



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Odontología

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología “Dr.  
Keisaburo Miyata”

“EFECTO DE PASTAS DENTALES SOBRE LA SUPERFICIE DEL  
ESMALTE. ESTUDIO *IN VITRO*.”

### **TESIS**

Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias Odontológicas

Presenta:

C.D. Sheyla Karem Salgado Villa

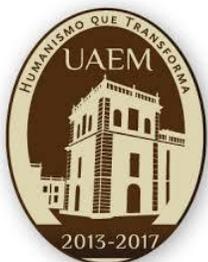
Tutor Académico:

Dr. en O. Rogelio J. Scougall Vilchis

Tutores Adjuntos:

Dra. en C.S. Laura Emma Rodríguez Vilchis

Dr. en C.S. Ulises Velázquez Enríquez



Toluca, Estado de México, Agosto 2016

# Índice

Contenido	Pág.
Resumen	
Introducción	1
1. Antecedentes	3
1.1 Esmalte	4
1.2 Dientes de ganado bovino y su uso en investigación dental	7
1.3 Lesiones no cariosas	9
1.4 Dentífricos	15
1.5 Cepillos dentales	17
1.6 Microscopia de Fuerza Atómica	20
2. Planteamiento del problema	23
3. Justificación	24
4. Hipótesis	25
5. Objetivos	26
6. Material y Métodos	27
7. Resultados	41
8. Discusión	71
9. Conclusiones	75
10. Referencias bibliográficas	76
11. Anexos	84

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar, *in vitro*, los efectos de seis dentífricos para aclaramiento dental sobre la morfología de la superficie del esmalte en órganos dentarios de ganado bovino.

**Material y Métodos:** Un total de 12 dientes de ganado bovino fueron divididos aleatoriamente en 6 grupos ( $n = 2$ ). Donde el Grupo I corresponde a Colgate Total 12 (Colgate-Palmolive, Guanajuato, México); Grupo II, Avance Whithe (Arm&Hammer & Co. Inc. Dwight EE.UU.); Grupo III, Crest 3D Whithe Luxe (Procter & Gamble Manufacturing, Alemania); Grupo IV, Colgate Luminous White (Colgate-Palmolive, Guanajuato, México); Grupo V Sensodyne Whitening (SmithKline Beecham Limited, Reino Unido) y del Grupo VI, Opalescece Whitening (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, EE.UU.). Se procedió a cepillar la superficie labial con un cepillo dental eléctrico Oral-B Pro Salud durante 6 meses 3 veces al día. La superficie labial de cada muestra fue observada y analizada en Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) NanosufrNaio antes y después del cepillado. Se realizó un dispositivo especial para la realización del cepillado (diseño original). Para determinar si existen diferencias entre el antes y después del cepillado se utilizó una prueba T Wicolxon, y para evaluar si existían diferencias en el desgaste de acuerdo a las pastas se usaron pruebas de Kruskal Wallis, Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0.05$  para todas las pruebas.

**Resultados:** Se encontraron que existe diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedios antes y después del cepillado ( $p < 0.01$ ) respecto a la rugosidad media ( $S_a$ ). No se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las pastas con la prueba de Kruskal Wallis.

**Conclusiones:** Bajo las condiciones de este estudio, el uso de un cepillo dental eléctrico con diferentes tipos de pastas con agentes blanqueadores puede producir abrasión y contribuyen al desgaste del esmalte si se utiliza por un periodo de seis meses o más.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate, *in vitro*, the effects of six toothpastes for dental whitening on the roughness of the enamel surface.

**Methods:** A total of 12 bovine teeth were randomly divided into 6 groups (n=2). Group I, Colgate Total 12 (Colgate-Palmolive, Guanajuato, Mexico); Group II, Advance Whithe (Arm&Hammer Church & Dwight Co. Inc. USA); Group III, Crest 3D Whithe Luxe (Procter & Gamble Manufacturing GMBH, Gross-Gerau Germany); Group IV, Colgate Luminous White (Colgate-Palmolive, Guanajuato, Mexico); Group V Sensodyne Whitening (SmithKline Beecham Limited, United Kingdom) and Group VI, Opalescence Whitening (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, USA). The labial surface was brushed with an electric toothbrush for 6 months 3 times daily. The labial surface of each tooth was observed and analyzed by the Atomic Force Microscope (AFM) NanosufrNaio before and after being brushed. The design of the device used for brushing the teeth was original design. To determine whether there are differences before and after brushing Wicolxon T tests were used and to identify differences between toothpastes Kruskal Wallis tests were used, both considering a  $p < 0.05$ .

**Results:** There were statistically significant differences in the roughness average before and after brushing ( $p < 0.01$ ). No differences were found between the toothpastes.

**Conclusions:** Under the conditions of this study, the use of an electric toothbrush with whitening toothpastes can produce abrasion and it can contribute to enamel wear if use for a period of six months or longer.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar *in vitro*, los efectos de seis dentífricos para aclaramiento dental sobre la morfología de la superficie del esmalte en órganos dentarios de ganado bovino.

**Material y Métodos:** Un total de 12 dientes de ganado bovino fueron divididos aleatoriamente en 6 grupos ( $n = 2$ ). Donde el Grupo I corresponde a Colgate Total 12 (Colgate-Palmolive, Guanajuato, México); Grupo II, Avance Whithe (Arm&Hammer & Co. Inc. Dwight EE.UU.); Grupo III, Crest 3D Whithe Luxe (Procter & Gamble Manufacturing, Alemania); Grupo IV, Colgate Luminous White (Colgate-Palmolive, Guanajuato, México); Grupo V Sensodyne Whitening (SmithKline Beecham Limited, Reino Unido) y del Grupo VI, Opalescece Whitening (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, EE.UU.). Se procedió a cepillar la superficie labial con un cepillo dental eléctrico Oral-B Pro Salud durante 6 meses 3 veces al día. La superficie labial de cada muestra fue observada y analizada en Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) NanosufrNaio antes y después del cepillado. Se realizó un dispositivo especial para la realización del cepillado (diseño original). Para determinar si existen diferencias entre el antes y después del cepillado se utilizó una prueba T Wicolxon, y para evaluar si existían diferencias en el desgaste de acuerdo a las pastas se usaron pruebas de Kruskal Wallis, Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0.05$  para todas las pruebas.

**Resultados:** Se encontraron que existe diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedios antes y después del cepillado ( $p < 0.01$ ) respecto a la rugosidad media ( $S_a$ ). No se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las pastas con la prueba de Kruskal Wallis.

**Conclusiones:** Bajo las condiciones de este estudio, el uso de un cepillo dental eléctrico con diferentes tipos de pastas con agentes blanqueadores puede producir abrasión y contribuyen al desgaste del esmalte si se utiliza por un periodo de seis meses o más.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate, *in vitro*, the effects of six toothpastes for dental whitening on the roughness of the enamel surface.

**Methods:** A total of 12 bovine teeth were randomly divided into 6 groups (n=2). Group I, Colgate Total 12 (Colgate-Palmolive, Guanajuato, Mexico); Group II, Advance Whithe (Arm&Hammer Church & Dwigt Co. Inc. USA); Group III, Crest 3D Whithe Luxe (Procter & Gamble Manufacturing GMBH, Gross-Gerau Germany); Group IV, Colgate Luminous White (Colgate-Palmolive, Guanajuato, Mexico); Group V Sensodyne Whitening (SmithKline Beecham Limited, United Kingdom) and Group VI, Opalescence Whitening (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, USA). The labial surface was brushed with an electric toothbrush for 6 months 3 times daily. The labial surface of each tooth was observed and analyzed by the Atomic Force Microscope (AFM) NanosufrNaio before and after being brushed. The design of the device used for brushing the teeth was original design. To determine whether there are differences before and after brushing Wicolxon T tests were used and to identify differences between toothpastes Kruskal Wallis tests were used, both considering a  $p<0.05$ .

**Results:** There were statistically significant differences in the roughness average before and after brushing ( $p<0.01$ ). No differences were found between the toothpastes.

**Conclusions:** Under the conditions of this study, the use of an electric toothbrush with whitening toothpastes can produce abrasion and it can contribute to enamel wear if use for a period of six months or longer.

## I. INTRODUCCIÓN

El cepillado de los dientes con una pasta dental es la forma más común de hábito para la higiene bucal practicado por las personas.<sup>1</sup>

En el mercado actual existen infinidad de pastas dentales destinadas al cuidado de la salud bucal, algunas de ellas muy exclusivas para cada problema presente en cavidad oral, como pastas para sensibilidad dental, pastas con flúor para mantener dientes fuertes, y pastas que ofrecen blanqueamiento o aclaramiento dental.

Estos dentífricos desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la salud bucal (principalmente contra caries y enfermedad periodontal), la eficacia de limpieza que proveen se consigue con la incorporación de abrasivos en la formulación de las pastas dentales.<sup>2</sup>

Existen varios tipos de materiales abrasivos utilizados en un dentífrico contemporáneo, estos pueden incluir el uso de uno o más componentes, por ejemplo, sílice, carbonato de calcio, fosfato dicálcico dihidratado, pirofosfato de calcio, alúmina y bicarbonato de sodio.<sup>3</sup>

En la actualidad son pocos los estudios acerca de los posibles daños o efectos secundarios que estas pastas pueden provocar. La literatura describe ampliamente las diferentes formas de procesos destructivos crónicos que afectan los dientes, además de la caries dental, produciendo una pérdida irreversible de la

estructura dentaria, encontrándose entre ellos: la erosión, la abrasión, atrición y reabsorción.<sup>4</sup>

La erosión del esmalte y la dentina está relacionada (en algunos casos) por la abrasividad de la pasta dental y en menor medida por el propio cepillo para dientes,<sup>2</sup> dependiendo de las características del cepillo, tales como tipo, rigidez y forma de las puntas de sus cerdas (con terminación en punta, redondas, gruesas o delgadas).<sup>5</sup>

Los abrasivos que se encuentran en las diferentes pastas dentales varían mucho en su composición, tamaños de partículas, etc. Por lo tanto algunos dentífricos suelen ser más abrasivos que otros.<sup>1</sup>

Por otra parte consideremos que la exposición diaria de flúor que proporcionan los diferentes dentífricos, aporta al menos, una ligera protección contra la desmineralización ocasionada por la ingesta diaria de alimentos y/o bebidas ácidas.<sup>2</sup>

El propósito del presente estudio fue evaluar, *in vitro*, los cambios morfológicos de diferentes pastas dentales con cierto poder de blanqueamiento, valorando si existe algún daño en la superficie del esmalte de los dientes de ganado vacuno con un microscopio de fuerza atómica.

## II. ANTECEDENTES

En los últimos años, los fenómenos de desgaste dental han recibido mucha atención en la literatura odontológica. La mayoría de los investigadores confirman que la presencia de desgaste de los órganos dentarios en el entorno clínico se ha manifestado con mayor frecuencia, y presenta como pérdida de tejido de la superficie dental, la cual tiene etiología multifactorial, rara vez es causada por un único proceso.<sup>6</sup>

Los órganos dentarios permanentes están diseñados para durar toda la vida, son considerados como los tejidos más duros del cuerpo humano y están rodeados por saliva, placa dentobacteriana, y otros componentes que se encuentran en el medio bucal, que ayudan a la estabilidad y la protección de los dientes.

Esta combinación generalmente ayuda a preservar sus propiedades naturales y su función durante toda la vida. Sin embargo, a pesar de la inherente fuerza de los diferentes tejidos de los órganos dentarios y las cualidades protectoras del medio bucal en el que se encuentran, existe gran variedad de otros factores que pueden actuar provocando pérdida de los minerales o tejidos del esmalte y/o la dentina.

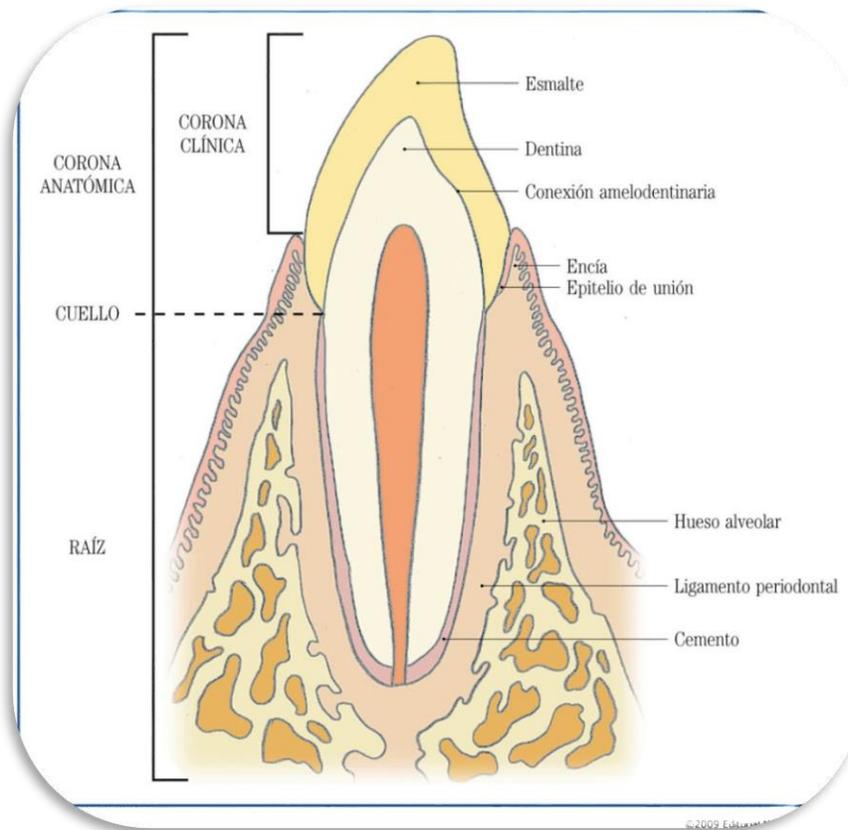
Estos factores incluyen ácidos generados por las bacterias presentes en la placa dentobacteriana originados después del metabolismo de hidratos de carbono fermentables derivados de la dieta. Esto puede provocar procesos patológicos que

dañan a la superficie dental tales como la erosión (debido a dieta ácida) y/o desgastes físicos tales como la abrasión.

Estos procesos patológicos antes mencionados, son el resultado de una pérdida de tejido y minerales del esmalte, lo cual conduce a la degradación de la superficie dental, por lo tanto generan cambios en la dureza, forma, función, cualidades estéticas, aumento de la sensibilidad e incluso, en última instancia, pérdida de órganos dentarios.<sup>7</sup>

## II.1 Esmalte

Embriológicamente este tejido es derivado del ectodermo, además se considera el tejido más duro del organismo. El esmalte es también llamado tejido adamantino o sustancia adamantina. Cubre a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria al tiempo que ofrece protección al tejido conectivo subyacente integrando el isosistema dentino-pulpar (Figura 1).



**Figura 1.** Estructura externa que componen un órgano dentario. Diente con formación radicular completa, que muestra las partes ósea de soporte dental.

Fuente: (Gómez de Ferraris M, Campos A. Histología y Embriología bucodental. Edit. Médica Panamericana, Madrid, 1999, cap. 10: 273-315).

El esmalte dental está constituido por prismas mineralizados que lo recorren en todo su espesor desde la conexión amelodentinaria (CAD) a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal.

El espesor del esmalte es la distancia comprendida entre la superficie libre y la CAD, no es constante y varía en los distintos ODs. El grosor máximo del esmalte oscila entre 2 y 3mm;<sup>8</sup> generalmente el espesor decrece desde el borde incisal o la cúspide hacia la región cervical. Vestíbulo-lingualmente el esmalte presenta mayor espesor por vestibular, y mesio-distalmente el mayor espesor se encuentra a nivel mesial. En contraste, a nivel de los surcos intercuspidos y de las fosas el grosor del esmalte es sumamente delgado, o bien puede llegar a faltar, además presenta un mínimo espesor a nivel de la conexión amelocementaria (CAC).

#### A) Composición química

El esmalte está constituido químicamente por una matriz inorgánica (95%), una matriz orgánica (1-2%), y agua (3-5%).

- Matriz inorgánica: constituida por sales minerales cálcicas, dichas sales se depositan en el esmalte dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en “cristales de hidroxiapatita”. Los cristales de sales minerales son más voluminosos en el esmalte que en la dentina, presentando una morfología de hexágonos cuando se seccionan perpendicularmente a su eje longitudinal y rectangular cuando se seccionan paralelamente a su eje longitudinal, con un ancho de 30-70nm, una longitud de 100-1000 nm y una altura de 10-40nm.

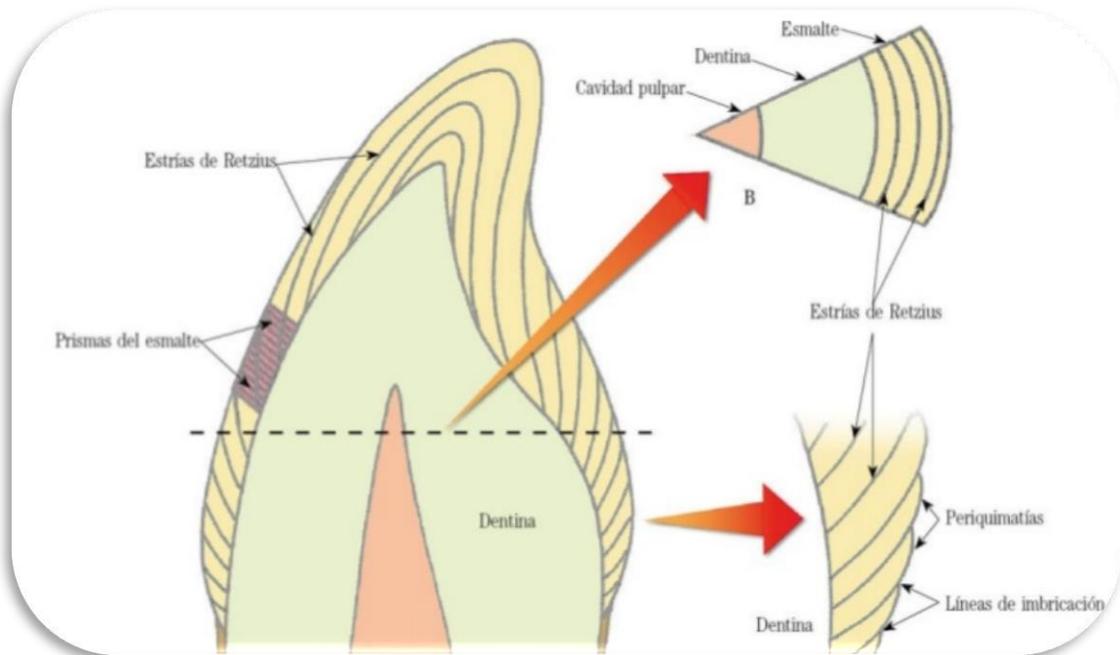
En el esmalte superficial existen dos componentes; flúor y los carbonatos que desempeñan un papel antagónico. La fluorhidroxiapatita es formada por el flúor incorporado a los cristales de hidroxiapatita lo cual incrementa su resistencia.

- Matriz orgánica: el componente más importante es de naturaleza proteica constituyendo un complejo sistema de multiagregados polipeptídicos, dentro de las proteínas presentes encontramos amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas o amelinas, tuftelina y parvalbumina.
- Agua: se localiza en la periferia del cristal constituyendo a la denominada “capa de hidratación”, la cual disminuye progresivamente con la edad.

#### B) Estructura histológica del esmalte.

Constituida por la unidad estructural básica “prismas del esmalte” (Figura 2) y por las denominadas unidades estructurales secundarias que se originan a partir de la anterior. Dichos prismas están compuestos por cristales de hidroxiapatita y en conjunto forman el esmalte prismático que constituyen la mayor parte de la matriz extracelular mineralizada; sin embargo, en la periferia de la corona y la CAD existe esmalte aprismático el cual es un material adamantino carente de primas.

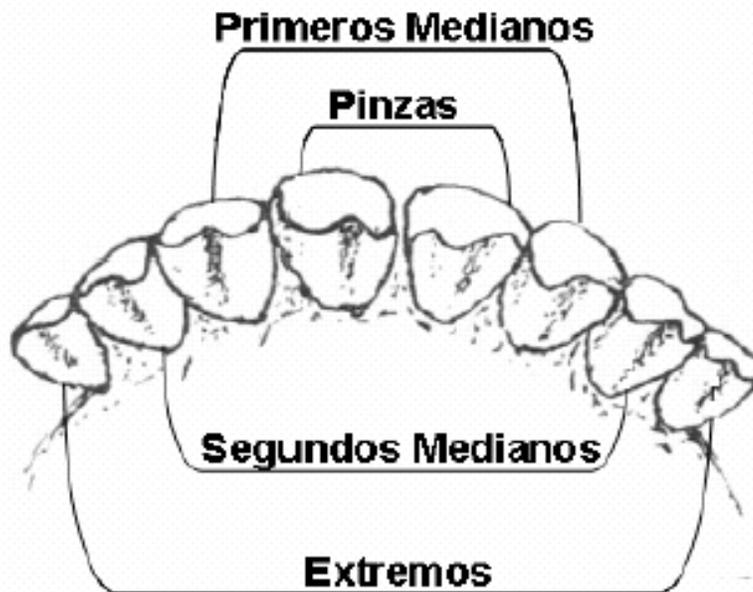
Las unidades estructurales secundarias del esmalte se definen como aquellas variaciones que se originan a partir de las unidades primarias como resultado de varios mecanismos de grado de mineralización.<sup>8</sup>



**Figura 2.** Principales estructuras internas que conforman un órgano dentario.

## II.II Dientes de ganado bovino y su uso en la investigación dental.

Los dientes humanos son similares morfológicamente e histológicamente a los de algunos mamíferos, pero los dientes vacunos presentan algunas características especiales como son: la composición histológica y su forma anatómica, que entre otras características, los hacen ideales para su utilización como sustitutos de los dientes humanos en investigaciones sobre materiales dentales.<sup>9</sup> En la Figura 3 se aprecia los órganos dentarios de ganado vacuno que por su semejanza son útiles en investigación odontológica.



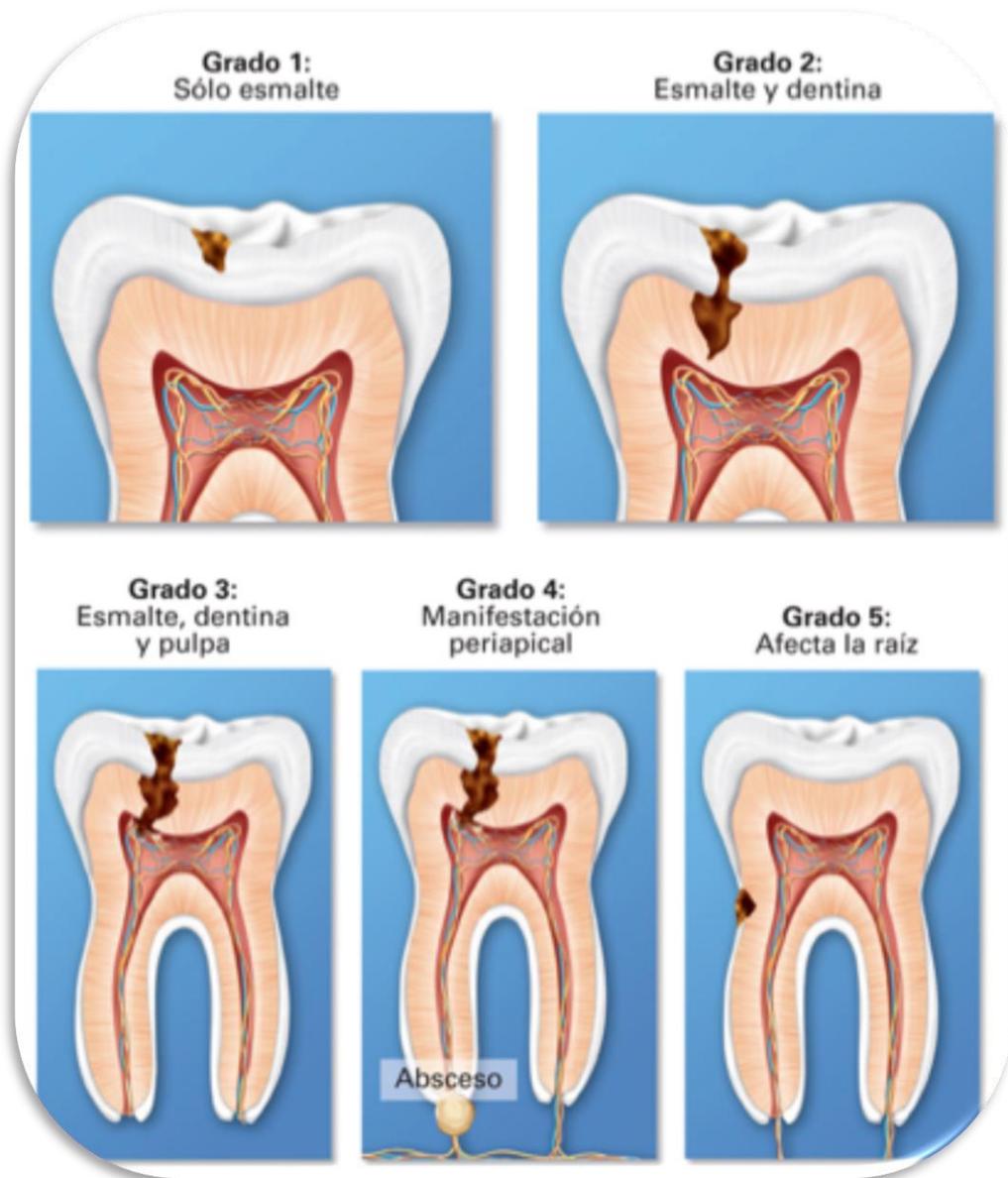
**Figura 3.** Incisivos de ganado bovino, se observa la presencia de 8 dientes incisivos que se ubican en el extremo anterior del maxilar inferior, y reciben la siguiente denominación: pinzas o palas, primeros medianos, segundos medianos, y extremos.

Aunque surgen incertidumbres acerca de la similitud que existe entre los dientes de ganado vacuno y los dientes humanos, los investigadores han usado cada vez más dichos dientes vacunos, las justificaciones son múltiples.

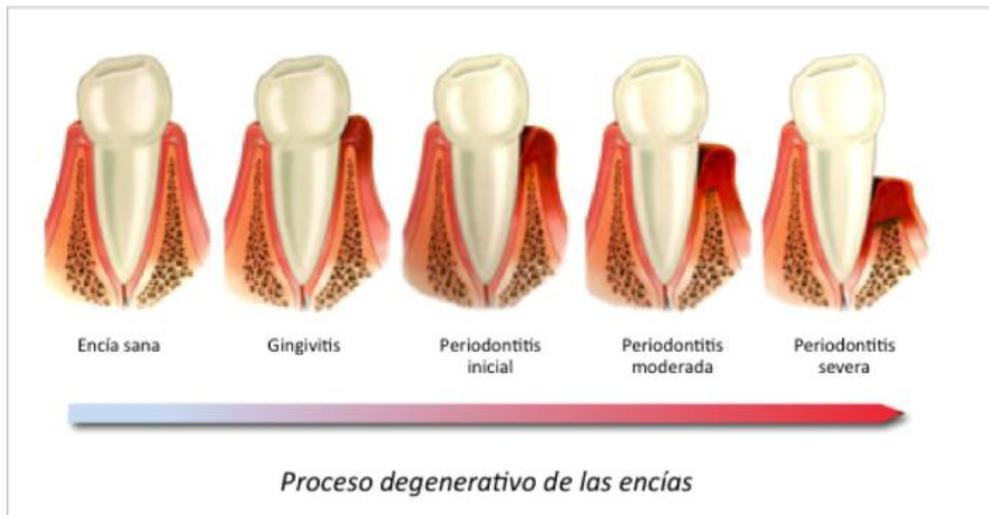
- Se disponen de ellos con facilidad.
- Tienen una composición más uniforme.<sup>10</sup>
- La orientación de los cristales de esmalte coinciden con los cristales del esmalte humano.<sup>11</sup>
- El porcentaje de calcio contenido con respecto al peso es equivalente al esmalte de los órganos dentarios en humanos, y muestra una disminución gradual de la superficie en la unión esmalte-dentina.<sup>12</sup>
- Los cristales de esmalte de un bovino (vaca) son 1.7 más gruesos en comparación con los dientes humanos.<sup>13</sup>
- Los dientes bovinos tiene una región interprismática más amplia.<sup>14</sup>

### II.III Lesiones no cariosas

Tanto la caries (Figura 4) como la enfermedad periodontal (Figura 5) han sido las enfermedades bucales más prevalentes; por esta razón, las últimas tendencias en Odontología promueven su prevención y, por ende su porcentaje de prevalencia ha disminuido.



**Figura 4.** Etapas de la caries, una de las principales enfermedades en México.



**Figura 5.** Etapas de la enfermedad periodontal desde su inicio hasta su fase más grave que es Periodontitis severa, en la cual se puede llegar a la pérdida de los órganos dentarios afectados.

No obstante, la forma de elaboración de los alimentos, los hábitos de ingesta y el alto índice de stress de las últimas décadas han provocado un aumento en el índice de las lesiones cervicales no cariosas y el desgaste dentario.

En Odontología los términos de la erosión, y la abrasión son ampliamente utilizados para describir los mecanismos particulares de pérdida de tejidos duros del diente y estos pueden actuar de manera sincrónica o secuencialmente, sinérgica o aditiva.<sup>15, 16</sup>

## Erosión dental

La prevalencia de la erosión dental ha aumentado significativamente en los últimos 10 años.<sup>17</sup> Se caracteriza por ser una afección producida por un mecanismo patógeno que difiere considerablemente de la caries. Un impacto erosivo en el esmalte conduce a una pérdida de mineral de una superficie parcialmente desmineralizada.<sup>18</sup> Esto se refiere a una pérdida de tejido dental progresiva producida por procesos químicos sin la participación de bacterias.<sup>19</sup>

La erosión es una condición dental multifactorial.<sup>19</sup> La interacción de muchos elementos influyen en la pérdida gradual de tejido dental,<sup>20</sup> incluyendo alimentos y bebidas ácidas con bajo pH,<sup>21</sup> enjuagues bucales,<sup>22</sup> y pastas dentales.<sup>23</sup>

La etiología de la erosión dental puede ser clasificada en intrínseca o extrínseca (Figura 6). Los factores extrínsecos son, principalmente, los ácidos consumidos en la dieta diaria, el potencial de la erosión de la dieta depende principalmente de su pH, capacidad de amortiguación o tampón y el consumo de bebidas ácidas. En cuanto a los factores intrínsecos se refiere a las personas con vómitos crónicos, trastornos de alimentación, y enfermedad por reflujo gastroesofágico.<sup>24</sup>



**Figura 6.** A) Se puede apreciar la presencia de erosión dental originada por la cara vestibular, lo cual está relacionada a factores extrínsecos. B) La erosión dental por causas intrínsecas es muy típico que se presente el desgaste en la pared palatina o interna de los dientes anteriores superiores, de premolar a premolar.

Fuente: (<http://www.clinicaninoles.es/pagina/erosion-y-desgaste-dental/>).

## Abrasión

La abrasión (Figura 7) se define como la eliminación mecánica de los tejidos duros del órgano dentario, por la introducción repetida de cuerpos extraños en la cavidad oral que están en contacto con los dientes.<sup>25</sup>

En otras palabras se describe como abrasión al desgaste de la sustancia dental como resultado de la fricción de un material exógeno sobre las superficies del diente.<sup>26</sup>

La abrasión de los órganos dentarios se asocia a menudo con el cepillado dental, sobre todo en el área cervical, sin embargo en un estudio previo se observó que la eliminación de esmalte dental sano, durante el cepillado de dientes, no es estadísticamente significativo.<sup>27</sup>

En contraste, el esmalte reblandecido por la erosión ácida es extremadamente frágil, y el proceso de cepillado puede eliminar esa capa de tejido reblandecido de la superficie dental con gran facilidad.<sup>28</sup>



**Figura 7.** Abrasión dental, normalmente está producida por un incorrecto cepillado de dientes, además de otros factores como son cepillos demasiado duros, aplicación de fuerza excesiva o el empleo de pastas dentífricas demasiado abrasivas.

Fuente: (<https://www.propdental.es/desgaste-dental/abrasion/>).

### Atrición

Es el desgaste fisiológico por el contacto diente–diente, sin interposición de sustancias y elementos extraños, juntos o por separado<sup>29</sup> (Figura 8). Proviene del verbo latino *attritum* que describe la acción de frotar contra algo.<sup>30</sup>

Lo provocan los hábitos parafuncionales de la mandíbula que se llevan a cabo como funciones sustitutivas en situaciones de tensión psicológica;<sup>31</sup> clínicamente, la primera manifestación es la aparición de una pequeña faceta pulida sobre una punta cuspídea o un reborde, o sobre un borde incisal.

Las superficies y patrones de desgaste extremos son característicos, éstos se producen por movimientos anómalos hacia delante y laterales de la mandíbula con contacto dental. Si en dichos movimientos se ejerce una fuerte presión, entonces se produce el típico rechinar nocturno y con éste la hipertrofia en ambos lados del músculo masétero, el desprendimiento del esmalte y los defectos cervicales cuneiformes característicos.<sup>31</sup>



**Figura 8.** La atrición severa puede conducir a la exposición dentinaria, lo que aumenta la tasa de desgaste y por consiguiente de sensibilidad y/o exposición pulpar.<sup>30</sup>

Fuente: (<http://www.universodontologico.com>).

## II.IV Dentífricos

Según la Real Academia Española los dentífricos son definidos como: “polvos, pastas, aguas, etc., que se usan para limpiar y mantener sana la dentadura”. El término dentífrico deriva del latín “*dens*” que significa diente y de “*fricare*” que significa frotar.<sup>32</sup>

Para lograr una limpieza aceptable, durante el cepillado dental, los diferentes abrasivos contenidos en los diferentes dentífricos tienen que proporcionar un cierto grado de abrasividad sobre la superficie de los diferentes órganos dentarios.<sup>33</sup>

Sin embargo, la abrasión que sufre el esmalte o la dentina debe de ser aceptablemente baja, para evitar que la superficie de los dientes sean dañados por el uso diario de los diferentes dentífricos disponibles en el mercado.<sup>33</sup>

Es importante destacar que los abrasivos presentes en los diferentes dentífricos ayudan a la remoción y control de manchas en la superficie del esmalte, también se les considera como ingredientes clave para lograr una limpieza dental satisfactoria.<sup>3</sup>

La abrasión que ocurre durante el uso de cualquier agente pulidor presente en un dentífrico actúa de acuerdo a la dureza inherente del material abrasivo, el tamaño de la partícula, propiedades de la mezcla abrasiva (pH, viscosidad, conductividad del calor), la dureza de las cerdas del cepillo dental, la fuerza que se aplique

durante el cepillado y las propiedades de la superficie que sufre la abrasión (esmalte o dentina).<sup>34</sup>

Los dentífricos por los tanto parecen desempeñar un papel importante en la generación de abrasión y erosión, principalmente en zonas cervicales, esto sucede por actuar sinérgicamente en combinación con el cepillo dental.<sup>6</sup>

Un dentífrico tiene el potencial de ofrecer ventajas para el cuidado bucal a través de medios químicos y físicos, y el potencial efecto de los ingredientes más comunes se mencionan en la Tabla I.<sup>35</sup>

**Tabla I.** Función de los ingredientes más comunes presentes en los dentífricos.<sup>35</sup>

<b>Ingrediente</b>	<b>Función</b>
<b>Abrasivo</b>	Eliminación de manchas, pulido.
<b>Detergente (Agente Tensioactivo)</b>	Formación de espuma, estabilidad, solución, antimicrobiana, inhibidor de la placa, sensación en la boca.
<b>Aglutinante (Espesante)</b>	Estabilidad, consistencia, aspecto.
<b>Humectante</b>	Mantener la humedad, capacidad de fluidez.
<b>Sabor</b>	Sabor, sensación, frescura.
<b>Color</b>	Aspecto.
<b>Flúor</b>	Remineralización, prevención de caries.

## II.V Cepillos dentales

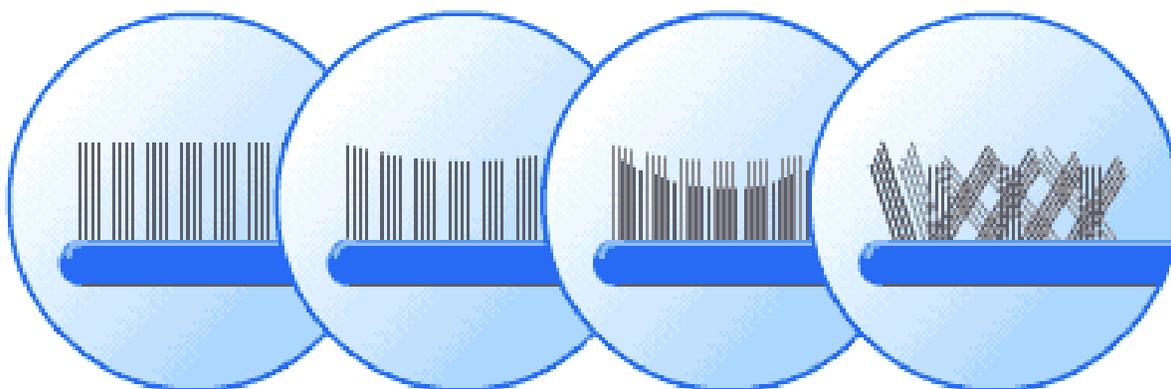
Una impresionante variedad de diferentes modelos de cepillos de dientes manuales y eléctricos está disponible en el mercado actual (Figura 9).<sup>36</sup>



**Figura 9.** Diversidad de modelos de cepillos dentales eléctricos y manuales disponibles en supermercados y farmacias.

Fuente: ([www.dentalcare.com.mx](http://www.dentalcare.com.mx)).

El cepillado dental y otros métodos mecánicos son medios prácticos y efectivos para alcanzar y mantener una adecuada higiene oral.<sup>37</sup> El objetivo de los fabricantes de cepillos dentales es proporcionar un diseño que pueda mejorar la eliminación de la placa dentobacteriana.<sup>36</sup> En la Figura 10 se muestran los diferentes tipos de diseños distribución de los filamentos de los cepillos dentales.



**Figura 10.** Imagen representativa de las distintas formas de distribución de cerdas de los cepillos dentales, los cuales pueden ser: corte plano, cóncavo, esférico y si las cerdas se inclinan a distintos ángulos, con distintas alturas y anchos se obtiene una combinación bastante ideal.

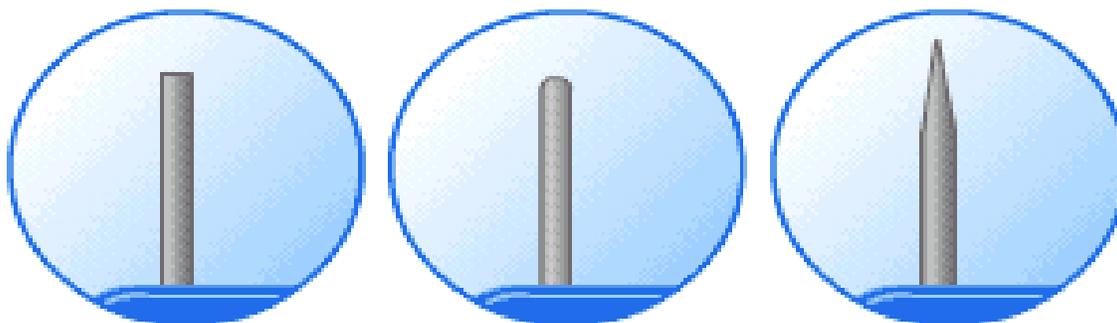
Fuente: (<http://innovacion7x24.com/blog/>).

Sin embargo este procedimiento puede ocasionar lesiones al órgano dentario tales como erosión dental, la cual se caracteriza por pérdida de una capa superficial de esmalte.<sup>38</sup>

La abrasión que es causada por el cepillado dental, está significativamente relacionada con la abrasividad de la pasta de dientes. Esto se ha demostrado en estudios previos sobre el desgaste de tejidos duros de dientes sanos<sup>39</sup> y erosionados.<sup>40</sup>

La abrasividad del cepillo de dientes es analizada por un método radiotrazador, que determina la abrasividad relativa que se produce en esmalte y dentina sana en comparación con otros abrasivos.

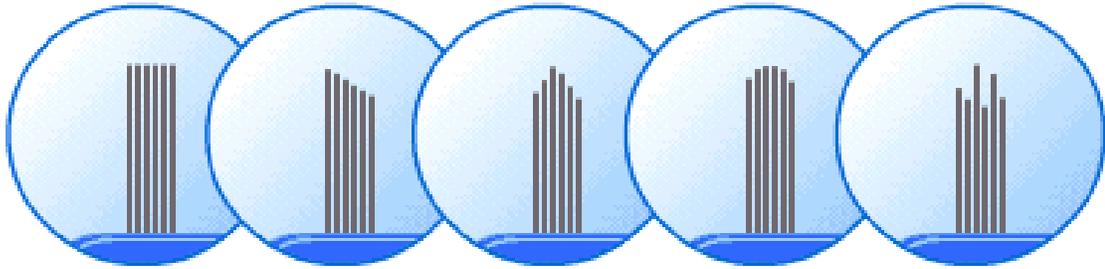
Además, considerando al cepillo dental como un vehículo de entrega del dentífrico puede influir en la abrasión, dependiendo de las características del cepillo, tales como el tipo de cepillo, la rigidez del filamento y la forma final del filamento o cerda.<sup>41</sup> En la Figura 11 se pueden apreciar los distintos tipos de cerdas disponibles en los diferentes cepillos dentales.



**Figura 11.** Los diferentes tipos de cerdas o filamentos pueden ser planas, cónicas o puntiagudas con la finalidad de poder llegar a las cavidades más profundas del diente.

Fuente: (<http://innovacion7x24.com/blog/>).

La rigidez de las cerdas de un cepillo de dientes depende de varios factores, tales como el módulo de elasticidad, diámetro y número de los filamentos, número de cerdas por unidad de área envasada en el agujero del penacho, y la longitud de dichos filamentos (Figura 12).



**Figura 12.** Diferentes hileras de las cerdas de tipo plano, cónicas y con distintos largos con terminaciones deformadas.

Fuente: (<http://innovacion7x24.com/blog/>)

Por lo antes mencionado, se considera que entre más duras sean las cerdas del cepillo dental conducirán a un mayor desgaste de la dentina y esmalte sano en comparación con un cepillo de cerdas medianas.<sup>42</sup>

## II.VI Microscopía de Fuerza Atómica

Un método local, estudiado intensamente durante los últimos años, se basa en la técnica de Microscopía de Fuerza Atómica (AFM, por sus siglas en inglés) y ha sido empleado para la caracterización de muestras de sustratos piezoeléctricos (mide la masa depositada en la superficie de un cristal o una película delgada, detectando la variación entre la frecuencia de resonancia característica del cristal).

La AFM se basa en un campo eléctrico inducido con el cual detecta deformaciones locales de una muestra de sustratos piezoeléctricos (PE).

Las mediciones con AFM proporciona resultados fiables, tanto cualitativa como cuantitativamente, de cualquier material PE en forma de monocristalino, policristalino o forma de película delgada.

Además, este método se refiere a la simple formación de imágenes de la morfología de superficie de la muestra con una resolución a nivel atómico (nm).<sup>43</sup>

La microscopia de fuerza atómica (AFM) se considera como una herramienta esencial en casi todas las investigaciones relacionadas con las características de materiales, incluyendo biomateriales, a escala nanométrica (Figura 13).

El AFM no sólo es una herramienta para lograr obtener una imagen y medir la topografía de una superficie sólida de alta resolución; también puede ser usado para medir fuerza frente a curvas de distancia.

Las curvas mencionadas anteriormente proporcionan información valiosa sobre las propiedades del material a estudiar, tales como la fuerza de adherencia, elasticidad, dureza, densidad y carga superficial.<sup>44</sup>

Por lo tanto se ha sugerido el uso del microscopio de fuerza atómica como un medio para medir rugosidad. Es una escala comparable con microorganismos, puesto que la sonda que se utiliza es de dimensiones nanométricas. También puede ser utilizado para examinar niveles de rugosidad de las superficies, así como desgastes a escala nanométrica.

En este contexto, el uso de AFM ha sido de gran ayuda para la captura y cuantificación de imágenes de la superficie dental; sin embargo, el efecto que producen los dentífricos sobre el esmalte dental no ha sido explorado del todo.



**Figura 13.** Imagen ilustrativa del Microscopio de Fuerza Atómica de la marca Nano Surf Naio.

Fuente: (<https://www.nanosurf.com/en/products/naioafm>).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una gran variedad de pastas dentales, diferentes en su composición y finalidad, están disponibles comercialmente en farmacias y supermercados asumiendo proporcionar únicamente beneficios, y las personas las pueden adquirir sin receta médica.

Sin embargo, no se conocen los posibles efectos secundarios o daños que puedan ocasionar a la superficie del esmalte. Cabe mencionar que existen personas que utilizan diferentes tipos de pastas durante su higiene bucal diaria, sin conocer si es la adecuada para cada uno de ellos, o si pudiera existir algún daño o lesiones en la morfología del esmalte de sus dientes.

Es importante conocer si los diferentes dentífricos destinados para aclaramiento dental, disponibles para todo público, ocasionan cambios sobre la morfología de los órganos dentarios.

Por lo antes mencionado surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existirán cambios morfológicos en la superficie del esmalte de dientes de ganado bovino tras el uso de 6 diferentes pastas dentales comercializadas para aclaramiento dental?

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Los dentífricos son medicamentos ampliamente utilizados en el mundo, por lo general consisten en partículas abrasivas dispersas en una base de agua con humectante que contiene un tensioactivo como agente espumante, antimicrobiano y el fluoruro como un agente anticariogenico.<sup>46</sup>

Las partículas abrasivas que contienen los diferentes dentífricos pueden producir efectos en los tejidos duros y suaves de la cavidad oral, así como restauraciones dentales, conduciendo a la recesión gingival, la abrasión cervical y la hipersensibilidad dental.<sup>6</sup>

Por otra parte, la abrasión que es causada por un cepillado dental esta significativamente relacionada con la abrasividad de la pasta de dientes. Esto se ha demostrado por el desgaste de tejidos dentales duros.<sup>5</sup>

La abrasión del esmalte es considerada como un efecto potencialmente adverso de eliminación mecánica de la placa dentobacteriana mediante el cepillado dental y el uso de pastas dentales abrasivas.<sup>5</sup>

Es por esta razón, que en el presente estudio se evaluó el efecto de seis diferentes pastas dentales prescritas para aclaramiento, sobre la morfología del esmalte en dientes de ganado bovino.

## **V. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis de Trabajo**

Los abrasivos que contienen los seis diferentes dentífricos prescritos para aclaramiento dental evaluados en este estudio, producen cambios sobre la morfología de la superficie del esmalte en dientes de ganado bovino.

### **Hipótesis Nula**

Los abrasivos que contienen los seis diferentes dentífricos prescritos para aclaramiento dental evaluados en este estudio, no producen cambios sobre la morfología de la superficie del esmalte en dientes de ganado bovino.

## VI. OBJETIVOS

### General

- Evaluar *in vitro*, los efectos de seis dentífricos para aclaramiento dental sobre la morfología de la superficie del esmalte en órganos dentarios de ganado bovino.

### Específicos

- Analizar a través de microscopía de fuerza atómica la morfología de la superficie del esmalte de dientes de ganado bovino antes de ser sometidos al cepillado con seis diferentes dentífricos.
- Evaluar con microscopía de fuerza atómica los cambios morfológicos después del cepillado sobre la superficie del esmalte en órganos dentales de ganado bovino con seis diferentes dentífricos.
- Comparar los cambios producidos por los seis dentífricos sobre la superficie del esmalte después del cepillado en dientes de ganado bovino.
- Evaluar el efecto de cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras sobre la superficie del esmalte.

## VII. DISEÑO METODOLÓGICO

### TIPO DE ESTUDIO:

Estudio experimental en el que se incluirán un total de 12 órganos dentarios de ganado bovino, extraídos en el Rastro Municipal de las ciudad de Toluca.

### CRITERIOS

#### Inclusión:

- ✎ Incisivos de ganado bovino con estructura coronaria intacta, sin lesiones como fracturas o daños causados durante el procedimiento de la extracción.

#### Exclusión:

- ✎ Incisivos de ganado bovino que sufran daños durante los procedimientos de extracción.

#### Eliminación:

- ✎ Incisivos de ganado bovino que durante el proceso experimental sufran daño en el esmalte o fractura lo cual impida seguir en el estudio.

## VARIABLES

Definición conceptual y operacional de variables. Las variables de este estudio se describen en las Tablas II y III.

**Tabla II.** Variable Dependiente: Cambios morfológicos en el esmalte.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	DE ESCALA UNIDAD DE MEDICIÓN	Y
Cambios morfológicos en el esmalte	Transformaciones en la superficie externa del esmalte ocasionadas por algún agente externo	Cambios medidos en nm en AFM	Cuantitativo continua	Escala de Razón Unidad de medición: nm	

**Tabla III.** Variable Independiente: Dentífricos.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	TIPO	Escala de medición
Dentífricos	Compuesto farmacéutico utilizado para limpiar y pulir los dientes. Normalmente se compone con un abrasivo suave, un detergente, un agente para dar sabor y una sustancia aglutinante.	GI- Colgate Total GII- Arm&Hammer GIII- Crest 3D White GIV- Colgate Luminous White GV- Sensodyne Whitening GVI- Opalescence Whitening	Cualitativa nominal	Escala Nominal Unidad de medición 1-5

**Procedimiento:**

**Obtención de la muestra**

Los dientes de bovino se extrajeron en el rastro municipal de la ciudad de Toluca, México; se lavaron para eliminar los restos de encía y tejido periodontal, fueron almacenados en un recipiente con solución de timol a 0,2%, para inhibir la proliferación de microorganismos.

Posteriormente se eliminó la raíz de cada uno de los órganos dentarios, dejando una porción de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de la corona. La cara palatina de cada muestra se desgastó hasta que se logró obtener una superficie plana y se realizó una pequeña hendidura para facilitar el posicionamiento de las muestras durante la prueba. Cada muestra se adhirió a una base circular de aproximadamente 1 cm de diámetro para facilitar su manipulación (Figura 14).



**Figura 14.** Imagen que muestra el órgano dentario seccionado, aplanado por su cara palatina y colocado en su base. De esta manera se adaptaron todas las muestras utilizadas.

Fuente directa: (CIEAO, UAEMéx).

Conformación de los grupos.

Un total de 12 muestras fueron seleccionadas, formando 6 grupos de 2 dientes cada uno distribuidos de manera aleatoria, a cada grupo se le asignó un dentífrico, en la Tabla IV se muestran los componentes abrasivos contenidos en las diferentes pastas utilizadas y en la Tabla V se muestra la información completa de cada una de ellas según el fabricante.

**Tabla IV.** Conformación de los grupos con su correspondiente pasta dental, así como los componentes abrasivos de cada una de las pastas utilizadas.

Grupo	Nombre	Componentes Abrasivos
I.	Colgate Total 12	Sílice hidratado hidróxido de sodio, dióxido de titanio
II.	Arm&Hammer Advance White	Bicarbonato de sodio, pirofosfato tetrasódico, peróxido de carbonato de sodio, sílice
III.	Crest 3D White Luxe	Sílice hidratado, pirofosfato disódico, hidróxido de sodio, dióxido de titanio
IV.	Colgate Luminous White	Sílice hidratado, pirofosfato, hidróxido de sodio, dióxido de titanio
V.	Sensodyne Whitening	Calcio Sodio Fosfosilicato, Monofluorofosfato sódico
VI.	Opalescence Whitening	Sílice, hidróxido de sodio

**Tabla V:** Descripción e información de cada uno de los dentífricos según el fabricante.

Nombre	Ingrediente Activo y Marca	Uso comercial
<p><b>Grupo I: Colgate Total 12</b></p> 	<p>Fluoruro de Sodio 0.32% y Triclosano 0.3%</p> <p>Colgate Palmolive S.A. de C.V. Guanajuato, México.</p>	<p>Prevenir la caries, Reducir molestias por sensibilidad, prevenir la formación de sarro y placa, combatir las bacterias y mal aliento, remover manchas de los dientes, fortalecer el esmalte dental, prevenir caries en raíces expuestas, prevenir perdida mineral de los dientes y problemas de encías.</p>
<p><b>Grupo II: Advance White</b></p> 	<p>Fluoruro de Sodio al 0.243%</p> <p>ARM &amp; HAMMER E.U.A.</p>	<p>Con Bicarbonato de Sodio que elimina suavemente la placa dental y manchas de la superficie.</p> <p>Altos niveles de peróxido que</p>

		proporciona un blanqueamiento extremo.
<p><b>Grupo III: Crest 3D White Luxe</b></p> <p><b>Diamond effect</b></p> 	<p>Fluoruro de Sodio. 1100 ppm de Flúor.</p> <p>Crest Por Procter &amp; Gamble Manufactiration. Alemania.</p>	<p>Removedor de manchas. Fortalecer y restaurar el esmalte debilitado. -Sonrisa más blanca.</p>
<p><b>Grupo IV: Luminous White</b></p> 	<p>Fluoruro de Sodio (0.243%). 1100 ppm de Flúor.</p> <p>Colgate Palmolive S.A. de C.V Guanajuato, México.</p>	<p>Crema dental anticaries con flúor. “1 tono más blanco en 1 semana”</p>

<p><b>Grupo IV: Sensodyne, Repara y protege, con “Blanqueador”</b></p> 	<p>Monofluorofosfato de Sodio (1.08%p/p), 1426 ppm de ión Flúor, Fosfosilicato Sódico Cálcico (5% p/p). Sensodyne GSK, GlaxoSmithKline Reino Unido.</p>	<p>-Blanqueador. Repara y protege el esmalte dental y la sensibilidad.</p>
<p><b>Grupo VI. Opalescence Whitening Toothpaste</b></p> 	<p>Fluoruro de sodio, Gliserina y Xilitol. Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah.</p>	<p>Sonrisa más brillante</p>

Análisis previo al cepillado de las muestras de cada grupo.

La morfología de la superficie del esmalte de cada diente se analizó en un Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) antes del cepillado con las diferentes pastas. Se tomaron medidas en el área central de cada una de las muestras, 6 medidas relacionadas con la rugosidad del área y 6 respecto a la rugosidad de las líneas o ralladuras (Tabla VI).

**Tabla VI.** Medidas tomadas con el AFM descritas en el idioma inglés y español.

Abrev.	Ingles	Español
Area Roughness		
Sa	Roughness average	Rugosidad media
Sq	The root mean square	Raíz cuadrada media o Media cuadrática
Sy	Peak valley-height	Altura del pico al valle
Sp	Peak height	Altura del pico
	Highest value	Valor más alto
Sv	The valley depth	La profundidad del valle
	Lowest value	Valor más bajo
Sm	The mean value	Valor medio
Line roughness		
Ra	Roughness average	Rugosidad media
Rq	Root mean square	Raíz cuadrada o Media cuadrática

Ry	Peak valley-height	Altura del pico al valle
Rp	Peak height	Altura del pico
Rv	Valley depth	Profundidad del valle
Rm	Mean value	Valor medio

#### Cepillado de las muestras de cada grupos

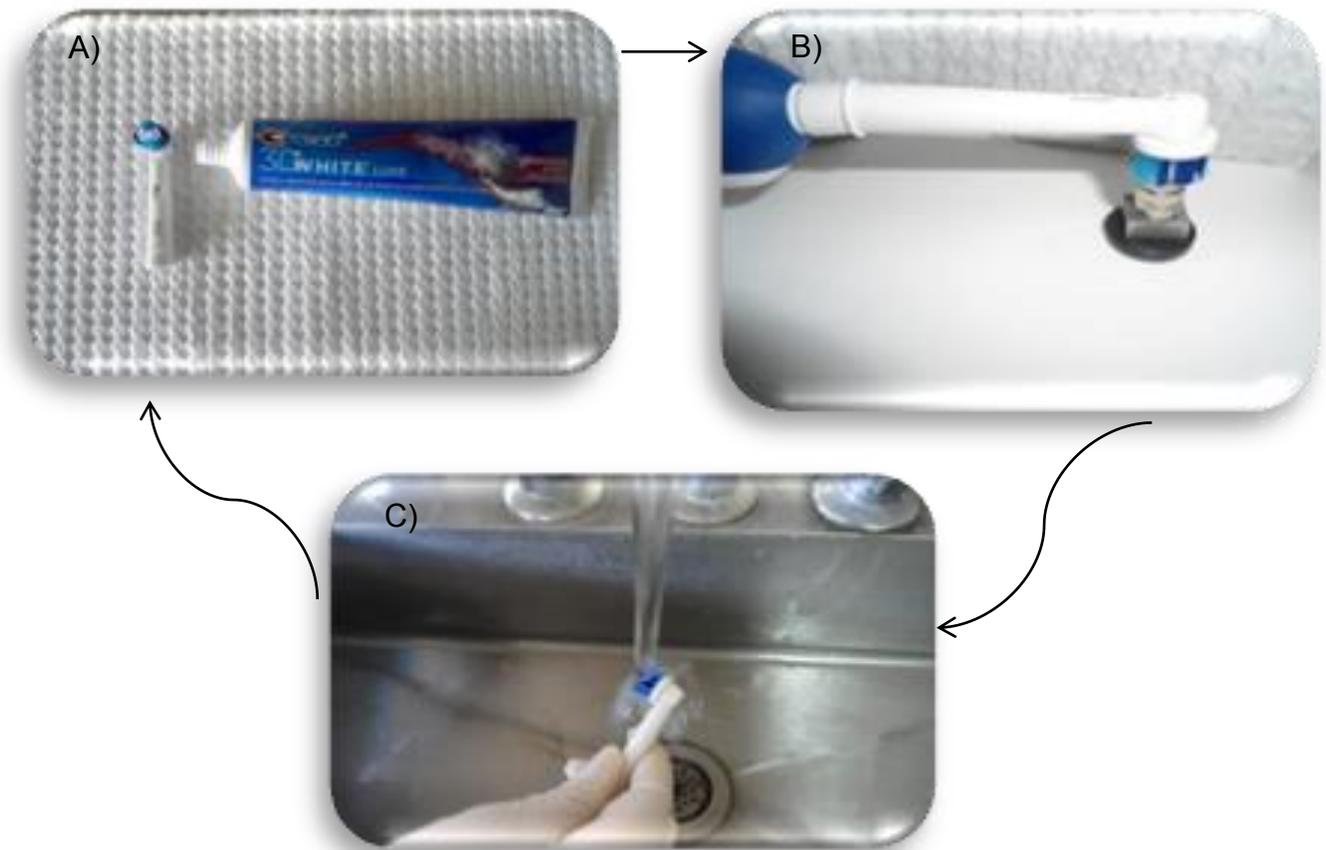
Se diseñó un dispositivo especial para este estudio (Figura 15), en el cual se instaló una base donde se fijó el cepillo dental eléctrico Oral-B Pro Salud (Procter & Gamble, Alemania). El cepillado se llevó a cabo simulando un período de seis meses, 3 veces al día durante 12 segundos sobre la superficie labial de cada una de las muestras, realizando el correspondiente reemplazo de cepillo dental cada 3 meses.



**Figura 15.** Dispositivo original que fue diseñado para este estudio con la finalidad de poder controlar la presión y el tiempo durante el cepillado de las muestras.

Fuente directa: (CIEAO, UAEMéx).

El cepillado se llevó a cabo a manera de ciclo (Figura 16), comenzando desde la colocación de la pasta dental sobre la cabeza giratoria del cepillo, posteriormente se procedió al cepillado de la muestra correspondiente a cada dentífrico por 12 segundos sobre la cara labial, finalmente se lavó a chorro de agua el cepillo y la muestra; este ciclo se repitió durante 1 hora con 8 minutos, simulando un período de seis meses, 3 veces al día, realizando el correspondiente reemplazo de cepillo dental cada 3 meses.

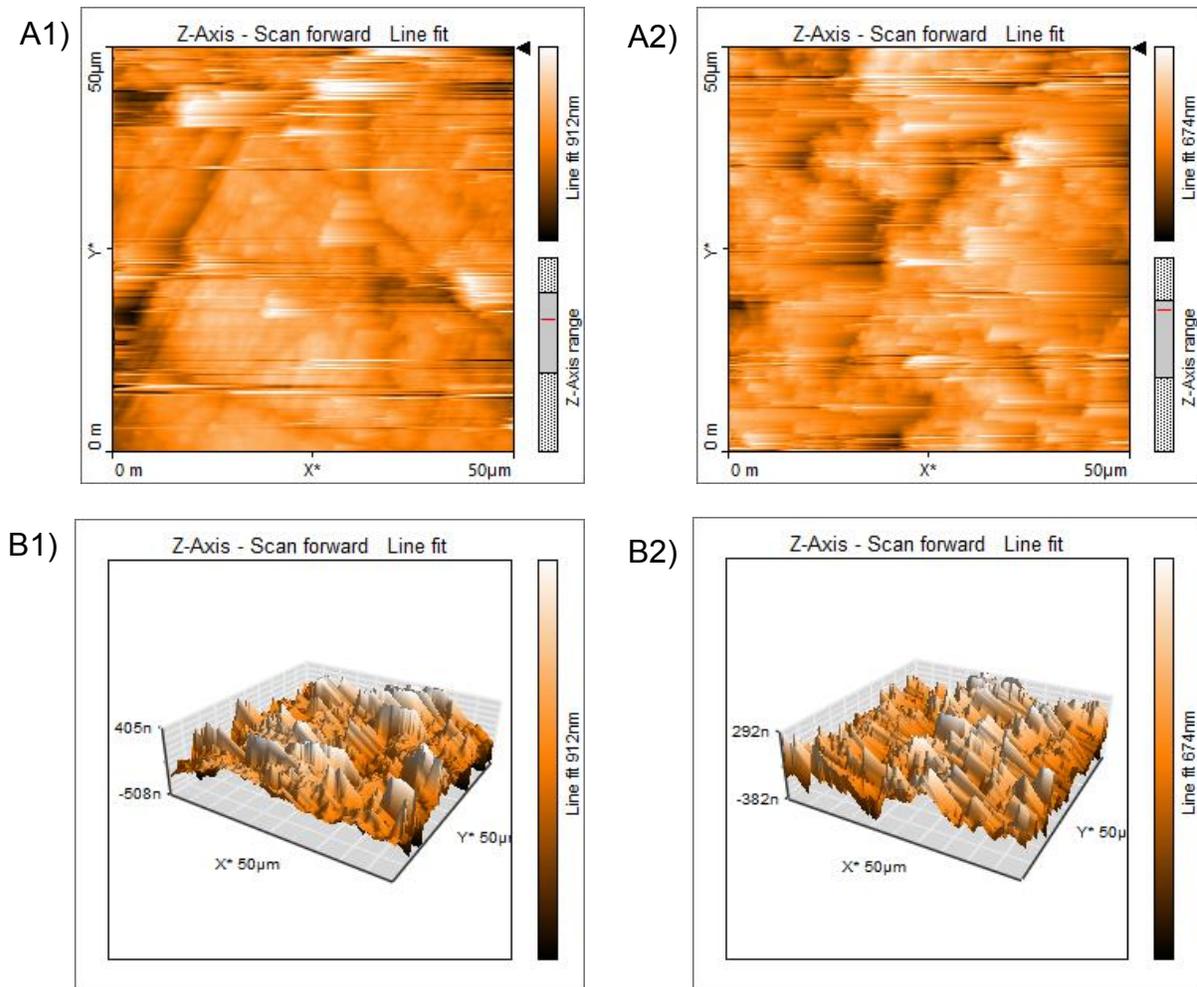


**Figura 16.** Imagen representativa del ciclo de cepillado. El ciclo se divide en tres fases:  
Fase A). Colocación de dentífrico correspondiente en las cerdas de cepillo.  
Fase B). Cepillado de la cara vestibular por 12 segundos.  
Fase C). Lavado a chorro de agua tanto la muestra y el cepillo.

Fuente directa: (CIEAO, UAEMéx).

Análisis después del cepillado de las muestras de cada grupo.

Después del cepillado cada una de las muestras fue analizada en AFM. Evaluando y comparando los datos obtenidos, antes y después del cepillado, acerca de los efectos y/o cambios sobre la morfología del esmalte. Las imágenes obtenidas fueron editadas en 3D por el propio AFM, opción que permite apreciar con mayor claridad los cambios en la morfología del esmalte (Figura 17).



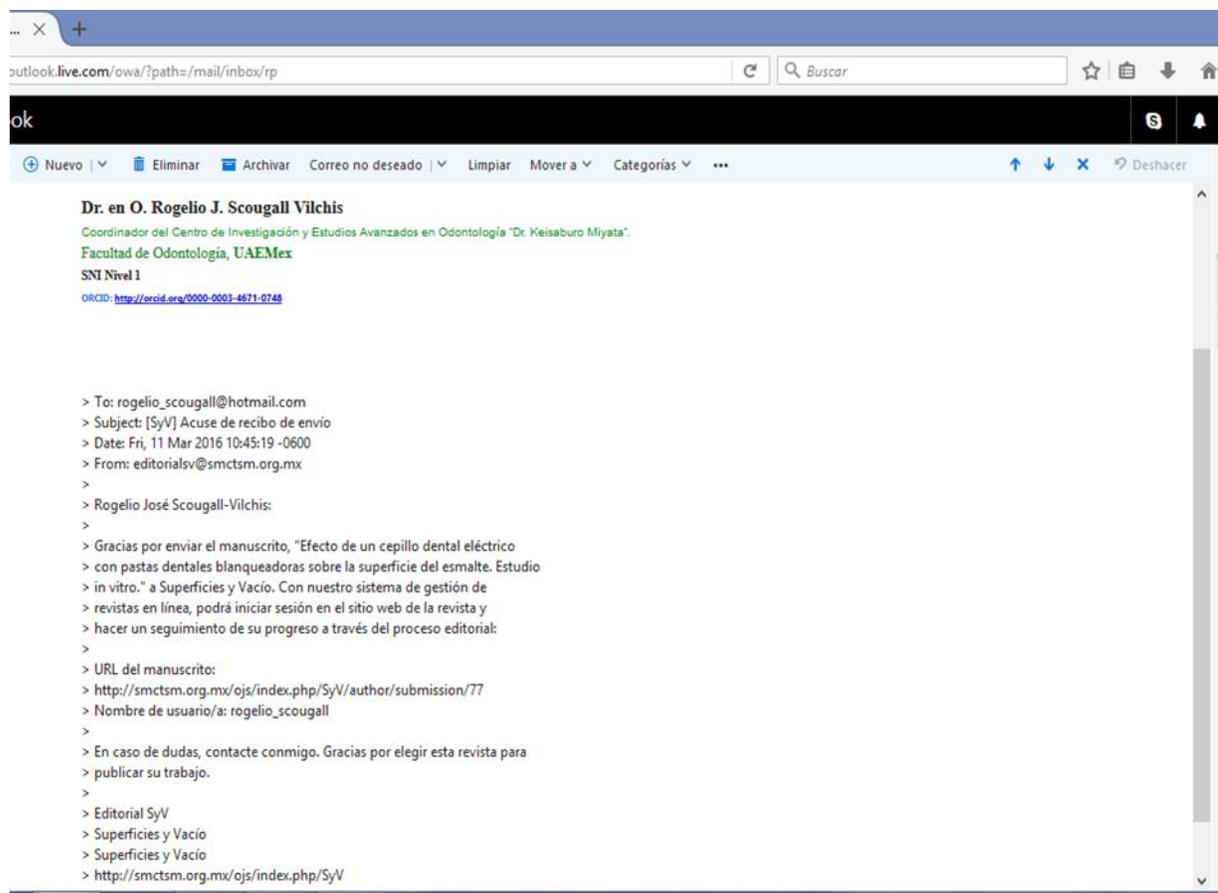
**Figura 17.** A1) y A2) Imágenes obtenidas en el AFM donde se aprecia la transformación de una fotografía a una imagen 3D, B1) Y B2).

### **Análisis Estadístico**

El análisis de los datos se realizó en el programa SPSS vs 20 (IBM. Chicago, U.S.A.). Para determinar si existía diferencia entre el antes y después del cepillado con el uso del cepillo dental eléctrico Oral-B y el uso de 6 diferentes pastas adicionadas con agentes de aclaramiento, se hicieron pruebas T de Wilcoxon; para mostrar los cambios se realizaron gráficas de caja y bigote y para evaluar si existían diferencias en el desgaste de acuerdo a las pastas se usaron pruebas de Kruskal Wallis. Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0.05$  para todas las pruebas.

## VIII. RESULTADOS

Acuse de envío a la revista Superficies y Vacío



Corrección y revisión 1

The screenshot shows a web browser window displaying the submission review interface for the journal 'Superficies y vacío'. The browser's address bar shows the URL 'http://smctsm.org.mx/sjv/index.php/Sjv/author/submissionReview/77'. The journal's logo and name are prominently displayed at the top, along with the publisher information: 'Published by: Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales' and 'ISSN: 1665-3521'. A navigation menu includes links for HOME, ABOUT, USER HOME, SEARCH, CURRENT, ARCHIVES, ANNOUNCEMENTS, and HISTORIC COLLECTION. The main content area is titled '#77 Review' and includes a breadcrumb trail: 'Home > User > Author > Submissions > #77 > Review'. Below this, there are sections for 'Submission', 'Peer Review', and 'Editor Decision'. The 'Submission' section lists authors (Sheyla Karem Salgado-Villa, Laura Emma Rodriguez-Vilchis, Ulises Velazquez-Enriquez, Jose Roberto Bermeo-Escalona) and the title 'Efecto de un cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras sobre la superficie del esmalte. Estudio in vitro.'. The 'Peer Review' section shows a 'Round 1' with a review version of '77-307-2-RV.PDF' dated '2016-04-13'. The 'Editor Decision' section indicates a 'Resubmit for Review' on '2016-05-09' and provides options to 'Examinar...' or 'Upload' the author version. On the right side of the page, there are several utility boxes: 'OPEN JOURNAL SYSTEMS', 'LANGUAGE' (set to English), 'JOURNAL CONTENT' (with a search bar and scope dropdown), and 'USER' (showing the user is logged in as 'rogelio\_scorngall' with links to 'My Journals', 'My Profile', and 'Log Out').

## Artículo

### **Efecto de un cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras sobre la superficie del esmalte. Estudio *in vitro*.**

Salgado-Villa SK., Scougall-Vilchis R. J., Rodríguez-Vilchis L. E., Velázquez-Enríquez U. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Odontología, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología “Dr. Keisaburo Miyata” (CIEAO). Av. Jesús Carranza Esquina Paseo Tollocan, Colonia Universidad, 50130 Toluca, MEX, México.

Bermeo-Escalona J. R.  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología.  
Av. Dr. Manuel Nava No. 2, Zona Universitaria, 78290, San Luis Potosí, México.

## Resumen

Existen pastas dentales altamente abrasivas, como lo son los dentífricos con efecto blanqueador, se estudiaron los efectos de estas pastas sobre la morfología de la superficie del esmalte de dientes de ganado bovino, los cuales se cepillaron por un lapso de seis meses. Se utilizó un Microscopio de Fuerza Atómica para observar y analizar los cambios morfológicos después del cepillado, concluyendo en que existen cambios significativos. Considerando que existen pacientes que utilizan este tipo de dentífricos como pasta de uso convencional, es importante considerar que pueden causar, a largo plazo, desgaste o cambios en la morfología de los dientes.

## *Abstract*

There are highly abrasive toothpastes, such as toothpastes whitening effect, the effects of these pastes on the morphology of the enamel surface of teeth of cattle were studied, which were brushed for a period of six months. Was used an Atomic Force Microscope to observe

and analyze morphological changes after brushing, concluding that there are significant changes. Whereas there are patients using this type of paste as conventional toothpastes, it is important to consider that may cause long-term wear or changes on the morphology of the teeth.

Palabras Clave: Microscopio de Fuerza Atómica, Dentífricos, Rugosidad, Superficie.

## **1. Introducción**

El término de desgaste de los órganos dentarios se utiliza comúnmente para describir la pérdida de tejido dental debido a causas no cariosas [1]. Generalmente se considera como un proceso multi-factorial que es causada por una gran variedad de procesos tanto químicos como mecánicos. En Odontología los términos erosión, abrasión y desgaste son ampliamente utilizados para describir los mecanismos particulares de pérdida de tejido dental y estos pueden actuar de forma sincrónica o secuencialmente, sinérgica o aditiva [2,3].

El cepillado de los dientes con pasta dental es la forma más común de hábito de higiene oral practicado por las personas [4]. Para lograr una limpieza aceptable, durante el cepillado dental, los diferentes abrasivos contenidos en los diferentes dentífricos tienen que proporcionar cierto grado de abrasividad sobre la superficie de los diferentes órganos dentarios [5].

La erosión del esmalte y la dentina está relacionada (en algunos casos) con la abrasividad de la pasta dental y en menor medida por el propio cepillo de dientes [6]. Esto se ha

demostrado en estudios previos sobre el desgaste de tejidos duros en dientes sanos [7] y erosionados [8].

El cepillado de dientes y otros métodos mecánicos son medios eficaces y prácticos para lograr y mantener una buena higiene bucal [9]. El objetivo de los fabricantes de cepillos de dientes es proporcionar un diseño que puede mejorar la eliminación de placa dentobacteriana [10]. Sin embargo, este procedimiento puede causar ciertos efectos negativos, tales como la erosión dental, que se caracteriza por la pérdida de una capa superficial del esmalte [11].

Actualmente los dientes bovinos se han utilizado en diversos estudios como sustitutos de los dientes humanos [12]. De hecho, los órganos dentarios de bovino y los dientes humanos son estructuralmente similares: ambos esmaltes dentales están constituidos por prismas de hidroxiapatita [13], que en realidad son túbulos de forma cilíndrica, y no hay diferencias sustanciales entre sus índices de refracción [14]. El diámetro de los túbulos de esmalte humano varía de aproximadamente 5mm [15] a 7mm [16,17]; las mediciones cuantitativas del diámetro de los túbulos de esmalte bovino son raras en la literatura.

Por otra parte la Microscopía de Fuerza Atómica, proporciona no sólo imágenes, sino la información cuantitativa de la superficie (dimensiones, perfil, rugosidad, periodicidad, etc.). Debido a su mecanismo de formación de la imagen, no hay necesidad para la tinción, deshidratación, cubierta de película delgada o ambiente de vacío. Por lo tanto, los prismas del esmalte dental y túbulos dentinarios se pueden caracterizar por la medición directa de estas microestructuras [18].

En la actualidad existen pocos estudios que traten los posibles cambios sobre la morfología de la superficie del esmalte que la interacción de un cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras pueda causar. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar, *in vitro*, el efecto de un cepillo dental eléctrico con dentífricos blanqueadores sobre la superficie del esmalte.

## **Metodología**

### **2.1 Muestra**

Los dientes de bovino se extrajeron en el rastro municipal de la ciudad de Toluca, México; se lavaron para eliminar los restos de encía y tejido periodontal, fueron almacenados en un recipiente con solución de timol a 0,2%, para inhibir la proliferación de microorganismos. Posteriormente se eliminó la raíz de cada una de las muestras, dejando una porción de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de la corona.

La cara palatina de cada muestra se desgastó hasta que se logró obtener una superficie plana y se realizó una pequeña hendidura para facilitar el posicionamiento de las muestras durante la prueba. Cada muestra se adhirió a una base circular de aproximadamente 1 cm de diámetro para facilitar su manipulación.

### **2.2 Grupos**

Un total de 12 muestras fueron seleccionadas, formando 6 grupos de 2 dientes cada uno distribuidos de manera aleatoria, a cada grupo se le asignó un dentífrico (Tabla 1).

**Tabla I.** Dentífricos con efectos aclarador utilizados para el cepillado de cada una de las muestras.

<b>Grupo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Partícula Abrasiva</b>
<b>I.</b>	Colgate Total 12	Fluoruro de sodio 0.32%, Triclosan 0.3%	Sílice hidratado hidróxido de sodio, dióxido de titanio
<b>II.</b>	Arm&Hammer Advance White	Fluoruro de sodio 0.243%	Bicarbonato de sodio, pirofosfato tetrasódico, peróxido de carbonato de sodio, sílice
<b>III.</b>	Crest 3D White Luxe	Fluoruro de sodio	Sílice hidratado, pirofosfato disódico, hidróxido de sodio, dióxido de titanio
<b>IV.</b>	Colgate Luminous White	Fluoruro de sodio 0.243%	Sílice hidratado, pirofosfato, hidróxido de sodio, dióxido de titanio
<b>V.</b>	Sensodyne Whitening	Monofluorofosfato sódico	Calcio Sodio Fosfosilicato, Monofluorofosfato sódico
<b>VI.</b>	Opalescence Whitening	Fluoruro de sodio	Sílice, hidróxido de sodio

---

### 2.3 Procedimiento

La morfología de la superficie del esmalte de cada diente se analizó en un Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) antes del cepillado con las diferentes pastas. Se tomaron medidas en el área central de cada una de las muestras, 6 medidas relacionadas con la rugosidad del área y 6 respecto a la rugosidad de las líneas o ralladuras (Tabla 2).

**Tabla 2.** Medidas tomadas con el Microscopio de Fuerza Atómica en el área central de cada muestra.

<b>Abrev.</b>	<b>Ingles</b>	<b>Español</b>
<b>Area Roughness</b>		
<b>Sa</b>	Roughness average	Rugosidad media
<b>Sq</b>	The root mean square	Raíz cuadrada media o Media cuadrática
<b>Sy</b>	Peak valley-height	Altura del pico al valle
<b>Sp</b>	Peak height	Altura del pico
	Highest value	Valor más alto
<b>Sv</b>	The valley depth	La profundidad del valle
	Lowest value	Valor más bajo
<b>Sm</b>	The mean value	Valor medio
<b>Line Roughness</b>		
<b>Ra</b>	Roughness average	Rugosidad media

---

<b>Rq</b>	Root mean square	Raíz cuadrada o Media cuadrática
<b>Ry</b>	Peak valley-height	Altura del pico al valle
<b>Rp</b>	Peak height	Altura del pico
<b>Rv</b>	Valley depth	Profundidad del valle
<b>Rm</b>	Mean value	Valor medio

Fue diseñado un dispositivo especial para lograr fijar el cepillo dental electrico Oral-B Pro Salud (Procter & Gamble, Alemania) (Fig. 1); el cepillado se llevó a cabo simulando un período de seis meses, 3 veces al día durante 12 segundos sobre la superficie labial de cada una de las muestras, realizando el correspondiente reemplazo de cepillo dental cada 3 meses.



**Figura 1.** Dispositivo original que fue diseñado para el cepillado de las muestra y de esta manera poder controlar la presión ejercida durante el cepillado así como el tiempo.

Después del cepillado cada una de las muestras fue analizada en AFM. Evaluando y comparando los datos obtenidos, antes y después del cepillado, acerca de los efectos y/o cambios sobre la morfología del esmalte.

## **2. Análisis estadístico**

El análisis de los datos se realizó en el programa SPSS vs 20 (IBM. Chicago, U.S.A.). Para determinar si existía diferencia entre el antes y después del cepillado con el uso del cepillo dental eléctrico Oral-B y el uso de 6 diferentes pastas adicionadas con agentes de aclaramiento, se hicieron pruebas T de Wilcoxon; para mostrar los cambios se realizaron gráficas de caja y bigote y para evaluar si existían diferencias en el desgaste de acuerdo a las pastas se usaron pruebas de Kruskal Wallis. Se consideró un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$  para todas las pruebas.

## **3. Resultados y Discusión**

Mediante la prueba T de Wilcoxon se determinó que existe diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedios del antes y después del cepillado ( $p < 0.01$ ) respecto a la rugosidad media ( $S_a$ ). Los resultados de la rugosidad de la superficie, antes y después del cepillado, se muestran en la Tabla 3. En la Figura 2 se muestran las medianas en diagramas de cajas, obtenidos en las diferentes mediciones realizadas.

**Tabla 3.** Medidas obtenidas después del análisis. Todas las medidas son descritas en nanómetros: **-A:** Antes del cepillado, **-B:** después del cepillado.

	<b>Media</b>	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>p</b>
<b>Sa-A</b>	111.34	89.97	107.46	131.04	<b>0.01*</b>
<b>Sa-B</b>	212.51	108.13	126.44	205.99	
<b>Sq-A</b>	145.21	116.32	142.18	164.72	0.07
<b>Sq-B</b>	171.26	122.27	157.93	193.44	
<b>Sy-A</b>	1181.99	980.15	1194.05	1531.26	0.48
<b>Sy-B</b>	1350.57	907.76	1396.18	1705.64	
<b>Sp-A</b>	715.84	477.61	658.75	939.17	0.58
<b>Sp-B</b>	700.67	455.55	649.11	890.73	
<b>Sv-A</b>	-516.50	-716.30	-586.75	-431.23	0.53
<b>Sv-B</b>	-696.00	-879.75	-694.63	-491.14	
<b>Sm-A</b>	-12.28	-15.61	-14.26	-13.21	0.69
<b>Sm-B</b>	-14.01	-15.32	-14.14	-13.36	
<b>Ra-A</b>	109.94	82.09	112.68	130.37	0.09
<b>Ra-B</b>	126.23	96.53	115.33	165.20	
<b>Rq-A</b>	138.17	107.88	140.09	164.22	0.13

Dentífricos y morfología de la superficie del esmalte

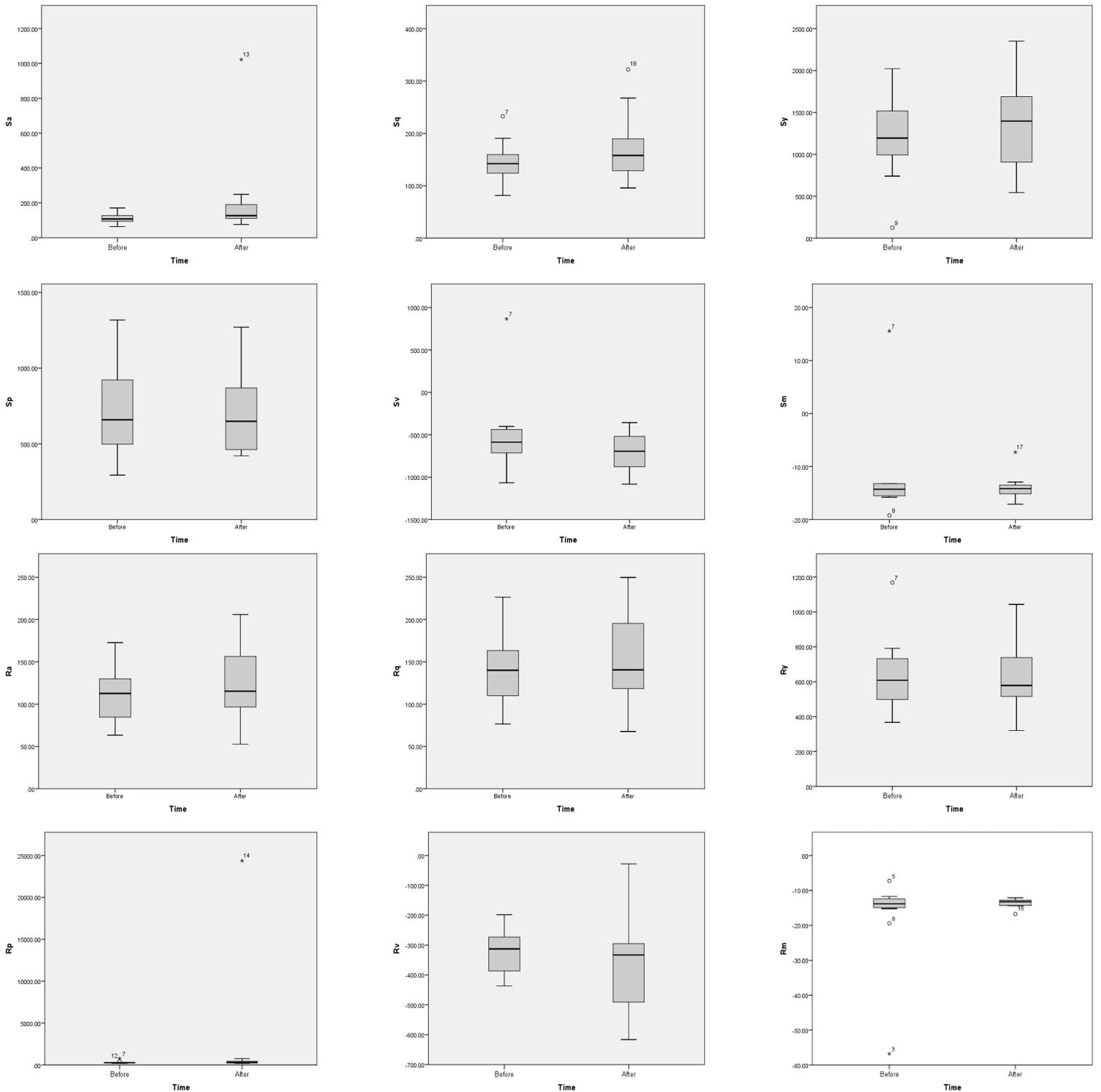
---

---

<b>Rq-B</b>	157.12	118.38	140.57	206.28	
<b>Ry-A</b>	633.75	491.26	608.38	737.84	0.93
<b>Ry-B</b>	636.14	513.77	578.68	739.06	
<b>Rp-A</b>	308.41	218.91	273.62	304.21	0.27
<b>Rp-B</b>	2344.61	220.86	305.07	459.85	
<b>Rv-A</b>	-321.21	-319.11	-312.82	-272.76	0.15
<b>Rv-B</b>	-372.91	-524.83	-333.16	-293.16	
<b>Rm-A</b>	-17.06	-15.10	-13.84	-12.36	0.93
<b>Rm-B</b>	-13.61	-14.29	-13.21	-12.72	

---

## Dentífricos y morfología de la superficie del esmalte

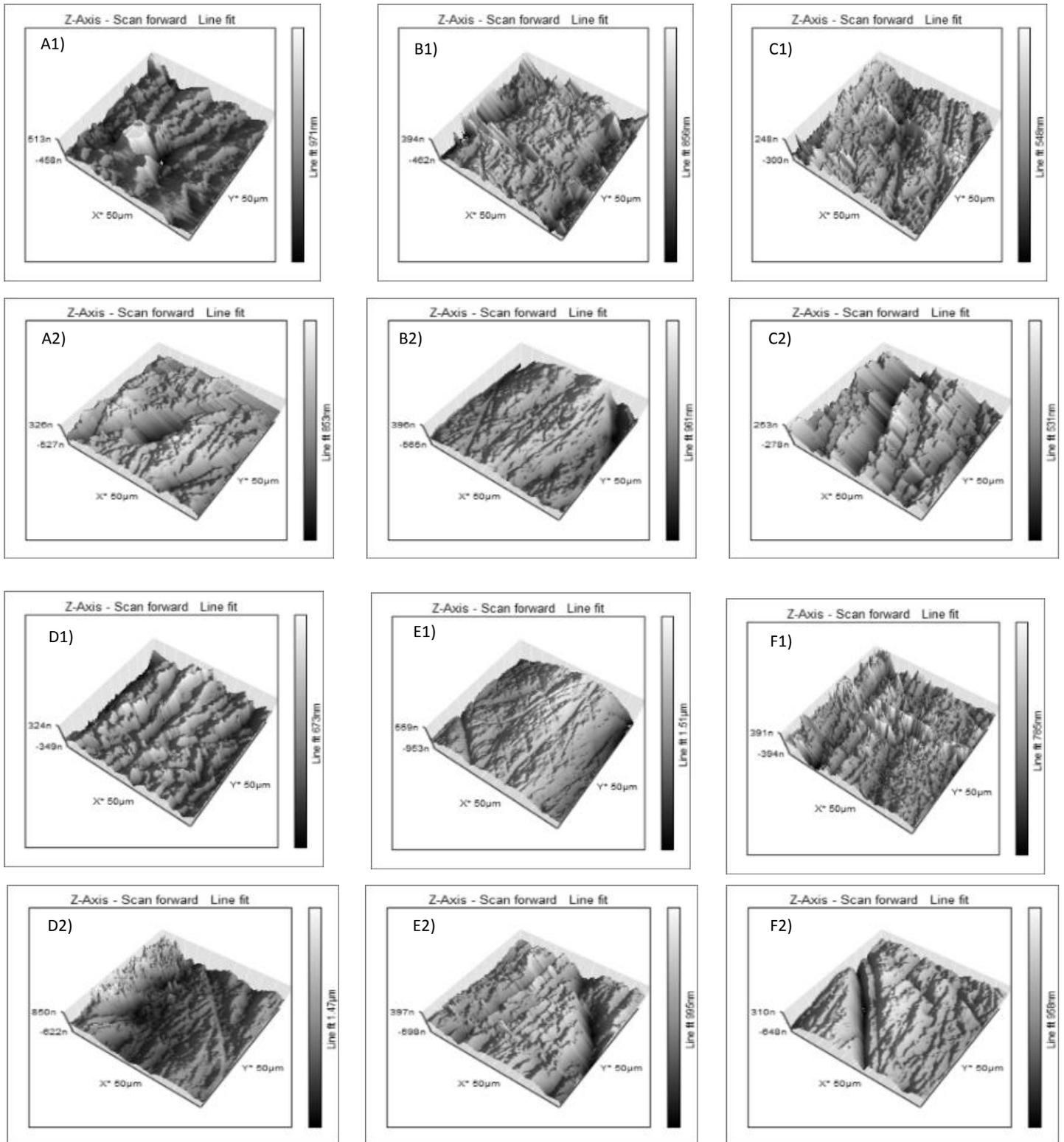


**Figura 2.** Cambios morfológicos sobre la superficie del esmalte antes y después del cepillado. El grupo de Sa fue estadísticamente significativo ( $p < 0.01$ ).

Las imágenes obtenidas en el Microscopio de Fuerza Atómica ilustran la distribución de las características de la superficie del esmalte (Fig. 3), en las cuales se exhiben cambios, independientemente de la pasta dental usada, como signos de abrasión sobre la morfología de la superficie del esmalte de las diferentes muestras.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las pastas con la prueba de Kruskal Wallis. No obstante, los resultados sugieren que el mecanismo de desgaste de las partículas abrasivas contenidas en las pastas, tienden a aumentar la amplitud de las irregularidades. Lo que indica una mayor profundidad en la orientación de los prismas. Así mismo se muestran diferencias en las profundidades y alturas de las rugosidades después del cepillado con los diferentes dentífricos.

## Dentífricos y morfología de la superficie del esmalte



**Figura 3.** Imágenes de la morfología de la superficie del esmalte en las cuales se aprecian las diferencias y/o cambios originados antes y después del cepillado.

- Colgate Total 12: A1) Antes A2) Después
- Arm&Hammer Advance Whithe: B1) Antes B2) Después
- Crest 3D White Luxe: C1) Antes C2) Después
- Colgate Lominous White: D1) Antes D2) Después
- Sensodyne Whitening: E1) Antes E2) Después
- Opalescence Whitening: F1) Antes F2) Después

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del uso de cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras sobre la superficie del esmalte *in vitro*, comparando la existencia de cambios morfológicos utilizando AFM.

El AFM es un microscopio de alta resolución, el cual se ha utilizado para examinar y medir el desgaste sobre la superficie del esmalte [19-21]. A pesar de que existe una gran variedad de estudios *in vitro* disponibles para medir los cambios en la superficie del esmalte, la rugosidad media ( $S_a$ ) sigue siendo la principal medida reportada dentro de los estudios dentales [22]. Esta información es similar a los resultados obtenidos en esta investigación en la cual se reportaron cambios en las diferentes muestras con respecto a  $S_a$ , siendo estos estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ).

Una impresionante variedad de diferentes modelos de cepillos de dientes eléctricos y manuales están disponibles para los pacientes, una revisión sistemática reciente demostró que los cepillos de dientes eléctricos con cabeza giratoria oscilante son los más eficaces para reducir la placa dentobacteriana en comparación con los cepillos manuales, tanto a corto [23-25] y largo plazo.

Basándonos en estos resultados, en esta investigación, se prefirió utilizar un cepillo dental eléctrico, que al igual que en otros estudios [17, 18, 20-22] se procedió a estandarizar la técnica de cepillado; también se realizó el diseño de un dispositivo (Figura 1) con el cual se logró apoyar y fijar el cepillo, teniendo así control de la presión y el tiempo durante el cepillado.

En este estudio, las muestras fueron cepilladas por un período de 12 segundos 3 veces al día, durante 6 meses, tiempo estimado en el cual un individuo puede cepillar un órgano dentario, lo que equivale a 6480 segundos, mientras que un ciclo de cepillado completo corresponde aproximadamente a 2 minutos [26]. Las pastas dentales elegidas para este estudio son popularmente conocidas y las principalmente utilizadas como blanqueadoras en México.

Estudios previos han confirmado que el esmalte erosionado es susceptible a la abrasión con la combinación de cepillo de dientes [27] y pastas dentales abrasivas [3]. En la presente investigación se encontró evidencia de desgaste sobre el esmalte después del cepillado, esto se puede atribuir a que los dentífricos utilizados son considerados altamente abrasivos

Similar a la presente investigación, otros estudios coinciden, en que la capacidad de los dentífricos para desgastar superficies como resina acrílica [27, 28], materiales protésicos, restauradores y sobre todo, tejidos duros como el esmalte, puede ser atribuida a sus componentes abrasivos, tales como carbonato de calcio, pirofosfato de calcio, sílice o hidróxido de sodio [29-33]. Estos ingredientes también se encuentran presentes en las pastas dentales utilizadas en este estudio.

Las ranuras poco profundas con dirección variable e irregular que aparecieron en las imágenes de AFM de esmalte se cree que es parte de la morfología que cambio después del cepillado. Los hallazgos de este estudio sugieren que la abrasión del esmalte se ve afectada principalmente por la abrasividad de la pasta de dientes, y también por el diámetro del filamento del cepillo dental.

La concentración de abrasivos, los diferentes tamaños y formas de las partículas así como la disolución de los dentífricos, pueden explicar los resultados obtenidos. La prueba realizada indica la cantidad de abrasión que se puede esperar después de un período de 6 meses de cepillado con pastas dentales blanqueadoras. Lo cual es interesante debido a que una gran cantidad de pacientes usan este tipo de pastas dentales como pastas de uso diario y/o convencional, desconociendo las posibles consecuencias.

#### **4. Conclusión**

Bajo las condiciones de este estudio, el uso de un cepillo dental eléctrico con diferentes tipos de pastas con agentes blanqueadores puede producir abrasión y contribuyen al desgaste del esmalte si se utiliza por un periodo de seis meses o más. En este contexto, una pasta dental con efecto blanqueador debería ser usada por un periodo de 2-4 semanas según las instrucciones del fabricante. Por otra parte el AFM es una excelente herramienta para determinar los cambios sobre las superficies dentales.

## Referencias

- [1]. B. G. N. Smith, J. K. Knight. An index for measuring the wear of teeth. *British Dental Journal*. **156:435-8** (1984).
- [2]. L. A. Litonjua, S. Andreana, P. J. Bush, R. E. Cohen. Tooth wear: attrition, erosion and abrasion. *Quintessence International*. **34:435-46** (2003).
- [3]. M. L. Hunter, M. Addy, M. J. Pickles and A. Joiner. The role of toothpastes and toothbrushes in the etiology of tooth wear. *International Dental Journal*. **52:399-405** (2002).
- [4]. E. Macdonald, A. North, B. Maggio, F. Sufi, S. Mason, C. Moore, M. Addy, N. X. West. Clinical study investigating abrasive effects of three toothpastes and water in an in situ model. *Journal of Dentistry*. **38: 509-16** (2010).
- [5]. B.C. Vicentini, S.R. Braga, M.A. Sobral. The measurement in vitro of dentine abrasion by toothpastes. *International Dental Journal*. **57: 314-18** (2007).
- [6]. A. Wiegand, M. Kuhn, B. Sener, M. Roos, T. Attin. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *Journal Dentistry*. **37: 480-84** (2009).
- [7]. A. Wiegand, M. Schwerzmann, B. Sener, A. C. Magalhaes, M. Roos, D. Ziebolz, T. Imfeld, T. Attin. Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel - an in vitro study. *Acta Odontologica Scandinavica*. **66:231-5** (2008).
- [8]. A. Wiegand, F. Lemmrich, T. Attin. Influence of rotating- oscillating, sonic and ultrasonic action of power toothbrushes on abrasion of sound and eroded dentine. *Journal of Periodontal Research*. **41:221-7** (2006).

- [9]. A. Wiegand, F. Wegehaupt, C. Werner, T. Attin. Susceptibility of acid-softened enamel to mechanical wear—ultrasonication versus toothbrushing abrasion. *Caries Research*. 41:56–60 (2007).
- [10]. A. Sharma, R. Arora, M. Kenchappa, D. P. Bhayya, D. Singh. Clinical evaluation of the plaque-removing ability of four different toothbrushes in visually impaired children. *Oral Health & Preventive Dentistry*. **10**:219-24 (2012).
- [11]. A. Joiner, M. J. Pickles, C. Tanner, E. Weader, P. Doyle. An in situ model to study the toothpaste abrasion of enamel. *Journal of Clinical Periodontology*. **31**:434–8 (2004).
- [12]. Y. Nishimura, Y. Tsubota, S. Fukushima. Influence of cyclic loading on fiber post and composite resin core. *Dental Materials Journal*. **27**:356–61(2008).
- [13]. D.R. Eisenmann. Enamel structure. Ten Cate's, *Oral Histology: Development, Structure and Function*. 4th ed. Mosby-Year Book Inc., St. Louis, MO. p239-56 (1994).
- [14]. D. Spitzer, J. T. Bosch. The absorption and scattering of light in bovine and human dental enamel. *Calcified Tissue Research*. **17**:129–37 (1975).
- [15]. W. Buchalla, T. Imfeld, T. Attin, M. V. Swain, P.R. Schmidlin. Relationship between nanohardness and mineral content of artificial carious enamel lesions. *Caries Research*. **42**: 157–63 (2008).
- [16]. J. Ge, F. Z. Cui, X. M. Wang, H. L. Feng. Property variations in the prism and the organic sheath within enamel by nanoindentation. *Biomaterials* 26: 3333–9 (2005).

- [17]. F. Watari. In situ quantitative analysis of etching process of human teeth by atomic force microscopy. *Journal of Electron Microscopy (Tokyo)*. **54**: 299–308 (2005).
- [18]. R. Pizarro, Ch. Otani, J. A. Damiao, W. Miyakawa. AFM characterization of bovine enamel and dentine after acid-etching. *The International Research and Review Journal for Microscopy*. **40**: 502-6 (2009).
- [19]. M. Finke, K. D. Jandt, D. M. Parker. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. *Journal of Colloid and Interface Science*. **232**:156–64 (2000).
- [20]. G. W. Jr Marshall, S. J. Marshall, M. Balooch, J. H. Kinney. Evaluating demineralization and mechanical properties of human dentin with AFM. *Methods in Molecular Biology*. **242**:141–59 (2004).
- [21]. G. W. Marshall, Y. J. Chang, S. A. Gansky, S. J. Marshall. Demineralization of caries affected transparent dentin by citric acid: an atomic force microscopy study. *Dental Materials*. **17**:45–52 (2001).
- [22]. J. Field, P. Waterhouse, M. German. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *Journal of Dentistry*. **38**:182-190 (2010).
- [23]. M. Heanue, S. A. Deacon, C. Deery, P. G. Robinson, A. D. Walmsley, H. V. Worthington, W. C. Shaw. Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (1): CD002281 (2003).
- [24]. P. G. Robinson, S. A. Deacon, C. Deery, M. Heanue, A. D. Walmsley, H. V. Worthington, A. M. Glenny, W. C. Shaw. Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (2):CD002281 (2005).

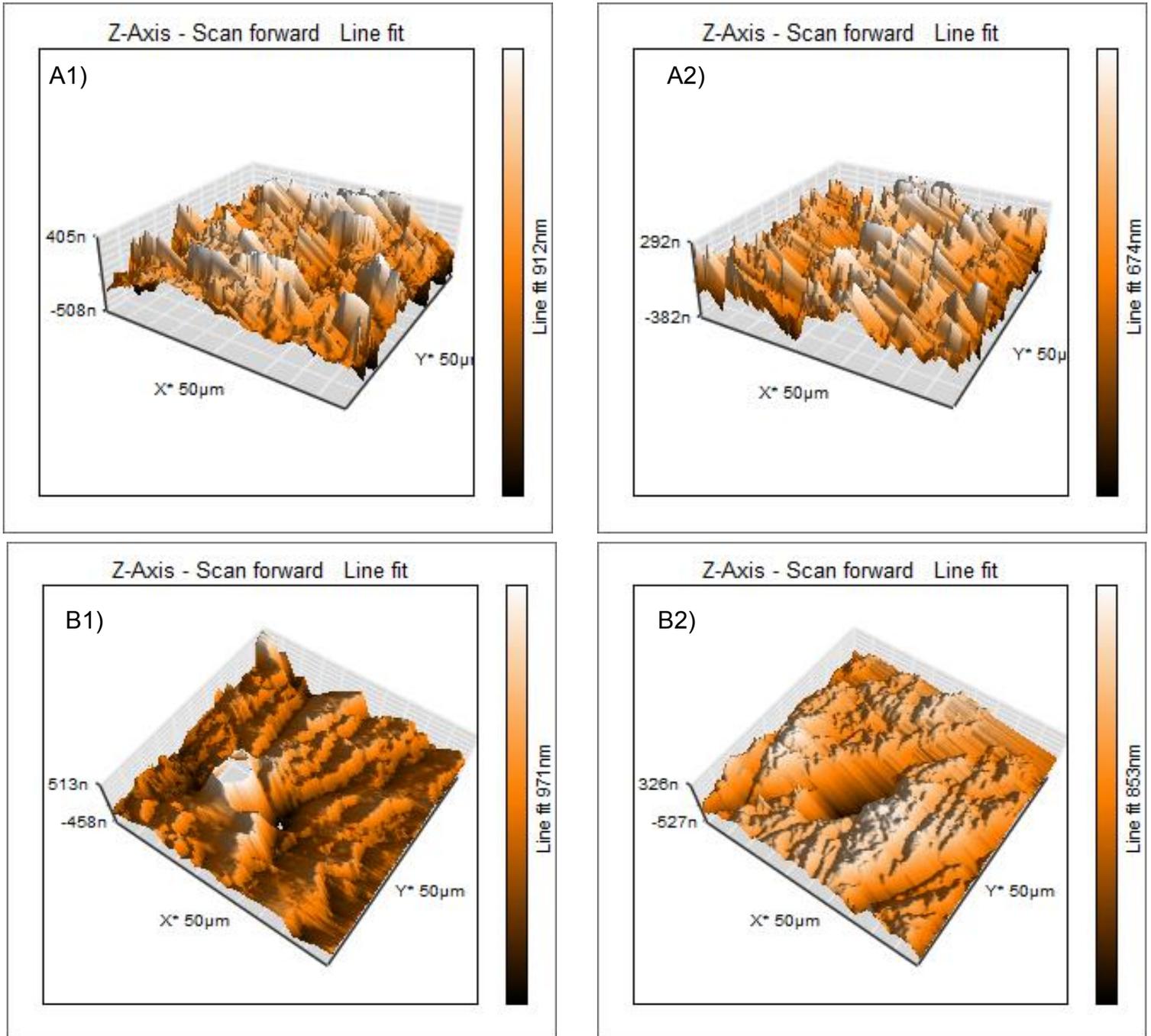
- [25]. C. Erbe, M. Klukowska, I. Tsaknaki, H. Timm, J. Grender, H. Wehrbein. Efficacy of 3 toothbrush treatments on plaque removal in orthodontic patients assessed with digital plaque imaging: A randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. **143**: 760-766 (2013).
- [26]. M. Addy, J. M. Moran. Evaluation of oral hygiene products: science is true; don't be misled by the facts. *Periodontology 2000*. **15**:40–51 (1997).
- [27]. A. Wiegand, M. Begic, T. Attin. In vitro evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. *Caries Research*. **40**:60–5 (2006).
- [28]. H. Panzeri, E. H. Lara, H. de F. Paranhos, C. H. Lovato da Silva, R. F. de Souza, M. C. de Souza Gugelmin, C. Tirapelli, P. C. Cruz, I. M. de Andrade. In vitro and clinical evaluation of specific dentifrices for complete denture hygiene. *Gerodontology*. **26**:26-33 (2009).
- [29]. K. M. De Freitas, H. de F. Paranhos. Weight loss of five commercially available denture teeth after toothbrushing with three different dentifrices. *Journal of Applied Oral Science*. **14**:242-246 (2006).
- [30]. K. M. Freitas-Pontes, C. H. Silva-Lovato, H. F. Paranhos. Mass loss of four commercially available heat-polymerized acrylic resins after toothbrushing with three different dentifrices. *Journal of Applied Oral Science*. **17**:116-21 (2009).
- [31]. M. X. Pisani, J. P. Bruhn, H. F. Paranhos, C. H. Silva-Lovato, R. F. de Souza, H. Panzeri. Evaluation of the abrasiveness of dentifrices for complete dentures. *Journal of Prosthodontics*. **19**:369-373 (2010).

- [32]. A. L. Machado, E. T. Giampaolo, C. E. Vergani, A. C. Pavarina, D. da S. Salles, J. H. Jorge. Weight loss and changes in surface roughness of denture base and reline materials after simulated toothbrushing in vitro. *Gerodontology*. **29**:121-7 (2012).
- [33]. F. E. Izumida, R. C. Ribeiro, E. T. Giampaolo, A. L. Machado, A. C. Pavarina, C. E. Vergani. Effect of microwave disinfection on the surface roughness of three denture base resins after tooth brushing. *Gerontology*. **28**: 277-82 (2012).

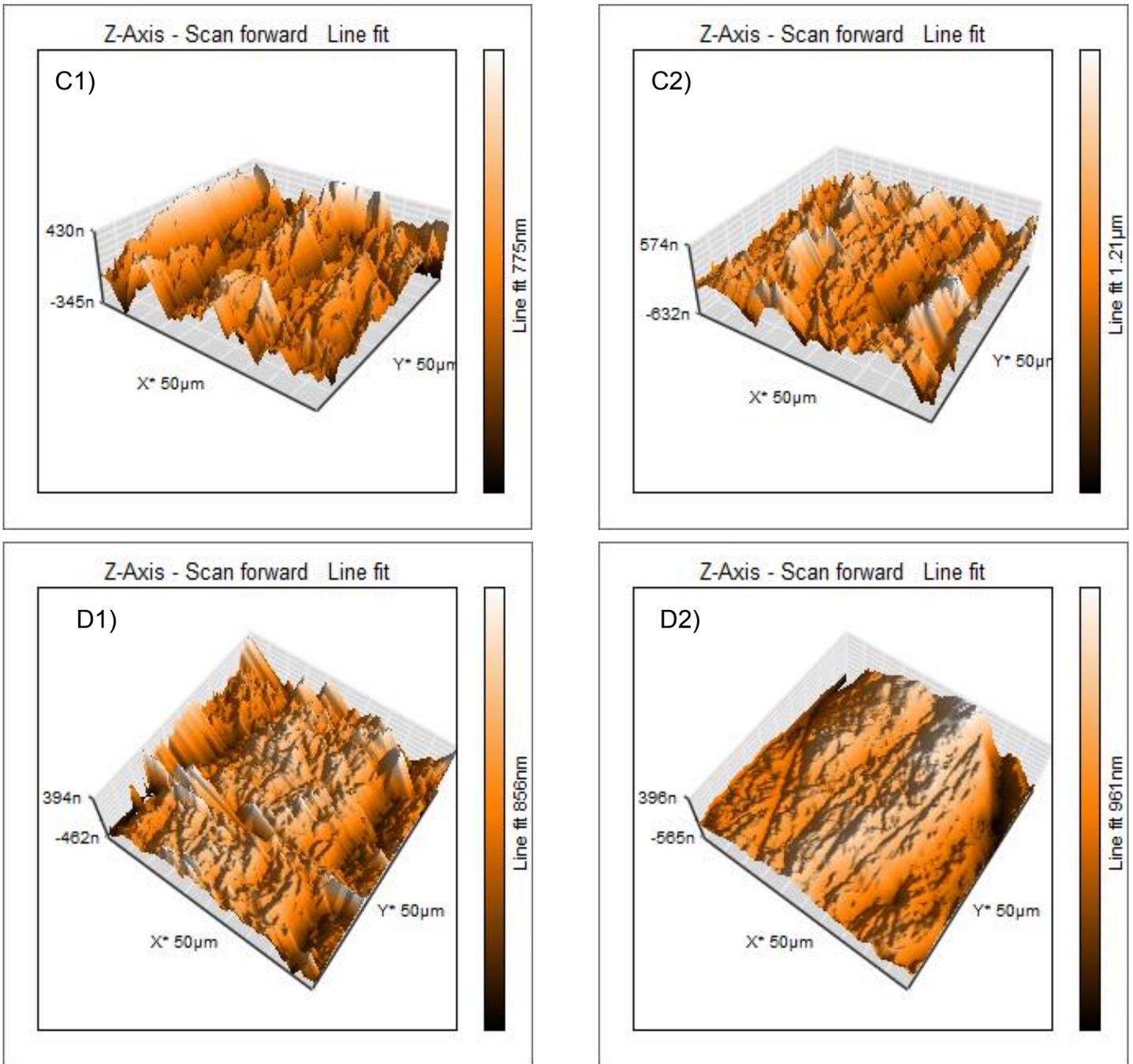
## **Resultados adicionales**

En las Figuras 18 a la 23 se ilustran las imágenes obtenidas con AFM de cada una de las muestras con su correspondiente pasta dental, en las cuales se aprecian sus características así como sus cambios antes y después del cepillado.

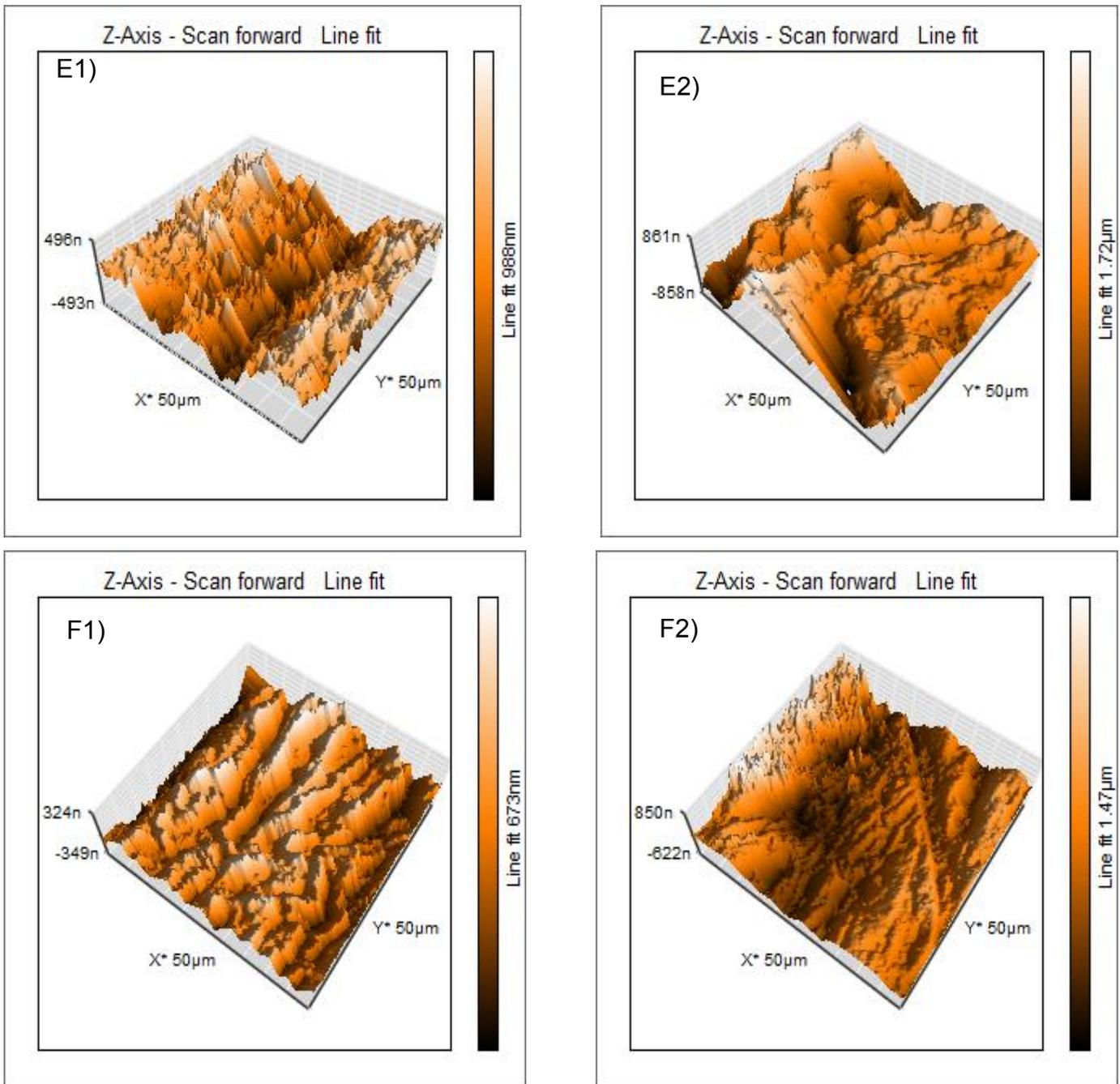
En las imágenes se aprecia que el desgaste llega a una determinada capa de esmalte, en la cual las irregularidades se hacen más pequeñas. Después del cepillado con los diferentes dentífricos, se muestran diferencias en las profundidades y alturas de las rugosidades.



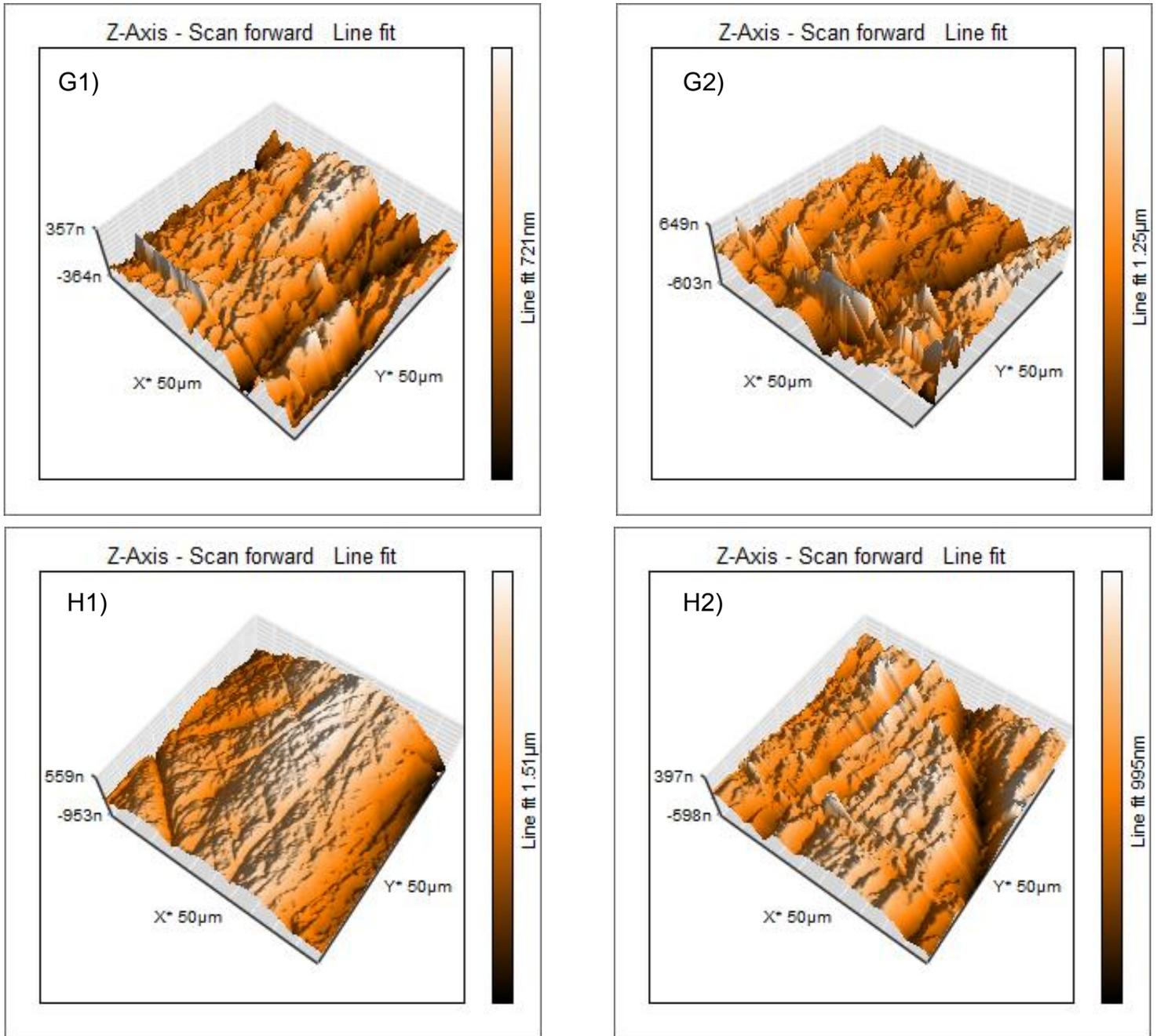
**Figura 18.** Imágenes 3D de las muestras cepilladas con la pasta dental Colgate total 12. A1) y B1) representan la superficie del esmalte antes de ser sometidas al cepillado y las imágenes A2) y B2) muestran la morfología de la superficie de esmalte después del cepillado.



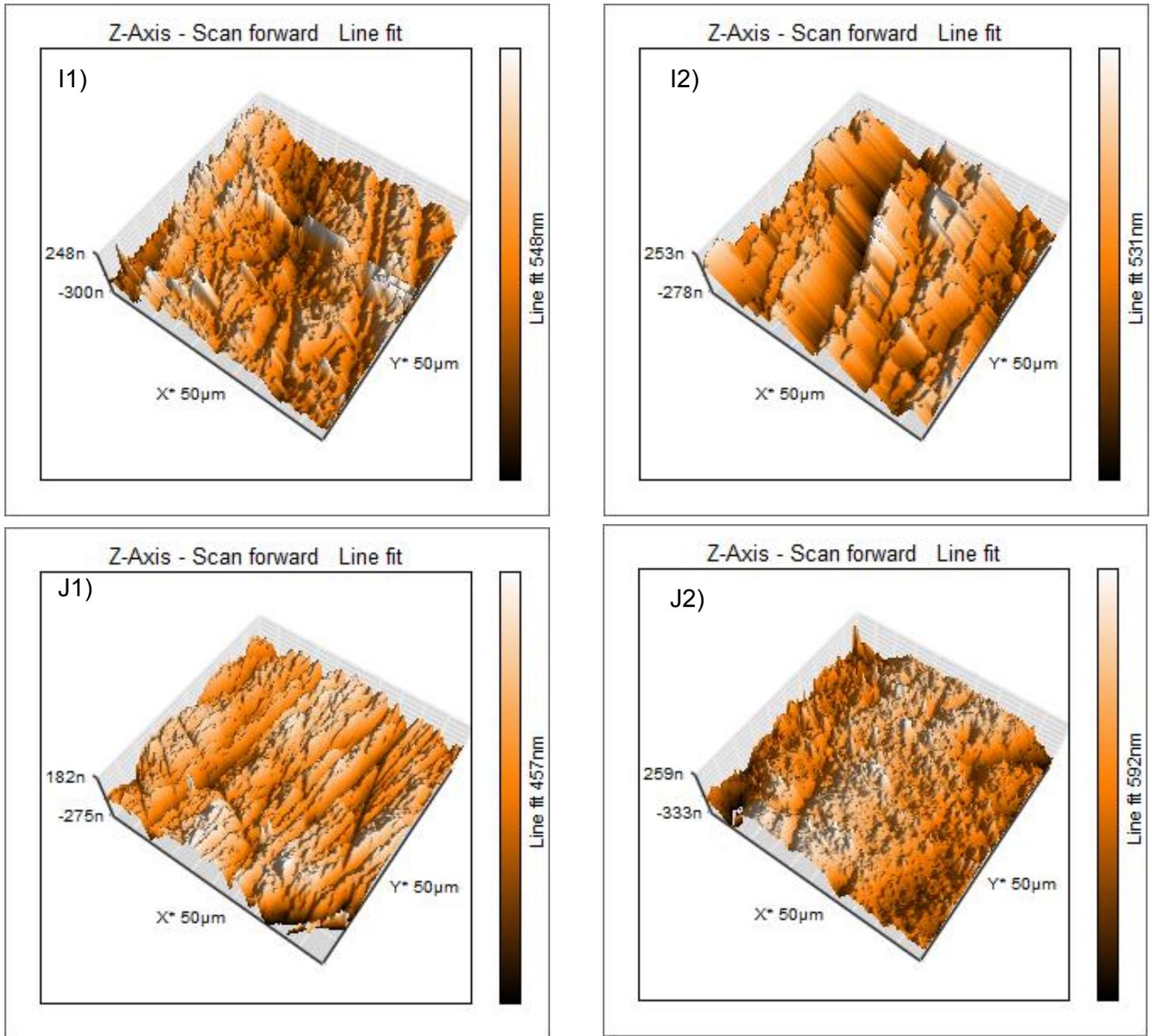
**Figura 19:** Imágenes 3D de las muestras cepilladas con la pasta dental Arm&Hammer Advance White. C1) y D1) representan la superficie del esmalte antes de ser sometidas al cepillado y las imágenes C2) Y D2) muestran la morfología de la superficie de esmalte después del cepillado.



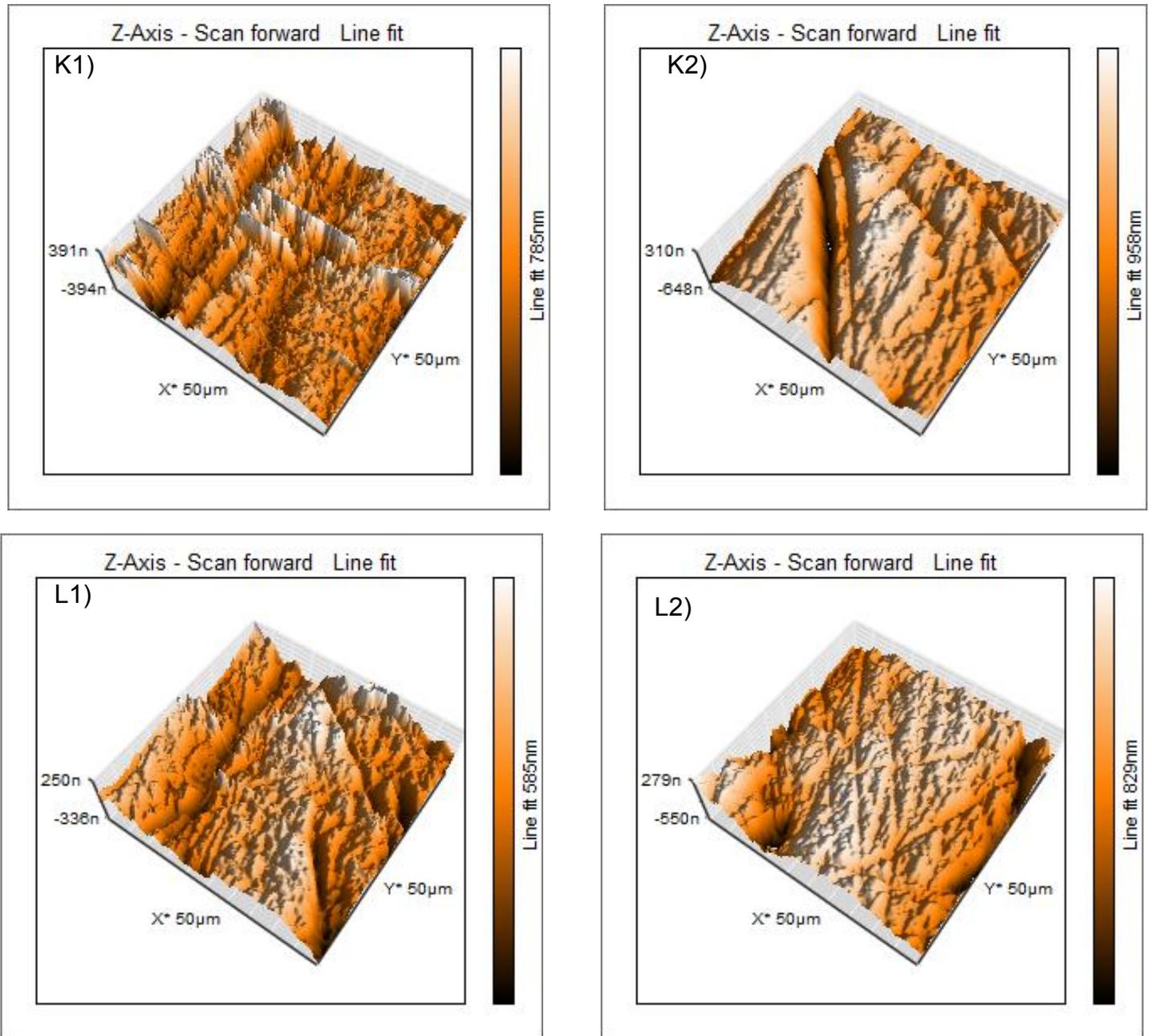
**Figura 20.** Imágenes 3D de las muestras cepilladas con la pasta dental Colgate Luminous White. E1) y F1) representan la superficie del esmalte antes de ser sometidas al cepillado y las imágenes G2) y H2) muestran la morfología de la superficie de esmalte después del cepillado.



**Figura 21:** Imágenes 3D de las muestras cepilladas con la pasta dental Sensodyne Whitening. G1) y H1) representan la superficie del esmalte antes de ser sometidas al cepillado y las imágenes G2) y H2) muestran la morfología de la superficie de esmalte después del cepillado.



**Figura 22:** Imágenes 3D de las muestras cepilladas con la pasta dental Crest 3D White. I1) y J1) representan la superficie del esmalte antes de ser sometidas al cepillado y las imágenes I2) y J2) muestran la morfología de la superficie de esmalte después del cepillado.



**Figura 23:** Imágenes 3D de las muestras cepilladas con la pasta dental Opalescence. K1) y L1) representan la superficie del esmalte antes de ser sometidas al cepillado y las imágenes K2) y L2) muestran la morfología de la superficie de esmalte después del cepillado.

## IX. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del uso de cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras sobre la superficie del esmalte *in vitro*, comparando la existencia de cambios morfológicos utilizando AFM.

El AFM es un microscopio de alta resolución, el cual se ha utilizado para examinar y medir el desgaste sobre la superficie del esmalte.<sup>46-48</sup> A pesar de que existe una gran variedad de estudios *in vitro* disponibles para medir los cambios en la superficie del esmalte, la rugosidad media (Sa) sigue siendo la principal medida reportada dentro de los estudios dentales.<sup>49</sup> Esta información es similar a los resultados obtenidos en esta investigación en la cual se reportaron cambios en las diferentes muestras con respecto a Sa, siendo estos estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ).

Una impresionante variedad de diferentes modelos de cepillos de dientes eléctricos y manuales están disponibles para los pacientes, una revisión sistemática reciente demostró que los cepillos de dientes eléctricos con cabeza giratoria oscilante son los más eficaces para reducir la placa dentobacteriana en comparación con los cepillos manuales, tanto a corto<sup>35, 50, 51</sup> y largo plazo.

Basándonos en los resultados de esta investigación, se optó por utilizar un cepillo dental eléctrico, que al igual que en otros estudios<sup>47-49,52,53</sup> se procedió a estandarizar la técnica de cepillado; también se realizó el diseño de un dispositivo

con el cual se logró apoyar y fijar el cepillo, teniendo así control de la presión y el tiempo durante el cepillado.

En este estudio, las muestras fueron cepilladas por un período de 12 segundos (tiempo estimado en el cual un individuo puede cepillar un órgano dentario) 3 veces al día, durante 6 meses, lo que equivale a 6480 segundos, mientras que un ciclo de cepillado completo corresponde aproximadamente a 2 minutos.<sup>54</sup> Las pastas dentales elegidas para este estudio son popularmente conocidas y las principalmente utilizadas como blanqueadoras en México y algunos otros países.

Estudios previos han confirmado que el esmalte erosionado es susceptible a la abrasión con la combinación de cepillo de dientes <sup>55</sup> y pastas dentales abrasivas,<sup>15</sup> lo cual coincide con nuestros resultados donde se mostró que las superficies de todas las muestras utilizadas presentan cambios después del cepillado.

Similar a la presente investigación, otros estudios coinciden, en que la capacidad de los dentífricos para desgastar superficies como resina acrílica, <sup>55, 56</sup> materiales protésicos, restauradores y sobre todo, tejidos duros como el esmalte, puede ser atribuida a sus componentes abrasivos, tales como carbonato de calcio, pirofosfato de calcio, sílice o hidróxido de sodio.<sup>57-61</sup> Estos ingredientes también se encuentran presentes en las pastas dentales utilizadas en este estudio.

Las ranuras poco profundas con dirección variable e irregular que aparecieron en las imágenes de AFM de esmalte se cree que es parte de la morfología que cambió después del cepillado. Los hallazgos de este estudio sugieren que la

abrasión del esmalte se ve afectada principalmente por la abrasividad de la pasta de dientes, y también por el diámetro del filamento del cepillo dental.

La concentración de abrasivos, los diferentes tamaños y formas de las partículas así como la disolución de los dentífricos, pueden explicar los resultados obtenidos. La prueba realizada indica la cantidad de abrasión que se puede esperar después de un período de 6 meses de cepillado con pastas dentales blanqueadoras.

Respecto al uso de la pasta dental Colgate Total 12, es la única pasta dental que no está indicada exactamente como pasta dental aclaradora, sin embargo contiene partículas abrasivas destinadas para la eliminación de manchas sobre la superficie dental; por lo tanto durante la investigación se comprobó que dichas partículas no provocan daño y/o alteraciones sobre el esmalte. Es el único dentífrico que no causo cambios significativos sobre la morfología del esmalte.

Con base a los resultados de esta investigación, sugiere a los investigadores poder ampliarla utilizando un grupo control posiblemente utilizando simplemente un cepillo dental con agua, con la finalidad de poder averiguar si el cepillo podría ocasionar algún tipo de desgaste o abrasión sobre la superficie dental. También podría ser factible utilizar un posible mayor número de muestras en cada grupo así como también realizar la misma investigación comparando el cepillo dental eléctrico vs cepillo manual.

Por otra parte como propuesta a los Dentistas, en su práctica clínica, se sugiere que indiquen a sus pacientes el uso de pasta dental adecuada según sus necesidades clínicas. Esto con la finalidad de poder controlar y monitorear el uso excesivo y/o inadecuado de pastas dentales aclaradoras, ya que con el afán de poder conseguir dientes más blancos hacen uso inadecuado de este tipo de dentífricos.

A los pacientes se les sugiere acudir a consulta dental con el fin de que un experto recomiende el tipo de pasta dental adecuada a su persona y sus necesidades; debido a que existe un aumento en el uso de pastas dentales aclaradoras desconociendo si su uso diario y/o convencional, puedan tener algún tipo de daño o consecuencias.

## **X. CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones de este estudio, el uso de un cepillo dental eléctrico con diferentes tipos de pastas con agentes blanqueadores puede producir abrasión y contribuyen al desgaste del esmalte si se utiliza por un periodo de seis meses o más.

En este contexto, una pasta dental con efecto blanqueador debería ser usada por un periodo de 2-4 semanas según las instrucciones del fabricante.

Por otra parte el Microscopio de Fuerza Atómica resultó ser una excelente herramienta para detectar, medir y comparar cambios sobre las superficies dentales.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Macdonald E, North A, Maggio B, Sufi F, Mason S, Moore C, Addy M, West NX. Clinical study investigating abrasive effects of three toothpastes and water in an in situ model. *J Dent*, 2010; 38: 509-516.
2. Picchi L, Franciscan M, Ito N, Aranda P, Tercília L, Magalhaes AC. Effect of NaF, SnF<sub>2</sub>, and TiF<sub>4</sub> Toothpastes on Bovine Enamel and Dentin Erosion-Abrasion In Vitro. *Int J Dent*, 2012; 1-6.
3. Franzó D, Philpotts CJ, Cox TF, Joiner A. The effect of toothpaste concentration on enamel and dentine wear in vitro. *J Dent*, 2010; 38: 974-979.
4. Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin Thomas. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *J Dent*, 2009; 37: 480-484.
5. West NX, Hooper SM, O'Sullivan D, Hughes N, North M, Macdonald EL, *et al*. In situ randomised trial investigating abrasive effects of two desensitising toothpastes on dentine with acidic challenge prior to brushing. *J Dent*, 2012; 40:77-85.
6. West NX, Joiner A. Enamel mineral loss. *J Dent*, 2014; 42: 1-7.
7. Gómez de Ferraris M, Campos A. *Histología y Embriología bucodental*. Edit. Médica Panamericana, Madrid, 1999, cap. 10: 273-315.

8. Wiegand A, Attin, T, Influencia de las medidas de higiene oral en el desarrollo de defectos erosivos en la sustancia dental dura. Quintessence Int. Publicación Internacional de Odontología, 2005: XVIII (8) 419-429.
9. Soto C, Stanke F, Rioseco M. Diente de bovino. Una alternativa a los dientes humanos como sustrato de investigación. Revisión bibliográfica. Rev. Fac. Odont. Univ. De Chile. 2000, 18(1): 19-29.
10. Mellberg JR. Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic activity in situ. J Dent Res, 1992; 71:913-919.
11. Boyde A, Stack MV, Fearnhead RW. The structure of developing mamalian dental enamel. In: Tooth Enamel. Bristol: Wright; 1965; pág.163-192.
12. Davidson CL, Boom G, Arends J. Calcium distribution in human and bovine surface enamel. Caries Res, 1973; 7:349-359.
13. Edmunds DH, Whittaker DK, Green RM. Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. Caries Res, 1988; 22:327-336.
14. Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Cohen RE. Tooth wear: attrition, erosion and abrasion. Quintessence Int, 2003; 34:435-46.
15. Hunter ML, Addy M, Pickles MJ, Joiner A. The role of toothpastes and toothbrushes in the aetiology of tooth wear. Int Dent J, 2002;52:399-405.
16. Bartlett, D. Etiology and prevention of acid erosion. Compend Contin Educ Dent, 2009; 30(9):616-20.

17. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion—an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Res*, 2011; 45:2–12.
18. Almeida e Silva JS, Baratieri LN, Araujo E, Widmer N. Dental erosion: understanding this pervasive condition. *J Esthet Restor Dent*, 2011;23(4):205-16.
19. Lussi A, Jaeggi T. Erosion--diagnosis and risk factors. *Clin Oral Investig* 2008; 12 Suppl 1:S5-S13.
20. Barbour, M.E., A. Lussi, and R.P. Shellis. Screening and prediction of erosive potential. *Caries Res* 2011; 45 Suppl 1:24-32.
21. Pontefract H, Hughes J, Kemp K, Newcombe PG, Addy M. The erosive effects of some mouthrinses on enamel. A study in situ. *J Clin Periodontol*, 2001;28:319–24
22. Parkinson CR. Smear layer integrity and the role of surfactants. *J Dent Res*, 2007;86. [Abstract 188]
23. Ganss C, Lussi A, Schlueter N. Dental erosion as oral disease. Insights in etiological factors and pathomechanisms, and current strategies for prevention and therapy. *Am J Dent*, 2012;25(6):351-64
24. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci*, 1996; 104:151-5.
25. Díaz Rebollo OE, Estrada Esquivel BE, Franco G, Espinoza Pacheco CA, González Manrique RA, Badillo Muñoz E. Lesiones no cariosas: atrición, erosión, abrasión, abfracción, bruxismo. *Oral Dis*, 2011; 38: 742-744.

26. Addy A, Hunter ML. Can toothbrushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. *Int Dent J*, 2003; 53(Suppl 3):177-86.
27. Eisenburger M, Shellis P, Addy M. Comparative study of wear of enamel with alternating and simultaneous combinations of abrasion and erosion in vitro. *Caries Res*, 2003; 37:450-5.
28. Barrancos, M. *Operatoria Dental, Integración Clínica*. Buenos Aires: Panamericana, 2006.
29. Litonjua L, Andreana, S, Bush P, Cohen R. Desgaste dentario: atrición, erosión y abrasión. *Quintessence Int*, 2005; 313-324.
30. Stephan Ost. Abrasion, Atrición y Erosión: la dentición como sistema tribológico. *Quintessence: Pub Int de odont.*, 2006; 19(8): 475-483.
31. Cárdenas, D. *Fundamentos de Odontología. Odontología Pediátrica*. Bogotá: Corporación para Investigaciones Biológicas, 2003.
32. Costa DJ, Adams BA, Riley K, Ferracane JL. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*. 2010; 38: 123-128.
33. Vicentini BC, Braga SR, Sobral MA. Medición in vitro de la abrasión de los dentífricos en la dentina. *Int Dent J*, 2007; 57(5): 314-318.
34. Bristol MA. Cepillado, desgastes e hipersensibilidad de la dentición ¿Están relacionados? *Int Dent J*, 2005; 55: 261-267.
35. Erbe C, Klukowska M, Tsaknaki I, Timm H, Grender J, Wehrbein H. Efficacy of 3 toothbrush treatments on plaque removal in orthodontic patients

- assessed with digital plaque imaging: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2013; 143: 766-766.
36. Sharma A, Arora, R, Kenchappa M, Bhayya D, Singh D. Clinical Evaluation of the Plaque - removing Ability of Four Different Toothbrushes in Visually Impaired Children. *Quintessence*, 2012;219-224.
37. Wiegand A, Wegehaupt F, Werner C, Attin T. Susceptibility of acid-softened enamel to mechanical wear—ultrasonication versus toothbrushing abrasion. *Caries Res* 2007; 41:56–60.
38. Joiner A, Pickles MJ, Tanner C, Weader E, Doyle P. An in situ model to study the toothpaste abrasion of enamel. *J Clin Periodontol* 2004; 31:434–8.
39. Wiegand A, Schwerzmann M, Sener B, Magalhaes AC, Roos M, Ziebolz D, et al. Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel—an in vitro study. *Acta Odontol Scand*, 2008; 66:231–5.
40. Wiegand A, Lemmrich F, Attin T. Influence of rotating– oscillating, sonic and ultrasonic action of power toothbrushes on abrasion of sound and eroded dentine. *J Periodontal Res*, 2006; 41:221–7.
41. Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T. Abrasión of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *J Dent*, 2009; 37(6): 480-4.
42. Stamopoulos D, Zhang SJ. A method based on optical and atomic force microscopes for instant imaging of non-homogeneous electro-mechanical

- processes and direct estimation of dij coefficients in piezoelectric materials at the local level. *Journal of Alloys and Compounds*; 2014; 612: 34-41.
43. Fawzy AS, Farghaly AM. Probing nano-scale adhesion force between AFM and acid desmineralized intertubular dentin: Moist versus dry dentin. *J Dent*, 2009; 37: 963-969.
44. Verran J, Rowe DL, Cole D, Boyd RD. The use of the atomic force microscope to visualise and measure wear of food contact surface. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2000; 46: 99-105.
45. Parry J, Smith AJ, Sufi F, Rees GD. Effect of simulator design on in vitro profilometric assessment of toothpaste abrasivity. *Wear*. 2012; 278: 34-40.
46. Finke M, Klaus DJ, Parker DM. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. *Journal of Colloid and Interface Science* 2000; 232:156–64.
47. Marshall GW, Marshall SJ, Balooch M, Kinney JH. Evaluating demineralisation and mechanical properties of human dentin with AFM. *Methods in Molecular Biology* 2004; 242:141–59.
48. Marshall GW, Chang YJ, Gansky SA, Marshall SJ. Demineralization of caries affected transparent dentin by citric acid: an atomic force microscopy study. *Dental Materials* 2001; 17:45–52.
49. Field J., Waterhouse P., German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues *in vitro*. *J Dent*, 2010; 38: 182-190.

50. M. Heanue, S. A. Deacon, C. Deery, P. G. Robinson, A. D. Walmsley, H. V. Worthington, W. C. Shaw. Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (1): CD002281 (2003).
51. P. G. Robinson, S. A. Deacon, C. Deery, M. Heanue, A. D. Walmsley, H. V. Worthington, A. M. Glenny, W. C. Shaw. Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (2):CD002281 (2005).
52. F. Watari. In situ quantitative analysis of etching process of human teeth by atomic force microscopy. *Journal of Electron Microscopy (Tokyo)*. 54: 299–308 (2005).
53. R. Pizarro, Ch. Otani, J. A. Damiao, W. Miyakawa. AFM characterization of bovine enamel and dentine after acid-etching. *The International Research and Review Journal for Microscopy*. 40: 502-6 (2009).
54. M. Addy, J. M. Moran. Evaluation of oral hygiene products: science is true; don't be misled by the facts. *Periodontology 2000*. 15:40–51 (1997).
55. A. Wiegand, M. Begic, T. Attin. In vitro evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. *Caries Research*. 40:60–5 (2006).
56. H. Panzeri, E. H. Lara, H. de F. Paranhos, C. H. Lovato da Silva, R. F. de Souza, M. C. de Souza Gugelmin, C. Tirapelli, P. C. Cruz, I. M. de Andrade. In vitro and clinical evaluation of specific dentifrices for complete denture hygiene. *Gerodontology*. 26:26-33 (2009).

57. K. M. De Freitas, H. de F. Paranhos. Weight loss of five commercially available denture teeth after toothbrushing with three different dentifrices. *Journal of Applied Oral Science*. 14:242-246 (2006).
58. K. M. Freitas-Pontes, C. H. Silva-Lovato, H. F. Paranhos. Mass loss of four commercially available heat-polymerized acrylic resins after toothbrushing with three different dentifrices. *Journal of Applied Oral Science*. 17:116-21 (2009).
59. M. X. Pisani, J. P. Bruhn, H. F. Paranhos, C. H. Silva-Lovato, R. F. de Souza, H. Panzeri. Evaluation of the abrasiveness of dentifrices for complete dentures. *Journal of Prosthodontics*. 19:369-373 (2010).
60. A. L. Machado, E. T. Giampaolo, C. E. Vergani, A. C. Pavarina, D. da S. Salles, J. H. Jorge. Weight loss and changes in surface roughness of denture base and reline materials after simulated toothbrushing in vitro. *Gerodontology*. 29:121-7 (2012).
61. F. E. Izumida, R. C. Ribeiro, E. T. Giampaolo, A. L. Machado, A. C. Pavarina, C. E. Vergani. Effect of microwave disinfection on the surface roughness of three denture base resins after tooth brushing. *Gerontology*. 28: 277-82 (2012).

## XII. ANEXOS



La Universidad Autónoma del Estado de México a través de la  
Facultad de Odontología,  
el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología y el Cuerpo Académico Salud • Enfermedad Bucal

otorga la presente

# Constancia

A: Sheyla Karem Salgado Villa, Rogelio José Scougall-Vilchis, Laura Emma Rodríguez-Vilchis, Ulises Velázquez-Enríquez

Por la presentación del trabajo en modalidad maestría:  
"Efecto de un cepillo dental eléctrico con pastas dentales blanqueadoras sobre la superficie del esmalte. Estudio in vitro"

Durante el VII COLOQUIO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD BUCAL, celebrado en este organismo académico.

## VII Coloquio Nacional Salud • Enfermedad Bucal

Toluca, Estado de México 8 de Febrero de 2016.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO  
"2016, Año del 60 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"



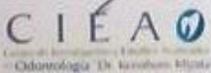
M. en C. S. Julio B. Robles Navarro  
Director  
Facultad de Odontología



FACULTAD DE ODONTOLÓGIA



Dr. en O. Rogelio J. Scougall Vilchis  
Coordinador  
CIEAO



**La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
A través de la Facultad de Estomatología  
otorga la presente

# CONSTANCIA

**A:**

Sheyla Karem Salgado Villa, Rogelio José Scougall Vilchis,  
Laura Emma Rodríguez Vilchis, Ulises Velázquez Enriquez.

**Por su participación académica en el II Encuentro de Investigación,  
en el marco de las actividades del**

**III Magno Congreso Internacional en Estomatología**

**Con la presentación del cartel titulado:**

**Efecto de pastas dentales aclaradoras sobre la superficie del esmalte. *In vitro*.**

**Realizado los días 3, 4 y 5 de marzo de 2016, en el Complejo Cultural Universitario  
de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**"Pensar bien, para vivir mejor"**

**H. Puebla de Z., a 5 de marzo de 2016**



**D.C. Hortencia Chávez Oseki**  
Directora de la Facultad de Estomatología



**Mtra. Nila Claudia Gil Orduña**  
Coordinación de Educación Continua FEBUAP



# BUAP