

|

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO EN PROSTODONCIA



|

**EVALUACIÓN DE LA REMINERALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL
ESMALTE DENTAL DESPUÉS DE ACLARAMIENTO: UN ESTUDIO *in vitro***

AUTORES

CARMEN ARENDS FONSECA
GERALI ACOSTA URBINA
LIST BERTEL CARO
SANDRA MILENA JIMÉNEZ CARIELLO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
UNICOC
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO EN PROSTODONCIA
BOGOTÁ MAYO DE 2016**

|

**EVALUACIÓN DE LA REMINERALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL
ESMALTE DENTAL DESPUÉS DE ACLARAMIENTO: UN ESTUDIO *IN VITRO***

AUTORES

CARMEN ARENDS FONSECA
GERALI ACOSTA
LIST BERTEL CARO
SANDRA MILENA JIMÉNEZ CARIELLO

ASESOR CIENTÍFICO:

Dr. JUAN MANUEL GONZÁLEZ TRUJILLO
Odontólogo Especialista en Prostodoncia
Universidad El Bosque

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. ANGÉLA SUAREZ CASTILLO
Odontóloga Especialista en Epidemiología
Universidad El Bosque

ASESOR ESTADÍSTICO

DR. EDGAR IBAÑEZ PINILLA

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO EN PROSTODONCIA
POSTGRADO DE PROSTODONCIA
BOGOTA, JULIO DE 2016**

|

El Trabajo de grado **“Evaluación de la remineralización de la estructura del esmalte dental después de aclaramiento: un estudio *in vitro*”**. Es elaborado por Carmen Arends, Gerali Acosta, List Bertel Caro, Sandra Milena Jiménez Cariello como requisito para optar por el título de especialista en Prostodoncia.

Dr. Juan Manuel González
Asesor Científico

Dra. Ángela Suarez Castillo
Asesora Metodológica

Dra. Sandra Aguilera Rojas
Directora Centro Investigación CICO

TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Título del artículo: **“Evaluación de la remineralización de la estructura del esmalte dental después de aclaramiento: un estudio *in vitro*”** Autores: Los Dres. Juan Manuel Gonzalez Trujillo, Carmen Teresa Arends Fonseca, Gerali del Valle Acosta, List Bertel Caro, Sandra Milena Jiménez Cariello. Los autores certifican que el artículo arriba mencionado es trabajo original y no ha sido previamente publicado, excepto en forma de resumen. Una vez aceptado para publicación en la revista que la Institución Universitaria

Colegios de Colombia estipule, los derechos de autor serán transferidos a la universidad. Así mismo, declaran que no ha sido enviado en forma simultánea para su posible publicación en otra revista. Los autores acceden, dado el caso, a que este artículo sea incluido en los medios electrónicos que los editores de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, consideren convenientes.

JUAN MANUEL GONZALEZ T.
C.C 78.655.168

CARMEN TERESA ARENDS F.
C.E 417401

GERALI DEL VALLE ACOSTA
C.E 416966

LIST BERTEL CARO.
C.C 1.102.844.491

SANDRA MILENA JIMENEZ C.
C.C 32. 794.537

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
CESIÓN DE DERECHOS

Yo.: Juan Manuel Gonzalez, Carmen Arends, Gerali Acosta, List Bertel y Sandra Jiménez. Manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Institución Universitaria Colegios de Colombia los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982, de la tesis de grado: “Evaluación de la remineralización de la estructura del esmalte dental después de aclaramiento: un estudio *in vitro*” Producto de nuestra actividad académica para optar por el título de Especialista en Prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. La institución tiene los derechos anteriores cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la ley 23 de 1982. En concordancia, suscribimos este documento en el momento mismo de la ley 23 de entrega del trabajo final a la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

JUAN MANUEL GONZALEZ T.
C.C 78.655.168

CARMEN TERESA ARENDS F.
C.E 417401

GERALI DEL VALLE ACOSTA
C.E 416966

LIST BERTEL CARO.
C.C 1.102.844.491

SANDRA MILENA JIMENEZ C.
C.C 32. 794.537

|

Bogotá, Junio de 2016

Señores:

Biblioteca Institución Universitaria Colegios de Colombia

La Ciudad

Autorizamos a la unidad de investigación de la Institución Universitaria Colegios de Colombia a consultar y reproducir con fines de investigación, parcial o totalmente el contenido del trabajo de grado titulado: **“Evaluación de la remineralización de la estructura del esmalte dental después de aclaramiento: un estudio *in vitro*”** presentado a la unidad de investigación como requisito del programa para optar a el título de Prostodoncista siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación y a sus autores.

JUAN MANUEL GONZALEZ T.
C.C 78.655.168

CARMEN TERESA ARENDS F.
C.E 417401

GERALI DEL VALLE ACOSTA
C.E 416966

LIST BERTEL CARO.
C.C 1.102.844.491

SANDRA MILENA JIMENEZ
C.C 32. 794.537

FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO DEL TRABAJO: “**Evaluación de la remineralización de la estructura del esmalte dental después de aclaramiento: un estudio *in vitro***”

AUTORES: Carmen Teresa Arends Fonseca, Gerali del Valle Acosta, List Bertel Caro, Sandra Milena Jiménez Cariello

ASESOR CIENTÍFICO Dr. Juan Manuel González Trujillo

ASESOR METODOLÓGICO: Dra. Ángela Suárez Castillo.

MATERIAL ANEXO: 2 CD, 2 Artículos científicos.

FACULTAD: Odontología.

TÍTULO OBTENIDO: Especialista en Prostodoncia

CATEGORÍA: Postgrado.

PALABRAS CLAVE: Esmalte dental, Aclaramiento dental, Peróxido de hidrógeno, Saliva artificial, Sustancias Remineralizantes.

.

CONTENIDO

	PÁGINA
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICACIÓN	13
1.3 PROPÓSITO	14
1.4 MARCO TEÓRICO	18
1.4.1. ODONTOGÉNESIS	19
1.4.2 ESMALTE DENTAL	22
1.4.2.1 COMPOSICIÓN	22
1.4.2.2 AMELOGÉNESIS	24
1.4.2.3 ESTRUCTURA	29
1.4.3 DENTINA	33
1.4.4 PULPA	34
1.4.5 ACLARAMIENTO DENTAL	35
1.4.5.1 COMPOSICIÓN DE LOS AGENTES PARA ACLARAMIENTO	38
1.4.5.2 MECANISMO DE ACCIÓN	39
1.4.5.3 TIPOS DE ACLARAMIENTO	40
1.4.5.4 PRODUCTOS PARA ACLARAMIENTO DENTAL	42
1.4.5.5 TÉCNICAS DE ACLARAMIENTO DENTAL	44
1.4.5.6. EFECTOS DEL ACLARAMIENTO DENTAL SOBRE EL ESMALTE, DENTINA, PULPA Y TEJIDOS BLANDOS	45

1.4.6 DESMINERALIZACIÓN- REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE (DES-RE)	50
1.4.7 TECNOLOGÍA	64
1.4.7.1 ISOMET	64
1.4.7.2 Microscopio electrónico de Barrido	65
1.4.8 OBJETIVOS	67
1.4.8.1 OBJETIVO GENERAL:	67
1.4.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	67
1.4.9 HIPÓTESIS	68
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	69
2.1 TIPO DE ESTUDIO	69
2.2 OBJETO DEL ESTUDIO	69
2.3 MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO	69
2.4 UNIDAD DE OBSERVACIÓN	69
2.5 MUESTRA	69
2.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN	69
2.6.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	69
2.6.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	70
2.8 PROCEDIMIENTO	71
2.9 ASPECTOS ÉTICOS	77
3. RESULTADOS	108
4. DISCUSIÓN	111
5. CONCLUSIONES	117
6. RECOMENDACIONES	118

|

7. ANEXO	119
7.1 ANEXO 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO	119
7.2 ANEXO 2. CONSENTIMIENTOS FIRMADOS POR PACIENTES	122
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Recientemente se ha observado como tendencia, un creciente interés de las personas por lucir un tono de dientes cada vez más claro, a través de técnicas de aclaramiento y productos que eliminen las manchas del diente (1,2). Lo anterior se asocia con un estereotipo occidental de éxito en todas las facetas del ser; actores, modelos, presentadores de televisión e incluso personalidades políticas, ostentan dientes extremadamente blancos, lo cual induce a crear en el imaginario, que la belleza o blancura dental está asociada a salud, triunfo en la vida profesional y social (3,4). No obstante, el aclaramiento dental debe considerar algo más que una tendencia o apariencia personal, y desde esta perspectiva, la experiencia y el conocimiento del odontólogo juega un papel determinante no solo en el uso de agentes aclaradores sino, en la forma o formas que existen para reparar la estructura del diente después de ser sometido a estos agentes oxidantes. Estudios recientes han demostrado que la exposición de estructuras dentales con diferentes peróxidos, tales como peróxido de hidrógeno, carbamida y perborato de sodio, tienen efectos secundarios entre otros, alteraciones en la morfología superficial del esmalte, reducción en la fuerza de adhesión a los materiales de restauración, reducción en la microdureza (5), hipersensibilidad

|

dentinal (2,6) y en general una pérdida generalizada de minerales como calcio, fosfato, y fluoruro (4), siendo estos, inquietudes persistentes por parte de odontólogos y pacientes ante la iniciativa de practicar un aclaramiento dental.

Esta situación ha llevado al desarrollo de diferentes sustancias que aceleren el proceso de remineralización, algunos de ellos a base de flúor o caseína (4), los cuales mitigan o revierten los efectos adversos anteriormente descritos, especialmente el de hipersensibilidad dentinal, mediante su aplicación tópica (4,7). Por tal razón, algunos agentes aclaradores, han incorporado dentro de sus ingredientes, estos remineralizantes para evitar la pérdida de minerales dentro de los procesos de aclaramiento (8, 9), promoviendo la absorción de calcio y fósforo para formar tejidos duros y mejorar la resistencia a agentes oxidantes (10).

Se requiere establecer la efectividad de dichos agentes remineralizantes en la recuperación de la capa de esmalte. Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existen diferencias en el efecto remineralizante en la superficie del esmalte, entre las sustancias fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidróxiapatita – xilitol?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Conociendo los efectos adversos que las sustancias químicas para aclaramiento dental generan, se plantea un reto en materia de investigación para establecer la

|

efectividad de diferentes agentes químicos para revertir o mitigar los efectos desmineralizantes después de aclaramiento dental.

Teniendo como base que la mayoría de los estudios coinciden en que los agentes de aclaramiento, causan entre otros, disminución en la dureza del esmalte dental y estructuras adyacentes, pérdida en la resistencia a la adhesión de los materiales restaurativos, porosidades, rugosidades, sensibilidad dentinal, inactividad pulpar, daños en tejido blandos, entre otros (11,12). La presente investigación, pretende comprobar la eficacia de los agentes remineralizantes tales como fluoruro de sodio en crema y fosfato de calcio amorfo, en la remineralización del esmalte y de esta manera contribuir en el avance para realizar una odontología más responsable y menos invasiva.

1.3 PROPÓSITO

Partiendo de la base que no existe unificación entre los autores en cuanto a la eficacia de los agentes remineralizantes pos-aclaramiento dental, se elaboró esta investigación cuyo fin es analizar la efectividad del fluoruro de sodio en crema y el fosfato de calcio amorfo, determinando a su vez cuál de estas dos sustancias tiene un mejor comportamiento en la remineralización del esmalte dental. De igual manera, este trabajo tiene como propósito generar interés en los profesionales y especialistas en salud oral, para profundizar en el conocimiento de estos materiales y la importancia de su uso en la consulta odontológica.

ANTECEDENTES

Investigaciones previas relacionadas con la remineralización de distintas sustancias, posterior al aclaramiento dental han sido realizadas con diferentes objetivos, con el fin de determinar en algunos estudios si el porcentaje de aclaramiento dental influye en los defectos estructurales del esmalte, y si posterior a este tratamiento se pueden revertir estos cambios a partir de la aplicación de sustancias remineralizantes. Ninguno de los estudios evalúan puntualmente el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% y al 40%, y posteriormente aplican sustancias remineralizantes como fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidroxiapatita y xilitol, para observar la recuperación de los daños estructurales en el esmalte.

Los trabajos de investigación como el de Sulieman y cols. (2004) titulado “El efecto de la concentración de peróxido de hidrógeno sobre el resultado del blanqueamiento dental: un estudio in vitro” y el de Bistey y cols. (2007) “Estudio in vitro FT-IR de los efectos de peróxido de hidrógeno en la superficie del esmalte dental” evaluaron los distintos efectos del peróxido de hidrógeno a distintas concentraciones. Obteniendo como resultados ambos estudios que el aclaramiento dental produce alteraciones superficiales del esmalte y cambio de color en el diente, los cuales eran proporcionales a la concentración del aclaramiento, las sesiones y al tiempo de aplicación. Estos resultados aunque no se comparan a las concentraciones del peróxido de hidrógeno del presente

|

estudio, pueden dar orientación de la influencia que acarrea la concentración de los agentes aclaradores sobre la superficie del esmalte.

Coceska y cols.en 2015(76) realizaron un estudio “Alteración del esmalte posterior al blanqueamiento dental seguido de la remineralización” donde tenían como objetivo comparar los efectos de los agentes aclarantes en consultorio con alta concentración de peróxido de hidrógeno (con y sin activación láser), en la superficie del esmalte; y el potencial remineralizante de cualquier alteración con cuatro pastas de dientes diferentes. Obteniendo como resultados después de la evaluación con microscopía electrónica de barrido, que altas concentraciones de peróxido de hidrógeno al 40% producen daños parciales en la superficie del esmalte específicamente con pérdida de la sustancia interprismática. Dicho estudio permite solamente comparar si la concentración al 40% produce mayor alteración en el esmalte.

Heshmat y cols. En 2014 (70) en su estudio “*El efecto de Remin Pro y MI Paste Plus en esmalte blanqueado rugosidad de la superficie*”, determinaron los efectos que producían dos sustancias remineralizantes en la superficie del esmalte posterior al aclaramiento dental, utilizando como sustancia aclaradora Peróxido de carbamida al 35% y para la remineralización (fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidroxiapatita y xilitol) Los resultados de este estudio nos permiten solamente comparar si hay diferentes efectos en cuanto a las dos sustancias remineralizantes utilizadas.

Esta investigación a diferencias publicaciones anteriormente mencionadas, difiere en que se busca comparar la capacidad de remineralización con dos sustancias posterior al aclaramiento dental a distintas concentraciones con peróxido de

|

hidrógeno al 35% y al 40%. En la actualidad no existen estudios similares, que permitan comparar las mismas variables de desmineralización-remineralización que la presente investigación.

1.4 MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de estudiar conceptos y teorías relacionadas con el efecto remineralizante del esmalte después de aclaramiento dental, la presente investigación inició describiendo, cómo está compuesta la estructura del esmalte dental humano (EDH) y sus estructuras adyacentes como dentina y pulpa; las causas más comunes por las cuales ocurre el proceso de desmineralización y las condiciones para que se produzca el fenómeno de remineralización, cuyo objetivo es comprender con mayor detalle, cómo ocurre y qué consecuencias trae para la superficie del esmalte dental, aplicar un aclaramiento dental considerando sustancias remineralizantes que suponen la reposición de minerales perdidos durante el proceso de aclaramiento. Posteriormente y teniendo como base los procesos de desmineralización y remineralización (DES-RE), será contrastada la información con procesos de aclaramiento dental bajo el efecto del peróxido de hidrogeno en diferentes concentraciones, conceptualizando a su vez, agentes remineralizantes como el fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio en crema, principales agentes objeto de la investigación. Finalmente, se describirá la tecnología empleada en esta investigación; microscopio electrónico de barrido (SEM), con la finalidad de comprender su funcionamiento y la ayuda que estos nos ofrecen a la hora de evaluar los resultados en la muestra.

1.4.1. ODONTOGÉNESIS

Para la formación de los tejidos que conforman tanto los dientes primarios como los permanentes, se tiene que llevar a cabo un proceso complejo denominado odontogénesis. Las dos capas germinativas que participan en la formación de los dientes son: el epitelio ectodérmico, de donde se origina el esmalte, y el ectomesénquima que va a formar el complejo dentinopulpar, el cemento dental, ligamento periodontal y hueso alveolar (13,14).

La odontogénesis se inicia en la sexta semana de vida intrauterina y se lleva a cabo fundamentalmente en dos fases que son:

A.-Morfogénesis o morfodiferenciación, en la cual se va a producir la formación del patrón que constituirá la corona del diente y posteriormente la formación del patrón que constituirá la raíz dentaria.

B.-Histogénesis o citodiferenciación, en la cual se lleva cabo la formación del esmalte, la dentina y la pulpa a partir de los patrones de la corona y la raíz dentaria. (13)

A su vez, la formación del patrón coronario se da de la misma manera por etapas que son:

A.-ESTADIO DE BROTE O YEMA: Se produce la proliferación de las células de la lámina dentaria. El germen dentario está constituido por células periféricas cuboides y células centrales o internas poligonales.

B.-ESTADIO DE CASQUETE: Se produce el crecimiento de las caras laterales del brote; en este momento el germen dentario se encuentra en la novena semana de desarrollo embrionario y está formado por el órgano del esmalte (compuesto por el epitelio externo, epitelio interno y retículo estrellado), un esbozo de la papila dentaria ubicada por debajo del órgano del esmalte, dará origen al complejo dentino-pulpar, y por último un esbozo de saco o folículo dentario que al igual que la papila dentaria es una estructura de origen ectomesenquimático dará origen a los tejidos de soporte del diente como lo es el periodonto de inserción.

C.- ESTADIO DE CAMPANA INICIAL: se inicia entre las 14 a 18 semanas de vida intrauterina. En esta etapa se produce la conformación de la morfología coronaria, aparición de nuevas capas, aparición del brote del germen dentario del diente permanente. Aunado a esto se inician los cambios que se corresponden con el inicio de la citodiferenciación. (13)

Al finalizar esta etapa, cuando comienza la histogénesis o aposición de los tejidos duros dentarios (dentina, esmalte), el estrato intermedio (estructura que forma parte del órgano del esmalte) se vincula estrechamente con los vasos sanguíneos provenientes del saco dentario, asegurando así la vitalidad de los ameloblastos y controlando el paso del aporte de calcio al esmalte en formación. Esto demuestra el importante papel del estrato intermedio durante la etapa de secreción y mineralización del esmalte. (13)

D.-ESTADIO DE CAMPANA AVANZADA: se da el comienzo de la formación de los tejidos duros del diente, observándose cambios visibles en el germen dentario, quedando constituido por el órgano del esmalte el cual se reduce a nivel de los bordes incisales y en las áreas donde estarán las futuras cúspides en el caso de los dientes posteriores, convirtiéndose en una estructura semejante a un epitelio, de donde proviene que su nombre cambie a Epitelio Reducido del Órgano del Esmalte. A nivel del tercio medio del germen dentario se mantiene el retículo estrellado y el epitelio dental externo. A nivel de la unión entre el epitelio dental interno y el epitelio dental externo se iniciará la formación del patrón radicular, por lo que la estructura que fue llamada en el estadio anterior asa cervical pasa a ser vaina radicular de Hertwig. (13)

Los ameloblastos en esta etapa ya poseen todas las características de una célula secretora de proteínas, sin embargo todavía no llevan a cabo ninguna función, permanecerán inactivos hasta tanto los odontoblastos no hayan secretado la primera capa de dentina (primer tejido dentario depositado) de manera que al final del estadio de campana, los ameloblastos jóvenes se han transformado por citodiferenciación en ameloblastos secretores o maduros. Se inicia la aposición de esmalte a nivel del borde incisal y se continúa hasta llegar a cervical, paralelo al esmalte dentario se observa la dentina y la predentina; entre ambos se inicia la formación de la conexión amelodentinaria. Los ameloblastos secretores se observan en estrecha relación al esmalte y unido al epitelio reducido del órgano

|

del esmalte, mientras que los odontoblastos secretores se observan a nivel de la papila dentaria y en íntimo contacto con la predentina. (13, 14).

1.4.2 ESMALTE DENTAL

1.4.2.1 COMPOSICIÓN

El esmalte dental es la cubierta más externa del diente, compuesto esencialmente por hidroxiapatita, principal componente inorgánico del hueso de los vertebrados y que también está presente en la dentina (15), (16). El esmalte, cubre solo la corona del diente, es de origen epitelial (ectodérmico), cuya composición está representada en un 95% de material inorgánico principalmente fosfato de calcio en hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) y fluorapatita [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$], un 3,8% de agua y un 1,2% como material orgánico (17), el cual contiene una proteína llamada amielina, que contiene ácido aspártico, glicina, prolina, y ácido glutámico; también pueden encontrarse azúcares libres, glucoproteínas y fosfoproteínas (18).

(Imagen 1).

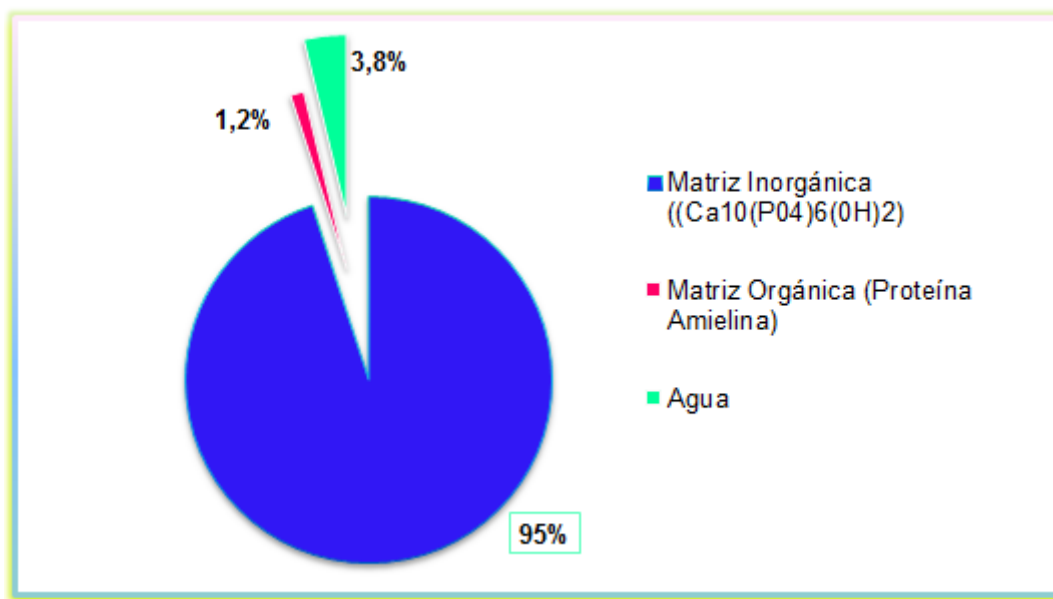


Imagen 1. Composición del esmalte dental humano

Fuente: Ippolitov, Seredin, 2014

El componente inorgánico, hidroxiapatita (HAp), está compuesto por cristales de hidroxiapatita, organizados en grupos llamados prismas, principal componente del esmalte dental humano (EDH). Los cristales de hidroxiapatita se componen de dalita, la cual contiene la mayor parte de iones de calcio y fosfato, entremezclados con iones de flúor (18). El grosor del EDH, varía de acuerdo a la pieza dentaria, así en las cúspides de molares puede alcanzar 2,5mm y disminuye gradualmente hacia el cuello dentinario, terminando en el comúnmente llamado filo de cuchillo, lo que sugiere que la dureza mantiene una relación con el contenido mineral del esmalte sano y la profundidad de la superficie del mismo; sobre las cúspides de premolares es de 2.3mm y sobre los incisivos es de 2.0mm aproximadamente; su color es translucido y varía de acuerdo al grosor, de esta manera, donde es más grueso tendrá una tonalidad más opaca, generando un color blanco grisáceo o blanco azulado y en las zonas donde es más delgado tendrá color blanco

|

amarillento (19), color que es otorgado por la dentina y que está determinado genéticamente.

1.4.2.2 AMELOGÉNESIS

La amelogénesis es el proceso de formación del esmalte. Los ameloblastos son las células formadoras del esmalte, se diferencian a partir del epitelio interno del órgano del esmalte y alcanzan un alto grado de especialización. Estructural y ultraestructuralmente, el ameloblasto constituye la unidad funcional, por ser la única célula responsable de la secreción de la matriz orgánica del esmalte. (13,14).

La formación del esmalte incluye etapas de secreción y maduración. Las etapas que constituyen el ciclo vital del ameloblasto, son las siguientes:

1. ETAPA MORFOGÉNICA (PREAMELOBLASTO). En los preameloblastos se inicia la expresión y la secreción de ruftelina, de sialofosfoproteína dentinaria (DSP) y de ATPasa dependiente del calcio. Los preameloblastos son células cilíndricas con núcleo ovalado, que ocupa, casi por completo el cuerpo celular y ubicado en la región central. (13,14)

2. ETAPA DE ORGANIZACIÓN O DIFERENCIACIÓN (AMELOBLASTO JOVEN). En este período los ameloblastos se hallan alineados estrechamente uno respecto de otro y cambian de aspecto, las células se alargan, cambian de polaridad, los organelos y el núcleo se dirigen hacia el extremo distal (estrato

|

intermedio). Hacia el final del período de organización comienza la secreción de dentina por parte de los odontoblastos. Cuando esto ocurre se desarrolla una inversión de la corriente nutricia, al quedar separados los ameloblastos de la papila dentaria, su fuente primitiva de nutrición. Ahora su nutrición procede de los capilares del saco dentario. El cambio de polaridad que el ameloblasto joven sufre en esta etapa está relacionado con una reprogramación de los mecanismos celulares que controlan el tráfico vesicular, dado que a partir de esta fase, se va a desarrollar una intensa síntesis y secreción de proteínas del esmalte. (13,14)

3. ETAPA FORMATIVA O DE SECRECIÓN (AMELOBLASTO SECRETOR O

MADURO). El ameloblasto secretor es una célula cilíndrica y delgada de unos 60 μm de altura. El núcleo del ameloblasto se encuentra ahora en el polo distal. En el citoplasma de los ameloblastos secretores se han descrito vesículas denominadas cuerpos ameloblásticos o cuerpos adamantinos que son formaciones de tipo granular consideradas como precursores intracelulares de la matriz orgánica del esmalte. El contenido de los cuerpos ameloblásticos no se conoce con exactitud. Por una parte, se supone que su naturaleza es proteica y que contiene constituyentes propios de la matriz orgánica del esmalte. Algunos autores consideran que podrían contener sales minerales cálcicas en forma soluble. (13) La secreción de proteínas del esmalte y la aparición de cristales inorgánicos dentro de ellas, es casi simultánea. Las principales proteínas secretadas durante esta etapa son amelogenina, ameloblastina y enamelina. Las proteínas del esmalte secretadas se concentran a lo largo de la membrana y crean un frente de mineralización, que difiere de las de la dentina y el hueso por carecer de una capa

|

no mineralizada. Cuando las proteínas enamulina o ameloblastina faltan o son defectuosas, el frente de mineralización falla y la capa de esmalte está ausente.

(20) Los cristales del esmalte que se forman primero se interdigitan con los cristales de la dentina. A medida que se forma esta primera capa amorfa de esmalte (esmalte aprismático), los ameloblastos se alejan de la superficie de la dentina y desarrollan una proyección cónica denominada proceso de Tomes, estructura responsable de la formación de los prismas y la disposición de los cristales dentro del mismo, por lo tanto se asocia con la formación de esmalte prismático, es decir, que el prisma se forma sólo cuando la prolongación citoplasmática del proceso de Tomes está presente. En la formación de cada prisma intervienen cuatro ameloblastos y cada ameloblasto contribuye a formar cuatro prismas. (13)

4. ETAPA DE MADURACIÓN. En esta etapa los ameloblastos se someten a continuación a una serie de cambios citológicos en preparación para la maduración del esmalte, reducen ligeramente su tamaño, y aumentan su diámetro transversal. (21) El frente de mineralización se retira y el proceso de Tomes desaparece y en el polo proximal surgen microvellosidades e invaginaciones tubulares semejantes a las del osteoclasto. El ameloblasto en este período, presenta una actividad absortiva, e interviene en la regulación del transporte del calcio y de otros iones tales como el bicarbonato convirtiéndose en un verdadero sistema tampón para la matriz del esmalte. (13,14,22)

|

Durante la maduración del esmalte, hay un fuerte aumento de la degradación de la matriz. A medida que avanza la mineralización del esmalte, la matriz orgánica se elimina progresivamente permitiendo a los cristalitos crecer en espesor. Finalmente, la mayor parte de la matriz (específicamente las amelogeninas) y el fluido han sido reemplazados gradualmente y el componente de volumen de mineral aumenta abruptamente desde 10%-20% a 80%-90%. Cabe señalar que los ameloblastos continúan secretando algunas proteínas entrado el periodo de maduración.

Uno de los pasos más importantes en la etapa de maduración del esmalte es la organización de los cristales de Hidroxiapatita en el esmalte (21).

5. ETAPA DE PROTECCIÓN. En esta etapa tiene lugar la formación del epitelio reducido del órgano del esmalte, que se da por la fusión de los ameloblastos secretores con el resto de las capas del órgano del esmalte, y cuya función es la de proteger al esmalte maduro, separándolo del tejido conectivo hasta la erupción del elemento dentario.

6. ETAPA DESMOLÍTICA. El epitelio reducido del esmalte prolifera e induce la atrofia del tejido conectivo que lo separa del epitelio bucal, de este modo pueden fusionarse ambos epitelios. (13)

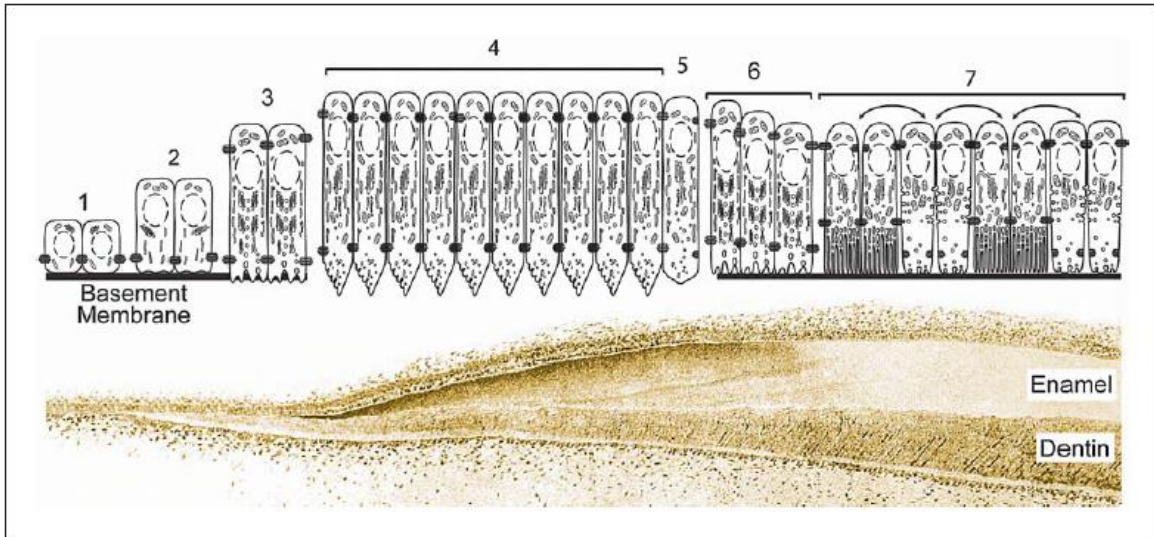


Imagen 2. Cambios de los ameloblastos durante la formación del esmalte.

Fuente: Jan C.-C. Hu 2007

En la imagen 2 se observan: Las células epiteliales del epitelio interno del esmalte (1) descansan sobre una membrana basal. Estas células aumentan en longitud para la diferenciación de ameloblastos por encima de la matriz de dentina secundaria (2). Los ameloblastos presecretorios envían procesos a través de la membrana basal degenerándola ya que inician la secreción de proteínas del esmalte en la superficie de las vellosidades de mineralización de la dentina (3). Los ameloblastos secretorios desarrollan una especialización secretora, o proceso de Tomes (4). Al final de la fase secretora, ameloblastos pierden su proceso de Tomes y producen una fina capa de esmalte aprismático (5). Durante la etapa de transición, los ameloblastos se someten a una reestructuración importante que disminuye su actividad secretora y cambia los tipos de proteínas secretadas (6). Durante la etapa de maduración los ameloblastos modulan entre las fases rizada y lisa (7).

|

Tras la erupción del diente permanente, las células formadoras del esmalte (ameloblastos), desaparecen mediante apoptosis, de tal manera que el EDH, siendo la estructura más dura del cuerpo humano no se regenera nunca. Cambios tales como un pH bajo, acumulación de placa bacteriana, ingesta de alimentos ácidos, y aplicación de químicos, pueden afectar la estructura del esmalte dental, produciendo, caries o desmineralización del diente. No obstante, y siendo el esmalte dental una estructura acelular, avascular y sin inervación, tiene la propiedad de remineralizarse, mediante un balance propicio de desmineralización y remineralización (DES-RE) (23,24).

1.4.2.3 ESTRUCTURA

Histológicamente la estructura del EDH está formado por una unidad estructural básica primaria, llamada prismas del esmalte y por unas secundarias que son prolongaciones de las primeras, llamadas Estrías de Retzius, penachos adamantinos, bandas de Hunter-Schreger, esmalte nudoso, conexión o unión amelodentinaria (CAD o UAD) y Husos adamantinos (18). Imagen 2.

Los prismas del esmalte son estructuras longitudinales de 4 μm de espesor promedio y de 4-10 μm de diámetro, que se dirigen desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. El número de prismas varía en relación con el tamaño de la corona evaluándose entre 5 y 12 millones. Al observar la morfología de los prismas al microscopio óptico, en cortes longitudinales se observan como bandas delgadas o varillas irregularmente

|

paralelas, mientras que en los cortes transversales se presentan como secciones irregularmente hexagonales o en escamas de pescado. (13) Figura 3.

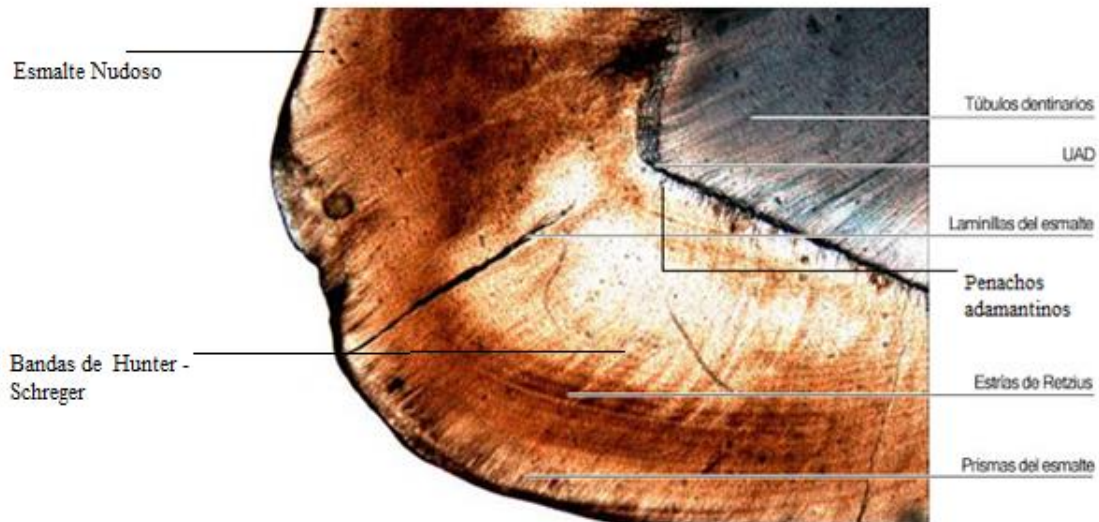


Imagen 3. Estructura del esmalte dental

Fuente: Leeson, Leeson, Paparo, 1990.

En la imagen 3 se observan: Unión amelodentinaria (UAD), línea oscura entre el esmalte y la dentina; laminillas del esmalte o microfracturas del esmalte, las cuales corresponden a una grieta estrecha y recta que va desde la superficie del esmalte hacia la UAD; estrías de Retzius, que aparecen como bandas parduzcas que corresponden a la sucesiva aposición de capas de esmalte durante la formación de la corona; penachos adamantinos, que nacen en la UAD, y tienen forma de arbusto; Esmalte nudoso, que se observa como lagunas difusas y se localiza en las cúspides dentarias; y bandas de Hunter Schreger, que son claras y oscuras denominadas parazonas y diazonas respectivamente.

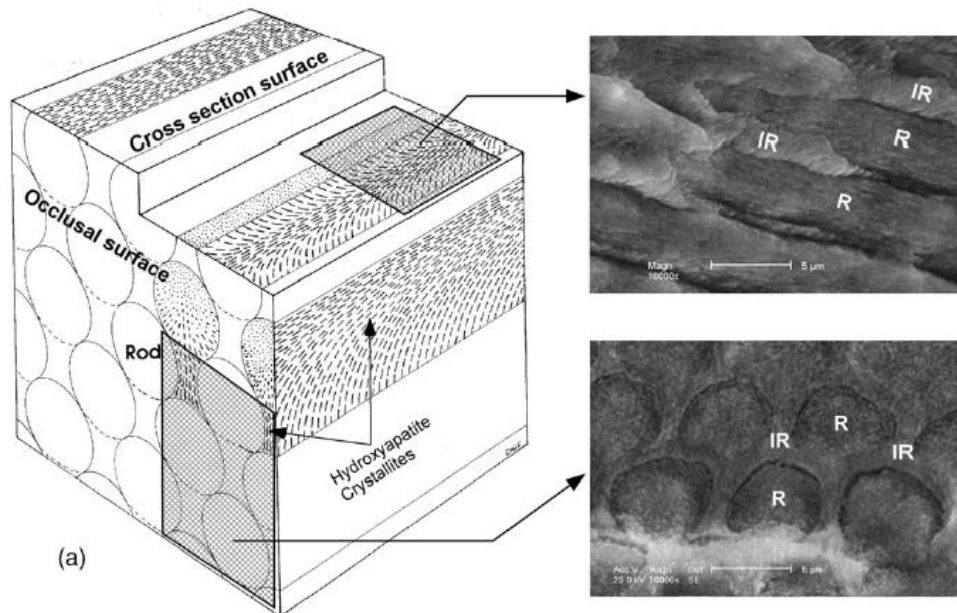


Imagen 4. Morfología de los prismas del esmalte

Fuente: Hong L, Swain M. 2008

Al microscopio electrónico, en un corte transversal se logra ver el prisma con forma de ojo de cerradura, el diámetro de la cabeza del prisma es de aproximadamente 5 µm y de longitud 9µm. Se organizan de manera tal que las cabezas de los prismas se ubican entre las colas de los prismas suprayacentes.

(13) Imagen 4.

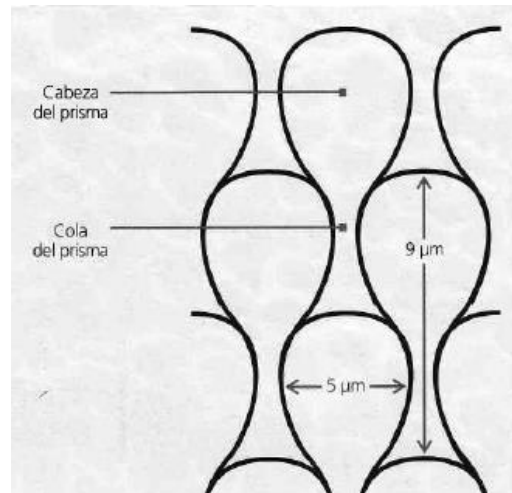


Imagen 5. Corte transversal del prisma al ME

Fuente: Gómez M. y Campos A. 2007

Por otro lado en cuanto a las unidades estructurales secundarias, las estrías de Retzius, llamadas también líneas incrementales, ya que marcan la aposición de capas de tejido durante el proceso de formación de la corona, se producen a intervalos regulares de tiempo, y llegan a la superficie del diente como surcos llamados periquematis. Entre estría y estría existen intervalos de 20 a 80 µm, siendo más abundantes en la zona cervical. (13, 25)

La causa inmediata de las Estrías de Retzius son los cambios en la actividad de ameloblastos. La aparición de líneas análogas en la dentina (líneas Andresen) sugiere una causa subyacente que pueda afectar a múltiples sistemas fisiológicos. A pesar de su etiología desconocida, se ha demostrado que las Estrías de Retzius se producen con una periodicidad constante, y esta característica los hace útiles para determinar los tiempos de formación de la corona. (25)

1.4.3 DENTINA

La dentina es el tejido subyacente al esmalte dental, que constituye el grueso del diente; conocida también comúnmente como ebúrnea o marfil, sinérgicamente trabaja con el esmalte para proporcionar la morfología del diente; a nivel fisiológico, actúa como una barrera permeable entre el esmalte y la pulpa, mientras que biomecánicamente funciona como una base dura que ayuda a prevenir propagación de grietas desde el esmalte más frágil (26).

La matriz de la dentina está conformada por células odontoblasticas principales precursoras de la formación y maduración de la misma; contiene también núcleos basales, citoplasma basófilo con abundante retículo endoplásmatico granuloso y un gran aparato de Golgi supranuclear; la cara externa del aparato de Golgi, está próxima al retículo endoplásmatico granuloso y forma la cara inmadura (cara cis); la cara madura (cara trans), mira hacia el centro y contiene vacuolas agrandadas y gránulos precursores de la secreción. (27)

Químicamente, está conformada aproximadamente por un 70% de sales, lo que la hace semejante al hueso, pero más dura, por su forma de cristales de hidroxiapatita; un 18% por material orgánico intercelular, que incluye fibras colágenas y glucosaminoglucanos, sintetizados por células llamadas

|

odontoblastos, responsables de la mineralización y formación de dentina y un 12% de fluido, similar al plasma sanguíneo, pero menos definido (18).

1.4.4 PULPA

La pulpa dental es un tejido mesenquimatoso que ocupa la cámara pulpar y los conductos radiculares. Consta de células y material intracelular el cual está formado por fibrillas colágenas finas y sustancia fundamental que contiene glucosaminoglucanos; las prolongaciones de estas células pulpaes hacen contacto unas con otras para formar el retículo formando el material extracelular. También contiene la pulpa otro tipo de células como linfocitos macrófagos, células plasmáticas y una porción de odontoblastos productores de dentina ubicados en la periferia de la misma. Su irrigación está dada por una arteriola y dos vénulas de paredes delgadas que entran por los conductos radiculares y se ramifican formando un plexo capilar entre y por debajo de los odontoblastos. Estos vasos sanguíneos son de paredes delgadas y sus prolongaciones llegan hasta la predentina y dentina, conduciendo de esta manera la sensación de dolor, y al encontrarse en una cámara cerrada, son altamente sensibles a lesiones como inflamaciones o edema, produciendo en consecuencia la oclusión de los vasos y muerte de la pulpa (18). Químicamente la pulpa está compuesta por 75% agua y 25% matriz orgánica.

1.4.5 ACLARAMIENTO DENTAL

HISTORIA

Desde el principio de la historia, el ser humano ha buscado una belleza externa, con la finalidad de agradar a los demás; bíblicamente, también se ha hablado de los dientes, como fines estéticos: “Rojizos son sus ojos más que el vino y la blancura de sus dientes más que la leche” (Génesis 49, 12), derivando de esta manera, diversas maneras de blanquear los dientes desde esta época. La tendencia de tener unos dientes blancos, se ha venido generalizando con el paso del tiempo, constituyéndose en la última década como un sector de auge constante, donde la alteración del color es uno de los principales objetivos de la estética dental (12, 28). El concepto de aclaramiento dental fue descrito por primera vez en el siglo XIX (1800s) (29), con el uso de cloruro de calcio (Dwinelle, 1850), y en 1864, Truman presentó técnicas más eficaces para el aclaramiento de dientes no vitales, utilizando agentes tales como cloruro de calcio y ácido acético (Kirk, 1889). El derivado de esta combinación, fue una solución conocida como Labarraque, solución de hipoclorito de sodio, (Woodnut, 1861; M’Quillen, 1868) (30).

A finales del siglo XIX, otros agentes fueron utilizados con éxito, en dientes no vitales, incluyendo el cianuro de potasio (Kingsbury, 1861), ácido oxálico (Bogue, 1872), ácido sulfuroso (Kirk 1889), cloruro de aluminio (Harlan, 1891), hipofosfato de sodio (halan, 1891), Pirozono (Atkinson, 1892), dióxido de hidrógeno y peróxido de sodio (Kirk, 1893), siendo el pirozono, el superoxol y el dióxido de sodio los

|

agentes oxidantes más eficaces para la época; El superoxol se convirtió entonces, en el agente más utilizado por odontólogos, y fue combinándose con perborato de sodio en los dientes no vitales (Nutiing, 1976), con indicaciones tales como el selle perfecto de la gutapercha, antes del procedimiento (12).

En dientes vitales, se utilizaron también agentes como ácido oxálico (Latimer, 1868) o Pirozono (Atkinson, 1892) y posteriormente con peróxido de hidrógeno (Fisher, 1911), con o sin activación de calor (Howell, 1980); 1989, Munro observó que el peróxido de carbamida utilizado para el tratamiento de la gingivitis, aclarada los dientes; le dio entonces una consistencia más viscosa para dicho uso; Esta técnica, fue perfeccionada por Haywood y Heymann, introduciéndola en el sistema de aclaramiento dental casero, a través de cubetas individuales, volviéndose desde este año, una de las técnicas más utilizadas por odontólogos hasta la actualidad (6, 30). Por último, la técnica de aclaramiento en el consultorio en la actualidad, oscila entre 15% y 40%, (Haywood, 2000; Ontiveros, 2011) (12).

DEFINICIÓN DE ACLARAMIENTO DENTAL

El aclaramiento dental, es la difusión de peróxido a través del esmalte para causar la oxidación química liberando oxígeno y causando de esta forma el aumento en la luminosidad del color de los dientes, particularmente en la dentina (3). Mayores concentraciones producen resultados más rápidos, sin embargo, menores

|

concentraciones en tiempos prolongados pueden alcanzar la eficiencia de los tratamientos con mayores concentraciones (31).

En 1992, Friedman intenta un aclaramiento complementándolo con luz visible y en 1996, Yarborouugh introduce el láser para la activación de algunos agentes blanqueadores, no obstante, el concepto de eficiencia de los tratamientos activados por luz versus los que no la consideran, difieren en diversos estudios, dado que para muchos autores la luz solo produce una agilización en el proceso de aclaramiento y/o un efecto placebo, más no en aumento de aclaramiento dental (31).

Los agentes aclaradores, contienen tanto sustancias activas como inactivas, las activas corresponden a peróxido de hidrógeno o carbamida, y sus componentes inactivos incluyen agentes espesantes como carbopol (carboxilpolimetileno) en concentraciones entre el 0,5% y 1,5%, tensioactivos, conservantes, aromatizantes entre otros (12).

1.4.5.1 COMPOSICIÓN DE LOS AGENTES PARA ACLARAMIENTO

Tabla 1. Componentes de los agentes aclaradores.

<u>Agentes Activos</u>	<u>Agentes Inactivos</u>
• Peróxido de hidrógeno • Peróxido de Carbamida	a) Carbopol (carboxipolimetileno): principal componente espesante, 0,5% y 1,5: aumenta la viscosidad de los materiales de blanqueo para mejor retención y aumente el tiempo de liberación de oxígeno (Rodríguez et al., 2007) b) Portador: Glicerina y Propilenglicol: es un portador que mantiene la humedad y ayuda a disolver otros ingredientes. c) Surfactantes y dispersantes de pigmentos: permiten disminuir la tensión superficial en el esmalte, permitiendo que se difunda fácilmente el aclaramiento (Feinman et al., 1991). d) Preservativos: metilo, propilparabeno y benzoato de sodio, los cuales tienden a disminuir o prevenir el crecimiento bacteriano. e) Aromatizantes: como menta, hierbabuena, anís, entre otros.

Las marcas y concentraciones más utilizadas de estos peróxidos, se exponen en la tabla a continuación; sus usos pueden ser de carácter ambulatorio o usado en consultorio para el aclaramiento en dientes vitales y no vitales (32).

|

Tabla 2. Concentración de los Peróxidos

Peróxidos	Concentración	Casa Comercial	Usos
Peróxido de Hidrogeno	10%	Ultradent, USA	Casa
	35%	Ultradent, USA	Consultorio
		FGM, Brazil	
		Dash, USA	
		DMC, Brazil	
	40%	Phillips/ZOOM, USA	Consultorio
		Ultradent, USA	
Peróxido de Carbamida		Ultradent, USA	Casa
	10%	FGM, Brazil	Casa
		Dash, USA	Casa
		DMC, Brazil	Casa
		Nite White, USA	Casa
	15%	Ultradent, USA	Casa
		Fluorescence, USA	Casa
	16%	FGM, Brazil	Casa
		DMC, Brazil	
	20%	Ultradent, USA	Casa
	22%	FGM, Brazil	Casa
		DMC, Brazil	

1.4.5.2 MECANISMO DE ACCIÓN

El mecanismo de acción de los agentes aclaradores, se da básicamente mediante proceso de oxidación, en el cual se liberan radicales libres inestables, correspondientes a radicales de hidroxilo, perhidroxilo, los cuales atacan las moléculas pigmentadas en el esmalte del diente (Dahl y Pallesen, 2003; Joiner, 2006; Minouxy Serfaty, 2008), produciendo de esta manera el aclaramiento de dientes (12).

1.4.5.3 TIPOS DE ACLARAMIENTO

Según la clasificación de Hattab et al., (1999), los aclaramientos dentales están divididos en intrínsecos y extrínsecos. El primero, se relaciona con etapas preeruptivas relacionadas con manchas profundas o defectos en el esmalte (12); fenómenos tales como fluorosis (exceso de flúor en el agua mayor a 1-2ppm) puede causar alteración metabólica en ameloblastos (Dodson y bowles, 1991), amelogénesis imperfecta y dentinogénesis imperfecta (Nathoo, 1997; Viscio et al., 2000), administración de tetraciclinas, trauma de dientes en desarrollo, ictericia severa en la infancia, porfiria, caries dentales, restauraciones, adelgazamiento en la capa del esmalte (12, 15, 30); después de la erupción del diente, la decoloración intrínseca se relaciona comúnmente al envejecimiento natural del diente, necrosis pulpar no tratadas y la iatrogenia principalmente por endodoncias (15, 30).

A nivel extrínseco, las decoloraciones incluyen manchas ocasionadas por la ingesta de alimentos cromatogénicos (por ej: café, vino, tabaco) e higiene oral inadecuada que ocasionan una coloración en la superficie externa del diente, y que usualmente se pueden quitar desde una higiene realizada por el profesional en salud, hasta un tratamiento de aclaramiento dental (12, 15). De igual manera, la falta de higiene oral, el consumo de tabaco, manchas de café, té, vino tinto, zanahorias, naranjas y tabaco (Hattab et al, 1999 y Watts y Addy, 2001) (30).

|

Estas manchas se localizan en la película exterior del diente y se generan por la reacción entre azúcares y aminoácidos, o por la retención de cromóforos exógenos en la película adquirida (Viscio et al., 2000); a diferencia de las manchas intrínsecas, las coloraciones extrínsecas si pueden ser removidas por profilaxis regulares y/o por aclaramientos dentales (Goldstein y Garber, 1995) (12).

ACLARAMIENTO EN DIENTES VITALES

Con base en la clasificación anterior, el aclaramiento en dientes vitales solo puede ser tratado con técnicas extrínsecas, activados con luz o sin luz, por medio de peróxidos de carbamida o de hidrógeno manejados en casa o consultorio respectivamente, de acuerdo al criterio de cada profesional (29); el realizado en casa, consiste en aplicar el agente aclarador, peróxido de carbamida, a las superficies externas de los dientes utilizando una cubeta o matriz prefabricada; Su concentración varía entre 10 y 20% (33), sin embargo, existen en el mercado concentraciones de peróxido de hidrogeno para uso casero, al 1%, que ha tenido respuesta positiva en los consumidores (15). El realizado en consultorio, puede considerar el uso de peróxidos de hidrogeno, carbamida o combinados en concentraciones mayores al 16%, que generalmente van hasta el 40%, bajo la supervisión del profesional de la salud (29).

ACLARAMIENTO EN DIENTES NO VITALES

A nivel intracoronal, usando el perborato de sodio combinado con peróxido de hidrógeno al 30% en el espacio de la cámara pulpar, sellando esta durante una semana y se repite hasta lograr el aclaramiento deseado (2, 17), o también combinado, el cual utiliza a nivel intracoronal y extracoronal.

1.4.5.4 PRODUCTOS PARA ACLARAMIENTO DENTAL

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

El peróxido de hidrógeno es hoy por hoy el agente aclarador más usado por los profesionales en salud oral. Su aplicación mejora sustancialmente la apariencia de los dientes, en donde el peróxido mediante un fenómeno de oxidación produce el aclaramiento de los mismos (34). Este agente, a través de su bajo peso molecular, puede pasar fácilmente la matriz orgánica del diente, liberando radicales libres, los cuales hacen perder la coloración del diente (4). A diferencia de otros peróxidos, su uso se limita al consultorio dental, bajo la supervisión de un profesional, para aclaramientos intracoronales (3), y combinado con perborato de sodio para aclaramientos extracoronales (2).

Sus concentraciones varían entre un 25 y 40%, siendo la concentración más alta la que producen un efecto más rápido de aclaramiento. Sin embargo, una concentración del 20%, no produce el doble de velocidad que una del 10% (31).

PERÓXIDO DE CARBAMIDA

El peróxido de carbamida, al igual que el peróxido de hidrógeno, produce una reacción química mediante la oxidación atacando las moléculas de cromóforo del diente, reduciendo de esta manera el color del mismo. El peróxido de Carbamida, también produce urea, la cual facilita el proceso de aclaramiento (30). Debido a la seguridad que proporciona en la micromorfología del esmalte, facilidad de uso, ahorro en tiempo y costo-efectividad, es el peróxido de mayor uso tanto en casa como en consultorio en concentraciones entre 10 y 16% para coloraciones extrínsecas, aplicado en cubetas individuales fabricadas para el paciente (1,6,15). Concentraciones al 37% de este producto, no ha demostrado ser tan eficaz en aclaramientos intracoronaes, como el peróxido de hidrógeno al 30% combinado con perborato de sodio (2).

PERBORATO DE SODIO

Agente aclarador, empleado solo o combinado con Peróxido de Hidrógeno, peróxido de carbamida, agua, suero fisiológico, para formar una pasta, que se coloca en el interior de la cámara pulpar en la técnica de aclaramiento ambulatoria (29). Este agente, ha demostrado tener resultados positivos en el aclaramiento intracoronal de dientes tratados con endodoncia (2). Al igual que los anteriores agentes aclaradores, su mecanismo de acción se da a través de un proceso de oxidación, en el cual se eliminan radicales libres, produciendo una reducción en las manchas del diente.

1.4.5.5 TÉCNICAS DE ACLARAMIENTO DENTAL

ACLARAMIENTO DENTAL CASERO

Método supervisado, el cual requiere de seguimiento por parte del Odontólogo, con el uso de peróxido de carbamida entre un 10%, 16% y 22% (29) (Hirata, 2012; Langsten y cols., 2002) de 8 a 4 horas por día respectivamente, durante dos semanas (Sulieman, 2005); No obstante, este proceso puede aumentar el riesgo de irritación gingival, garganta y náuseas (Broome, 1998).

ACLARAMIENTO DENTAL EN CONSULTORIO

Requiere de peróxido de hidrógeno en altas concentraciones de 25% a 40% (Powell y Bales, 1991) activado por luz o no, para acelerar el aclaramiento (Sulieman, 2004-2005).

ACLARAMIENTO DENTAL COMERCIAL

Se realiza con productos de venta libre y se manejan concentraciones muy bajas, con peróxido de carbamida no mayor al 16%, combinado generalmente en cremas dentales, siendo utilizado por los pacientes sin supervisión del profesional.

1.4.5.6. EFECTOS DEL ACLARAMIENTO DENTAL SOBRE EL ESMALTE DENTINA, PULPA Y TEJIDOS BLANDOS

EFECTOS SOBRE EL ESMALTE Y DENTINA

Varios autores coinciden en los efectos químicos y físicos que producen los aclaramientos dentales en la estructura del diente, entre ellos: la microdureza del esmalte y la dentina, probada en Vickers, es afectada al aplicar peróxido de hidrógeno, siendo para el esmalte del 25% y para dentina del 22% después de 35 minutos de aclaramiento, bajo concentraciones del 35% de peróxido de hidrógeno en consultorio; a su vez, la reducción de la dureza (KHN) osciló entre 14% y 18% para esmalte y entre el 9% y 13% para dentina, después de 14 horas de aclaramiento casero con peróxido de carbamida al 10% (11). Autores tales como Abouassi y cols., 1992; Azrak y cols., 2010; Ben-Amar y cols., 1995; Bitter, 1992; Ernest y cols, (1996); De Freitas y cols., (2004); Crews y cols, (1997) también apoyan la hipótesis de que los efectos del aclaramiento, alteran la superficie del esmalte, aumentando la porosidad, disminuyendo la concentración de proteínas, modificando la relación calcio-fosfato y flúor entre otros (1, 5, 12). De Arruda y cols., (2014), compararon la microdureza del esmalte dental en dientes inducidos cariogénicamente a través de la aplicación de sacarosa al 20% por goteo versus dientes inducidos cariogénicamente más la aplicación de peróxido de hidrogeno al 35%, notando una reducción significativamente superior en el segundo grupo; así las cosas, el grupo no sometido al peróxido tuvo una reducción del 19,2% y el segundo del 24,9%, destacando lo anterior, que la desmineralización inducida por

|

un biofilm más la aplicación de peróxido de hidrógeno, es estadísticamente superior a la producida en fenómenos cariosos, y esto se debe principalmente a que el esmalte cariado es más susceptible a la desmineralización producida por el peróxido, el cual elimina con mayor rapidez las proteínas del esmalte, ocasionando la pérdida de calcio y fósforo afectando la microdureza del EDH (3). Adebayo y cols., (2007), profundizan además, que el daño a nivel superficial del esmalte, va acompañado de una reducción en la fuerza de la adhesión de los materiales de restauración odontológicos, condición que puede persistir de un día hasta tres semanas de realizado el aclaramiento, con efectos adversos tales como infiltración en la cavidad obturada; no obstante el autor afirma, que el uso de fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP), reduce significativamente dicho riesgo, al aplicarlo antes realizar el autograbado de la cavidad a restaurar, y así mejorar su adhesión (6). Teixeira y Cols., (2004), aciertan con Adebayo, su investigación realizada en dientes bovinos, encontraron efectos secundarios a nivel histológico como reducción de la relación calcio fosfato, donde fue más pronunciada en dentina y en el cemento que en esmalte dental; también encontraron efectos en la resistencia a la adhesión después de realizar aclaramiento con diferentes agentes, afirmando por su parte, que dicho efecto podría estar asociado con la presencia de peróxido de hidrógeno residual en el diente; Así las cosas, los grupos tratados con perborato de sodio combinado con peróxido de hidrógeno al 30%, y el de perborato de sodio combinado con agua, resultaron ser de menor resistencia a la adhesión que los tratados con peróxido de carbamida al 37% y el grupo control en intervalos de siete días durante tres semanas; de esta manera el autor sugiere que los procesos reconstructivos pos aclaramiento, consideren una prolongación de

|

tiempo, para mejorar la resistencia a la adhesión, no obstante recalca la correlación con estudios posteriores debido a las dificultades tales experimento que no se asemeja a las condiciones clínicas del ser humano (2).

Joiner (2006) por su parte, contradice lo anterior, afirmando que los efectos de estos dos agentes blanqueadores, independiente de su grado de concentración, no tienen unos efectos significativos sobre las estructuras del diente, máxime cuando no existen investigaciones que digan a ciencia cierta, cual es la afectación real en la dureza del EDH (31); si bien, la estructura superficial del esmalte y dentina nota una reducción de la dureza con aplicaciones de Peróxido de hidrógeno y carbamida al 35%, dichas superficies volvían a su estado inicial mediante el uso de agentes remineralizantes (35). Por su parte, Magalhães y Col (2010), aciertan con la interpretación de Joiner; en su estudio vieron que la dureza del esmalte no reveló alteraciones estadísticas significativas probadas en Vickers, después de aplicar CP al 16%, máxime cuando la aplicación de flúor post blanqueamiento, promovió un aumento estadísticamente significativo, dado que la dureza del esmalte dental sano varía entre 324.1VHN a 420 VHN, y la muestra control (sin flúor) obtuvo después de aclaramiento una dureza vickers final promedio de 383,5VHN y los dientes tratados con flúor post-blanqueamiento de 434,1VHN (36). Por lo anterior, los estudios in vitro llevados en este tipo de investigaciones, hace difícil la comparación de los resultados y a su vez correlacionarlos con las condiciones clínicas en un fenómeno desmineralización-remineralización en boca (3).

EFFECTOS EN PULPA

A nivel pulpar, los niveles de peróxido diluídos en el diente pueden alcanzar la reducción del color, especialmente en la dentina, no obstante, pueden alcanzar la cámara pulpar, después de exposiciones de entre 15 y 30 minutos, y dependiendo del rango del peróxido de hidrógeno, se puede producir inactividad de la pulpa (31).

EFFECTOS EN TEJIDOS BLANDOS

La sensibilidad gingival debe estar relacionada con la respuesta del paciente a la concentración de la solución de peróxido, además, si no se toman las debidas precauciones cuando se aplica calor en el tratamiento de dientes no vitales, pueden provocarse quemaduras térmicas, quemaduras químicas o un daño significativo de los tejidos blandos (37).

El peróxido de hidrógeno en alta concentración tiene un efecto caustico sobre la mucosa y ocasiona daños a las células endoteliales, posibles quemaduras de la encía marginal y papilar y agresión a los fibroblastos gingivales debido a la fuente externa de radicales de oxígeno. Histológicamente, varios autores como Hoffman, Meneghini (1979) y Tenovuo, Larjava (1984), reportaron que los fibroblastos gingivales son afectados por el peróxido de hidrógeno. Igualmente Tipton y colaboradores (1.995), refieren que el peróxido de carbamida también es citotóxico para los fibroblastos gingivales, produciendo así efectos significativos en la

|

viabilidad y morfología celular y en la proliferación y producción de fibronectina y colágeno, los cuales fueron significativamente reducidos (37, 38). Además, puede alterar la membrana celular, penetrar y dañar los componentes vitales internos de la célula. En condiciones normales, las células tienen mecanismos enzimáticos que inactivan el peróxido de hidrógeno, pero esto no sucede en contactos prolongados ni en tratamientos que superen el número de sesiones y aplicaciones indicadas. (12,37)

Cuando el peróxido de hidrógeno en concentraciones de entre 30% y 35% genera pequeñas quemaduras en los márgenes gingivales al retirar la barrera protectora, se recomienda la aplicación de bicarbonato de sodio o productos similares como el hidróxido de aluminio, y por último aplicar vitamina E, lo cual es efectivo como antioxidante y ayuda a obtener una cicatrización más rápida (15). A nivel experimental, en animales se ha encontrado que el peróxido de hidrógeno a elevadas concentraciones puede generar alteraciones del epitelio estratificado a nivel de la mucosa gástrica, por lo que es prudente no emplear la autoaplicación con cubetas en pacientes que presenten gastritis o reflujo gastroesofágico y úlceras gástricas. Se han descrito cuadros de inflamación e irritación gingivales, irritación de garganta o ulceraciones en labios y encías durante el tratamiento de aclaramiento ambulatorio. Generalmente, se asocian con una mala adaptación de las cubetas o la no remoción del exceso del gel de aclaramiento después de colocadas en boca. Si se controlan estos detalles, no suelen aparecer alteraciones en tejidos blandos (39-41).

1.4.6 DESMINERALIZACIÓN- REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE (DES-RE)

El balance entre los procesos de desmineralización y remineralización (DES-RE), hace la diferencia en la formación de caries (10, 42). La caries que es una enfermedad común, y aunque su prevalencia ha disminuido en países desarrollados, sigue siendo un problema de salud pública (Selwits y cols., en el 2007); El fenómeno de la caries dental es un proceso de desmineralización, cuyos signos van desde cambios moleculares en los cristales del diente, hasta una lesión mancha blanca visible, a través de la dentina y una eventual cavitación (43), que se propicia en un pH bajo o ácido (más o menos 5,5), cuando el medio oral es bajo en saturación de iones minerales en relación al contenido mineral del diente; los cristales de hidroxiapatita son disueltos por los ácidos (acético y láctico), que son bioproductos resultantes de la acción de las bacterias de la placa bacteriana (biofilm), en presencia de un substrato a base de hidratos de carbono fermentables (23). En su etapa inicial, el proceso cariogénico es un fenómeno continuo, que aunque a veces interrumpido, hace posible que el profesional en salud intervenga haciendo reversible el proceso, a través de la remineralización, mediante la difusión de iones de calcio y fosfatos, con el uso de productos que restauren los minerales perdidos y se evite de esta manera el uso de metodologías invasivas (10). Sucedido el proceso de desmineralización, surge el fenómeno de remineralización natural en el diente, concepto que hoy por hoy, se ha convertido en uno de los objetivos principales de la odontología, cuyo fin es

|

evitar cavitaciones o tratamientos invasivos, y por el contrario a través de la remineralización natural y el uso de agentes y materiales remineralizantes, se evite el avance de la enfermedad, mejorando de esta manera la estética, fuerza y función masticatoria (43).

La remineralización es un fenómeno que tiende a reemplazar los minerales que el diente ha perdido (fosfato, calcio entre otros) incluyendo los minerales presentes en la superficie del esmalte. (43)

REMINERALIZACIÓN A TRAVÉS DE LA SALIVA

La saliva se compone principalmente de agua (99,5%), proteínas (0,3%) y sustancia inorgánica. Las proteínas están constituidas principalmente por glicoproteínas, enzimas (α -amilasa, la anhidrasa carbónica), inmunoglobulinas, y péptidos (cistatinas, estaterina, histatinas, proteínas ricas en prolina) con actividades antimicrobianas. La parte inorgánica de saliva contiene electrolitos (sodio, potasio, cloruro y bicarbonato) que hacen la saliva un líquido hipotónico. El pH de la saliva puede oscilar desde 6,2 hasta 7,4. (44)

Teóricamente existen varios procesos de remineralización; uno es a través de la saliva, la cual mediante su contenido de flúor permite la formación de cristales de fluorapatita, a través de la combinación con los cristales del diamante, volviéndose de esta manera mucho más resistente al ataque ácido, previniendo a su vez la acelerada desmineralización (45). La saliva desempeña un papel importante en la

remineralización, ya que aumenta constituyentes tales como ácido carbónico, carbonato de hidrogeno, fosfato de hidrógeno, calcio y fluoruro, los cuales se asocian a una capacidad de amortiguación que mantiene un equilibrio entre el fenómeno de DES-RE (3); Duque de Estrada y Cols., afirman: que el papel de remineralización, depende del pH de la saliva; este depende a su vez de las concentraciones de bicarbonato; el incremento en la concentración de bicarbonato resulta en un incremento del PH. Niveles muy bajos de flujo salivar, hacen que el pH disminuya por debajo de 5-3, sin embargo, aumenta a 7-8 si aumenta gradualmente el flujo salival. La disminución del flujo salival (xerostomía), obstaculiza el papel protector de la saliva. Este fenómeno puede producirse por enfermedades sistémicas, radiaciones, estrés y algunos medicamentos (23).

Abou El-yazet y cols., en el 2009 (46), describe que la saliva puede afectar la desmineralización del esmalte de cuatro maneras (46):

- Es un limpiador mecánico que disminuye la acumulación de placa
- Reduce la solubilidad del esmalte por su contenido de iones de calcio, fosfato y flúor.
- amortigua y neutraliza la acción de los ácidos
- tiene actividad antibacteriana.

Después del aclaramiento dental, la saliva tanto humana como artificial, según Borges y cols., en el 2014 (47), minimiza los efectos adversos a nivel de la microdureza del esmalte dental (47). No obstante, Schlesinger Hay, (1997), afirma

|

que si bien la saliva tiene una capacidad reparativa, las precipitaciones de calcio en las fases del fosfato en la saliva no suelen producirse con éxito, debido a la presencia de proteínas salivales, particularmente la estaterina y fosfoproteínas ricas en prolina (Oppenheim y cols., 1971) (43). Koulourides y cols (1965), afirman que la capacidad reparativa de la saliva es pequeña, en comparación con las sustancias sintéticas (saliva artificial) que contienen iones de calcio, fosfato y fluoruro, debido a su viscosidad y que por ende inhibe la difusión de minerales. No obstante también aclara, que la saliva artificial bajo la presencia de carboximetilcelulosa, reduce tal potencial de remineralización, ya que forman complejos con los iones de calcio y fosfato; a la vez que aumenta la viscosidad de la saliva (48).

Bajo este orden de ideas, estos autores aciertan en que la remineralización única y exclusiva de la saliva, es limitada y es de proceso lento, con una tendencia a una ganancia mineral solo superficial.

OTRAS FORMAS DE REMINERALIZACIÓN

Las otras formas de remineralización, se asocian a fuentes externas, en donde los iones de calcio y fosfato se suministran en el diente, para promover la deposición de iones en los huecos del esmalte para producir ganancia de mineral; cabe aclarar, que la definición de hueco en este caso, se refiere a lesiones superficiales de esmalte, que no se extienden a la precipitación de las fases sólidas sobre las superficies del mismo (43).

AGENTES REMINERALIZANTES

Diversos materiales se han utilizado en ensayos clínicos o estudios in vitro para detener la caries en esmalte, dentina y como tratamientos desensibilizantes pos aclaramiento dental; estos incluyen, el fosfato de calcio y de fosfopéptidos de caseína fosfato de calcio amorfo (CPP_ACP), nitrato de potasio al 5% con flúor incorporado dentro de un gel similar al del blanqueamiento; el nitrato de potasio tiene un efecto de entumecimiento o calmante sobre la transmisión nerviosa, y en la actualidad agentes con iones de fluoruro, tales como fluoruro de plata (AgF) y fluoruro de sodio (NaF) (7).

El fluoruro por su parte, es uno de los agentes más utilizados en consulta odontológica; si bien tiene la capacidad de promover la remineralización sobre todo en lesiones tempranas del esmalte, (7,8) el proceso se limita, por la disponibilidad de calcio e iones de fosfato presentes en la saliva, y esto se agrava bajo condiciones de hiposalivación (Reynolds et al., 2008); así las cosas, el flúor conduce a una remineralización, sólo sí, los iones de calcio, fosfato y flúor (49) están presentes al momento de aplicar el flúor (Chow y cols., 2000; Whitford y cols., 2005; Reynolds y cols., 2008; Vogel y cols., 2008), incluso penetrar hasta la dentina subyacente (43); En este caso, cuando el flúor induce a la remineralización, se forma una capa de fluorapatita que es resistente al ataque

|

ácido, inhibiendo la acción del ataque bacteriano y como consiguiente la solubilidad de la hidroxiapatita; bajo este orden de ideas, el flúor inclina la balanza Des-Re, más a favor de la remineralización. (7)

Por otra parte, fluoruros de aplicación tópica, también se utilizan para el tratamiento de la sensibilidad, ya que ocluyen los túbulos dentinales reduciendo de esta manera el fluido dentinal hacia la pulpa; en consecuencia, la aplicación de flúor, es considerada hoy por hoy, como tratamiento factible para la sensibilidad ocasionada post-aclaramiento dental, reduciendo la pérdida de mineral, por cada sesión de aclaramiento (8).

Diferetes autores, están experimentando el uso del flúor en especímenes dentales de bovinos, dado que su composición química es similar a la del esmalte humano (9). Attin y cols (1997), comprobaron los efectos del flúor en el esmalte dental en bovinos, certificando un impacto positivo en la estructura del mismo después de aclaramiento con peróxido de carbamida al 10%; los resultados indicaron que si bien la aplicación de flúor mejoró de manera significativa la superficie dental, el aclaramiento, a su vez causó una pérdida significativa en la dureza superficial, que no pudo ser reparada a totalidad con la aplicación del flúor; no obstante, este autor afirma que en contraste con otros estudios de otros autores, se evidenció inconsistencias, en cuanto a la microdureza del esmalte, ya que no se hallaron disminuciones significativas en la dureza del mismo; Attin por su parte, manifiesta que su estudio pudo haber tenido errores en las técnicas utilizadas y en la muestra seleccionada, certificando de ante mano, que el uso de flúor pos aclaramiento, es

|

recomendado ya que promueve la remineralización mediante una capa de fluoruro de calcio en el diente (9).

Kielbassa y cols., en el 2009 (28), evaluaron la capacidad remineralizante de los dentífricos con contenidos de flúor de amina y flúor de estaño con concentraciones entre 1050 y 1350 ppm respectivamente, versus dentífricos utilizados para blanqueamiento, los cuales no contenían flúor o su concentración tan solo confirmaba 1000ppm; los resultados, indicaron que las pastas dentales con altos contenidos de flúor, influyeron positivamente en el proceso de remineralización, al menos en lesiones poco profundas, como la practicada en el estudio, donde la ganancia de mineral obtenida, fue del 45%, indicando de esta manera, beneficios al formular dentífricos fluorados y/o enjuagues en gel, que controlen la caries dental. En cuanto a los dentífricos aclaradores o para fumadores, deja serias diferencias y un amplio campo en investigación; Si bien, estos dentífricos se han convertido en un sector de auge constante, donde los consumidores están seriamente atraídos hacia su consumo, el estudio, no reveló ganancias de mineral significativas, con relación al grupo de dentífricos regulares; por tanto, el autor sugiere que los dentífricos para aclaramiento, independiente de sus beneficios en pulido y eliminación superficial de manchas, deben ser cuidadosamente formulados en cuanto a su eficacia para el manejo de prevención de caries y el fomento de la remineralización, más cuando se trata de pacientes con actividad cariogénica (28).

|

Por su parte, Zhi y cols., en el 2013 (7), utilizaron los fluoruros de plata (AgF), nitrato de plata (AgNO₃), y fluoruro de potasio (KF) todos en una concentración al 38%, como agentes remineralizantes en fenómenos cariosos en esmalte y dentina en dientes humanos, y verificaron que los iones de plata y flúor, aumentaron significativamente la densidad mineral en esmalte y dentina; Para tal estudio, midieron el coeficiente de atenuación lineal (LAC)* observando que las lesiones de esmalte después de la remineralización fueron de 1,08/cm para (AgF), 0,95/cm (AgNO₃), y 0,86 para (AgF); por tanto, se puede inferir que los iones de plata y flúor son agentes remineralizantes por sí solos, y que combinados pueden producir un efecto magnificado estimulando de esta manera la remineralización, por medio de la formación de dentina esclerótica y calcificada (7). La anterior información, coincide con el estudio de Chow y cols, (1992), el cual determina que los enjuagues con contenidos de flúor versus los enjuagues combinados de flúor con sodio (NaF) presentan un menor impacto en la remineralización de las lesiones de esmalte, y que por tanto las presentaciones de flúor combinados prometen mejores resultados (49).

Si bien la literatura hasta ahora consultada, no cuenta con una uniformidad en cuanto a las concentraciones de flúor utilizados, tipo de estudio, muestras, entre otros, se puede concluir que la remineralización producida por el flúor, depende en gran medida de la disponibilidad de iones de flúor presentes en la superficie del diente, de su concentración y de la combinación con otros agentes

* Magnitud que se caracteriza por la facilidad en que un material o medio puede ser penetrado por un haz de luz, sonido, partícula u otra energía o materia.

|

remineralizantes; sin embargo, la investigación confirma hasta el momento que el flúor independiente de su presentación, incluido en productos o solo, durante o después de aclaramiento, tiene gran potencial de remineralización y debe seguir siendo objeto de estudio, para promover una odontología poco invasiva (5).

Finalmente, otros agentes remineralizantes son los derivados de los productos lácteos, los cuales juegan un papel importante en la remineralización del esmalte dental (4); estos fueron reconocidos en los 50s, ya que se detectó que los niños que consumían más leche, tenían un índice de caries dental más bajo que los que no la consumían; la leche de bovinos, es un alimento que proporciona aminoácidos y nitrógeno orgánico en seres humanos y animales en todas las edades; también contiene factores con propiedades anticariogénicas tales como calcio, fosfato, caseína y lípidos (10). La caseína es una fosfoproteína, en forma de fosfato de calcio estabilizado; El CPP, que es fosfopéptidos caseína, es la proteína dentro de la leche, que desempeña el papel de estabilización del calcio, el fosfato y el fluoruro, conservándolo de manera amorfa o soluble denominada fosfato de calcio amorfo (ACP) (4, 6, 10, 50). El ACP, constituye un sistema de calcio y fosfato (fosfato de calcio), que se liberan por separado, y al mezclarse con la saliva, se disuelven liberando iones de calcio y fosfato. Esta mezcla da como resultado, la precipitación de ACP o si está presente el ión fluoruro, de fosfato de fluoruros de calcio amorfo (ACFP). Estos fosfatos, ingresan a las porosidades de la lesión superficial del esmalte, liberando iones de calcio y fosfato que se depositan en los vacíos del cristal, permitiendo de esta manera, la remineralización del esmalte dental (51).

El concepto de (CPP-ACP), se introdujo en los años 90, demostrando gran actividad anticariogénica en experimentos en animales y humanos; dicho complejo se une fácilmente a la superficie del diente y por tanto, en condiciones ácidas, los iones de calcio y fosfato, mantienen un estado de sobresaturación que inhiben el proceso de desmineralización, apoyando el proceso de remineralización del diente (10); así mismo, el complejo CPP-ACP, es un sistema efectivo en la prevención o eliminación de la hipersensibilidad dentinaria durante o después de aclaramiento dental, ya que se ha evidenciado un resultado positivo en el fenómeno de remineralización en lesiones tempranas del esmalte, añadiendo un brillo en su superficie (12), y que al observarse mediante tecnología SEM, se puede notar cualitativamente que la zona de desmineralización es más pronunciada que los casos tratados con ACP (52).

Clínicamente, se ha demostrado que la remineralización a través del fosfato de calcio, ocurre debido a su baja solubilidad, particularmente en la presencia de iones de fluoruro; numerosos estudios, han investigado diversas soluciones en un intento de remineralizar la estructura dental, las cuales en su mayoría tienen una relación 1:1 de fosfato de calcio y de iones de fosfato de 1,66:1 respectivamente (Kolourides y cols, 1961; Ten Cate y Arends, 1977; Silverstone y cols., 1981; Lijima y cols., 1999) a menudo con una concentración de 1ppm de fluoruro, sin embargo, estas bajas concentraciones no han sido significativas para promover una remineralización óptima (43). Esto ha llevado al desarrollo de nuevos sistemas de suministro de CPP-ACP, disponibles en el mercado, en forma de alimentos,

aclaramientos y productos dentales como una lucha contra la caries dental, y para disminuir la desmineralización y sensibilidad ocasionada por aclaramientos (6), (47); una concentración del 1% de CPP-ACP, incluida en dulces, demostró una remineralización mayor que en los dulces elaborados sin azúcar (53).

Srinivasan y cols., en el 2010 (54), afirma que el efecto de remineralización de CCP-ACP con concentraciones de flúor de 900ppm, ha de ser superior que el de CCP-ACP solo; es probable que una combinación de CCP-ACP y fluoruro produzca co-localización de iones de calcio y de fosfato con los iones de fluoruro en la superficie del esmalte, como nanocomplejos CCP-ACPF (54).

Comercialmente, también se han empleado tratamientos para la hipersensibilidad dentinal y para la remineralización del esmalte; ejemplo de ello, el Novamin (aminoácidos libres que liberan iones de calcio) que originalmente fue desarrollado para la regeneración ósea. A nivel oral, los iones de Novamin, se intercambian con cationes de hidrógeno (en forma de H_3O^+) dando lugar a la liberación de calcio y fosfato (PO_4^{3-}). El aumento en el pH derivado de Novamin ayuda a formar una capa de fosfato de calcio y a medida que estas reacciones continúan, la capa se cristaliza en hidroxiapatita carbonatada (HCA) (34).

Autores como Chunhua y cols., en el 2014 (50), también apoyan beneficios mayores del CPP-ACP con respecto al flúor; afirman entonces, que si bien el fluoruro, tiene la capacidad de aumentar la elasticidad y la disminución de la

|

rugosidad del esmalte, no tiene la capacidad de formar cristales de HA, que reparan los prismas e interprismas del esmalte (50). No obstante, la combinación de estos dos agentes (CPP-ACP y Flúor), también han mostrado según estudios, mejora significativa en la microdureza de la superficie del esmalte desmineralizado (10).

Estudios *in situ*, también corroboran la eficacia del CCP-ACP; Navneet, Vinod y Sukrit (2013), analizaron cuantitativa y cualitativamente la erosión del esmalte dental producida por bebidas a base de cola y sustancias carbonatadas, evidenciando pérdida de mineral, siendo menor la pérdida de fosforo (P) que de calcio en la superficie del esmalte. Con la aplicación de CPP-ACP, se evidenció a través del SEM, que no hubo diferencias significativas con el grupo control, concluyendo de esta manera que hubo remineralización del esmalte, eliminando la erosión del mismo, desapareciendo de su superficie el aspecto de panal que ocasionó la bebida a base de cola (55). Poggio y cols., Quartarone et al., confirmaron mediante tecnología SEM, que la pasta CPP-ACP redujo significativamente las cavidades erosionadas tanto en dientes temporales como permanentes (56). En el 2010, García y cols, estudiaron el proceso de remineralización en dientes humanos a los cuales se les aplicó sellantes con contenidos de flúor y/o fosfato de calcio, evidenciando el potencial de remineralización que conlleva el uso de estos materiales odontológicos en procesos cariosos (57).

Bailey y cols., en el 2009 (43), afirman que las lesiones con mayor probabilidad de regresión (remineralización), por tratamiento CPP-ACP, tienen mejor eficacia en

lesiones activas de caries y/o otras que con lesiones inactivas, debido a que las lesiones que tienen capas porosas, permiten una mejor penetración de los iones requeridos para su remineralización (43). Esta afirmación, permite favorecer el fenómeno de la remineralización pos aclaramiento dental, ya que a través de la desproteinización causada por los peróxidos, los iones ejercerán una mejor función.

Por otra parte, a partir de la década del 2000, los mismos agentes remineralizantes, se fueron introduciendo a los aclaramientos dentales, en un intento de disminuir la hipersensibilidad y apoyar la remineralización pos-aclaramiento (1, 5); Hui-Ping y Cols., (2008), en un estudio in vitro reportaron que el peróxido de carbamida (CP) combinado con fluoruro o calcio, generó hidroxiapatita fluorada y cristales de fluoruro de calcio en el esmalte; de esta manera el post aclaramiento realizado en bovinos, encontró que si bien la microdureza del esmalte disminuyó durante el tratamiento, fue recuperándose poco a poco después de finalizado. De igual manera el autor sugiere, que los agentes blanqueadores con contenidos remineralizantes, disminuye la desmineralización del diente sin interferir ello en la saturación del color amarillo del mismo (8). Mohd Janurudin y cols., (2007), combinaron polvo de hidroxiapatita (HA) en concentraciones de 100, 1.000, y 10.000 ppm de peróxido de hidrógeno, encontrando que los grupos tratados sin HA, mostraron mayor porosidad y

|

rugosidad en la superficie del esmalte, mientras que los que contenían HA, cubrieron los poros o huecos, deduciendo de esta manera que la HA se concentró en aquellas deformidades causadas por el peróxido (15).

Tschoppe y cols., en el 2009 (1), no respaldan la información anterior; su investigación realizada en esmalte de bovinos, rechazó la hipótesis nula que afirmaba que los agentes aclaradores con contenidos de flúor, conducían a una remineralización, demostrando de esta manera que el grupo control tratado con agentes aclaradores sin fluoruro, y los grupos tratados con opalescence y nite white con contenidos de flúor, no tenían diferencias significativas en cuanto al aporte de mineral; no obstante, el grupo opalescence, fue el producto que demostró menos pérdida de mineral; de igual manera los autores afirman que estos resultados deben ser contrastados con otros estudios futuros sobre el real aporte de agentes aclaradores con sustancias remineralizantes, ya que su investigación encontró limitantes, en cuanto al manejo del pH; así mismo los autores afirman que el uso de fluoruros externos postaclaramiento, es beneficioso en el aporte mineral (1). Situación similar, se presentó en la investigación de Davari y cols., (2012), pero con peróxido de carbamida en concentraciones al 10% y 22%, y la aplicación postaclaramientos de agentes remineralizantes tales como CPP-ACP, CPP-ACP más flúor, crema dental fluorada y leche; La aplicación de los agentes desmineralizantes, no arrojó diferencias significativas en cuanto a la microdureza del esmalte dental; no obstante, la aplicación de PC al 10% y CPP-ACP y flúor en todos los grupos fue el que presentó mayor resistencia a la desmineralización del esmalte (4).

|

Borges y cols, (2014), estudiaron la eficacia remineralizante del fluoruro de sodio (0,6%) y fosfato de calcio amorfo (2%), incluidos en los agentes aclaradores como el peróxido de hidrogeno al 35%; aunque el resultado final no aporta valores reales sobre la estructura en esmalte y dentina, sí reafirman la hipótesis de Hui- Ping y cols., (2008), donde los agentes remineralizantes saturaran el gel aclarador con iones de calcio y fosfato, aumentando la resistencia a la desmineralización en el esmalte y a su vez la hipersensibilidad pos aclaramiento; de igual manera, el producto que mejor características de remineralización demostró, fue el peróxido de hidrogeno con adición de fosfato de calcio al 2% (47).

Se observa una inclinación y unos resultados favorables hacia el fosfato de calcio amorfo, como principal agente remineralizante dental, tanto en procesos cariosos, como en aclaramientos dentales, no obstante, los autores anteriormente mencionados, recalcan la importancia de realizar más estudios invitro, para analizar con más propiedad la desmineralización causada por diversos agentes y la remineralización percibida por el ACP y flúor entre otros.

1.4.7 TECNOLOGÍA

1.4.7.1 ISOMET ®

Tecnología diseñada para el corte de varios tipos de materiales, entre ellos losas dentales, el cual permite una mínima deformación de la muestra.



Imagen 6. Isomet

Fuente: Agradecimientos Dr. Norberto Calvo Universidad Nacional de Colombia.

1.4.7.2 Microscopio electrónico de Barrido

Por sus siglas en inglés el SEM (Scanning Electron Microscope), es un instrumento que sustituye el haz de luz por un haz de electrones, cuyo funcionamiento consiste en incidir un barrido de haz de electrones sobre la muestra. Imagen 6.

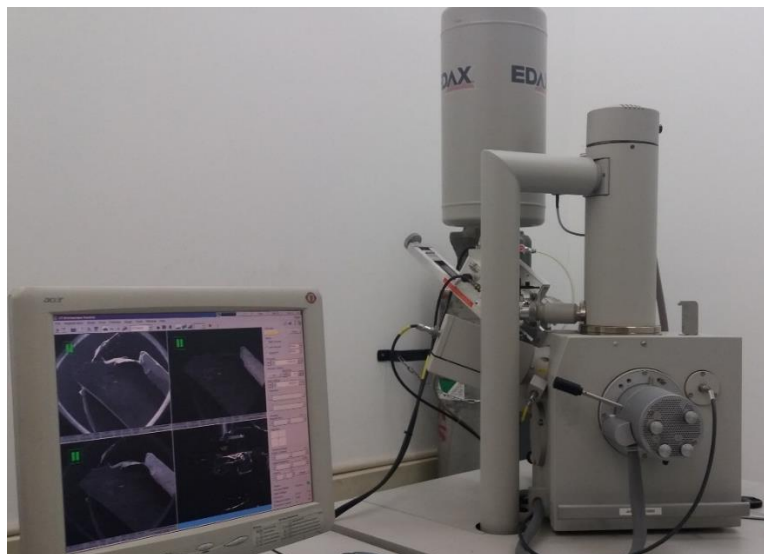


Imagen 7. Microscopio electrónico de barrido

|

La muestra que en el SEM, generalmente está recubierta con una capa muy fina de oro o de carbón, lo que otorga propiedades conductoras; dicha técnica de preparación es llamada “sputtering” o pulverización catódica; el resultado de esta prueba concluye en la obtención de imágenes de alta resolución (SEI, Secondary electron image), imágenes de menor resolución pero mayor contraste para obtener la topografía de superficie (BEI, Backscattered electron imagen) y un detector de energía dispersiva (EDS, Energy dispersive spectrometer), que detecta rayos X generados, permitiendo realizar un análisis espectro gráfico de la composición de la muestra (58).

Las imágenes en tecnología SEM, que serán tomadas a las muestras, requieren de una estricta organización y delimitación de la zona a estudiar, para calcular con mayor exactitud los cambios en la superficie del mismo después de aplicar los diferentes peróxidos de hidrógeno. Así mismo, y debido a la complejidad en la estructura del Esmalte dental, pueden existir limitaciones en la medición de esos cambios, de tal manera que se recomienda que las muestras a estudiar sean manipuladas por la misma persona, el mismo ángulo, intensidad de luz y el foco del microscopio, como también utilizar superficies bien pulidas y planas, ya que las curvas impiden una adecuada medición (59).

1.4.8 OBJETIVOS

1.4.8.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el efecto de las sustancias remineralizantes en la estructura esmalte dental posterior a la técnica de aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35% y 40%.

1.4.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer la diferencia del tamaño de los poros en la remineralización del esmalte que produce el fosfato de calcio amorfo después del aclaramiento dental con peróxido de hidrogeno al 35 y 40%.
- Establecer la diferencia del tamaño de los poros en la remineralización del esmalte que produce el fluoruro de sodio, hidroxiapatita -xilitol después del aclaramiento dental con peróxido de hidrogeno al 35 y 40%
- Analizar si la composición de los agentes remineralizantes influyen en el grado de recuperación del esmalte.
- Identificar cuál de los dos agentes remineralizantes favorece la respuesta de la recuperación del esmalte dental.

1.4.9 HIPÓTESIS

1.4.9.1 HIPÓTESIS NULA

No existen diferencias entre el efecto remineralizante en la superficie del esmalte, entre las sustancias (fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidróxiapatita - xilitol).

1.4.9.2 HIPÓTESIS ALTERNA

Existen diferencias entre el efecto remineralizante en la superficie del esmalte, entre las sustancias (fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidróxiapatita - xilitol).

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Experimental *in Vitro*

2.2 OBJETO DEL ESTUDIO

Remineralización dental posterior al aclaramiento.

2.3 MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO

Superficie de esmalte dental en dientes humanos.

2.4 UNIDAD DE OBSERVACIÓN

Esmalte dental.

2.5 MUESTRA

60 superficies vestibulares de premolares que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de la investigación. La muestra se dividirá en 3 grupos con dos subgrupos cada uno de 10 muestras, para un total de 20 muestras por grupo.

2.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.6.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Dientes premolares sanos, extraídos por indicación ortodóncica

2.6.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Dientes erosionados
- Dientes con historia de aclaramiento dental
- Dientes con historia de trauma
- Dientes con amelogénesis imperfecta
- Trauma en dientes.
- Tratamientos de endodoncia.

VARIABLES DE ESTUDIO

En la tabla a continuación se aprecian las variables a estudiar

Tabla 3. **Variables**

Variable	Definicion	Naturaleza	Tipo de variable	operacionalizacion	Escala de medicion	Instrumento de recoleccion
Desmineralización del esmalte dental	Es la cantidad de remineralizacion que ocurre despues de la aplicación de los agentes remineralizantes, en la zona observada	Dependiente	Cuantitativa	45 minutos(3 sesiones de 15 min)	ordinal	Analisis de software
Tiempo de actuacion de los agentes reminerlizantes	Es el lapso de tiempo que transcurre desde el moment que se coloca el agente remineralizante hasta sus retiro	Independiente	Cuantitativa	3 dias	ordinal	Guías de práctica clínica
Concentracion de los peroxidos	es el porcentaje de peroxido que tiene una sustancia desmineralizante	independiente	Cuantitativa	35 % 40 %	binomial	Ficha técnica
Conmpocicion de los agentes remineralizantes	es el porcentaje de peroxido que tiene una sustancia Remineralizantes	Independiente	Cualitativa	1. Fosfato de calcio amorfo, 2.xilitol, fluor hidroxiapatita	binomial	Ficha técnica

2.8 PROCEDIMIENTO

Se recolectaron dientes premolares sanos extraídos por indicación ortodóncica, supervisados visualmente y que cumplieran con los criterios básicos de inclusión y exclusión de la investigación. Debido a dificultades tales como ortodoncia poco invasiva y abstención en algunos pacientes y profesionales, se optó por hacer extensiva esta práctica en varios consultorios ubicados en el barrio fontibón de Bogotá.

Para el procedimiento de exodoncia, el paciente firmó un consentimiento informado, el cual consta de: objetivo de la investigación, procedimiento, riesgos y se dejará constancia de que es una información privada sólo para fines científicos. Anexo 1, consentimiento informado.

1. TRATAMIENTO PREVIO DE LA MUESTRA

Después de la exodoncia de los premolares, se realizó limpieza y desinfección de los mismos, los cuales fueron depositados en organizadores plásticos en solución de “Cloramina T”, (compuesto químico desinfectante) hasta la recolección de la muestra total. Posteriormente se sumergieron en agua desionizada para no alterar el pH de la muestra, seguido al corte de las mismas.

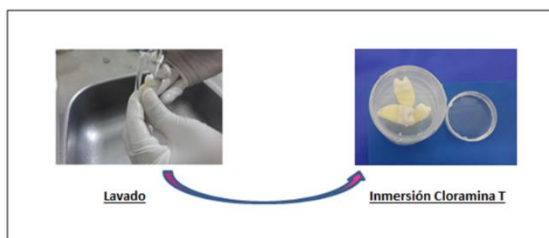


Imagen 8. Descontaminación y almacenamiento de las muestras.

|

Con un *Isomet*® (Micrótopo de 320 μm), se realizaron cuatro cortes desde la superficie mesial hasta la distal, sobre la superficie vestibular, para extraer 4 muestras de esmalte por cada diente en los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia - sede Bogotá. Previo a la realización de los cortes, se sujetaron los dientes en un porta objetos con godiva, con el fin de dar estabilidad al diente.

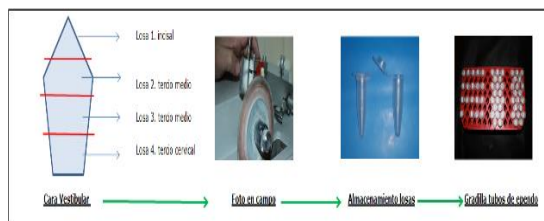


Imagen 9. Proceso de corte y almacenamiento

Obtenidos los cortes, se almacenaron en un ambiente húmedo con agua desionizada a temperatura ambiente en tubos de ensayo para laboratorio (tubos de ependo). Estos a su vez, fueron almacenados en una gradilla porta ependos, hasta el momento de iniciar el proceso de aclaramiento. (Imagen 2).

2. DISTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS

Posterior a la recolección de las muestras, fueron seleccionadas aleatoriamente para ser distribuidas en 3 grupos de 20 cortes cada uno. Dos grupos fueron divididos en 2 subgrupos, conformados por 10 muestras cada uno, de los cuales, el grupo 1 que no tuvo subgrupos y fue denominado el grupo control, al que no se le aplicó ningún tratamiento y se mantuvo en saliva artificial como referente inicial; el grupo 2 y 3, tratados con peróxido de hidrógeno al 35% y 40% respectivamente,

|

fueron subdivididos en dos grupos. El subgrupo A fue tratado con fluoruro de sodio, hidroxiapatita - xilitol y el subgrupo B tratado con fosfato de calcio amorfo. (Tabla 1)

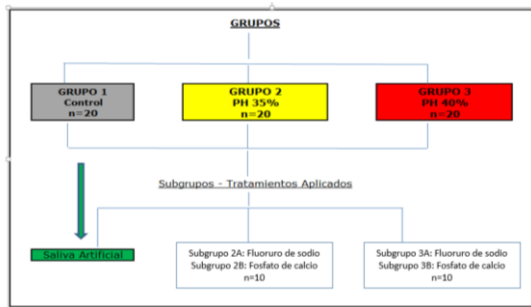


Tabla 4. Distribución de las muestras

3. PROCESO DE ACLARAMIENTO

Previo al aclaramiento las superficies fueron secadas con torundas de algodón. Posteriormente se cubrieron con gel aclarador en un espesor de 1mm por muestra.

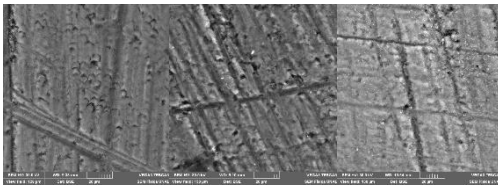
Las muestras se aclararon en tres tiempos, cada una de 15 minutos y entre cada aplicación se limpiaron con agua potable; dicho tiempo de aplicación del peróxido se asemeja al realizado en consulta odontológica y recomendado según la literatura científica para cada producto. Terminado el proceso de aclaramiento, se sumergieron las muestras en saliva artificial hasta el momento de observación SEM, para el análisis de la superficie del esmalte.



Imagen 10. Tratamiento de la muestra.

4. PROCESO DE REMINERALIZACIÓN

Realizado el aclaramiento, se limpiaron las muestras con agua potable y se aplicó el agente remineralizante para su posterior observación en SEM. Una vez aplicadas las sustancias remineralizantes con un hisopo, por un tiempo de 5 minutos, las muestras se limpiaron nuevamente y fueron observadas en microscopia SEM a 1600x magnificaciones por un observador determinado en los laboratorios de microscopia de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (Imagen 4), con el propósito de estandarizar las imágenes, donde se evaluó la rugosidad y porosidad de la superficie del esmalte dental. Estas imágenes fueron comparadas y analizadas por medio de un Software de lectura de imágenes (Digital Micrograph)



a) b) c)

Imagen 11. Proceso de observación de la muestra a) grupo control, b) proceso de desmineralización, c) proceso de remineralización.

Los datos derivados del informe del software Digital Micrograph se tabularon estadísticamente con el fin de generar los resultados del estudio. Se empleó estadística descriptiva (tendencia central y dispersión) y un test de rangos alineados para datos pareados.

Se consideró diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$.

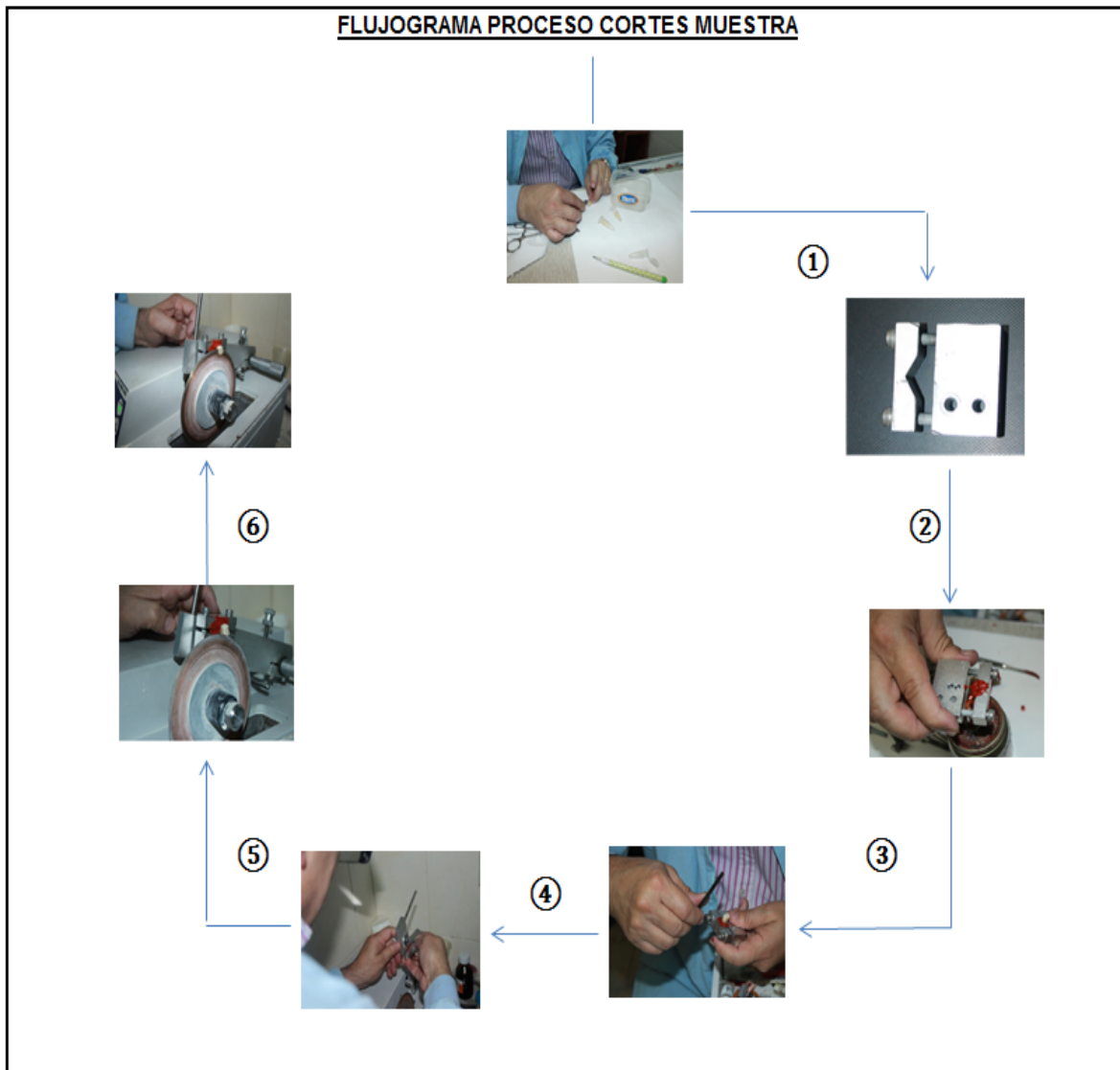


Figura 12. Flujograma cortes dentales

Autor: investigadores del proyecto, 2016

Tabla 5. Distribución de grupos

Grupo/Subgrupo	Grupo 1: Control	Grupo 2: PH 35%	Grupo 3: PH 40%
A	Saliva artificial	Hidroxiapatita, flúor y xilitol	Hidroxiapatita, flúor y xilitol
B	Saliva artificial	fosfato de calcio amorfo	fosfato de calcio amorfo

Tabla 6. Distribución grupos

Subgrupo		n: muestra
Grupo 1 Control	A	1
	B	1
Grupo 2 PH 35%	Hidroxiapatita, flúor y xilitol	1
	Fosfato de calcio amorfo	1
Grupo 3 PH 40%	Hidroxiapatita, flúor y xilitol	1
	Fosfato de calcio amorfo	1
Total muestra		6

A los grupos como se observa en la figura, se les asignó los agentes aclaradores de peróxido de hidrógeno al 35% y al 40%; Tabla 5.

Tabla 7. Distribución grupos prueba piloto

Subgrupo		n: muestra
Grupo 1 Control	A	10
	B	10
Grupo 2 PH 35%	Fluoruro de sodio, Hidroxiapatita y xilitol	10
	Fosfato de calcio amorfo	10
Grupo 3 PH 40%	Fluoruro de sodio, Hidroxiapatita y xilitol	10
	Fosfato de calcio amorfo	10
Total muestra		60

2.9. ASPECTOS ÉTICOS

Según la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, el estudio se clasifica sin riesgo. Los pacientes donarán por medio de consentimiento informado los dientes a la investigación.

Los investigadores declaran no tener conflicto de intereses.

TIPO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DENTALES

A las micrográficas SEM (scanning electrón microscopy por sus siglas en inglés) obtenidas, se realizó un análisis de tamaño de poros, reconstrucción de la topografía y perfil de los poros utilizando los programas Digital Micrograph.

ANÁLISIS MUESTRA 1:

Control:

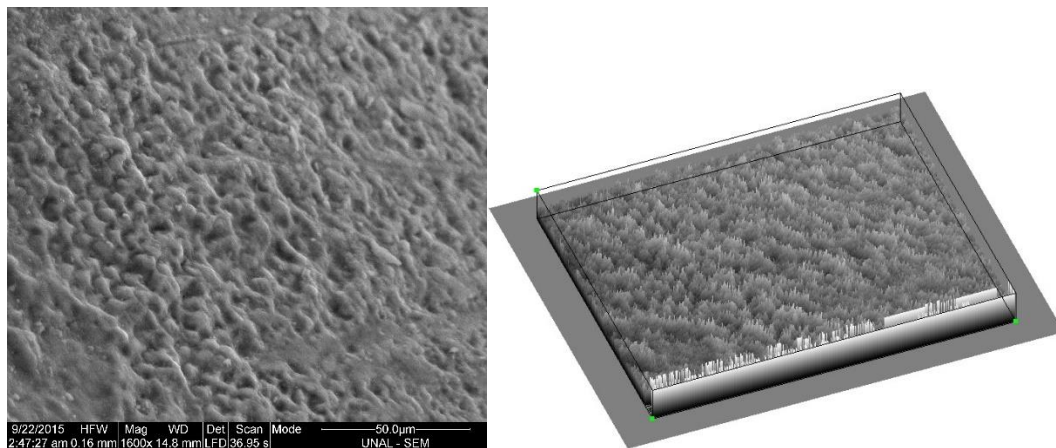


Imagen 13. a) Micrografía SEM de la muestra 1 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

Se puede observar de la Imagen 13 un aumento en la rugosidad y la presencia de poros distribuidos aleatoriamente en la superficie del diente.

Utilizando la micrografía SEM de la imagen 14a fue posible determinar que el tamaño del poro es de $4.29 \pm 0.41 \mu\text{m}$.

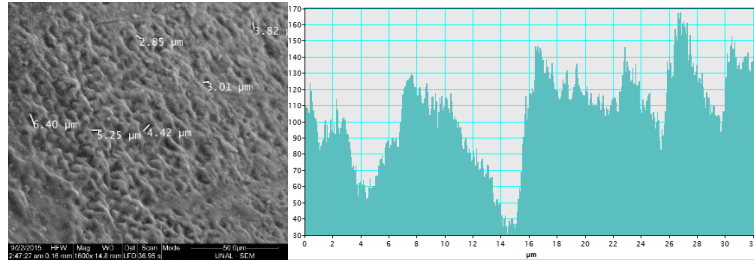


Imagen 14. a) Micrografía SEM de la muestra 1 control con las medidas de los poros y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

Desmineralización:

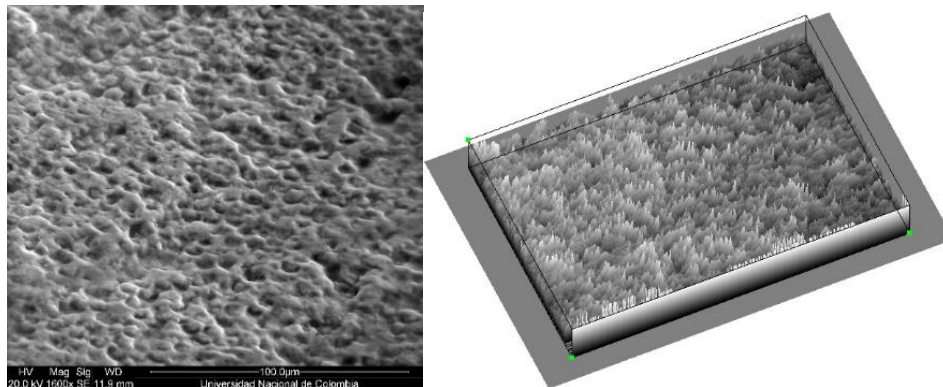


Imagen 15. a) Micrografía SEM de la muestra 1 desmineralizada y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

De la imagen 15a se puede observar porosidades en la superficie del diente después de la desmineralización. En la imagen 15b se presenta la reconstrucción de la topografía del diente para la muestra 1 desmineralizada.

|

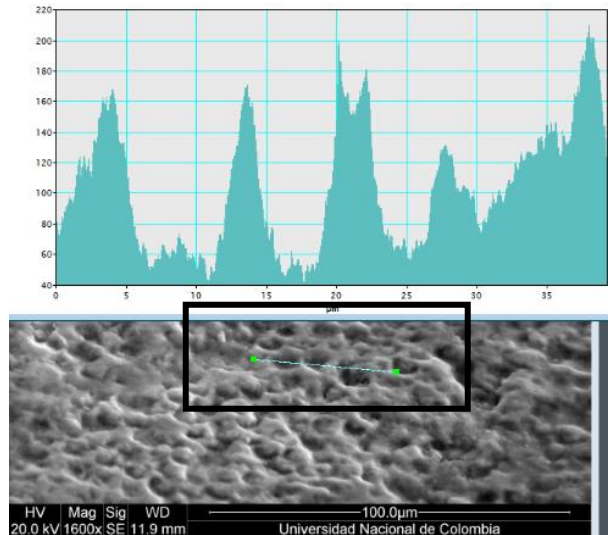


Imagen 16. Perfil de una sección de la micrografía SEM.

A partir de la imagen 16 se determinó que el tamaño del poro es aproximadamente $6.25 \pm 0.43 \mu\text{m}$. Adicionalmente se observó una distribución homogénea de poros en la superficie del diente.

Remineralización:

De la imagen 17 se observa que la micrografía de la muestra 1 de Remineralización no se presentan porosidades, ni granularidades como en el caso anterior.

|

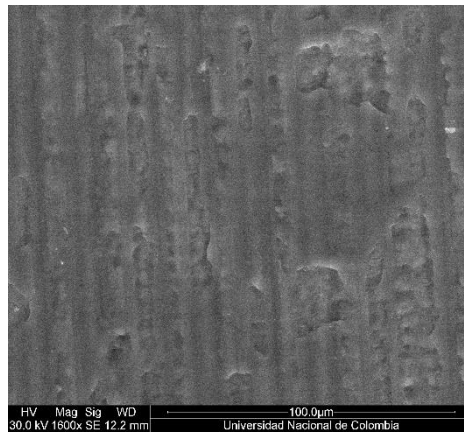


Imagen 178. Remineralización de la muestra 1.

ANÁLISIS MUESTRA 3:

Control:

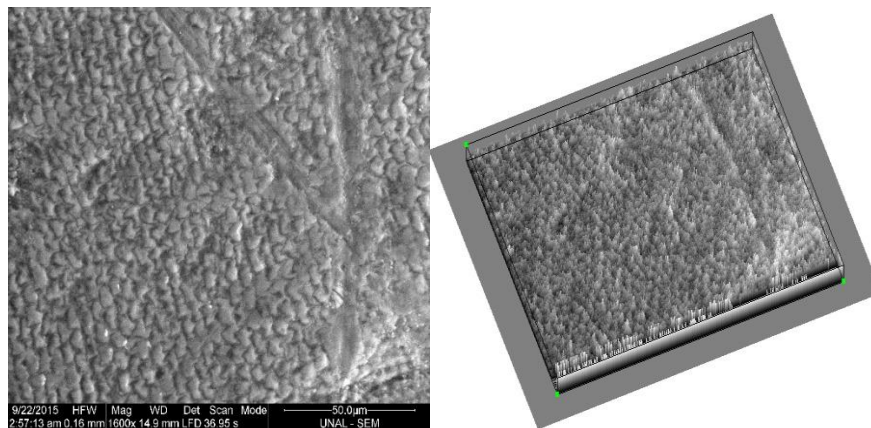


Imagen 18. a) Micrografía SEM de la muestra 3 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

|

En la imagen 18 a se presenta la micrografía SEM de la muestra 3 de control, en la que se observa que la topografía del diente se encuentra gobernada por protuberancias distribuidas homogéneamente. La imagen 18b presenta la reconstrucción de la topografía del diente donde se corrobora este tipo de formación en la superficie del diente.

A partir de la micrografía de la imagen 19, fue posible determinar que el tamaño promedio de los granos es de $4.75 \pm 0.12 \mu\text{m}$.

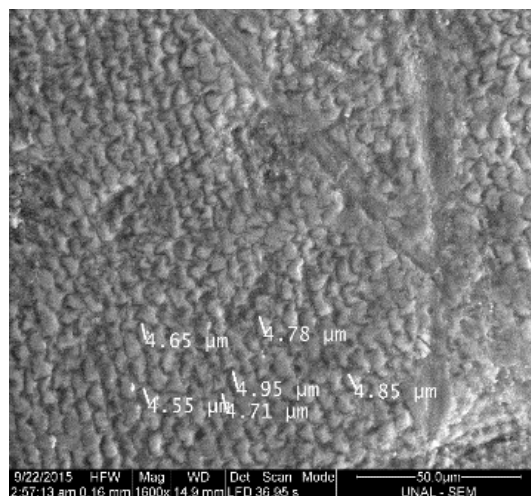


Imagen 19. Micrografía SEM de la muestra 3 control con las medidas de las protuberancias.

En la imagen 20 se presenta el perfil de la imagen de la región marcada con la línea verde. La micrografía está dada en pixeles en función de las micras.

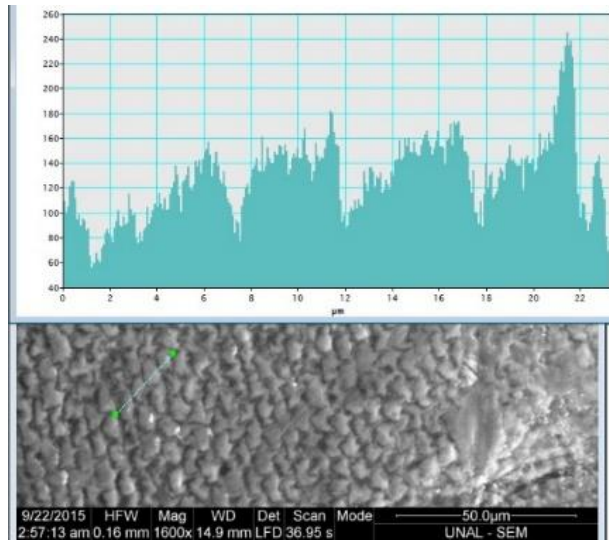


Imagen 20. Perfil de una sección de la micrografía SEM.

Desmineralización:

De la imagen 21 se puede observar un aumento en la rugosidad del diente y la presencia de grandes estrías que acompañan las granularidades presentes en la superficie del diente.

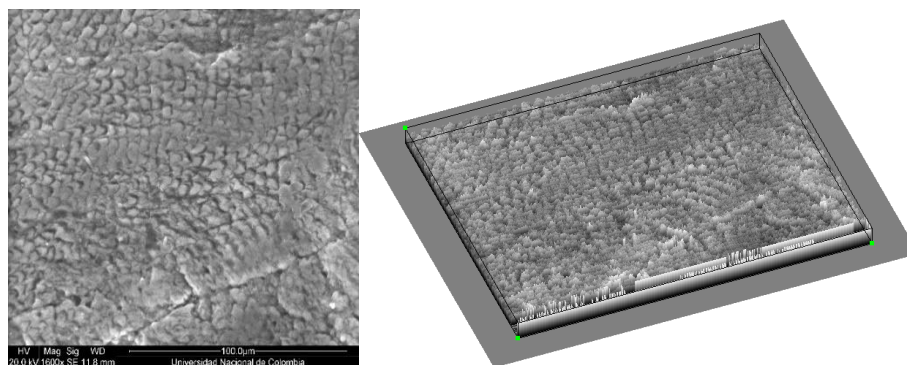


Imagen 21. a) Micrografía SEM de la muestra 3 desmineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

|

A partir de la imagen 22a se encontró que el tamaño de los granos es aproximadamente $5.13 \pm 0.14 \mu\text{m}$. En la imagen 22b se presenta el perfil de la región seleccionada en el rango de la línea verde, donde se observa la falta de homogeneidad de la superficie del diente.

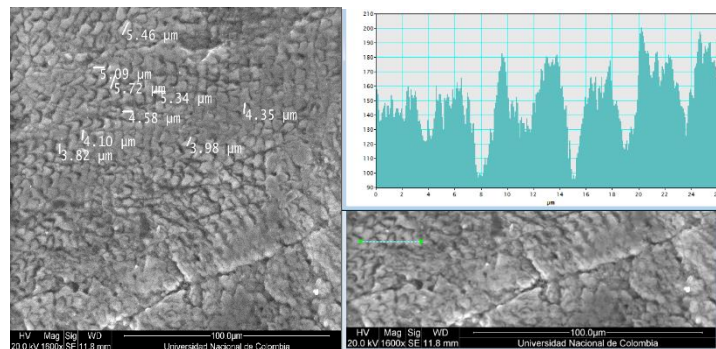


Imagen 22. a) Micrografía SEM de la muestra 3 desmineralizada con las medidas de los granos y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

Remineralización:

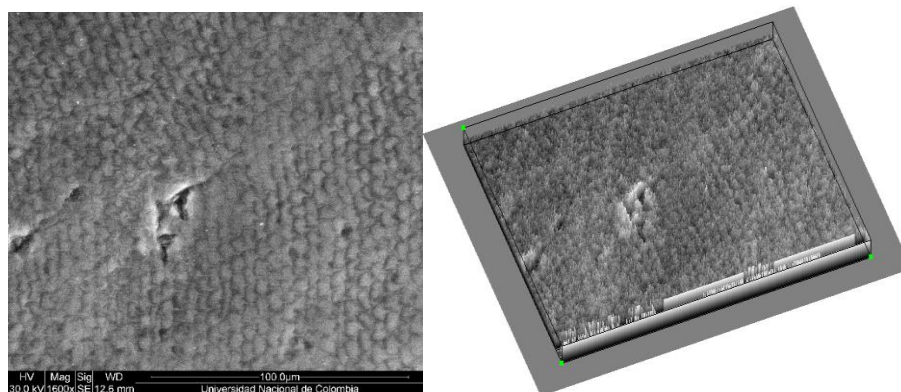


Imagen 23. a) Micrografía SEM de la muestra 3 remineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

|

Después del proceso de remineralización, se puede observar que las grietas desaparecieron de la superficie del diente, pero esta sigue gobernada por la presencia de granos en la superficie (ver imagen 23).

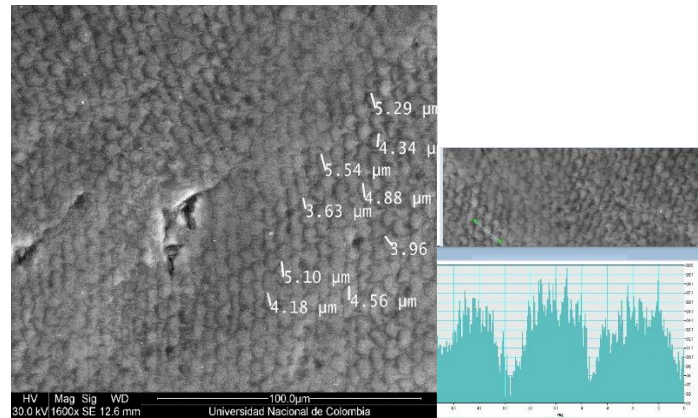


Imagen 24. a) Micrografía SEM de la muestra 3 remineralizada con las medidas de los granos y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

A partir de la imagen 24a se encontró que el tamaño promedio de grano es de $4.61 \pm 0.12 \mu\text{m}$. En la imagen 24b se presenta el perfil de la región seleccionada en el rango de la línea verde, donde se observa la falta de homogeneidad de la superficie del diente.

ANÁLISIS MUESTRA 11:

Control:

En la imagen 25 se presenta la micrografía de la muestra 11 a una magnificación de 1600 aumentos, donde se observa que la topografía del diente se caracteriza por grietas.

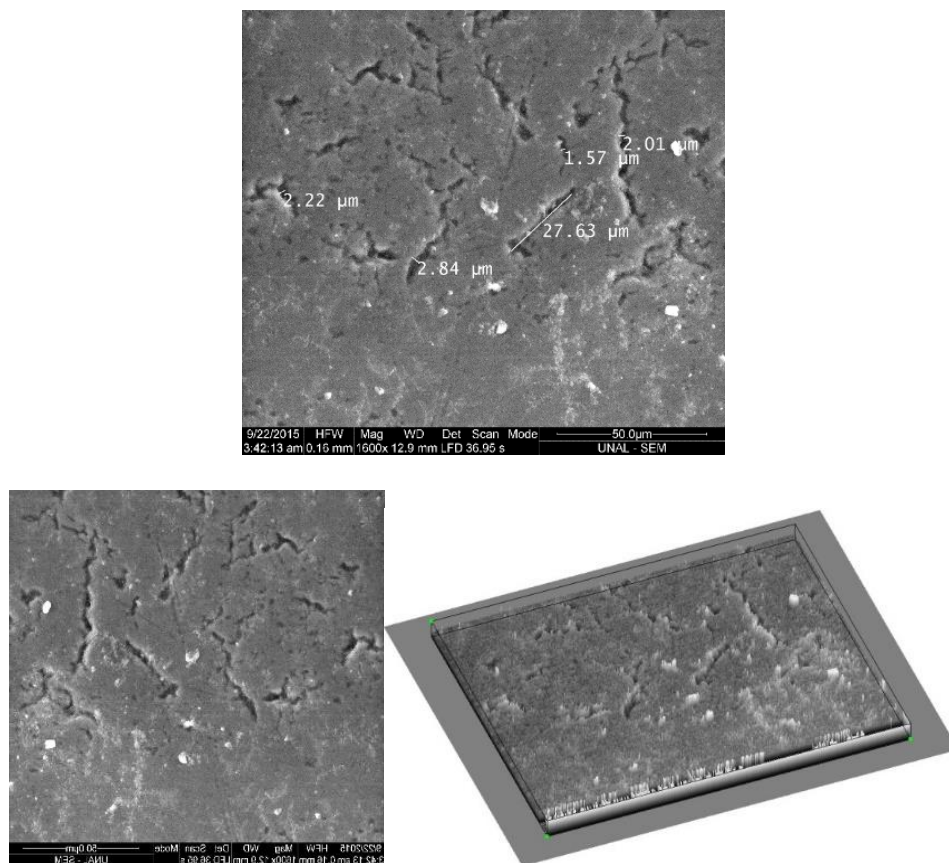


Imagen 25. Micrografía SEM de la muestra 11 control con las medidas de las grietas

25 a) Micrografía SEM de la muestra 11 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

|

En la imagen 25b se presenta la reconstrucción de micrografía de la imagen 25a, donde se evidencia la formación de grietas. A partir de la imagen 25, se pudo determinar que las grietas tienen un ancho que varía entre $1.57 \pm 0.04 \mu\text{m}$ y $2.84 \pm 0.07 \mu\text{m}$.

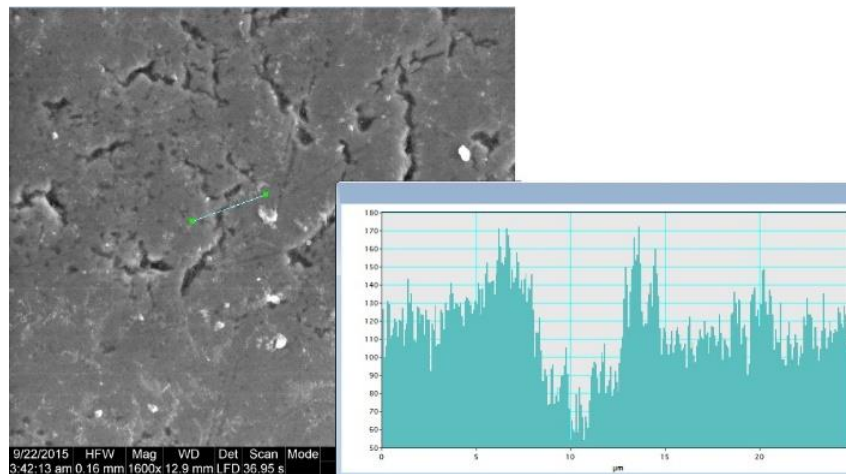


Imagen 26. Perfil de una sección de la micrografía SEM de la Figura 28.

En la imagen 26 se presenta el perfil de una sección, donde se evidencia el ancho y la profundidad de las grietas.

Desmineralización:

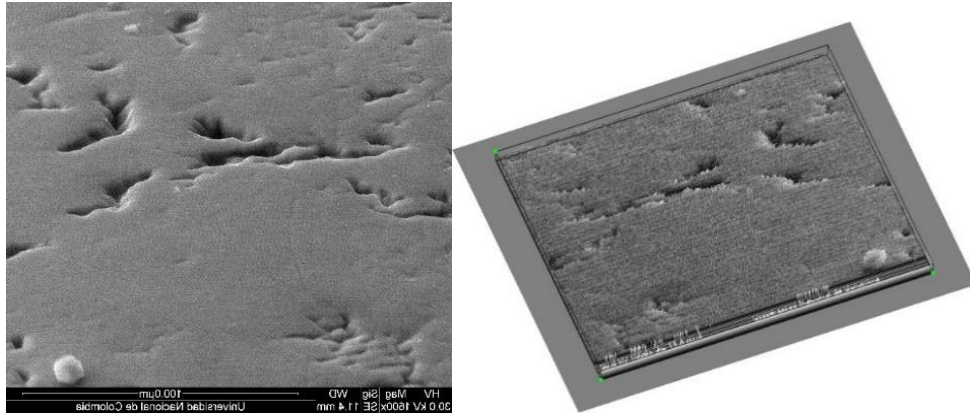


Imagen 27. a) Micrografía SEM de la muestra 11 desmineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

En la imagen 27 se presenta la micrografía de la muestra 11 después de la desmineralización a una magnificación de 1600 aumentos, en la que se evidencia la presencia continua de grietas, caracterizadas por tener un tamaño promedio de $5.84 \pm 0.15 \mu\text{m}$.

Se observa la reconstrucción del perfil de una sección de la micrografía (imagen 28), donde se evidencia la profundidad de las grietas en la superficie del diente.

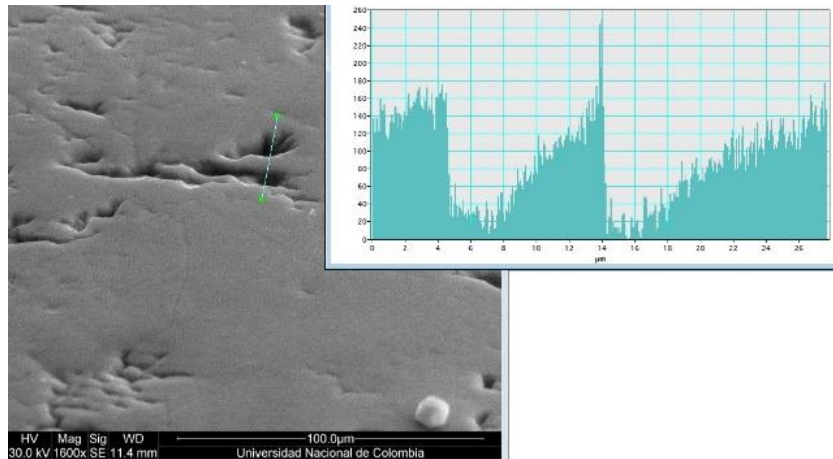


Imagen 28. Perfil de una sección de la micrografía SEM.

Remineralización:

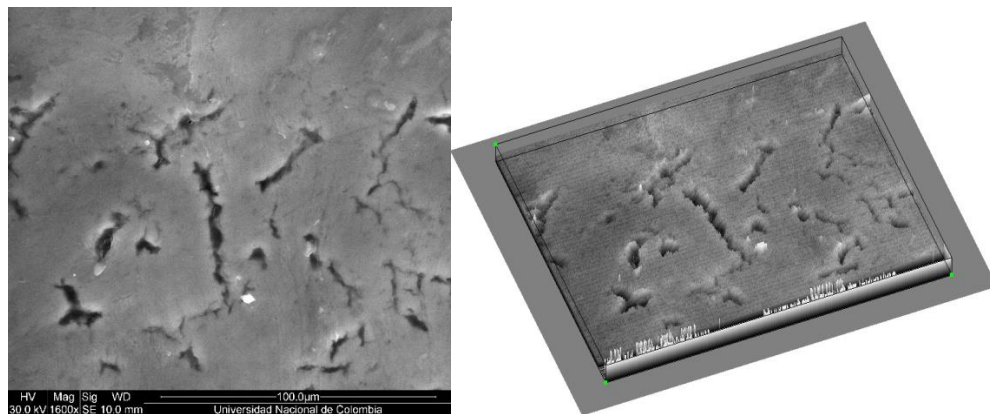


Imagen 29. a) Micrografía SEM de la muestra 11 remineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

Se observa grietas en la superficie del diente, caracterizadas por un espesor promedio de $2.74 \pm 0.07 \mu\text{m}$ y distribuidas aleatoriamente en la topografía de la Imagen 29 y 30.

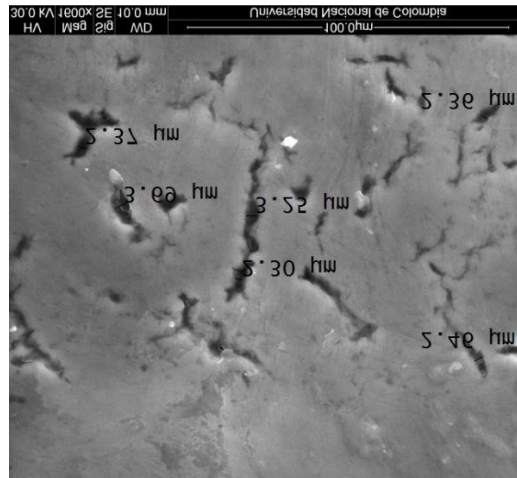


Imagen 30. Micrografía SEM de la muestra 11 remineralizada con las medidas de las grietas.

ANÁLISIS MUESTRA 15:

Grupo Control

De acuerdo a la micrografía se determinó que el espesor promedio de las marcas en la superficie del diente es de $1.69 \pm 0.04 \mu\text{m}$ en la muestra control (Imagen 31)

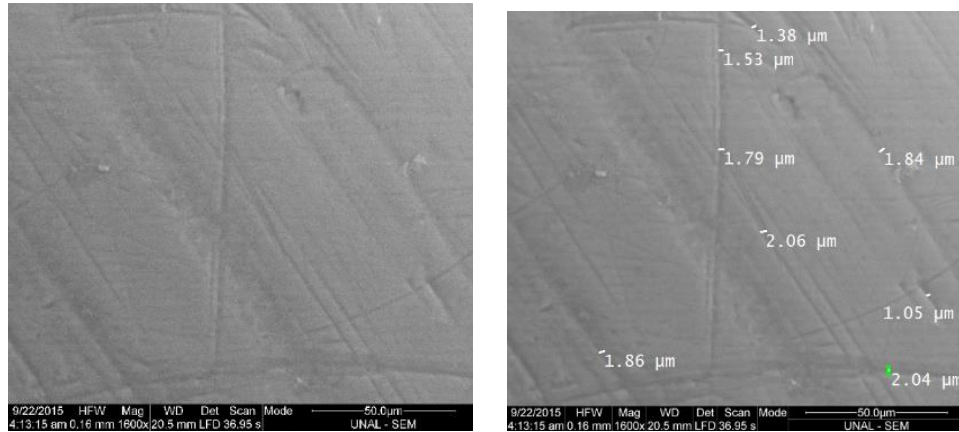


Imagen 31. a) Micrografía SEM de la muestra 15 control y b) la micrografía con los espesores.

Desmineralización:

En el caso de la muestra 15, se observa en la micrografía SEM una topografía caracterizada por grietas pronunciadas en el diente (Imagen 32).

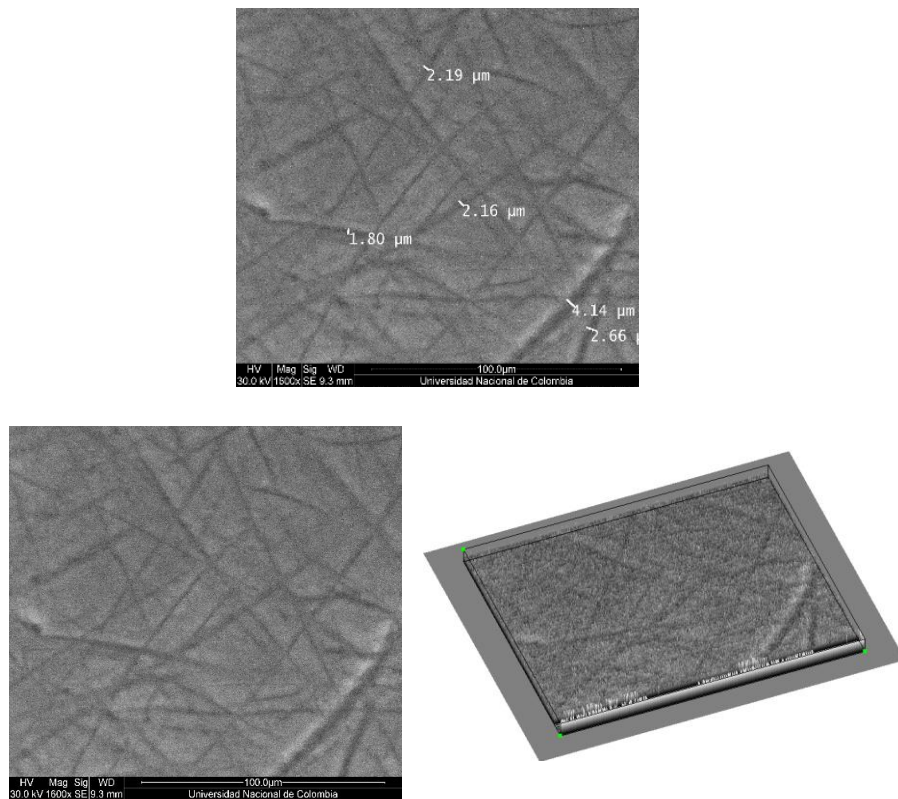


Imagen 32. Micrografía SEM de la muestra 15 las medidas de las grietas Micrografía SEM de la muestra 15 control a) y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

|

A partir de las micrografías se determinó que los espesores de las grietas varían entre 1.80 y 4.14 μm y gobiernan toda la superficie de los dientes (Imagen 32).

Remineralización:

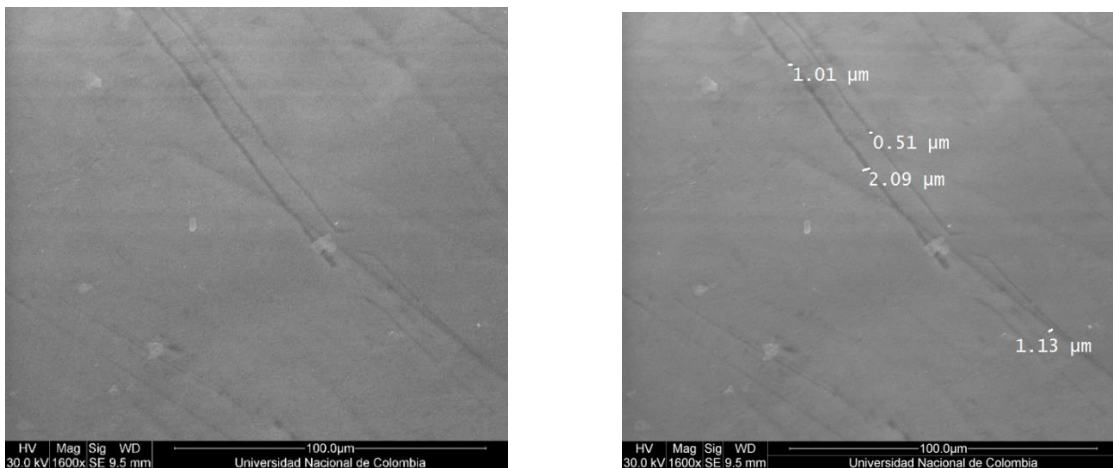


Imagen 33. Micrografía SEM de la muestra 15 remineralizada y b) la micrografía con los espesores

ANÁLISIS MUESTRA 25:

Grupo Control:

En la imagen 34 se presenta la micrografía SEM de la muestra 25 inicial y la reconstrucción de la topografía del diente, gobernada por porosidades homogéneas en toda la superficie dental.

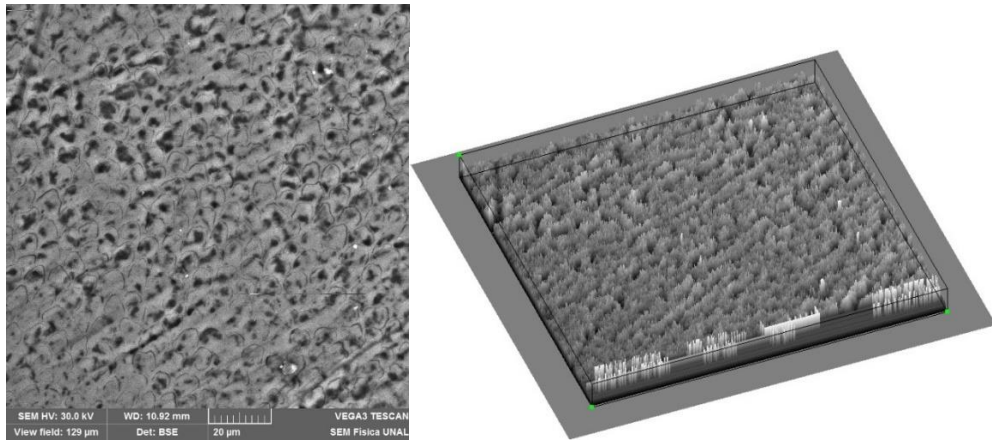


Imagen 34. a) Micrografía SEM de la muestra 25 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

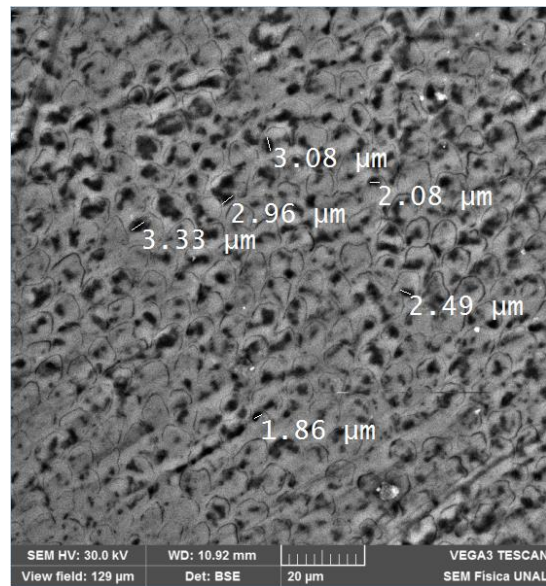


Imagen 35. Micrografía SEM de la muestra 25 control con las medidas de las grietas.

|

En la imagen 36 se presenta la micrografía de la muestra 25 control con una magnificación de 1600 aumentos, en la que se evidencia la presencia homogénea de poros con diámetro promedio de $2.22 \pm 0.05 \mu\text{m}$.

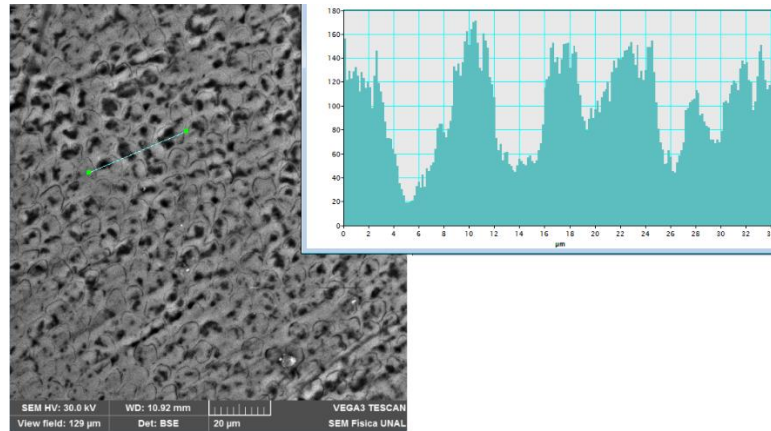


Imagen 36. Perfil de una sección de la micrografía SEM de la Figura 15.

En la imagen 36 se presenta la reconstrucción del perfil de una sección de la micrografía SEM (línea verde), donde se evidencia la profundidad y el diámetro de los poros en la superficie del diente.

Desmineralización:

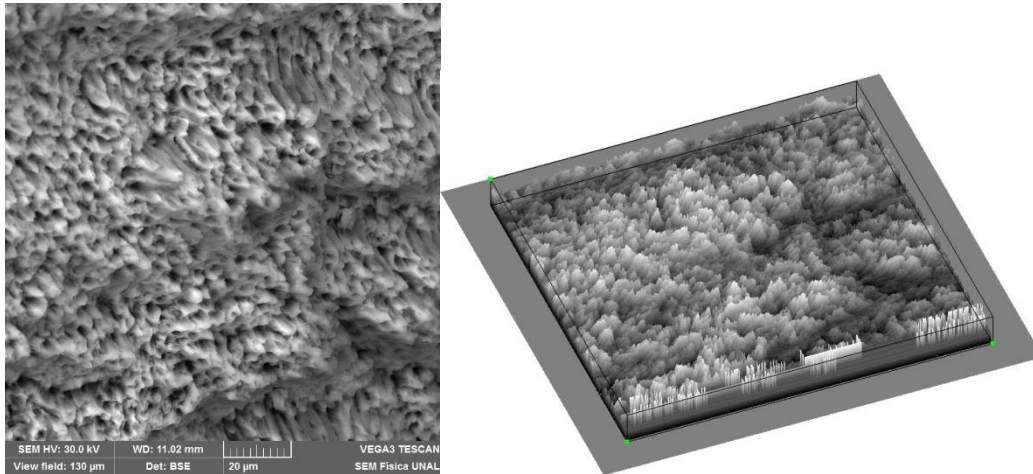


Imagen 37. a) Micrografía SEM de la muestra 25 desmineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

A partir de la imagen 37 se presenta la micrografía de la muestra 25 después de la desmineralización a una magnificación de 1600 aumentos, en la que se evidencia un aumento de la rugosidad del diente con la presencia fuerte de picos y poros con un diámetro promedio de 3.82 ± 0.08 .

En la imagen 37b se observa la reconstrucción del perfil de una sección de la micrografía de a imagen 37a, donde se evidencia la profundidad de los pros en la superficie del diente.

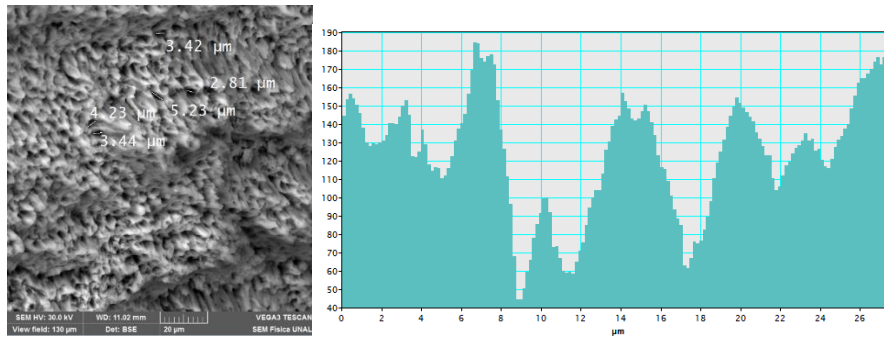


Imagen 38. a) Micrografía SEM de la muestra 25 desmineralizada con las medidas de los granos y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

Remineralización:

Después del proceso de remineralización, se observó la disminución de la rugosidad de la superficie del diente (Imagen 39).

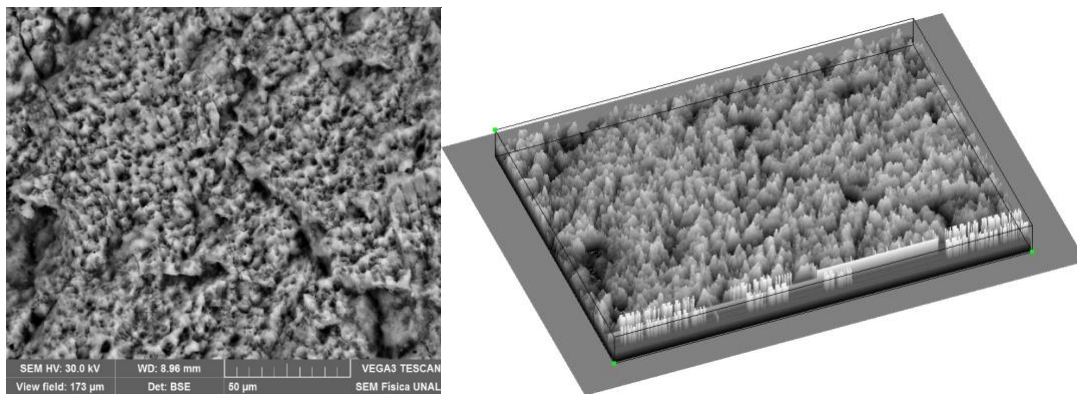


Imagen 39. a) Micrografía SEM de la muestra 25 remineralizada y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

|

A partir de la imagen 40a se presenta la micrografía de la muestra 25 después de la remineralización donde se observa la ausencia de picos pronunciados como en el caso de la imagen 39 y la presencia de poros con un diámetro promedio de 2.82 ± 0.08 . En la imagen 39b se presenta la reconstrucción del perfil de una región de la micrografía SEM.

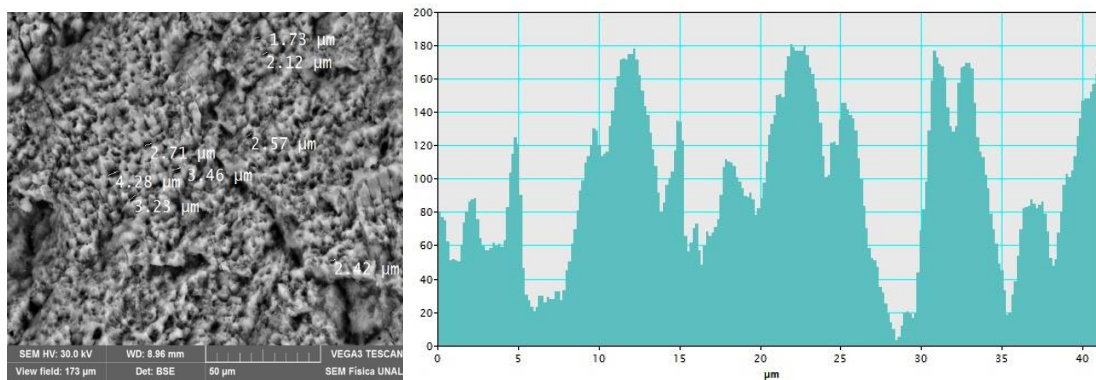


Imagen 40. a) Micrografía SEM de la muestra 25 remineralizada con las medidas de los granos y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

De acuerdo a los resultados anteriores, se realizó la Tabla 1 donde se presentan las medidas de los poros y grietas de las diferentes muestras.

ANÁLISIS MUESTRA 28:

Control:

En la imagen 41a se presenta la micrografía SEM de la muestra 28 para control, en la que se observa pequeñas porosidades poco localizadas en la superficie del diente. La imagen 41b presenta la reconstrucción de la topografía del diente.

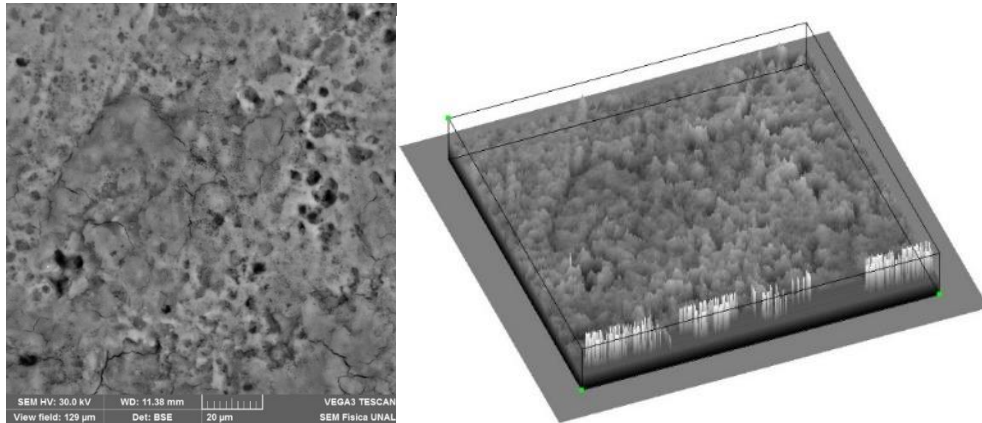


Imagen 41. a) Micrografía SEM de la muestra 28 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

A partir de la micrografía de la imagen 42a se determinó que el tamaño de los poros es de $2.75 \pm 0.35 \mu\text{m}$. En la imagen 42b se presenta el perfil de una región de la micrografía donde se observa la poca porosidad presente.

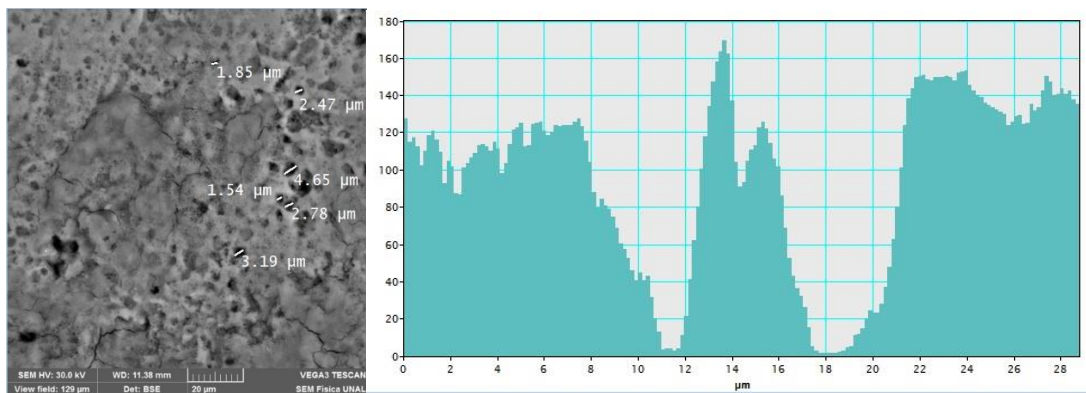


Imagen 42. a) Micrografía SEM de la muestra 28 control con las medidas de los poros y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

|

Desmineralización:

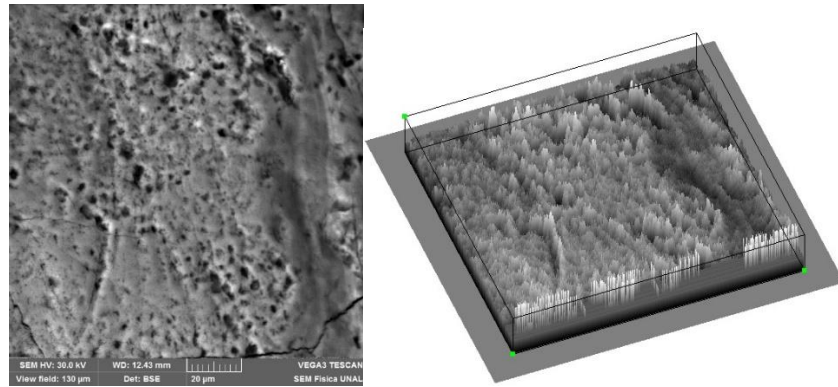


Imagen 43. a) Micrografía SEM de la muestra 28 desmineralizada y b) reconstrucción de la topografía de la muestra.

A partir de la imagen 43 fue posible realizar una reconstrucción de la topografía de la muestra 28 donde se evidencia claramente la condición porosa de la muestra. Fue posible determinar que el tamaño promedio de los poros es de $3.09 \pm 0.38 \mu\text{m}$.

En la imagen 44 se presenta las mediciones de los tamaños de poro y el perfil de los poros en función del tamaño de los mismos.

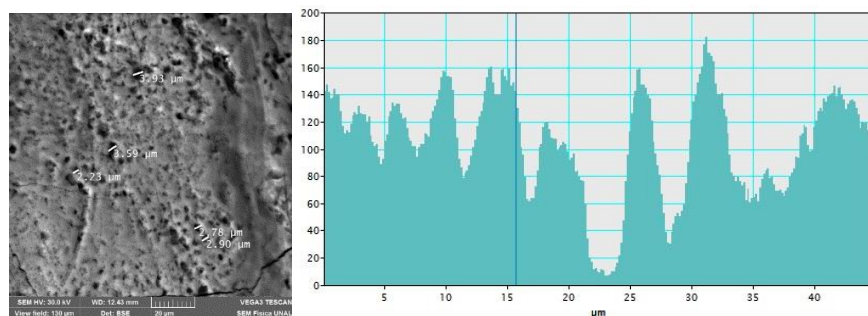


Imagen 44. a) Micrografía SEM de la muestra 28 desmineralizada con las medidas de los poros y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

|

Remineralización:

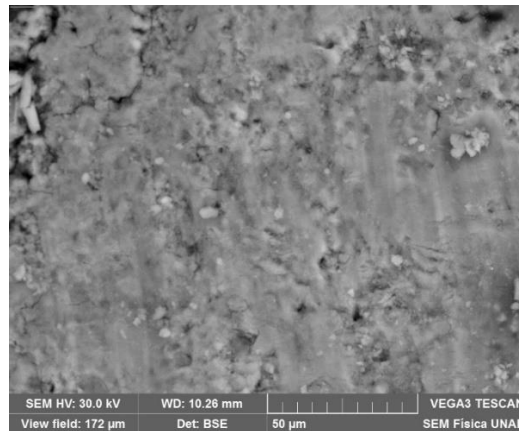


Imagen 45. Remineralización de la muestra

ANÁLISIS MUESTRA 37:

Control:

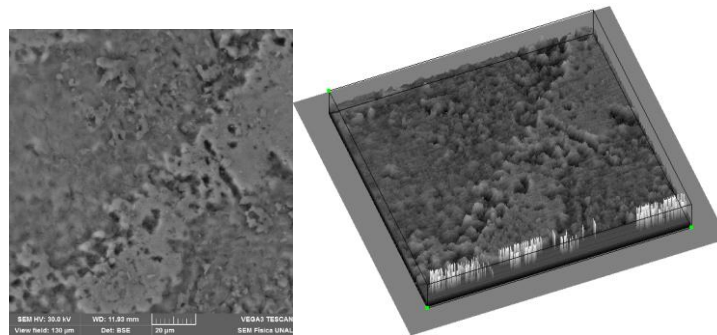


Imagen 46. a) Micrografía SEM de la muestra 37 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

En la imagen 46 a se presenta la micrografía SEM de la muestra 37 de control donde se observa que la topografía del diente se encuentra gobernada por dos

|

tipos de estructuras: aglomerados y poros. La imagen 46b se presenta la reconstrucción de la topografía del diente.

A partir de la micrografía de la imagen 47a, fue posible determinar que el tamaño promedio de los granos es de $3.78 \pm 0.08 \mu\text{m}$. En la imagen 47b se presenta el perfil de la imagen de la región marcada con la línea verde. La micrografía está dada en pixeles en función de las micras.

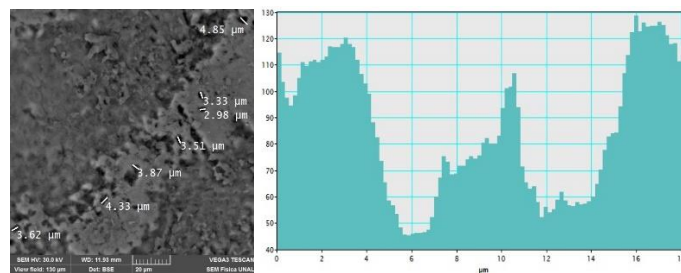


Imagen 47. a) Micrografía SEM de la muestra 37 control con las medidas de los poros y b) Perfil de una sección de la micrografía SEM.

Desmineralización:

De la imagen 48 se puede observar un aumento en los aglomerados y la presencia de pequeñas huellas o marcas en la superficie del diente.

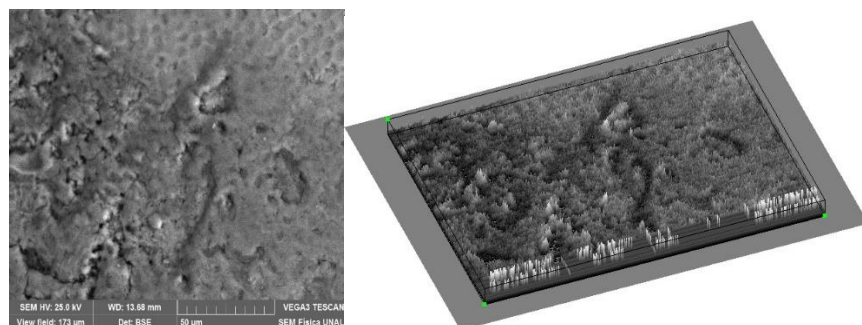


Imagen 48. a) Micrografía SEM de la muestra 37 desmineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

A partir de la imagen 49a se encontró que el tamaño de las huellas o marcas es aproximadamente $3.32 \pm 0.09 \mu\text{m}$. En la imagen 48b se presenta el perfil de la región seleccionada en el rango de la línea verde, donde se observa la ausencia de homogeneidad de la superficie del diente.

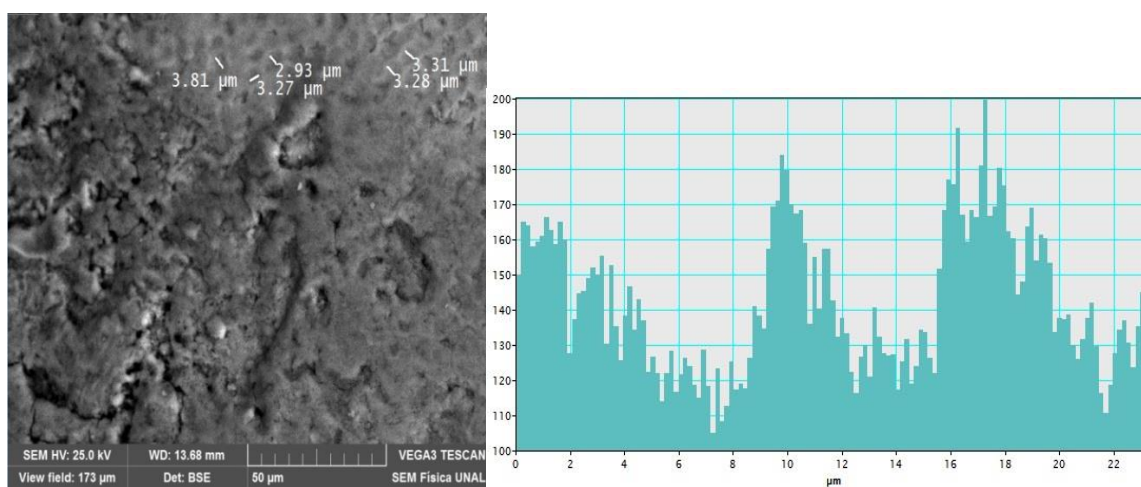


Imagen 49. a) Micrografía SEM de la muestra 37 desmineralizada con las medidas de las huellas o marcas y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

Remineralización:

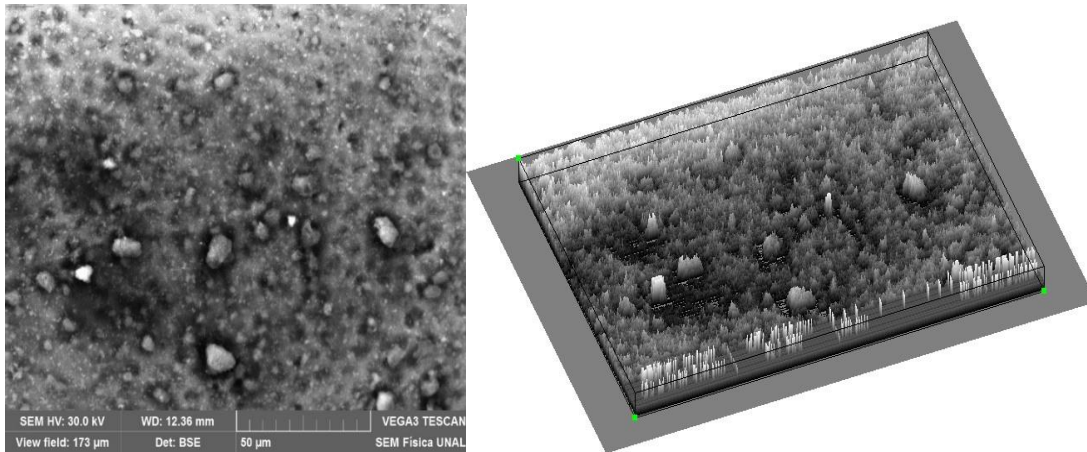


Imagen 50. a) Micrografía SEM de la muestra 37 remineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

Después del proceso de remineralización, se puede observar una disminución de los aglomerados, aunque la superficie sigue presentando algunas porosidades y la presencia de algunas granularidades (Imagen 50b).

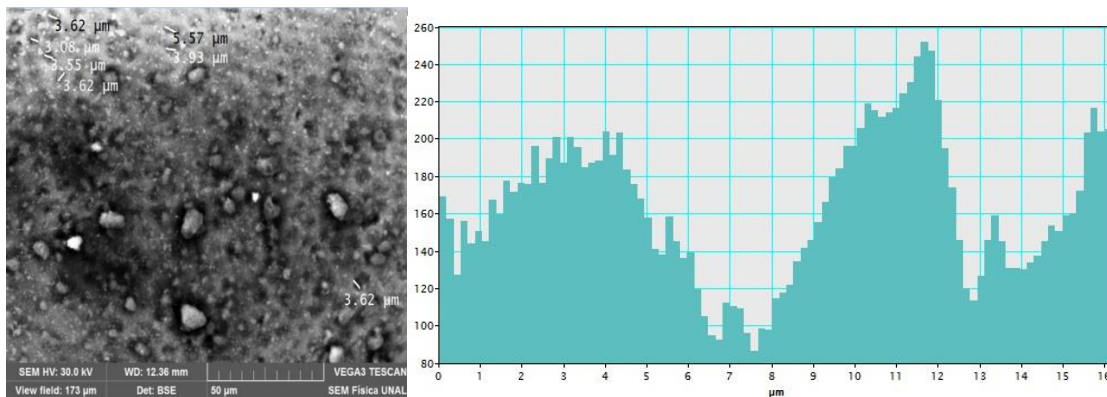


Imagen 51. a) Micrografía SEM de la muestra 37 remineralizada con las medidas de los poros y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

A partir de la imagen 51a se encontró que el tamaño promedio de poro es de $3.75 \pm 0.11 \mu\text{m}$. En la imagen 51b se presenta el perfil de la una región seleccionada de la micrografía.

ANÁLISIS MUESTRA 38:

Control:

En la imagen 52 se presenta la micrografía de la muestra 38 - control, donde se observa que la topografía del diente se encuentra gobernada por poros.

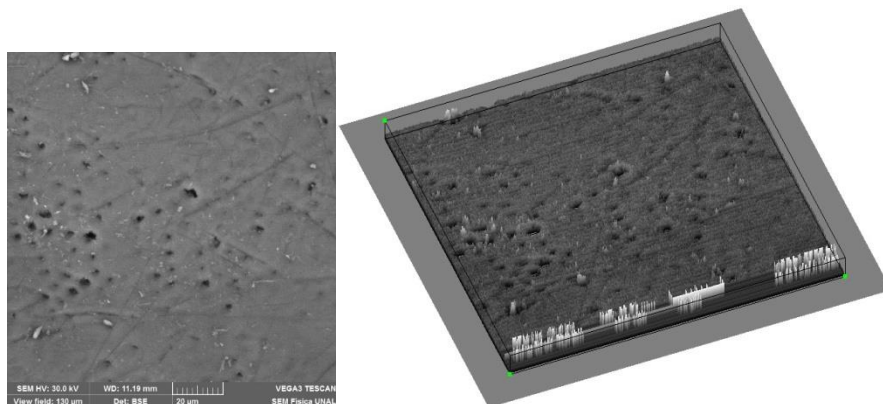


Imagen 52. a) Micrografía SEM de la muestra 38 control y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

En la imagen 52b se presenta la reconstrucción de micrografía de la imagen 52a, donde se evidencia la formación de poros. A partir de la imagen 53a, se pudo determinar que los poros tienen un diámetro promedio de $2.47 \pm 0.08 \mu\text{m}$.

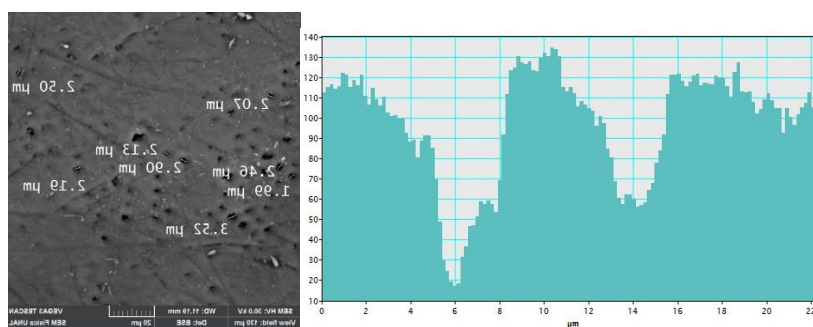
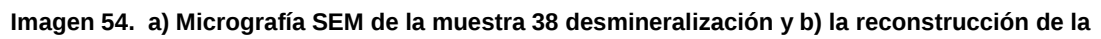
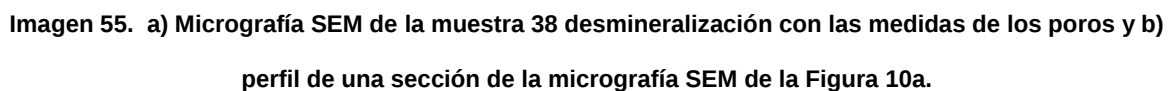


Imagen 53. a) Micrografía SEM de la muestra 38 control con las medidas de los poros y b) perfil de una sección de la micrografía SEM de la Figura 56a.

En la imagen 53b se presenta el perfil de una sección, donde se evidencia el ancho y la profundidad de dos poros.



En la imagen 55b se observa la reconstrucción del perfil de una sección de la micrografía de la Figura 58a.



Remineralización:

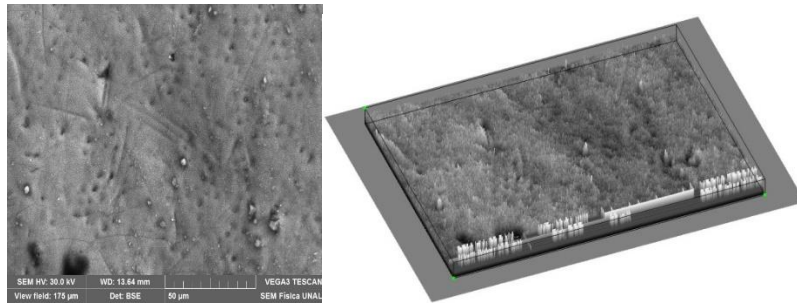


Imagen 56. a) Micrografía SEM de la muestra 38 remineralización y b) la reconstrucción de la topografía de la muestra.

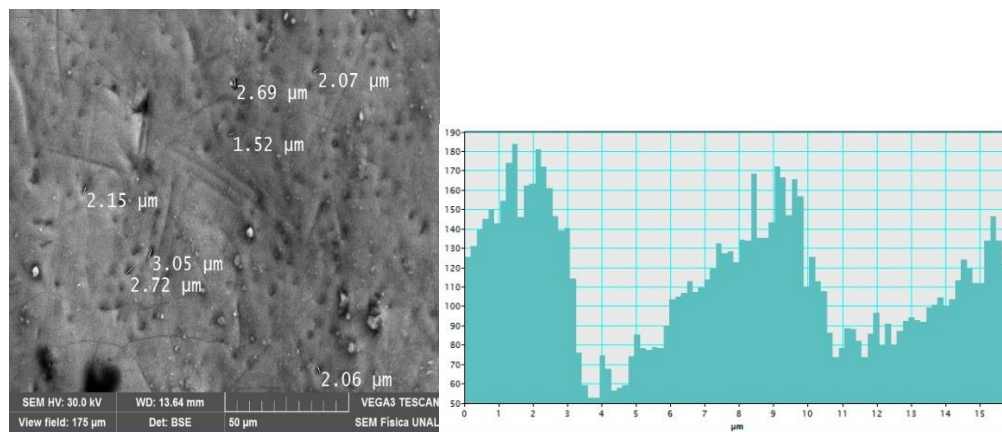


Imagen 57. a) Micrografía SEM de la muestra 38 remineralización con las medidas de los poros y b) perfil de una sección de la micrografía SEM.

3. RESULTADOS

Se tomaron en cuenta un total de ocho muestras dentales, siendo estas las más representativas, a las cuales se les aplico un tratamiento de desmineralización y re mineralización. Se realizó un análisis comparativo entre el tamaño de los poros evaluados antes y después del tratamiento de desmineralización sugiriendo un aumento del tamaño de los poros después de la intervención (Tabla 8.)

	Tamaño poros grupo control (n=8)	Tamaño poros desmineralización (n=8)
Media	2,10	3,10
DE	1,03	1,41
Min	0	1,69
Max	4,5	5,04

*DE: Desviación Estándar; Min: mínimo; Max: máximo

Tabla 8: Tamaño de los poros antes y después de la desmineralización

Con el fin de evaluar si existen diferencias en el tamaño de los poros con respecto a la concentración de peróxidos utilizados, se muestran los resultados descriptivos segregados por los niveles de 35 y 40% respectivamente. (Tabla 9 y Gráfico 1)

	Peróxido 35%		Peróxido 40%		
Grupo	Tamaño Promedio (n=4)	DE*	Tamaño Promedio (n=4)	DE*	P-V
Control	2,9	0,59	3,31	1,6	
Desmineralización	3,58	0,49	4,7	1,91	0,527
Re mineralización	2,29	1,63	2,12	1,99	

*DE: Desviación Estándar

Tabla 9. Comparación del tamaño diferencial de los poros por grupo y nivel de peróxido (35-40%)

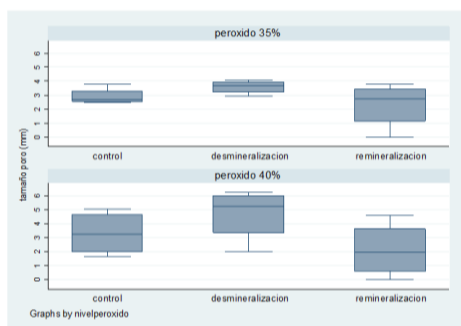


Grafico 1. Tamano de los poros por concentración de peróxido.

Se observó una tendencia al aumento en el tamaño de los poros de la muestra que fue desmineralizada con peróxido de hidrógeno al 40%. Para confirmar si esta diferencia es significativa se utilizó un test de rangos alineados para datos pareados. Esta prueba indicó que no existieron diferencias significativas en el tamaño del poro en los tratamientos realizados por la concentración de peróxido (Valor $p=0,526$). Es decir no hay un efecto diferenciador en el tamaño del poro producido por la concentración de peróxido.

Posteriormente se realizó un análisis comparativo entre el tamaño de los poros, después de la remineralización, sugiriendo una tendencia a la reducción del tamaño de los mismos después de la intervención (Tabla 10.)

	Tamaño poros antes (n=8)	Tamaño poros después (n=8)
Media	3,10	2,21
DE	1,41	1,69
Min	1,69	0
Max	5,04	4,6

*DE: Desviación Estándar; Min: mínimo; Max: máximo

Tabla 10. Tamaño de los poros antes y después de la remineralización.

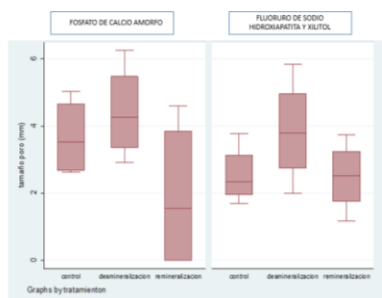
Después de evidenciar la reducción en el tamaño de los poros, posterior al proceso de desmineralización - remineralización, $p=0.0034$, arroja una diferencia estadísticamente significativa.

Posteriormente se realiza un análisis comparativo entre las dos sustancias remineralizantes utilizadas.

Fosfato de calcio amorfo			Fluoruro de sodio, hidroxiapatita y xilitol		
Grupo	Tamaño Promedio (n=4)	DE*	Tamaño Promedio (n=4)	DE*	P-V
Control	3,67	1,18	2,54	0,88	
Desmineralización	4,42	1,41	3,85	1,58	
Re mineralización	1,92	2,30	2,49	1,06	0,473

*DE: Desviación Estándar

Tabla 11 Comparación del tamaño diferencial de los poros por grupo y tipo de tratamiento



Grafica 2. Tamaño de los poros por tipo de tratamiento.

Con el fin de confirmar si existieron diferencias significativas con respecto al tipo de tratamiento, se utilizó un test de rangos alineados para datos pareados. Esta prueba indicó que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el tamaño del poro en los tratamientos aplicados (Valor $p= 0,473$). Es decir no hay un efecto diferenciador en el tamaño del poro producido por el tipo de tratamiento fosfato de calcio y fluoruro de sodio, hidroxiapatita - xilitol (Tabla 11 y Grafica 2).

4. DISCUSIÓN

La observación de la superficie de la muestra con microscopia electrónica de barrido, presenta variaciones en su topografía posterior al aclaramiento dental con diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno (35-40%). Se observa una tendencia a presentar mayor tamaño de poro cuando la concentración del agente aclarador es mayor. Pero no existe diferencia estadísticamente significativa al comparar las diferentes concentraciones ($P=0,526$). Esto coincide con lo reportado en el estudio de Azrak y cols. En 2010, (60) quienes a través de un estudio de perfilometría midieron la rugosidad superficial de todas las muestras de esmalte. Los resultados indicaron que la exposición a un agente aclarador con un $\text{pH} = 4.9$ daba lugar a una alteración de la superficie tratada; a mayor concentración de peróxido de hidrógeno mayor rugosidad y erosión del esmalte.

Spalding y cols. En 2003 (61) aplicaron peróxido de hidrógeno al 50% donde esta concentración generó mayores porosidades producidas por la remoción de la capa superficial del esmalte, es decir, la remoción de precipitadores orgánicos, matriz orgánica y superficie mineral del esmalte. Según Shi X y col (2012), (62) el factor predisponente del cambio en la superficie del esmalte depende de los componentes y la concentración del tipo de aclaramiento; sugiriendo que la degradación ocurre en el esmalte con la aplicación de peróxido de hidrógeno a una concentración igual o mayor al 40%. Ito Y y Momoi Y en 2011 (63) emplearon

|

aclaramientos de peróxido de hidrógeno al 35% y encontraron un aumento significativo de la rugosidad, asociado al aumento de la concentración, que al usar un agente más alcalino 30% (pH 6.1), solo se producía una erosión superficial poco pronunciada¹¹. Bistey y col. 2007 (64) en los resultados de su estudio demostraron los cambios en el esmalte superficial después del tratamiento con peróxido de hidrógeno, lo que afectó el esmalte altamente mineralizado, incluso a bajas concentraciones (10%). Las alteraciones detectadas eran proporcionales a la concentración. A mayor concentración, mayores eran las alteraciones, añadiendo que no fue sólo la concentración de las soluciones de peróxido, sino también el aumento en el tiempo de tratamiento el que favoreció el desarrollo de daños estructurales en el esmalte. Estos estudios obedecen a los resultados encontrados en el presente estudio.

Por otra parte, estudios como los de Ernst y cols. En 1996 (65) reportaron cambios ligeros e insignificantes, o muestras sin cambios en las superficies de esmalte bajo magnificación 3000x con el uso de peróxido de hidrógeno al 30%. Gurgan y cols. (1997), (66) informaron que no existió ninguna modificación de la rugosidad superficial post aclaramiento. Ozkan y col. (2013) (67) encontraron que el proceso de aclaramiento con peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida al 10%, no alteró la rugosidad de la superficie del esmalte. Duscher y col (2006), (68) al estudiar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la estructura y la dureza del diente, encontraron que no registraban efectos nocivos sobre la superficie del esmalte. Estos estudios contrastan con los resultados encontrados en el presente estudio.

Sin embargo estos resultados no son concluyentes, ya que en dichos estudios se utilizaron concentraciones menores de agente aclarador o en su defecto utilizaron otro tipo de agente, por lo tanto los estudios no pueden ser del todo comparables con los del presente estudio.

La literatura registra ampliamente las alteraciones producidas en la superficie del esmalte dental; debido a esto el uso de agentes remineralizantes postaclaramiento es un concepto mayormente aceptado. Lewinstein y col. En 2004 (69) al comprobar que la técnica de aclaramiento dental puede causar alteraciones de tipo estructural y químico en el esmalte dental, expresaron la necesidad de buscar alternativas para manejar los posibles efectos adversos generados como consecuencia del procedimiento. De igual forma Da Costa y Mazur (2007) (5) en su estudio concluyeron que la principal reducción de la microdureza ocurría con el uso de peróxido de hidrógeno de alta concentración y cuando se dejaba actuar durante un tiempo prolongado. Estos autores recomendaron aplicar agentes remineralizantes después del aclaramiento para restaurar la dureza de la superficie del esmalte.

En este estudio se utilizaron dos sustancias remineralizantes (fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidroxiapatita - xilitol), para observar el efecto de estas sobre la recuperación de la topografía alterada del esmalte. Los resultados indicaron que existe una disminución del tamaño de los poros posterior al proceso de remineralización con un valor $p = 0,0034$ que arroja una diferencia estadísticamente significativa, esto indica que los agentes remineralizantes ayudan a mejorar la superficie alterada por agentes aclaradores. Estos resultados

|

coinciden con los encontrados por Heshmat y cols en 2014 (70) quienes también estudiaron el efecto remineralizante del fosfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio, hidroxiapatita - xilitol a través del uso del perfilometro midiendo la rugosidad del esmalte dental, encontrando menor rugosidad después del proceso, sin diferencia estadísticamente significativo entre las dos sustancias.

Mamdouh y col. En 2015 (71) demostraron que el contenido de iones calcio fue significativamente mayor ($P < 0,001$) en el grupo tratado con fosfato de calcio amorfo que en el grupo control (no tratado) y en el grupo de desmineralización. Lo cual comprueba el efecto benéfico del fosfato de calcio en la superficie del esmalte, después de la desmineralización. Mehta y cols. En 2013 (72) también demostraron el efecto superior ($P < 0,001$) de remineralización del fosfato de calcio y el fluoruro de sodio en comparación con la saliva artificial en dientes con esmalte alterado. Pero sin diferencias significativas en el efecto remineralizante del fosfato de calcio en comparación con el fluoruro de sodio. Estos resultados coinciden con los del presente estudio.

En contraste con estos resultados, Somasundaram y cols en 2013 (73) en su estudio, demostraron una reducción de profundidad de las lesiones del esmalte después de la remineralización, siendo mayor la remineralización con fosfato de calcio (tamaño promedio de poros 19,05 micras), en comparación con el grupo tratado con fluoruro de sodio (tamaño promedio de poro 23,88 micras). Por otro lado, Kamath y col. En 2013 (74) encontraron que el fluoruro de sodio producía mejores efectos en la recuperación del esmalte afectado en comparación al fosfato

|

de calcio amorfo ya que contiene hidroxiapatita, fluoruro y xilitol. La hidroxiapatita llena las lesiones del esmalte y las irregularidades superficiales más pequeñas que surgen de la erosión. El flúor se convierte en fluorapatita cuando entra en contacto con la saliva. Por lo tanto, refuerza el diente y lo hace más resistente a los ataques ácidos. El xilitol reduce los efectos nocivos de las bacterias y el ácido láctico como producto de su metabolismo. Estos estudios no encontraron diferencias entre las sustancias remineralizantes empleadas.

En la presente investigación, se encontró que luego de aplicar los agentes remineralizantes disminuyó el tamaño en micras de los poros del esmalte; sin embargo, se debe tener en cuenta que este fenómeno puede deberse, no a la acción de los remineralizantes como tal, sino también al efecto remineralizante que aporta la saliva artificial usada como medio de inmersión entre prueba y prueba. Este producto contiene calcio, potasio y magnesio, lo cual, no obstante, se estima que podría suceder de una manera más real y productiva *in vivo* con la saliva natural del (15,75).

Teixeira y colaboradores en 2004 (2) mencionan que a pesar de la exposición prolongada *in vitro* a saliva artificial para revertir los efectos del oxígeno residual, no se logra una rápida neutralización del peróxido de hidrógeno y que es posible que la recuperación sobre los efectos nocivos producidos por el aclaramiento en los pacientes se alcance en un tiempo menor al obtenido en su estudio. Pues a pesar del esfuerzo realizado por simular las condiciones orales, no se logra tener un escenario idéntico al medio oral natural, debido a la falta de la acción

|

remineralizante de la saliva, al intercambio constante de iones y a la dieta del paciente.

Los resultados del presente estudio y la literatura revisada nos permite afirmar que existe un efecto reparador que se logra sobre el esmalte dental post remineralización, recuperando propiedades que la estructura dental pierde con la disolución de iones que le proporcionan resistencia e integridad al diente.

5. CONCLUSIONES

El peróxido de hidrógeno al 35 y 40% evaluado en este estudio, produce cambios en la topografía de la superficie del esmalte dental aumentando el tamaño de los poros del esmalte, no existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre las dos concentraciones estudiadas; para mejorar los efectos del proceso de desmineralización se utilizaron en este estudio dos agentes remineralizantes con los cuales se evidenció una reducción en el tamaño de los poros demostrando así, el efecto de estos agentes en la recuperación de la estructura de la superficie del esmalte, no existiendo un factor diferenciador entre la capacidad de remineralización de las dos sustancias utilizadas.

6. RECOMENDACIONES

Debido a la gran variabilidad en las imágenes SEM se recomienda, para futuros estudios, obtener muestras de mayor tamaño, que puedan ser marcadas para delimitar la zona a observar durante todos los procesos y con el fin de controlar fracturas del esmalte.

Se recomienda emplear instrumentos de análisis cuantitativo como micrografía, fluorescencia, perfilómetro y microscopia confocal.

7. ANEXO

7.1 ANEXO 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO - UNICOC

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DESPUÉS DE ACLARAMIENTO DENTAL.

INVESTIGADORES:

SANDRA JIMÉNEZ

PIEDAD MALAVER

JUAN MANUEL GONZÁLEZ

Objetivo de la investigación: Evaluar la eficacia de las sustancias remineralizantes después de aclaramiento dental.

Para el cumplimiento de este objetivo, se acudirá a profesionales con demanda de pacientes que requieran la extracción de dientes premolares sanos por indicación ortodóntica, con la finalidad de realizar pruebas de laboratorio que permitan evaluar la eficacia de los agentes remineralizantes después de la aplicación de diversas sustancias blanqueadoras.

|

El paciente será citado para la extracción de los dientes premolares, los cuales serán lavados y desinfectados para sumergirlos en una sustancia que los mantiene y su posterior entrega al investigador principal para los subsiguientes estudios de laboratorio. El estudio tendrá una duración de 3 meses aproximadamente, durante el cual el paciente no incurrirá en ningún gasto o cita adicional diferente a las que requiere el profesional para realizar la extracción.

La información aquí recolectada se mantendrá de manera confidencial, y sólo será conocida por los investigadores; Así mismo sus resultados tendrán un carácter científico y con fines educativos que permitan de consulta por parte de otras investigaciones y como documentos que hagan parte de la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

Agradecemos su colaboración en la donación del diente extraído a la investigación.

Manifiesto que he sido informado(a), y entiendo el propósito y la naturaleza de la investigación, y a su vez he comprendido la finalidad que tiene la misma.

Fecha: _____

Nombres: _____

Apellidos: _____

Documento de Identidad: _____ de _____

Sexo: _____

|

Yo, _____ mayor de edad, identificado con la cedula de ciudadanía #: _____ de _____ en pleno uso de mis facultades mentales, autorizo al equipo profesional odontológico, utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóntica, como material de investigación para el proyecto “Remineralización del Esmalte después del aclaramiento dental” a cargo de Sandra Milena Jiménez Cariello, estudiante de postgrado de Prostodoncia, III semestre de la institución universitaria colegios de Colombia UNICOC.

Firma: _____

Testigo: _____

Cédula N°: _____

Cédula N°: _____

7.2 ANEXO 2. CONSENTIMIENTOS FIRMADOS POR PACIENTES

Fecha: 25 febrero 2015
 Nombres: Raul
 Apellidos: Ariza
 Documento de Identidad: 91438302 de Tunja.
 Sexo: M.

Yo, Raul Ariza mayor de edad, identificado con la cedula de ciudadanía #: 91438302 de Tunja en pleno uso de mis facultades mentales, autorizo al equipo profesional odontológico, utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóntica, como material de investigación para el proyecto "Remineralización del Esmalte después del aclaramiento dental" a cargo de Sandra Milena Jiménez Cariello, estudiante de postgrado de Prostodoncia, III semestre de la institución universitaria colegios de Colombia UNICOC.

Firma: Raul Ariza
 Cédula No. 91438302 Tunja

Documento No. 7095401331824
 Fecha: 25 febrero 2015

Yo, Raul Ariza mayor de edad, identificado con la cedula de ciudadanía #: 91438302 de Tunja en pleno uso de mis facultades mentales, autorizo al equipo profesional odontológico, utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóntica, como material de investigación para el proyecto "Remineralización del Esmalte después del aclaramiento dental" a cargo de Sandra Milena Jiménez Cariello, estudiante de postgrado de Prostodoncia, III semestre de la institución universitaria colegios de Colombia UNICOC.

Firma: Raul Ariza
 Cédula No. 91438302 Tunja

FECHA: 24 febrero 15
 NOMBRES: Herdy Camila
 APELLIDOS: Valencia Gordon
 DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 1015444404
 SEXO: Femenino

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Camila Valencia documento de identidad No. 1015444404 Autorizo al equipo medico tratante utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóntica, como material de investigación para el proyecto RE-MINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DESPUÉS DEL ACLARAMIENTO DENTAL a cargo de Sandra Milena Jiménez Cariello, estudiante de postgrado de Prostodoncia III semestre de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC.

Firma: Camila Valencia
 Documento No. 1015444404

FECHA: 17/2015
 NOMBRES: ENAC ALEXANDER
 APELLIDOS: RODRIGUEZ RODRIGUEZ
 DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 1010181443
 SEXO: MASCULINO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Alexander Rodriguez R documento de identidad No. 1010181443 Autorizo al equipo medico tratante utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóntica, como material de investigación para el proyecto RE-MINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DESPUÉS DEL ACLARAMIENTO DENTAL a cargo de Sandra Milena Jiménez Cariello, estudiante de postgrado de Prostodoncia III semestre de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC.

Firma: Alexander Rodriguez R
 Documento No. 1010181443

FECHA: 03-03-2015
 NOMBRES: Danyana Avendaño
 APELLIDOS: Valero
 DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 1014239502
 SEXO: femenino

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Danyana Avendaño documento de identidad No. 1014239502 Autorizo al equipo medico tratante utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóntica, como material de investigación para el proyecto RE-MINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DESPUÉS DEL ACLARAMIENTO DENTAL a cargo de Sandra Milena Jiménez Cariello, estudiante de postgrado de Prostodoncia III semestre de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC.

Firma: Danyana Avendaño
 Documento No. 1014239502

FECHA 14.03.15
NOMBRES Yasmi Paula Engativá (hija)
APELLIDOS Alarcón (madre)
DOCUMENTO DE IDENTIDAD 98400552171
SEXO Femenino

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo Yasmi Alarcón documento de identidad No. 92384391 autorizo al equipo médico tratante utilizar los dientes extraídos por indicación ortodóncica, como material de investigación para el proyecto RE-MINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DESPUÉS DEL ACLARAMIENTO DENTAL a cargo de Sandra Milena Jiménez Carrión, estudiante de postgrado de Prosthodontia III semestre de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC.

Firma Paula Engativá
Documento No. 92384391

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tschoppe P, Neumann K, Mueller J, Kielbassa A. Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *J Dent.* 2009; 37(2):156-62.
2. Teixeira E, Turssi C, Hara A, Serra M. Influence of post-bleaching time intervals on dentin bond strength. *Braz Oral Res.* 2004; 18(1):75-9.
3. De Arruda A, Dos Santos P, Sundfeld R, Berger S, Briso A. Effect of Hydrogen Peroxide at 35% on the Morphology of Enamel and Interference in the De-mineralization Process: An In Situ Study. *Oper Dent.* 2012; 37(5):518-25.
4. Davari A, Danesh Kazemi A, Ataei E, Vatanpour M, Abdollahi H. Effects of Bleaching and Remineralising Agents on the Surface Hardness of Enamel. *J Dent Shiraz Univ Med Scien.* 2012; 13(4):156-163.
5. Da Costa J, Mazur R. Effects of New Formulas of Bleaching Gel and Fluoride Application on Enamel Microhardness: An In Vitro Study. *Oper Dent.* 2007; 32(5):589-94.
6. Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. Effects of conditioners on microshear bond strength to enamel after carbamide peroxide bleaching and/or casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) treatment. *J Dent.* 2007; 35(11):862-70.
7. Zhi Q, Lo E, Kwok A. An in vitro study of silver and fluoride ions on

- remineralization of demineralized enamel and dentine. *Aust Dent J.* 2013; 58(1):50-6.
8. Chen H, Chang C, Liu J, Chuang S, Yang J. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent.* 2008; 36(9):718-25.
 9. Attin T, Kielbassa A, Schawanenber M, Hellwig E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil.* 1997; 24(4):282-6.
 10. Gurunathan D, Somasundaram S, Kumar S. Casein Phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: a remineralizing agent of enamel. *Aus Dent J.* 2012; 57(4):404-8.
 11. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *JDents.* 2004; 92(4):337-2.
 12. Mohammed Q A. Tooth-Bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *S Den J.* 2014; 26(2):33-46.
 13. Gómez M, Campos A. *Histologia y Embriologia Bucodental.* 2da Edición. Panamericana. 2007.
 14. Jan C, Hu YH, Chun Turki AH, Simmer J. Enamel Formation and Amelogenesis Imperfecta. *Cell tissues Organs.* 2007;(186:78-85).
 15. Mohd Janurudin J, Ozeki K, Aoki H, Fukui Y. Preparation of a hydroxyapatite and hydrogen peroxide composite for tooth whitening. *Biomed Mater Eng.* 2007; 17(2):69-75.

16. Boskey A. Amorphous calcium phosphate: the contention of bone. J Den Res. 1997; 76(8):1433-9.Citado Por: Londoño ME, Echavarría A, De la Calle F. Características cristaloquímicas de la Hidroxiapatita Sintética tratada a Diferentes temperaturas. EIA. 2006; 5(5):109-118.
17. Ippolitov YA, Ippolitov IY, Seredin PV. Morphology of the human dental enamel. Rev.LatinAm.Met.Mat. 2014; :135-139.
18. Leeson T, Leeson C, Paparo A. Texto Atlas de Histología. In. México DF: McGraw Hill; 1990. p. 401-414.
19. Mihiu C, Dudea D, Melincovici C, Bocsa B. Tooth enamel, the result of the relationship between matrix proteins and hydroxyapatite crystals. Applied Medical Informatics. 2008; 23(4):68-2.Citado por: Úsuga M. Efecto de una sustancia remineralizante modificada en el llenado de defectos del esmalte dental. (tesis doctoral Maestría en Odontología). Bogota: Universidad Nacional de Colombia.2012.
20. Simmer JP, et al.. A post- classical theory of enamel biomineralization and why need one. International Journal of Oral Science. 2012; 4(129-134).
21. Swain MV, Li Hong H. Understanding the mechanical behaviour of human enamel from its structural and compositional characteristics. Journal of the mechanical behaviour of biomedical materials. 2008;(18-29).
22. Fukae M. Enamel Formation. Biochemical Aspect. J. Oral Biosci. 2009; 51(46-60).

23. Duque de Estrada Riveron J, Pérez Quiñonez JA, Hidalgo Gato I. Caries dental y ecología bucal, aspectos importantes a considerar. Revista Cubana de Estomatología. 2006; 43(1):1-12.
24. Abou El-Yazeed M, Taha S, El Shehaby F, Salem G. Relationship between salivary composition and dental caries among a group of Egyptian down Syndrome Children. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2009; 3(2):720-30. Citado por: Úsuaga M. Efecto de una sustancia remineralizante modificada en el llenado de defectos del esmalte dental. (Trabajo de grado Maestría en Odontología)Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.2012.
25. Reid D, Ferrell R. The Relationship between number of striae of Retzius and their periodicity in imbricational enamel formation. Journal of Human Evolution. 2006;(18-29).
26. Bertassoni LE, Habelitz S, Kinney JH, Marshall SJ, Marshall JR. Biomechanical Perspective on the Remineralization of Dentin. Caries Res. 2009; 43(2):70-77. Citado por: Bertassoni, L.E.; Stankoska K.; Swain, M.V. Insights Into the structure and composition of the peritubular dentin organic matrix and the lamina limitans. Micron (2012): 229-236.
27. Tjaderhane L, Carrilho M, Breschi L, Tay F, Pashley D. Dentin basic structure and composition an overview. Endodontic Topics. 2012; 20(1):3-29.
28. Kielbassa A, Tschoppe P, Hellwig E, Wrbas K. Effects of regular and whitening dentifrices on remineralization of bovine enamel in vitro. Quintessence

- International. 2009; 40(2):103-12.
29. Hirata R. Tips, Claves en Odontología Estética. 1st ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012.
 30. Dahl J, Pallesen U. Tooth Bleaching-A critical review of the biological aspects. Crit Rev Oral Biol Med. 2003; 14(4):292-4.
 31. Joiner A. The Bleaching of teeth: a review of the literature. JDent. 2006; 34(6):412-19.
 32. Félix Matos L, Hernández LM, Abreu N. Dental Bleaching techniques; Hydrogen-Carbamide Peroxides and Light Sources for Activation, an Update. Mini Review Article. The Open Dentistry Journal. 2014; 8(1): 264-268.
 33. Zalkind M, Arwaz JR, Golmand A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching. a scanning electron microscopy study. Endod Dent Traumatol. 1996; 12(8):82-88.
 34. Gjorgievska E, Nicholson J. Prevention of enamel demineralization after tooth bleaching by bioactive glass incorporated into toothpaste. Aus Dent J. 2011; 56(2):193-00.
 35. Andrew J. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. JDent. 2007; 35(12):889-6.
 36. Magalhães J, Macedo K, Ferreira A, Farias G, Lima Dos Santos R. Análisis In Vitro de la micro dureza del esmalte dental humano expuesto al peróxido de carbamida y sometido a la acción del fluoreto. Acta Odontológica Venezolana.

2010; 48(4):1-9.

37. Leonard RH, Haywood VB, Phillips C. Factores de Riesgo en el desarrollo de la sensibilidad dentaria e irrigacion gingival en los tratamientos de blanqueamiento vital con ferulas nocturnas. Quintessence. 1998; 11: 283-289.
38. Collins L. Evaluation of novel gel containing 18% hydrogen peroxide and commercially gel 18% carbamide peroxide 18% use clinical study. Journal of dentistry. 2004; 32:47-52.
39. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. Journal of Dentistry. 2009; 11: 840-847.
40. Leite D, Baggio F, Liporini P, Munin E, Lovadino J. In vitro evaluation of the effectiveness of bleaching agents activated by different light sources. Journal of Prosthodontics. 2009; 18: 249-254.
41. De Silva G, Brackett MG, Haywood V. Number of in-office light activated bleaching treatments needed to achieve patient satisfaction. Quintessence International. 2006; 37: 115-120.
42. Carrillo Sánchez C. Desmineralización y remineralización. Rev. Asociación Dental Mexicana. 2010; 67(1):30-2.
43. Cochrane N, Cai F, Huq N, Burrow M, Reynolds E. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res. 2010; 89(11):1187-97.
44. Raymond GS, Erika S, Monique HV. Review saliva and research material:

- Biochemical, physicochemical and practical aspects. *Archives of Oral Biology*. 2007; 52: 1114-1135.
45. Núñez D, Bacallao L. Biochemistry of dental caries. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2010; 9(2):156-66.
 46. Abou El-Yazeed M, Taha S, El Shehaby F, Salem G. Relationship between salivary composition and dental caries among a group of Egyptian down Syndrome Children. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2009; 3(2):720-30.
 47. Borges A, Guimarães C, Bresciani E, Ramos C, Borges A, Rocha Gomes Torres C. Effect of incorporation of remineralizing agents into bleaching gels on the microhardness of bovine enamel in situ. *J Contemp Dent Pract*. 2014; 15(2):195-201.
 48. Koulorides T, Feagin F, Pigman W. Remineralization of dental enamel by saliva in vitro. *Ann New York Acad Sci*. 1965; 131(2):751-7. Citado por: Üsuaga M. Efecto de una sustancia remineralizante modificada en el llenado de defectos de esmalte dental. (Trabajo de Grado Maestría en Odontología). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012.
 49. Chow L, Takagi S, Shih S. Effect of a two-solution fluoride mouthrinse on remineralization of enamel lesions in vitro. *J Dent Res*. 1992; 71(3):443-7.
 50. Chunhua Z, Dongliang Z, Yuxing B, Song L. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate remineralization of primary teeth early enamel

lesions. J Dent. 2014; 42(1):21-9.

51. Cross K, Hug N, O'Brien-Simpson N, Perich J, Attard T, Reynolds E. The role of multiphosphorylated peptides in mineralized tissue regeneration. In J Pept Res Ther. 2007; 13:479-95. Citado por: Úsuga M. Efecto de una sustancia remineralizante modificada en el llenado de defectos del esmalte dental. (Trabajo de Grado Maestría en Odontología).Bogotá:Universidad Nacional de Colombia;2012.
52. Vashisht R, Kumar A, Indira R, Srinivasan M, Ramachandran S. Remineralization of early enamel lesions using casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate: An ex-vivo study. Contemp Clin Dent. 2010; 1(4):210-3.
53. Walker G, Cai F, Shen P, Adams G, Reynolds C, Reynolds E. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate incorporated into sugar confections inhibits the progression of enamel subsurface lesions in situ. Caries Res. 2010; 44(1):33-0. Citado por: Gurunathan D, Somasundaram S, Kumar S. Casein Phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: a remineralizing agent of enamel. Aus Dent J. 2012; 57(4):404-8.
54. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. Archives of oral biology. 2010; 55 ():541-4.
55. Navneet G, Kudupudi V, Sukrit G. Surface remineralization potential of casein

- phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on enamel eroded by cola-drinks: An in-situ model study. *Contemp Clin Dent*. 2013; 4(3):331-7.
56. Agrawal N, Shashikiran N, Singla S, K R, Kulkarni VK. Atomic force microscopic comparison of remineralization with casein-phosphopeptide amorphous calcium phosphate paste, acidulated phosphate fluoride gel and iron supplement in primary and permanent teeth: An in-vitro study. *Contemp Clin Den*. 2014; 5(1):75-0.
57. García K, Pedrini D, Botazo A, Ferreira L, Cannon M. In situ evaluation of the remineralizing capacity of pit and fissure sealants containing amorphous calcium phosphate and/or fluoride. *Acta Odontológica Scandinavica*. 2010; 68(1):11-8.
58. Ibertis. Patología+Rehabilitación+Construcción. [Online].; 2012 [cited 2014 agosto 27. Available from: HYPERLINK "http://www.patologiasconstruccion.net/2012/12/la-microscopia-electronica-de-barrido-sem-i-concepto-y-usos/"
<http://www.patologiasconstruccion.net/2012/12/la-microscopia-electronica-de-barrido-sem-i-concepto-y-usos/>.
59. Chavéz González B, Santos Almeida I, Roldao Urzado Q. Evaluación de la dureza del esmalte en dientes deciduos. *Kiru*. 2011; 8(1):1-6.
60. Azrak B, Callaway A, Kurth P, Willershausen B. Influence of bleaching agents on surface roughness of sound or eroded dental enamel specimens. *J Esthet*

Restor Dent. 2010 Dec Dec; 22(6)(391-9.).

61. M S, L A, G A. Scanning electron microspy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva and with 10% carbamide peroxide. Journal of esthetic and restorative dentistry. (2003); 15 ((154-165.).
62. Shi X, Ma H, Zhou J, Li W. The effect of cold-light activated bleaching treatment on enamel surfaces in vitro. International journal of oral science. 2012; 4 (208 – 2013).
63. Ito Y MY. Bleaching using 30% hydrogen peroxide and sodium hydrogen carbonate. Dental materials journal. (2011); 30, 2(193-198.).
64. Bistey Tamas A, Istva'n P, Nagy b, Anett Simo' a. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. Journal of Dentistry. 2007; 35(325 – 330).
65. Erenst CP, Marroquín BB, Willershausen-Zönn B. Effect of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. Quintessence I. 1996 Jan; 27(1)(53-6.).
66. Gürgan S, Bolay S, Alaçam R. In vitro adherenceof bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. J Oral Rehabil. 1997 Aug; 24(8)(624-7.).
67. Ozkan p, Gülay K, Sule G, Ozak , S kurtulmu, Pelin. Effect of bleaching agents and whitening dentifrices on the surface roughness of human teeth enamel. Acta Odontologica Scandinavica. 2013; 71(488–497).
68. Duschner H, Götz , White D, Kozak K, Zoladz J. Effects of hydrogen peroxide

- bleaching strips on tooth surface colour, surface microhardness, surface and subsurface ultrastructure, and microchemical (Raman Spectroscopic). *J Clin dent.* 2006; 17(72-8).
69. Lewinstein I, Fuhrer N. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2004 Oct; 92(4)(337-42.).
70. Heshmat H, Hoorizad M, Jaber S, Kharrazi M..The Effect of Remin Pro and MI Paste Plus on Bleached Enamel Surface Roughness. *J Dent (Tehran).* 2014; 11(2)(131–136).
71. Mamdouh D, Talaat , BDS , MSc , MahmoudB. Acid Resistance of Enamel Subsurface Lesions Treated with Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate Fluoride. *Journal of Dentistry for Children.* 2015; 82(2).
72. Mehta R, Nandlal B, Prashanth S. Comparative evaluation of remineralization potential of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate fluoride on artificial enamel white spot lesion. *Indian Journal of Dental Reserch.* 2013; 24(6)(22.).
73. Somasundaram P, Vimala N, Mandke LG. Protective potential of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate containing paste on enamel surfaces. *Journal of Conservative Dentistry |.* 2013 Mar-Apr; Vol 16(Issue 2.).
74. Kamat N, Chandra P, Kapoor A, Razmus T. Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: an in vitro comparative study.

Orthodontics (Chic.). 2013; 14(22-9).

75. A B. Avances Médico Dentales. Tratado de odontología. 2a ed. Madrid. 1998;(2237).

76. Coceska E,gjorgievska E, Cleman **N**, Gabric D, Sliper I. Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. Journal of microscopy 2015; july; vol 262(232-44).