investigación

Para efectuar un estudio apropiado, se sigue un método analítico, puesto que desea verificar la hipótesis planteada por medio de los datos obtenidos, los cuales deben pasar por un proceso de codificación y cuantificación, para luego ser sometidos a un análisis estadístico; estos mismos datos pueden ser comparados con otros, permitiendo de esta manera, ser examinados e interpretados (50).

### 3.2. Enfoque de la investigación

Con el fin de obtener resultados adecuados, este es cuantitativo, pues, en términos generales, la investigación cuantitativa resume y analiza datos de manera objetiva, utilizando métodos numéricos, como promedios y porcentajes. Por lo general, la información de un subconjunto de la población (una muestra) que se usa para inferir información sobre un grupo más grande (una población) en la investigación cuantitativa (51).

### 1 3.3. Tipo de investigación

Por la finalidad del estudio, la investigación es de tipo aplicado, ya que se establece como propósito resolver un planteamiento o problema en particular, el cual fue abordado al inicio (51). Debido a que implica la medición de los cambios de rugosidad que tendrán las piezas dentales sumergidas en bebida negra carbonatada y luego expuestas al efecto de los dentífricos.

### 3.4. Diseño de la investigación

Por las particularidades del estudio, se sigue un diseño experimental. Este se utiliza para entablar una relación de causalidad y consecuencia entre la respuesta y sus respectivas variables explicativas. En este tipo de estudios, el investigador crea cambios en la variable explicativa y anota los cambios en la variable de respuesta; asimismo, en un estudio experimental (o un experimento), los investigadores intervienen para controlar los resultados de las variables que se aplican a los individuos. Asimismo, asignan tratamientos (es decir, aplican la intervención) (51). Experimental in vitro, porque se realizan en dientes (premolares) exodonciadas con fines ortodónticos y sumergidas en bebida carbonatada. Prospectivo ya que se seleccionará según los sucesos. Longitudinal porque serán medidas en diversos tiempos.

## 1 3.5. Población, muestra y muestreo

### 3.5.1 Población

El concepto de población hace referencia al conjunto de cada uno de los elementos en los que se aplicará los resultados obtenidos por la investigación. Es decir, la población engloba al grupo de unidades, las cuales tienen en común alguna característica que ha sido considerada como variable de estudio, para las cuales se puede generalizar los resultados (52). Formada por dientes premolares exodonciados por motivos ortodónticos sin ningún tipo de afección como caries, restauraciones y/o aparentes alteraciones en la anatomía.

### 3.5.2 Criterios de inclusión

- Piezas sanas, sin ningún tipo de patología de desmineralización.

### 3.5.3 Criterios de exclusión

- Piezas que presenten algún tipo de lesión cariosa, hipoplasia o hipomineralización.

### 3.5.4 Muestreo

Se define como el proceso mediante el que se selecciona una muestra, la cual se extrae de la población; cabe resaltar que la muestra debe ser estadísticamente representativa del total (53).

**Tipo de muestreo:** Probabilístico aleatorio simple.

4 Para determinar el tamaño muestral se usará una fórmula correspondiente a la comparación de medias.

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

Definición:

4  $n$  = Tamaño de la muestra

$Z_{\alpha}$  = 1.96; Valor Z al 5% de error tipo I

$Z_{\beta}$  = 0.842; Valor Z al 20% de error tipo II

$\sigma$  = Desviación estándar

$\delta$  = Diferencia entre los efectos causados

Se asume que el valor medio de  $\delta = \sigma$

Siendo así:

$$n = \frac{2(1.96 + 0.842) \sigma^2}{\delta^2} = 15$$

La muestra fue de 15 dientes por grupo con un total de tres.

Muestra total = 45 dientes

### 3.6. Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición	Escala Valorativa
<b>Rugosidad superficial del esmalte</b>	Para fines de esta investigación, se tomará como erosión la pérdida de minerales de las superficies de los dientes por el acto de diversas causas.	Discontinuidad de la superficie de los especímenes del esmalte.	Rugosímetro	Cuantitativa / razón	Micrómetros ( $\mu\text{m}$ )
<b>Dentífrico</b>	Productos <sup>33</sup> destinados a la limpieza de los dientes y cavidad bucal y que este tenga efecto protector.	Producto que contiene flúor NaF+Zn: Fluoruro de sodio + zinc - Nueva Colgate Total® 12 - 1450 ppm. y otro con hidroxiapatita (Bicarbonato de sodio, ácido cítrico, hidroxiapatita, ciclamato de sodio, sacarina de sodio, xilitol, citrato de potasio, extracto de árbol de té, árbol de té, fragancia, limoneno, linalol).	- Usa - No usa	Cualitativa / nominal	- Fluorado - Hidroxiapatita
<b>Gaseosa (bebida carbonatada)</b>	-	Bebida aromatizada burbujeante (carbonatada) de amplio consumo.	- Usa - No usa	Cualitativa / nominal	- Coca Cola - Saliva artificial
<b>Tiempo</b>	-	Duración de hundir las muestras dentarias en la gaseosa	Cronómetro	Intervalo	5 minutos



### 3.6.1 Definición operacional

**Rugosidad:** Sustracción, desgaste, pérdida de minerales de las superficies de los dientes por el acto de diversas causas.

**Dentífrico:** Producto que contiene flúor (Nueva Colgate Total® 12 - 1450 ppm). y otro con hidroxiapatita (Restore Speed Whitening Repair).

**Gaseosa:** Bebida aromatizada burbujeante (carbonatada) de amplio consumo.

**Tiempo:** Duración de hundir las muestras dentarias en la gaseosa.

## 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.7.1. Técnica

1. Recolección muestral: Se recolectaron 45 dientes premolares extraídos por motivos ortodóncicos (piezas donadas por parte de los cirujanos dentistas que realizan estos tratamientos durante su consulta privada) a los cuales se le eliminaron de restos de tejidos blandos que se encontraban sobre la superficie de la corona o raíz.
2. Se almacenaron en formaldehído al 2% con pH 7 durante un período de 30 días para desinfectarlos antes de iniciar el tratamiento experimental.
3. Se cortaron con un disco de diamante bajo una irrigación continúa. La primera incisión en sentido vestíbulo lingual-palatino para dividir la cara distal y mesial, el segundo corte a la altura del cuello de la pieza dental.
4. Preparación de los especímenes: Se prepararon 45 bloques de esmalte (divididos en 3 grupos de 15 unidades: uno para control y 2 para los dentífricos) con un tamaño de 5 x 5 mm haciendo uso de un disco de diamante. Las muestras se

fijaron (para cumplir con el requisito del instrumento de medición “rugosímetro”) en cilindros de PVC de 15 mm de diámetro y 10 mm de alto, para su elaboración se colocaron las muestras con la superficie vestibular para arriba, se llenaron los cilindros con acrílico autocurable marca Vitacryl, terminando con un pulido individual. Se lavaron durante 5 minutos con agua destilada para evitar el cruce de restos durante el pulido. Se lavaron con ultrasonido con el fin de eliminar restos de las muestras y se almacenaron en agua destilada hasta comenzar el período de erosión.

5. El ciclo erosivo: Antes de la etapa de erosión las muestras fueron introducidas en 60 ml de saliva artificial por el transcurso de 30 minutos, se sacaron los especímenes del envase y se secaron con papel absorbente.
6. Los especímenes fueron sometidos al ciclo erosivo, por el cual se empleó la bebida Coca-Cola pH 2,8 por un período de 5 minutos. Los dentífricos fueron colocados en jeringas de tuberculina previamente codificadas. Se aplicaron 0.1 ml en cada muestra y se cepillaron con un cepillo Oral B purificación con una carga constante durante un tiempo de 4 segundos por cada muestra. Después se dejaron intervenir a los dentífricos por un tiempo de 5 minutos con el fin de garantizar la acción en el esmalte. Al final se usó agua destilada para enjuagar las muestras por un espacio de 10 segundos para retirar los restos de dentífricos y se dejó reposando en saliva artificial. Este ciclo de erosión y de remineralización se realizó 3 veces al día durante 15 días.
7. Todas las muestras se mantuvieron en reposo de un día a otro totalmente sumergidas en un recipiente de 60 ml de saliva artificial para imitar el estado natural de remineralización de la cavidad bucal, esta saliva fue cambiada todos

los días. Se limpiaron los especímenes con agua destilada antes de realizar una nueva etapa de erosión y terapia.

8. La evaluación de la rugosidad: Se midió con un rugosímetro digital SRT-6200 en el laboratorio con magnitud de medición en  $\mu\text{m}$ , el instrumento se encuentra calibrado y contrastado. Se midieron los parámetros de rugosidad media aritmética (Ra). Se efectuaron 4 mediciones en cada muestra (inicial, a los 5, 10 y 15 días) y se determinó el promedio según las especificaciones del rugosímetro, registrando los valores correspondientes a cada espécimen.

### **3.7.2. Descripción de instrumentos**

#### Rugosímetro

1. Marca HUATEC Industry Instrumentation, modelo SRT-6200, serie N921838
2. El equipo proporciona la medida de rugosidad inicial encontrada en ese momento de cada espécimen; posterior a eso cuando se sumerjan o se ataquen con la bebida gaseosa, se volverá a realizar la medición en el mismo espécimen para poder verificar la variación de rugosidad que tenga después del ataque.
3. El rugosímetro nos determinará las medidas en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) las cuales serán colocados en una ficha de recolección de datos para cada uno de los especímenes.

### **3.7.3. Validación**

El estudio es efectuado basándose en el "Juicio de expertos". Esto incluye la implementación de la validación de la ficha para el recojo de datos por parte de expertos validadores en el tema de investigación, quienes son consultados durante el

desarrollo de este instrumento de evaluación. Esta validación determina la precisión y consistencia del instrumento utilizado.

#### 3.7.4. Confiabilidad

No se necesita <sup>1</sup> de una técnica de confiabilidad, puesto que se realiza en una ficha de validación.

### 3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Una vez obtenido los resultados se registrar en una hoja de Excel 2013, posteriormente se procesó los datos y realizó los procedimientos estadísticos con el software Stata/SE v17. <sup>18</sup> Para las variables cuantitativas se determinó medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión. A partir de estos datos se generó las tablas de sumario estadístico y los gráficos correspondientes. Para realizar las comparaciones de rugosidad superficial entre los grupos se aplicó previo cumplimiento de supuestos, distribución normal y homogeneidad de varianzas, pruebas paramétricas prueba ANOVA de un factor para muestras independientes y repetidas previo cumplimiento de supuestos (distribución normal y homogeneidad de varianzas), en caso de no cumplimiento de supuestos se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman. El nivel de confianza empleado fue de 0.95 y el nivel de significancia de 0.5%.

### <sup>17</sup> 3.9. Aspectos éticos

La investigación se presentó al Comité de Ética de la Universidad Norbert Wiener para solicitar su revisión y aprobación.

- Se respetaron los protocolos establecidos por la universidad.
- Se solicitó la exoneración de comité de ética institucional
- Se contó con una certificación de donación de las piezas premolares por parte de los cirujanos dentistas.

## 1 CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados

**Tabla 1.** Sumario estadístico de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Colgate Total al inicio, cinco, diez y quince días.

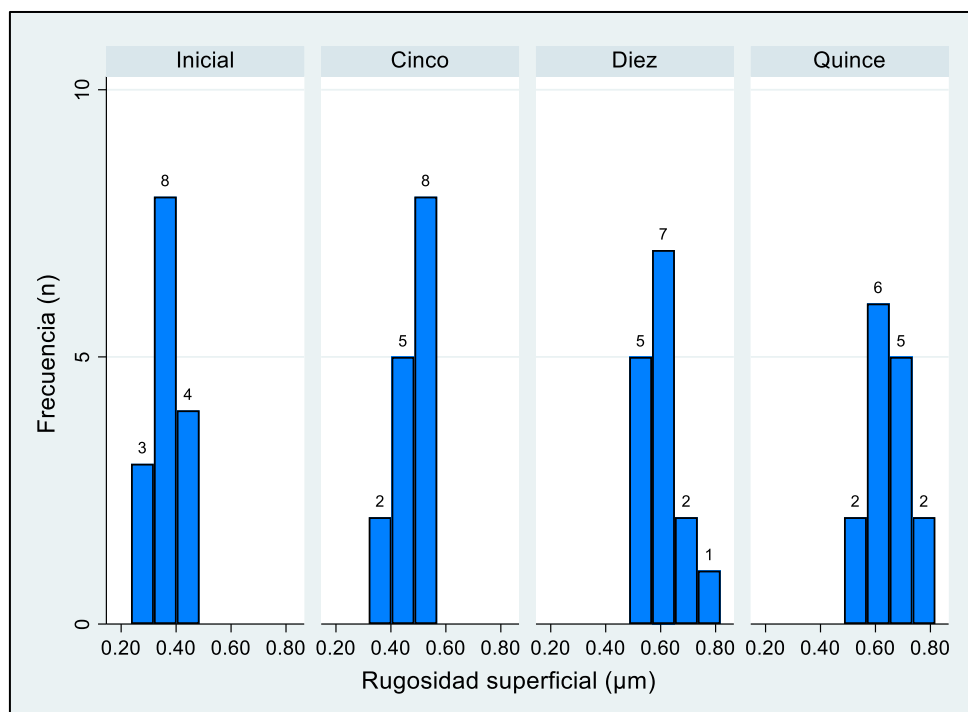
Grupo	N	Media	D.E.	Mediana	R. I	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis
inicial	15	0.36	0.07	0.34	0.09	0.24	0.47	-0.18	2.50
cinco	15	0.48	0.06	0.49	0.10	0.38	0.57	-0.35	1.86
diez	15	0.61	0.07	0.58	0.10	0.54	0.76	0.90	2.86
quince	15	0.66	0.08	0.65	0.12	0.55	0.82	0.47	2.42
Total	60	0.53	0.14	0.54	0.21	0.24	0.82	-0.09	2.36

1 Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 1 se observa que los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Colgate Total presenta mayor valor en el tiempo quince día con un valor medio de 0.66  $\mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de 0.08  $\mu\text{m}$ , una mediana de 0.65  $\mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de 0.12  $\mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de 0.55  $\mu\text{m}$  y un valor máximo de 0.82  $\mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría positiva de 0.47 y una distribución en sentido vertical platicúrtica con 2.42, comparado con el valor al día diez con un valor medio de 0.61  $\mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de 0.07  $\mu\text{m}$ , una mediana de 0.58  $\mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de 0.10  $\mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de 0.54  $\mu\text{m}$  y un valor máximo de 0.76  $\mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría positiva de 0.90 y una distribución en sentido vertical platicúrtica con 2.86, con el valor al día cinco con un

valor medio de  $0.48 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.06 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.49 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.10 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.38 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.57 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.35$  y una distribución en sentido vertical platicúrtica con  $1.86$  y el menor valor en el tiempo inicial con un valor medio de  $0.36 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.07 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.34 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.09 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.24 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.47 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.18$  y una distribución en sentido vertical platicúrtica con  $2.50$ .

**Figura 1.** Distribución de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Colgate Total al inicio, cinco, diez y quince días.



Fuente: Tabla 1.

7 De la Figura 1 se puede observar que los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Colgate presentó una mayor

frecuencia de valores altos a los quince días a comparación del inicio, cinco, diez días.

**Tabla 2.** Sumario estadístico de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Restore al inicio, cinco, diez y quince días.

Grupo	N	Media	D.E.	Mediana	R. I	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis
Inicial	15	0.26	0.06	0.26	0.08	0.17	0.38	0.26	2.76
Cinco	15	0.34	0.06	0.32	0.08	0.23	0.45	0.22	2.62
Diez	15	0.45	0.06	0.46	0.11	0.34	0.53	-0.24	1.93
Quince	15	0.51	0.06	0.53	0.10	0.38	0.59	-0.78	2.55
Total	60	0.39	0.11	0.39	0.18	0.17	0.59	0.01	1.93

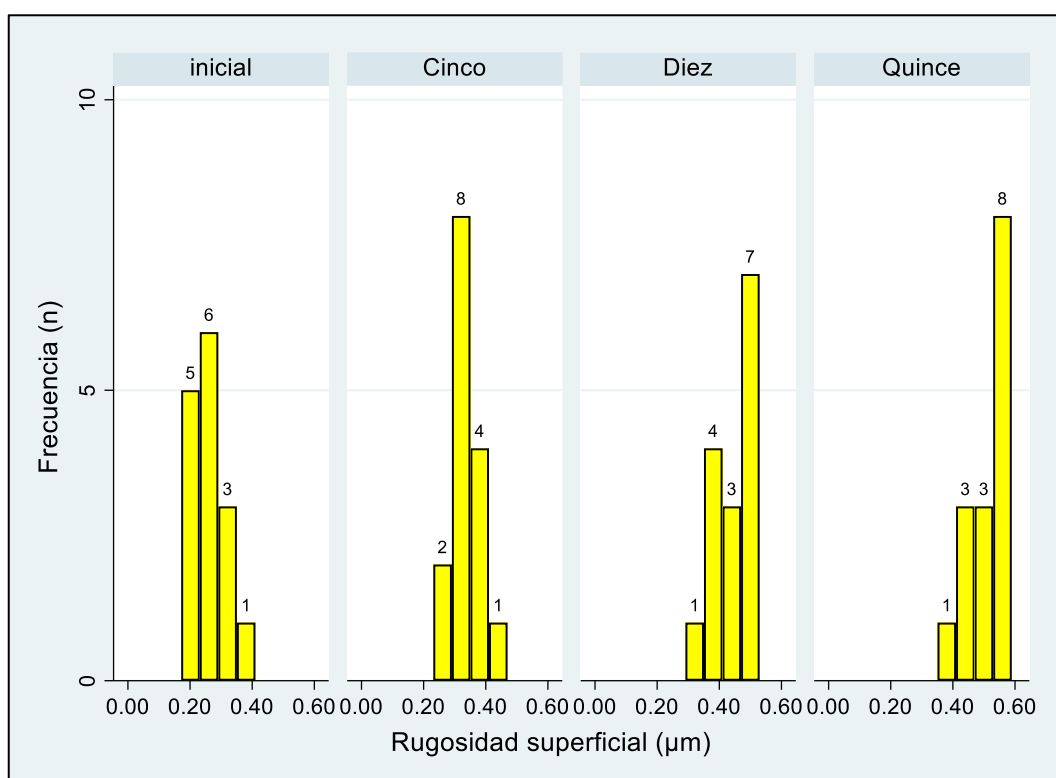
1 Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 2 se observa valores que los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Restore es mayor en el día quince con un valor medio de  $0.51 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.06 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.53 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.10 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.38 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.59 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.78$  y una distribución en sentido vertical platocúrtica con  $2.55$ , esto comparado con el valor al día diez con un valor medio de  $0.45 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.06 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.46 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.11 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.34 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.53 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.24$  y una distribución en sentido vertical platocúrtica con  $1.93$ , a su vez mayor al día cinco con un valor medio de  $0.34 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.06 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.32 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.08 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.23 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.45 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría positiva de  $0.22$  y una distribución en sentido vertical



platicúrtica con 2.62 y finalmente el menor valor de rugosidad superficial al inicio con un valor medio de  $0.26 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.06 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.26 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.08 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.08 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.17 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría positiva de 0.26 y una distribución en sentido vertical platicúrtica con 2.76.

**Figura 2.** Distribución de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Restore al inicio, cinco, diez y quince días.



Fuente: Tabla 2.

7 De la Figura 2 se puede observar que los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Restore presentó una mayor frecuencia de valores altos a los quince días a comparación del inicio, cinco días y diez días.

**Tabla 3.** Sumario estadístico de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al grupo Control al inicio, cinco, diez y quince días.

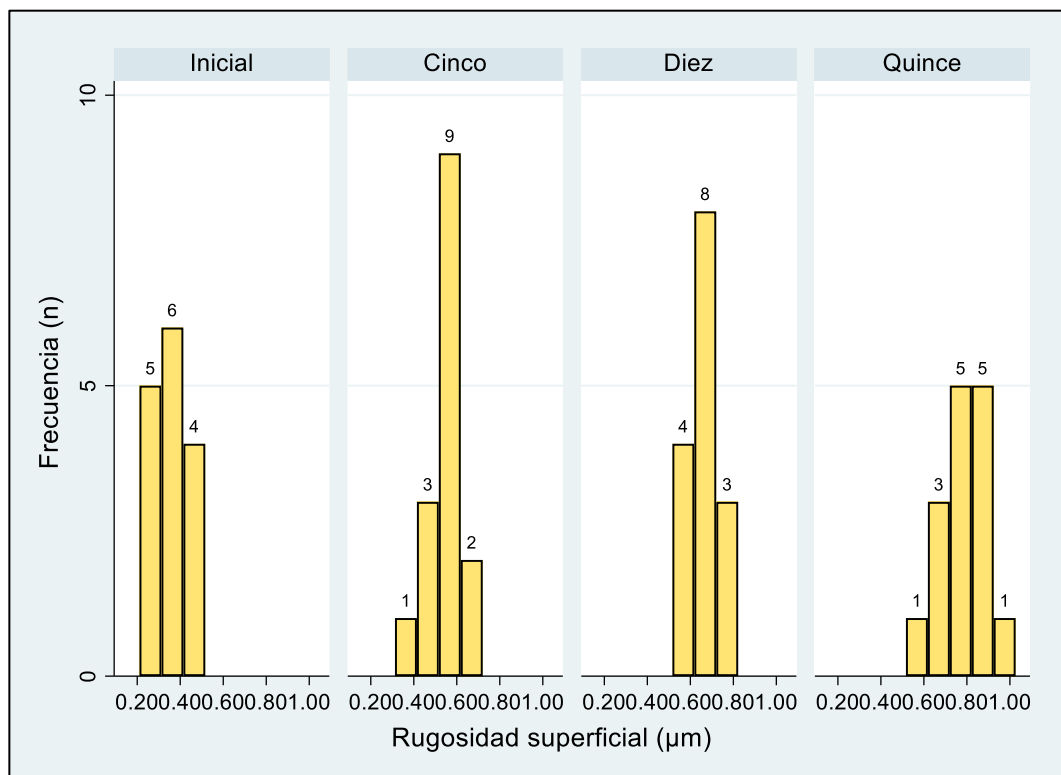
Grupo	N	Media	D.E.	Mediana	R. I	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis
inicial	15	0.35	0.08	0.36	0.14	0.21	0.48	-0.21	1.89
cinco	15	0.55	0.07	0.58	0.09	0.40	0.65	-0.85	3.01
diez	15	0.67	0.07	0.69	0.11	0.56	0.77	-0.30	2.01
quince	15	0.79	0.10	0.81	0.17	0.61	0.92	-0.47	2.18
Total	60	0.59	0.18	0.60	0.27	0.21	0.92	-0.22	2.30

1 Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 3 se observa que los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al grupo Control presenta mayor valor en el tiempo día quince con un valor medio de  $0.79 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.10 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.81 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.17 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.61 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.92 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.47$  y una distribución en sentido vertical platicúrtica con  $2.18$ , esto mayor al tiempo día diez con un valor medio de  $0.67 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.07 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.69 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.11 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.56 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.77 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.30$  y una distribución en sentido vertical platicúrtica con  $2.01$ , y mayor al valor del día cinco con un valor medio de  $0.55 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.07 \mu\text{m}$ , una mediana de  $0.58 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.09 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.40 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.65 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.85$  y una distribución en sentido vertical mesocúrtica con  $3.01$  y con un menor valor en el tiempo inicial con una media de  $0.35 \mu\text{m}$  con una desviación estándar respecto a la media de  $0.08 \mu\text{m}$ , una

mediana de  $0.36 \mu\text{m}$  y un rango intercuartílico de  $0.14 \mu\text{m}$ ; el valor mínimo fue de  $0.40 \mu\text{m}$  y un valor máximo de  $0.65 \mu\text{m}$ ; sobre la distribución una distribución en sentido horizontal con asimetría negativa de  $-0.21$  y una distribución en sentido vertical platicúrtica con  $1.89$ .

**Figura 3.** Distribución de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Control al inicio, cinco, diez y quince días.



Fuente: Tabla 3.

7 De la Figura 3 se puede observar que los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al grupo Control presentó una mayor frecuencia de valores altos a los quince días a comparación del inicio, cinco y diez días.

#### 4.1.2 Prueba de hipótesis

**Tabla 4.** Comparación de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Restore entre el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.

Prueba de Friedman	
Friedman =	16.6818
Kendall =	0.7583
p-value =	0.0002*
*p < 0.05, diferencia significativa	

Fuente: Elaboración propia

#### Hipótesis general

**Hi:** Hay diferencia sistemática en la distribución de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del grupo Restore según el tiempo.

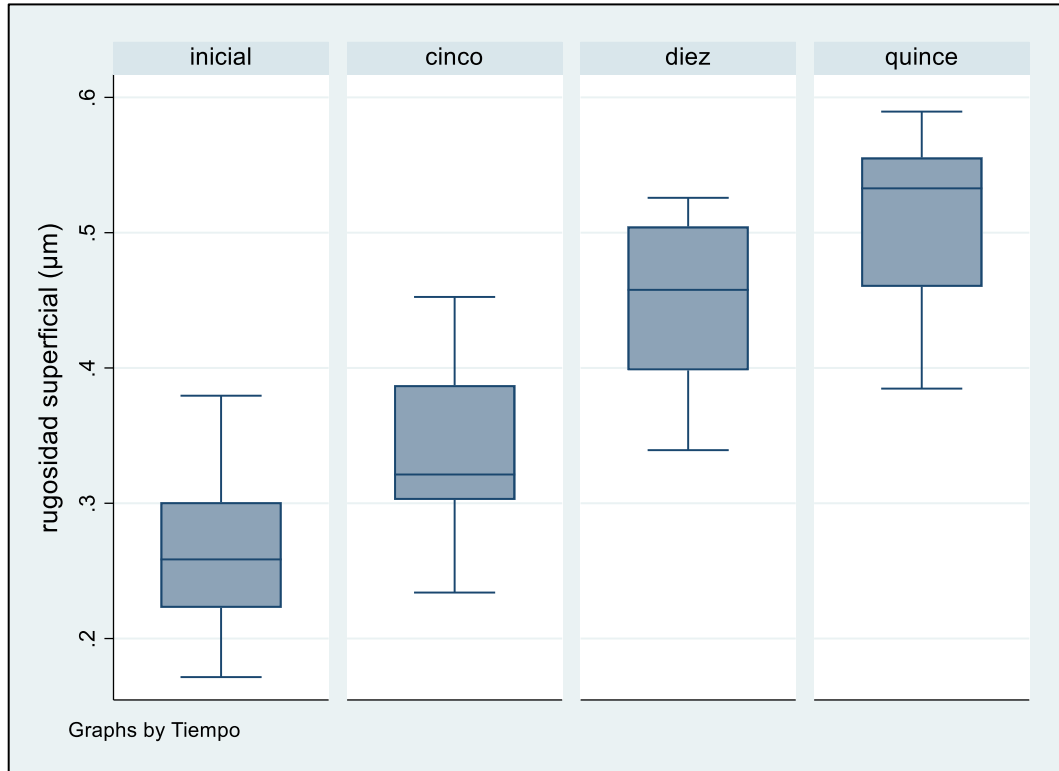
**Ho:** Las distribuciones de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del grupo Restore según el tiempo son iguales.

**Estadístico:** F.

**Regla de decisión:**  $p < 0.05$  se rechaza la  $H_0$ .

**Conclusión:**  $p = 0.0002$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay diferencia sistemática en la distribución de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del grupo Restore según el tiempo.

**Figura 4.** Gráfico de cajas y bigotes de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Restore en el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.



Fuente: Tabla 4.

De la figura 4 se observa que a medida que aumenta el tiempo el valor de la mediana aumenta, así a los quince días se presentó un mayor valor de la mediana de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) con valores entre 0.5 y 0.6  $\mu\text{m}$ .

**Tabla 5.** Comparación de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Colgate Total entre el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.

Prueba de Friedman	
Friedman =	16.6818
Kendall =	0.7583
p-value =	0.0002*
*p < 0.05, diferencia significativa	

Fuente: Elaboración propia

### Planteamiento de hipótesis

**Hi:** Hay diferencia sistemática en la distribución de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del grupo Colgate Total según el tiempo.

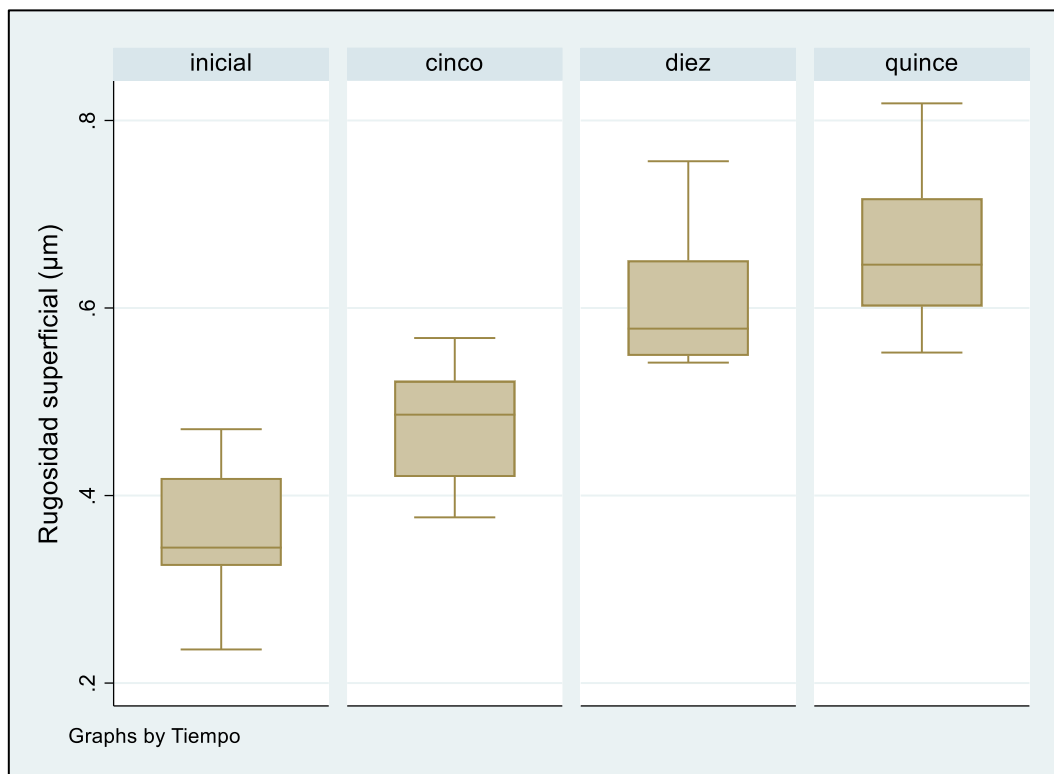
**Ho:** Las distribuciones de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del grupo Colgate Total según el tiempo son iguales.

**Estadístico:** F.

**Regla de decisión:**  $p < 0.05$  se rechaza la  $H_0$ .

**Conclusión:**  $p = 0.0002$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay diferencia sistemática en la distribución de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del grupo Colgate Total según el tiempo.

**Figura 5.** Gráfico de cajas y bigotes de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte erosionado expuesto al dentífrico Colgate Total en el tiempo inicial, cinco, diez y quince días



Fuente: Tabla 5.

13 De la figura 5 se observa que a medida que aumenta el tiempo el valor de la mediana aumenta, así a los quince días se presentó un mayor valor de la mediana de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) con valores entre 0.6 y 0.8  $\mu\text{m}$ .

**Tabla 6.** Comparación de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte entre el dentífrico Restore y Colgate Total al inicio, cinco, diez y quince días.

Prueba t de Student para muestras independientes							P valor
Dentífrico Restore vs Dentífrico Colgate Total inicial							
Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]		
Restore	15	0.26	0.01	0.06	0.23	0.29	0.0002
Colgate	15	0.36	0.02	0.07	0.32	0.40	
Combined	30	0.31	0.01	0.08	0.28	0.34	
diff		-0.10	0.02		-0.14	-0.05	
Dentífrico Restore vs Dentífrico Colgate Total cinco días							P valor
Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]		
Restore	15	0.34	0.01	0.06	0.30	0.37	0.0001
Colgate	15	0.48	0.02	0.06	0.45	0.51	
Combined	30	0.41	0.02	0.09	0.37	0.44	
diff		-0.14	0.02		-0.18	-0.10	
Dentífrico Restore vs Dentífrico Colgate Total diez días							P valor
Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]		
Restore	15	0.45	0.01	0.06	0.41	0.48	0.0001
Colgate	15	0.61	0.02	0.07	0.57	0.64	
Combined	30	0.53	0.02	0.10	0.49	0.56	
diff		-0.16	0.02		-0.21	-0.12	
Dentífrico Restore vs Dentífrico Colgate Total quince días							P valor
Group	Obs	Mean	Std. err.	Std. dev.	[95% conf. interval]		
Restore	15	0.51	0.02	0.06	0.48	0.55	0.0001
Colgate	15	0.66	0.02	0.08	0.62	0.70	
Combined	30	0.59	0.02	0.10	0.55	0.63	
diff		-0.15	0.03		-0.20	-0.10	

Fuente: Elaboración propia

### Planteamiento de hipótesis

**Hi:** Las medias de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) entre Restorate y Colgate Total difieren significativamente en el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.

**Ho:** Las medias de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) entre Restorate y Colgate Total no difieren significativamente en el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.

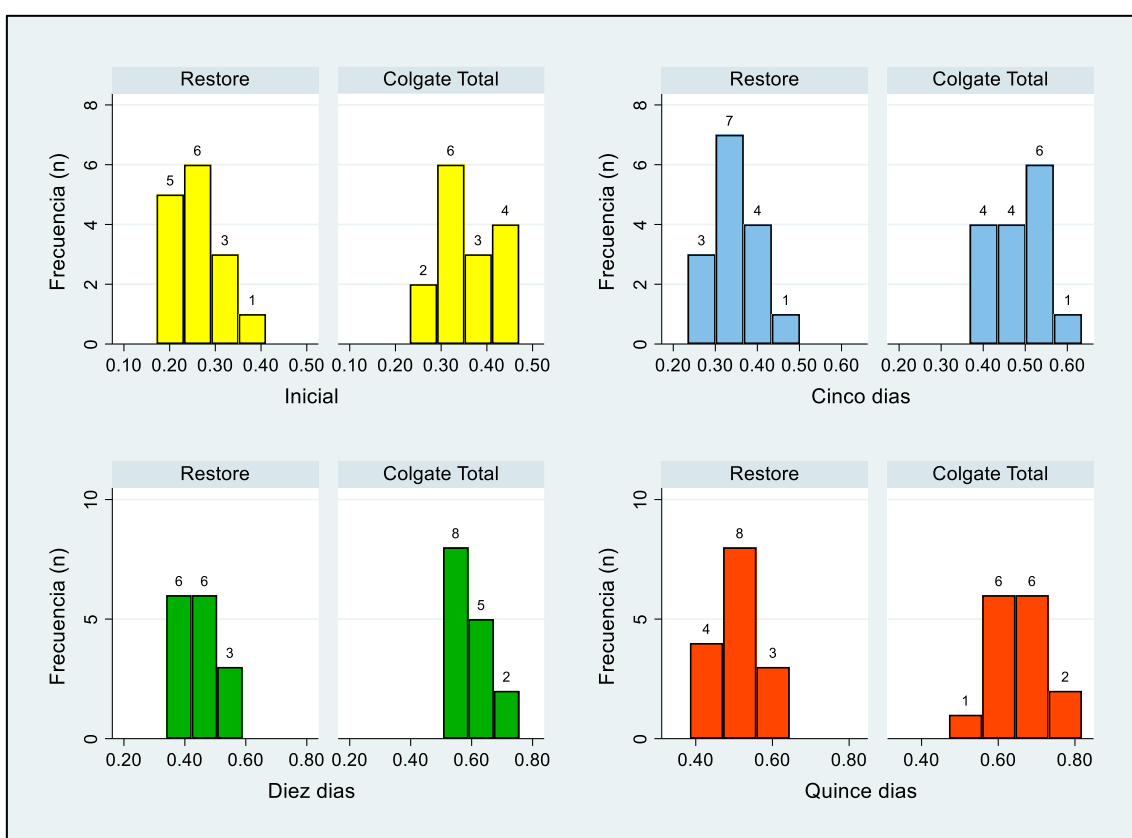
**Estadístico:** t.

**Regla de decisión:**  $p < 0.05$  se rechaza la  $H_0$ .



**Conclusión:**  $p_{\text{inicial}}=0.0002$ ,  $p_{\text{final}}=0.0001$ ,  $p_{\text{diez}}=0.0001$ ,  $p_{\text{quince}}=0.0001$ , por lo tanto, se concluye que las medias de valores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) entre Restorate y Colgate Total difieren significativamente en el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.

**Figura 6.** Histogramas de los valores de la rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) del esmalte entre el dentífrico Restore y Colgate Total en el tiempo inicial, cinco, diez y quince días.



Fuente: Tabla 6.

De la figura 6 se observa valores mayores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) en el grupo Colgate Total al inicio con valores entre  $0.20 \mu\text{m}$  y  $0.50 \mu\text{m}$ , a los cinco días con valores entre  $0.40 \mu\text{m}$  y  $0.60 \mu\text{m}$ , a los diez días con valores entre  $0.60 \mu\text{m}$  y  $0.80 \mu\text{m}$  y a los quince días con valores entre  $0.60 \mu\text{m}$  y  $0.80 \mu\text{m}$ , pero con mayor frecuencia en valores

cercanos a 0.80  $\mu\text{m}$ . También se observa valores mayores de rugosidad superficial ( $\mu\text{m}$ ) en el grupo Restore al inicio con valores entre 0.20  $\mu\text{m}$  y 0.40  $\mu\text{m}$ , a los cinco días con valores entre 0.20  $\mu\text{m}$  y 0.50  $\mu\text{m}$ , a los diez días con valores entre 0.40  $\mu\text{m}$  y 0.60  $\mu\text{m}$  y a los quince días con valores entre 0.40  $\mu\text{m}$  y 0.60  $\mu\text{m}$ , pero con mayor frecuencia en valores cercanos a 0.60  $\mu\text{m}$ .

#### 1 4.1.3 Discusión de resultados

El objetivo del presente trabajo de investigación 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 2 dentífricos: uno fluorado y otro con nano partículas de hidroxiapatita. Se encontraron diferencias significativas de 0.20  $\mu\text{m}$  menos entre el grupo de hidroxiapatita (Restore Speed Whitening Repair) y el grupo fluorado (NaF+Zn: Fluoruro de sodio + zinc - Nueva Colgate Total® 12 - 1450 ppm), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en relación con el grupo control, lo cual coincide con las investigaciones realizadas por **Guntermann et al.** (2022) que valora la capacidad remineralizante y protectora contra la desmineralización del esmalte dado por la pasta de dientes que contiene hidroxiapatita. **O'Hagan-Wong et al.** (2021) quien concluye que, los dentífricos orales que contienen HAP pueden considerarse una alternativa para los tratamientos de desmineralización y que también ofrece alivio de la hipersensibilidad a la dentina y reduce la formación de la biopelícula, lo cual viene a ser un agente multifuncional para atención preventiva, por tanto estos resultados concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio, que evidencia una disminución de la rugosidad de 0.20  $\mu\text{m}$  en comparación con otro dentífrico que contiene solo flúor.

El resultado positivo de la presente investigación sobre la disminución de la rugosidad del esmalte expuesto a dentífricos que contienen nanopartículas de hidroxiaapatita coinciden con las investigaciones realizadas por **Gore et al. (2022)** y **Sebastian et al. (2022)** sobre la evaluación y comparación del efecto remineralizante al nivel superficial del producto que contenía Nano-HA. De forma similar los resultados obtenidos por **Butera et al. (2022)** respecto a la remineralización y la desensibilización de las lesiones de manchas blancas utilizando dentífrico a base de hidroxiaapatita mostró una reducción de los valores de hipersensibilidad/dolor superior al dentífrico convencional fluorado, por tanto, se puede establecer que los dentífricos con esta sustancia no sólo tienen efectos de disminución de la rugosidad, remineralizante, disminución de la sensibilidad.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo de investigación referente a la reducción de la rugosidad expuesta en nuestro trabajo de investigación implica cambios en la estructura de la superficie del esmalte como lo refiere **Cagetti et al. (2022)** y **Talaat et al. (2018)**, quienes comprobaron que el uso de dentífricos con nanopartículas de hidroxiaapatita y flúor el esmalte adquiere mayor microdureza y reduce el incremento de las caries en niños que las pastas dentales tradicionales fluoradas

A diferencia del estudio hecho por **Prado et al. (2022)**, la cual dio a conocer que entre los dentífricos comercializados en el mercado peruano que contienen diferentes contenidos de flúor, la pasta nueva Colgate total 12 mostró mínima diferencia de rugosidad superficial, este resultado no coincide con el presente trabajo, se podría concluir que: el dentífrico Colgate total 12, está en un segundo lugar en cuanto a la disminución de la rugosidad del esmalte erosionado.

Por tanto, <sup>26</sup> los resultados obtenidos en este estudio indican que el uso de pasta que contiene hidroxiapatita disminuye la rugosidad de la superficie erosionada mostrando un claro efecto protector; se ajusta con los resultados encontrados en la investigación realizada por **Poggio et al.** (2017) quien concluyó, que los dentífricos con ZnHAP proporciona una remineralización significativa del esmalte afectado por la erosión.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

El grupo Restore presento valores menores de rugosidad en comparación al grupo Colgate Total 12. El grupo Restore al inicio tuvo valores entre 0.20  $\mu\text{m}$  y 0.40  $\mu\text{m}$ , a los cinco días con valores entre 0.20  $\mu\text{m}$  y 0.50  $\mu\text{m}$ , a los diez días con valores entre 0.40  $\mu\text{m}$  y 0.60  $\mu\text{m}$  y a los quince días con valores entre 0.40  $\mu\text{m}$  y 0.60  $\mu\text{m}$ , pero con mayor frecuencia en valores cercanos a 0.60  $\mu\text{m}$ . Al contrario del grupo Colgate Total 12 que su mayor frecuencia está en valores cercanos a 0.80  $\mu\text{m}$ .

### 5.2. Recomendaciones

Se sugiere agrupar a las muestras de acuerdo a la primera medición, de tal manera que las medidas del grupo no esten dispersas y esto contribuya a la uniformidad de los resultados.

Cuando se trate de mediciones en la estructura de los dientes, se realicen con instrumentos modernos y especialistas mecánicos en micro medición tanto de micro dureza, rugosidad, reflectometría, etc.

Además, se requiere de un soporte mecánico donde se fijen las muestras de manera sólida respecto del instrumento de medición, de tal suerte que la posición relativa de la muestra y el instrumento no cambien bajo ninguna circunstancia, porque basta que la muestra rote o gire hacia la derecha o izquierda se cambiaría el plano de la referencia y superficie anterior, eso nos daría una medición distinta a la primera.

Se sugiere seguir con la línea de investigación tanto in vivo e in vitro que evalúen en población muestral de mayor tamaño y en tiempos más prolongados para comparar la efectividad de los dentífricos con componentes de nHAP como agente remineralizante del esmalte dental.



## ● 11% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Internet	3%
2	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Internet	2%
3	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Internet	1%
4	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Internet	<1%
5	<b>docplayer.es</b> Internet	<1%
6	<b>scribd.com</b> Internet	<1%
7	<b>upcommons.upc.edu</b> Internet	<1%
8	<b>biblioteca.usac.edu.gt</b> Internet	<1%



9	<b>repositorio.undac.edu.pe</b>	Internet	<1%
10	<b>scielo.cl</b>	Internet	<1%
11	<b>researchgate.net</b>	Internet	<1%
12	<b>issuu.com</b>	Internet	<1%
13	<b>caim2012.frba.utn.edu.ar</b>	Internet	<1%
14	<b>aleph.org.mx</b>	Internet	<1%
15	<b>repositorio.utelesup.edu.pe</b>	Internet	<1%
16	<b>karger.com</b>	Internet	<1%
17	<b>Universidad Wiener on 2023-10-12</b>	Submitted works	<1%
18	<b>pesquisa.bvsalud.org</b>	Internet	<1%
19	<b>Universidad Wiener on 2023-10-07</b>	Submitted works	<1%
20	<b>cybertesis.unmsm.edu.pe</b>	Internet	<1%

21	<b>distancia.udh.edu.pe</b>	Internet	<1%
22	<b>uwiener on 2023-01-24</b>	Submitted works	<1%
23	<b>worldwidescience.org</b>	Internet	<1%
24	<b>Universidad Wiener on 2022-11-29</b>	Submitted works	<1%
25	<b>agrocienza-colpos.mx</b>	Internet	<1%
26	<b>hdl.handle.net</b>	Internet	<1%
27	<b>helvia.uco.es</b>	Internet	<1%
28	<b>upc.aws.openrepository.com</b>	Internet	<1%
29	<b>ucm.es</b>	Internet	<1%
30	<b>Universidad Wiener on 2022-09-07</b>	Submitted works	<1%
31	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b>	Internet	<1%
32	<b>repositorio.upsjb.edu.pe</b>	Internet	<1%

33

**coursehero.com**

Internet

<1%

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

---

FUENTES EXCLUIDAS

**repositorio.upch.edu.pe**

Internet

**6%**