



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**Efecto de diferentes enjuagues bucales
blanqueadores sobre esmalte dental
desmineralizado con refresco de cola: *in vitro***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

Rosalinda Joseline Loza Ornelas

TUTORA: DRA. CECILIA CARLOTA BARRERA ORTEGA



Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A la UNAM en especial a la FES Iztacala por la oportunidad que me otorgo al estudiar una profesión y prepararme como Cirujano Dentista.

Agradezco profundamente a la Dra. Cecilia Carlota Barrera Ortega por compartir sus conocimientos, para que este proyecto se llevara a cabo, por siempre resolver mis dudas con gran disposición y por todo el apoyo brindado en el transcurso de mi Servicio social y sobre todo por haberme permitido aprender a su lado.

Agradezco la colaboración del Cirujano Maxilofacial José Gerardo González Masso por la recolección de las muestras.

A la Dra. Sandra Elizabeth Rodil Posada del Instituto de Investigación en Materiales, CU, UNAM, por la oportunidad de acudir a sus instalaciones, para la obtención de los datos de rugosidad de esta investigación.

A mis compañeros del servicio social: Mario García, Ángel Nava y Adolfo Callejas, por su colaboración en el transcurso de este trabajo.

También quiero agradecer a toda mi familia porque sin ellos no habría podido concluir mis estudios.

A María Elena por ser mi madre, amiga y compañera por todo lo que me diste y me enseñaste, gracias por estar siempre conmigo.

A Rosario Loza y Rodolfo Luna por su sacrificio y esfuerzo para brindarme los recursos necesarios para estudiar.

A María Lourdes y Mónica Loza Ornelas por brindarme su apoyo incondicional en los momentos difíciles.

A José Luis Loza Ornelas gracias por brindarme tu gran apoyo y cariño desde siempre.

A mi hermano Oswaldo gracias por compartir conmigo los frutos de tu esfuerzo.

Este estudio fue financiado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico DGAPA, proyecto IA-200421, UNAM.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con mucho amor, A mi madre María Elena Ornelas Reyes, que siempre creyó en mí, gracias mamá por todas tus enseñanzas, por tu amor, por siempre escucharme, cuidarme, aconsejarme, te amo mamá, siempre te llevaré en mi corazón.

ÍNDICE

Glosario.....	9
Resumen	10
1 Introducción	12
2 Marco teórico	14
2.1 Esmalte dental	14
2.1.2 Composición química del esmalte dental:	18
2.1.3 Propiedades físicas del esmalte dental.....	20
2.2 Procesos de desmineralización y remineralización	22
2.2.1 Remineralización.....	22
2.2.2 Saliva	23
2.2.2.1 <i>Composición de la saliva:</i>	25
2.2.2.2 <i>Saliva artificial</i>	25
2.2.3 Desmineralización	27
2.2.3.1 Refresco de cola	28
2.2.3.2 Erosión.....	31
2.4 Enjuagues bucales	33
2.4.1 Enjuague bucal con Cloruro de Cetilpiridinio	38
2.4.2 Enjuagues Bucales con agentes blanqueadores	39
2.4.3 Enjuague bucal con Peróxido de Hidrógeno.....	41
2.4.4 Enjuague bucal con Hexametáfosfato de sodio.....	43
2.4.5 Enjuague bucal con pirofosfato de sodio	44
3 pH cíclico	46
4 Rugosidad.....	47
5 Color	48
5.1 Propiedades del color.....	51
5.1.1 Colorímetros	53
5.1.2 Espacio de color CIELAB	54
6 Planteamiento del problema	58
7 Pregunta de investigación	59
8 Justificación	60
9 Hipótesis de investigación	61

10	Objetivos	62
10.1	Objetivo general	62
10.2	Objetivos específicos.....	62
11	Materiales y métodos	63
11.1	Tipo de estudio	63
11.2	Población de estudio y muestra.....	63
12	Criterios de participación.....	63
12.1	Criterios de inclusión	63
12.2	Criterios de exclusión.....	63
12.3	Criterios de eliminación	63
12.4	Selección del grupo control.....	63
13	Variables	64
13.1	Variables independientes	64
13.2	Variables Dependientes.....	65
14	Obtención y preparación de la muestra	66
15	Lesión inicial	69
16	pH cíclico	70
17	Valoración de la Lesión.....	75
18	Análisis de los datos.....	76
19	Resultados.....	77
19.1	Color.....	77
19.2	Rugosidad	81
20	Discusión	86
21	Conclusiones.....	90
22	Consideraciones Futuras	91
23	Cronograma de actividades	92
24	Referencias.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Etapas del desarrollo de los dientes (6)</i>	15
<i>Figura 2 Disposición de los prismas del esmalte (8)</i>	18
<i>Figura 3 Enjuague bucal Scope Crest®</i>	39
<i>Figura 4 Enjuague bucal Whitening Extreme Listerine®</i>	42
<i>Figura 5 Enjuague bucal 3DWhite OralB®</i>	44
<i>Figura 6 Enjuague bucal Luminous White Colgate®</i>	45
<i>Figura 7 Colorímetro, Color Meter Pro utilizado para resultados de color (fuente directa)</i>	54
<i>Figura 8 Espacio de color Cielab (71)</i>	56
<i>Figura 9 Selección de la muestra (fuente directa)</i>	66
<i>Figura 10 Acondicionamiento de la muestra, se retiró el tejido pulpar (fuente directa)</i>	67
<i>Figura 11 Colocación de cera rosa a la muestra (fuente directa)</i>	67
<i>Figura 12 Aplicación de barniz ácido resistente (fuente directa)</i>	68
<i>Figura 13 Se realizó profilaxis a cada muestra, teniendo especial cuidado en la manipulación (fuente directa)</i>	68
<i>Figura 14 Modelo de pH, que se utilizó cada 24 horas durante un periodo de 7,14,21,28 días</i>	70
<i>Figura 15 Elaboración de saliva artificial para almacenamiento de las muestras, utilizada como solución remineralizante (fuente directa)</i>	71
<i>Figura 16 Enjuague de las muestras con agua desionizada (fuente directa)</i>	72
<i>Figura 17, a) En 20 ml de enjuague bucal se vertían las muestras cubriéndolas por completo (b). La flecha representa los movimientos que se realizaban a las muestras en la aplicación de los enjuagues bucales (c), el movimiento se hacía durante los 60 segundos de aplicación (fuente directa)</i>	73
<i>Figura 18 La solución desmineralizante (Coca-Cola®) se aplicó a todos los grupos cubriendo la totalidad de la corona de todas las muestras (fuente directa)</i>	74
<i>Figura 19 Fotografía de los cuatro grupos de enjuagues bucales después del tratamiento, A) grupo de Crest® Scope (SO), B) grupo Colgate® Luminous White (LW), C) grupo de Oral B® 3DWhite® (3DW), y D) grupo de Listerine® Whitening Extreme(WE)</i>	74
<i>Figura 20 El colorímetro debe colocarse cerca de la muestra (fuente directa)</i>	78
<i>Figura 21 Imagen obtenida del software cielab a) comparación de esmalte sano con muestras del enjuague bucal Scope, b) comparación del enjuague bucal 3DW con esmalte sano, representado en color rojo el valor de ΔE, (fuente directa)</i>	78
<i>Figura 22 Imagen de rugosidad a) esmalte sano, b) lesión inicial o esmalte desmineralizado con bebida de cola (fuente directa)</i>	81
<i>Figura 23 Rugosidad del esmalte dental tratado con enjuague bucal 3DWhite Oral B® a) 7,b) 14,c) 21 y d) 28 días de tratamiento (fuente directa)</i>	82
<i>Figura 24 Rugosidad de la superficie del esmalte dental tratado con enjuague bucal Scope Crest® a) 7,b) 14,c) 21 y d) 28 días (fuente directa)</i>	82
<i>Figura 25 Rugosidad de las muestras tratadas con enjuague bucal Luminous White Colgate® a) 7,b)14,c) 21 y d) 28 días de tratamiento (fuente directa)</i>	83
<i>Figura 26 Rugosidad de las muestras tratadas con enjuague bucal Whitening Extreme Listerine® a) 7,b)14,c) 21 y d) 28 días (fuente directa)</i>	83

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1 Composición química de la saliva</i>	<i>26</i>
<i>Cuadro 2 Nombres e ingredientes de los enjuagues bucales</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 3 Colocación de las muestras en los enjuagues bucales como lo estipula el fabricante</i>	<i>69</i>

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1 Diferencia estadística de color de los enjuagues bucales a 7,14,21 y 28 días del tratamiento con enjuagues bucales blanqueadores.</i>	<i>79</i>
<i>Gráfica 2 Resultados de color por grupos a 7,14,21 y 28 días.....</i>	<i>80</i>
<i>Gráfica 3 Resultados de rugosidad comparando enjuagues bucales con ES y LI.....</i>	<i>84</i>
<i>Gráfica 4 Resultados de rugosidad a 7,14,21, y 28 días de tratamiento.....</i>	<i>85</i>

Glosario

°C	Grados Celsius
µm	Micras
ADA	Asociación Dental Americana
ATSDR	Registro de Sustancias Toxicas y Enfermedades
C ₂₁ H ₃₈ CIN	Cloruro de cetilpiridino
Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (OH) ₂	Formula química de hidroxiapatita
CIE	<i>Commission Internationale de l' Eclairage</i>
CP	Peróxido de carbamida
ES	Esmalte sano
F	Flúor
GPa	Gigapascal
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrógeno
IgA	Inmunoglobulina A
Kcal	Kilocalorías
KDa	Kilodalton
LI	Lesión Inicial
MFA	Microscopio de fuerza atómica
ml	Mililitros
nm	Nanómetros
OMS	Organización Mundial de la Salud
pH	Potencial de Hidrógeno
Ppm	Partes por millón
Ra	Rugosidad
rpm	Revoluciones por minuto
µm	Millonésimas de mol
um	Unidad de mil
Δ	Delta

Resumen

Introducción: Los dientes blancos son prioridad para algunos pacientes y existen diferentes productos de venta libre como, pastas, geles, bandas y enjuagues. Hay poca evidencia de productos blanqueadores dentales además de los utilizados en consultorios dentales. **Objetivo:** Determinar la eficacia de tres enjuagues bucales blanqueadores sobre esmalte dental desmineralizado con refresco de cola evaluando rugosidad de superficie y cambio del color. **Materiales-Métodos:** 90 terceros molares inferiores/retenidos, (recién obtención), previo corte mesio-distal para obtener 180 superficies divididos aleatoriamente en 6 grupos experimentales (n=30 c/u): SO (Scope-Crest®), grupo LW (Luminous-White Colgate®), grupo 3DW (3D-Whitening Oral-B®), grupo WE (Whitening-Extrem Listerine®), grupo Lesión Inicial (LI) a todos se les realizó lesión inicial (96h-pH 2.8), un grupo esmalte sano (ES). Fueron sometidos a pH-cíclico alternando inmersión en refresco de cola (pH 2.8-1.5h) y saliva artificial (pH 7.0-22.5h), según fabricante, diariamente durante 7, 14, 21 y 28 días. La rugosidad (Ra) se midió con perfilómetro óptico, el cambio del color, con Color meter Pro-ColorSpec™, se realizó ANOVA-(2-vías), Tukey-(post-hoc) $p < 0.05$ con GraphPad-8.5. **Resultados:** La Ra y DE presentaron diferencias significativas entre: SO vs LW con $p \leq 0.0176$, SO vs 3DW, WE vs 3DW, LW vs 3DW con una $p < 0.0001$. Los resultados de color(media \pm DE): ES 4.1(± 0.4), LI 25.7 (± 3.2), SO_7d 34.28(± 0.8), SO_14d 33.1(± 1.7), SO_21d 39.3(± 1.0), SO_28d 45.8(± 0.2), WE_7d 9.4(± 0.8), WE_14d 11.8(± 0.7), WE_21d 14.10(± 0.8) WE_28d 8.9(± 0.3), LW_7d 9.6(± 0.4), LW_14d 11.2(± 1.1), LW_21d 11.2(± 0.8), LW_28d 16.6(± 0.6), y 3DW_7 11.13(± 1.0), 3DW_14d 11.1(± 0.9), 3DW_21d 10.72(± 0.6) y 3DW_28d 10.4(± 0.2). El WE fue el menos rugoso (0.69), después LW (0.74), y 3DW (0.92), en el color el 3DW obtuvo el color más blanco (10.83 ± 0.1), después WE (11.9 ± 1.1), luego LW (12.2 ± 1.5), finalmente SO 38.3 ± 3.1). **Conclusiones:** El 3DW obtuvo el mejor efecto blanqueador, sin embargo, fue el más rugoso debido a la pérdida mineral del esmalte, en contraste el LW obtuvo menor efecto blanqueador y presentó menor rugosidad, es decir, menor afectación sobre el esmalte.

Palabras Clave: Color, Rugosidad, Enjuague bucal, Blanqueamiento dental, Desmineralización.

Abstract

Introduction: White teeth are a priority for some patients and there are many products on the market like pastes, gels, strips and mouthwashes that advertise this. However, there is little evidence that these whitening products work. **Objective:** Determine the efficacy of three whitening mouthwashes on dental enamel demineralized with a cola beverage, evaluating surface rugosity and color. **Materials and methods:** 90 inferior and retained third molars (recently obtained) were cut mesiodistally to obtain 180 surfaces. They were divided into 6 experimental groups (n=30 each): group SO (Scope-Crest), group LW (luminous white Colgate®), group 3DW (3D-Whitening Oral-B®), group WE (Whitening-Extreme Listerine®), initial lesion group (LI), every group was submitted to an initial lesion (96h-pH 2.8), and a healthy enamel group (ES). They were all put through a pH cycle, alternating between an immersion in a cola beverage (pH 2.8-1.5h) and artificial saliva (pH 7.0-22.5h) daily for 7, 14, 21, and 28 days. Rugosity (Ra) was measured using an optic profile-meter and the change in color (De) with the Pro-ColorSpec™ Colormeter. Two-way ANOVA and Tukey (post-hoc) $p < 0.05$ with Graphpad-8.5 were used for statistical analysis. **Results:** The Ra and DE results presented significant differences between: SO vs LW with $p \leq 0.0176$, SO vs 3DW, WE vs 3DW, LW vs 3DW with a $p < 0.0001$. The color results (median \pm DE) ES 4.1(± 0.4), LI 25.7 (± 3.2), SO_7d 34.28(± 0.8), SO_14d 33.1(± 1.7), SO_21d 39.3(± 1.0), SO_28d 45.8(± 0.2), WE_7d 9.4(± 0.8), WE_14d 11.8(± 0.7), WE_21d 14.10(± 0.8) WE_28d 8.9(± 0.3), LW_7d 9.6(± 0.4), LW_14d 11.2(± 1.1), LW_21d 11.2(± 0.8), LW_28d 16.6(± 0.6), y 3DW_7 11.13(± 1.0), 3DW_14d 11.1(± 0.9), 3DW_21d 10.72(± 0.6) y 3DW_28d 10.4(± 0.2). WE showed less rugosity (0.69), followed by LW (0.74), and 3DW (0.92), in color 3DW obtained the whitest color (10.83 ± 0.1), followed by WE (11.9 ± 1.1), then LW (12.2 ± 1.5), and finally SO (38.3 ± 3.1). **Conclusions:** 3DW had the most whitening effect, however, it also showed the most rugosity due to the demineralization of the enamel. In contrast LW obtained a less whitening effect and presented less rugosity, that is to say, less affectation of the enamel

Keywords: color, rugosity, mouthwash, dental whitening, demineralization

1 Introducción

El tener unos dientes blancos es una prioridad para los pacientes hoy día, es por ello que han surgido métodos alternativos para satisfacer el deseo de unos dientes blancos de una manera más económica, sencilla y rápida como lo es con los enjuagues bucales con agentes blanqueadores. Pero no hay evidencia sólida de que algún producto de venta libre para blanquear los dientes que promueva un mejor efecto blanqueador que los productos indicados y utilizados o sugeridos en consultorios dentales.

El color de los dientes se determina principalmente por la dentina, y es modificado por el espesor y translucidez del esmalte. La deposición de varios pigmentos en la biopelícula sobre el diente también puede cambiar su color. Estas manchas suelen ser clasificadas como intrínsecas o extrínsecas, dependiendo de su fuente. La tinción extrínseca está relacionada con la mala higiene bucal, el consumo de alimentos y bebidas, así como el consumo de tabaco.

Las manchas que producen color dentro de las estructuras dentales suelen ser intrínsecas. La teoría dominante sobre el mecanismo de blanqueamiento es que las moléculas de la mancha se oxidan en compuestos incoloros. Los mecanismos de acción de los productos de blanqueamiento dental pueden ser de dos tipos: blanqueamiento de manchas con agentes oxidantes que degradan y eliminan los pigmentos de la estructura dental; y control de manchas extrínsecas usando agentes abrasivos, agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno, entre otros.

El proceso de blanqueamiento dental consiste en la aplicación del agente blanqueador sobre la superficie dental durante un período de tiempo, que puede causar daño en el esmalte dental causando defectos en su estructura, tales como: sensibilidad debido a la mayor porosidad de esmalte (que permite la difusión del blanqueador en la dentina a través de los túbulos dentinarios específicamente en las fibras de Thomes) y en la pulpa dental; y con ello causar gingivitis; irritación en garganta y también irritación gástrica; así como cambios en la superficie del esmalte dental.

Por tal motivo el propósito de este trabajo es determinar el efecto de diferentes enjuagues bucales adicionados con fluoruro de sodio, peróxido de hidrógeno y otros ingredientes que ayudan a prevenir manchas sobre el esmalte dental, utilizando como solución desmineralizante un refresco de cola en condiciones de pH cíclico para determinar el cambio de color, además se evaluará la rugosidad del esmalte dental antes, durante y después el tratamiento.

2 Marco teórico

2.1 Esmalte dental

El esmalte dental es un tejido único acelular formado sobre una matriz hipermineralizada de células epiteliales responsables de su formación como son los ameloblastos; células secretoras del esmalte que tras completar su formación involucionan y desaparecen durante la erupción dental por medio de un mecanismo de apoptosis, dado esto no hay crecimiento ni nueva aposición del esmalte después de la erupción (1).

El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares por ello se le conoce como sustancia extracelular muy mineralizada, el esmalte dental es también llamado tejido adamantino o sustancia adamantina, su principal función es proteger a los dientes de agresiones externas. El esmalte debido a su alto contenido en minerales es vulnerable, y agentes ácidos pueden ser suficiente para causar su desmineralización (1; 2).

El esmalte dental es la sustancia más dura del cuerpo humano y sirve como capa exterior resistente al desgaste de la corona dental pues estructuralmente está constituido por millones de prismas. Forma una barrera aislante que protege el diente de las fuerzas físicas, térmicas y químicas que, de otro modo, dañarían al tejido pulpar. Debido a que las propiedades ópticas del esmalte también se derivan de su estructura y composición, los defectos de desarrollo o las influencias ambientales que afectan la estructura del esmalte generalmente se visualizan como cambios en su opacidad y/o color (3; 4).

El esmalte embriológicamente se deriva del ectodermo, de una proliferación localizada del epitelio bucal, por lo que se diferencia de otros tejidos dentarios, el desarrollo dentario se describe en cuatro etapas (figura 1) (5).

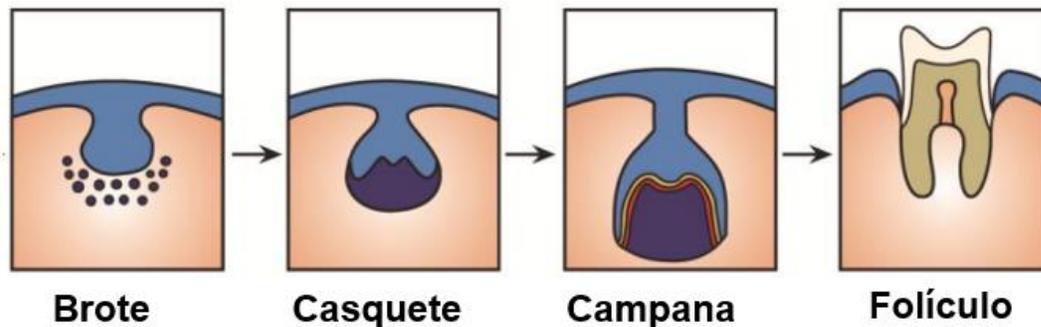


Figura 1 Etapas del desarrollo de los dientes (6).

1. Etapa de yema, botón o brote dentario:

A partir de la sexta semana de gestación aparece un engrosamiento laminar del epitelio bucal (ectodermo) que sigue la curva de los bordes de los maxilares, son las láminas dentales. En ellas, se producen proliferaciones ectodérmicas redondeadas llamadas yemas dentales, que crecen hacia el espesor del mesodermo y se convertirán en los dientes deciduos (5).

2. Etapa de casquete.

La capa profunda ectodérmica se invagina y forma una caperuza, llamada órgano del esmalte, que rodea una masa de mesénquima denominado papila dental. La papila dental dará origen a la dentina y al tejido pulpar.

Tanto el órgano del esmalte como la papila dental quedan rodeados por una diferenciación capsular del mesénquima llamado saco dentario, que originará el cemento y el ligamento periodontal. Durante esta etapa comienza la histodiferenciación del órgano dentario (5).

3. Etapa de campana.

Durante esta etapa, se establecen los patrones coronarios de cúspides, bordes y fisuras. También aparece, por lo general, la formación de las yemas dentarias permanentes. Se induce la diferenciación de las células periféricas de la papila en odontoblastos, células formadoras de dentina. El resto de las células de la papila forman la pulpa; más tarde, las primeras capas de dentina originadas hacen que algunas células se diferencien en ameloblastos, que son las células formadoras del esmalte (5).

4. Etapa de campana tardía o folículo dental.

Este término se utiliza para designar la etapa donde se inicia la formación de los tejidos mineralizados del diente, por medio de los procesos de amelogénesis, formación de esmalte; dentinogénesis, formación de la dentina y cementogénesis cuando se forma el cemento, y con esto se comienza la erupción (7; 1).

Las estructuras del esmalte son conocidas como prismas o bastoncillos (figura 2), en donde el número de estos prismas va de los 5 millones en los incisivos inferiores laterales hasta los 12 millones en los primeros molares. Cada prisma se extiende a lo largo de todo el grosor del esmalte, con orientación oblicua y trayectoria ondulada, los prismas de las cúspides son más largos y tienen apariencia cristalina

permitiendo que la luz pase a través de ellos. (3; 4). La unidad elemental del esmalte son los cristales de hidroxiapatita (HAp) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ su cronología de mineralización se extiende desde los últimos meses de gestación hasta la pre adolescencia. En su superficie interna, en contacto con la dentina, forma la unión amelodentinaria, mientras que su superficie externa, se encuentra en contacto directo con el medio ambiente bucal. Su espesor varía, desde unas pocas micras (μm) a nivel cervical hasta 2.5 mm en las cúspides, presenta mayor espesor por la cara vestibular que por la lingual y es mayor por mesial que por distal (7).

El esmalte no presenta células ni vasculatura; por lo tanto, es incapaz de remodelarse o repararse, los cristales de hidroxiapatita están apilados a lo largo de un eje longitudinal y agrupados en haces de hasta mil cristales para formar los prismas del esmalte, entre los cuales hay un espacio conocido como espacio inter prismático con gran cantidad de agua y de iones que fluyen constantemente, los primas del esmalte en un diente permanente presentan una angulación en la zona cervical de 106° y en la zona oclusal de 90° (7).

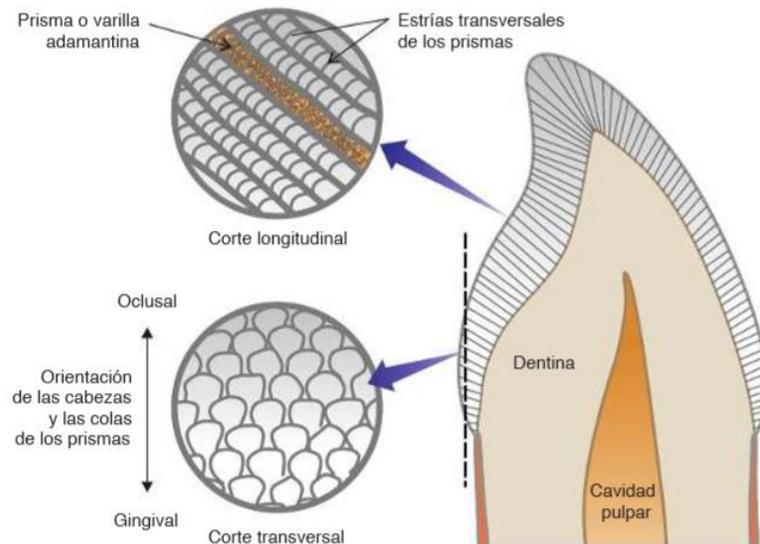


Figura 2 Disposición de los prismas del esmalte (8).

Tiene características que lo diferencian de los otros tejidos calcificados del organismo (dentina, cemento y hueso) ya que el esmalte maduro es una estructura acelular, avascular y sin inervación. El ameloblasto es la célula que participa por excelencia en el proceso de amelogénesis, derivada del epitelio interno del órgano del esmalte y desaparece por apoptosis cuando el esmalte completa su desarrollo (9).

2.1.2 Composición química del esmalte dental:

Está compuesto por 95% de matriz inorgánica que corresponde a las proteínas, y 4% de matriz orgánica los cristales de hidroxiapatita y 1% de agua.

MATRIZ ORGÁNICA: Complejo sistema de multiagregados polipeptídicos, entre las proteínas más destacada en las distintas fases de su formación, están:

- Enamelina, molécula hidrofílica, glicosilada de 70 kilodalton (KDa), localizada en la periferia de los cristales formando proteínas, resulta de la degradación de las amelogeninas. Representa el 2 al 3% del componente orgánico.
- Amelogeninas hidrofóbicas, fosforiladas y glicosiladas de 25 KDa, presentes en el 90 % de la amelogénesis y disminuyen conforme aumenta la madurez, proteínas del esmalte inmaduro.
- Amelinas, inmunohistoquímicamente localizadas en las capas mas superficiales del esmalte, representa el 5% del componente orgánico.
- Ruftelina, localizada en la zona de unión amelodentinaria en el comienzo del proceso de formación del esmalte, representa del 1 al 2% del componente orgánico.
- Parvalbúmina, localizada en el polo distal del proceso de Thomes, transporta el calcio del medio intracelular al extracelular.
- MATRIZ INORGÁNICA: Constituida por sales minerales cálcicas como fosfato, se depositan en la matriz del esmalte, transformando sales minerales a cristales de hidroxiapatita, también existen sales minerales como carbonatos, sulfatos y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro y flúor (8).

2.1.3 Propiedades físicas del esmalte dental

Dureza: Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, la dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización (8). Estudios recientes establecen los valores promedios de dureza del esmalte en dientes permanentes entre 3.1 y 4.7 Gigapascal (GPa) (8).

Elasticidad: Es muy escasa pues depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee, es un tejido frágil con tendencia a las macro y microfracturas cuando no tiene apoyo dentinario elástico (8).

Los valores medios del modo elástico de Young (capacidad elástica de un material o deformación que sufre al incidir sobre una fuerza) es de 87.5 ± 2.2 y 7.2 ± 4.5 GPa. La elasticidad es mayor en la zona del cuello y vaina de los prismas por el mayor contenido en sustancia orgánica (8).

Permeabilidad: El esmalte puede actuar como una membrana semipermeable permitiendo la difusión del agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. Investigaciones aportan que el esmalte posee la propiedad de una captación continua de ciertos iones o de moléculas existentes en la saliva, esto ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30 μm) mecanismo conocido como remineralización (8).

Radioopacidad: (Oposición al paso de los rayos Roentgen); es muy alta en el esmalte ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización (8).

2.2 Procesos de desmineralización y remineralización

El proceso de desmineralización y remineralización se relaciona con la actividad de la biopelícula dentaria, así como con el flujo y composición de la saliva. Para prevenir la aparición de las lesiones cariosas es imprescindible el cambio en los hábitos higiénicos dietéticos (11; 2).

2.2.1 Remineralización

La remineralización se define como la ganancia neta de material calcificado en la estructura dental, que reemplaza el que previamente se había perdido por desmineralización, esto se da mediante un proceso físico-químico que incluye la sobresaturación de iones en la solución con respecto al esmalte, que ocurre fisiológicamente en el medio ambiente oral y puede propiciarse con agentes remineralizantes u otros sistemas que la favorecen (8).

La remineralización es la acumulación de substancia que se produce por los depósitos de minerales dentro de los tejidos desmineralizados del diente. Este fenómeno consiste en el remplazo de los minerales que el diente ha perdido previamente y su consecuente reparación. El proceso de remineralización permite que la pérdida previa de iones de fosfato, calcio y otros minerales, puedan ser reemplazados por los mismos u otros iones similares provenientes de la saliva; incluye también la presencia de fluoruro, que va a fomentar la formación de cristales de fluorapatita. La remineralización produce dos efectos importantes en la lesión incipiente: La lesión se va a reducir en su tamaño y la lesión remineralizada se hace más resistente a su progresión (12).

La presencia de iones de calcio y fosfato, así como su saturación en saliva, juegan un papel importante en el proceso de remineralización (13).

Por lo tanto, la remineralización de la dentina es un fenómeno más complejo. La destrucción de la dentina implica no sólo la pérdida de minerales, sino también la descomposición de la matriz de colágena, la remineralización de la dentina puede verse afectada por el mineral remanente, la matriz orgánica remanente y/o la organización ultraestructural del tejido (14).

2.2.2 Saliva

La saliva es un fluido biológico viscoso con un pH cercano a la neutralidad, que se produce en las glándulas salivales y se secreta hacia la cavidad oral. Aunque más del 95% de su composición es agua, también tiene elementos orgánicos e inorgánicos como proteínas, péptidos, lípidos y minerales, que le otorgan la capacidad de mantener la homeostasis del ecosistema oral al cumplir funciones de agente lubricante y amortiguador. Participa en la colonización bacteriana mediante la formación de biopelículas al aportar propiedades antimicrobianas contra los microorganismos presentes en la cavidad oral (15).

Las principales glándulas salivales, parótida, submandibular y sublingual, son las principales responsables de producir saliva en la cavidad bucal, cada una de ellas produce un tipo diferente de saliva, que difiere en el contenido de iones y proteínas. La glándula parótida produce secreciones serosas, la submandibular serosa y mucosa, mientras que la sublingual mucosa y serosa (16).

Dependiendo del estado de estimulación de las glándulas, cambia su participación en la producción de saliva, la glándula submandibular produce un 65% de secreción en reposo, la parótida un 20%, la sublingual otro 5%, mientras que el 10% corresponde a la participación de las glándulas salivales menores (17).

La actividad secretora estimulada depende en más del 50% de la glándula parótida, en un 35% de la glándula submandibular y en un 7 al 8% de la glándula sublingual, y en la misma medida de las glándulas salivales menores en reposo, se secretan alrededor de 0.1 a 0.3 ml/min de saliva y, después de la estimulación, 7 ml/min. La cantidad promedio de saliva secretada durante el día es de 1.0 a 1.5 litros, lo que equivale a unos 50 ml/hora. El pH promedio normal está en el rango de 5.8 a 7.3 y varía dependiendo de la actividad secretora de las glándulas, con un valor de alrededor de 5.3 a bajo flujo y pH = 7.3 en su punto máximo (17).

La saliva contiene una solución super saturada de calcio y fosfato que tiene varias funciones específicas. En relación con el proceso de desmineralización–remineralización, favorece la transportación de iones y neutraliza la acción de los ácidos, además de ejercer una función de limpieza y lavado tanto de bacterias libres como de ácidos (18).

La importancia de la saliva como factor protector en la caries dental está bien documentada. Cuando el flujo salival disminuye o se pierde por completo, hay un aumento significativo de caries en todas las superficies dentales expuestas. Esto es muy evidente en pacientes con xerostomía que se vuelven propensos a una caries rampante, la absorción selectiva de proteínas salivales específicas a la superficie del esmalte da como resultado la formación de la llamada película salival (19).

2.2.2.1 Composición de la saliva:

En la saliva están presentes más de tres mil cuatrocientas proteínas y péptidos que forman parte normal de su contenido, aunque de la mayoría de este tipo de moléculas, aún no es completamente clara tanto su estructura como su función. Dentro de las proteínas más abundantes se encuentran la amilasa salival, proteínas ricas en prolina, cistatina, mucina, Inmunoglobulina A (IgA), estaterina, anhidrasa carbónica, histatina y lisozima (20).

Otras propiedades bioquímicas que están asociadas a la presencia de iones, proteínas y péptidos que participan en procesos de defensa del huésped, mineralización y remineralización de las superficies dentales. Es importante conocer el papel de la saliva dentro del ecosistema oral, para entender sus interacciones con los microorganismos presentes y las modificaciones que podrían afectar el buen funcionamiento de diferentes órganos y tejidos. El futuro en el conocimiento de la saliva puede dar lugar a diferentes pruebas analíticas que permitan diagnosticar, monitorear y pronosticar tanto enfermedades orales como sistémicas (21).

2.2.2.2 Saliva artificial

Varias formulaciones de saliva artificial están presentes en la literatura y en el mercado, pero hay poca orientación disponible sobre la estandarización del tipo de saliva para usar tanto *in vivo* como *in vitro* en los protocolos (21).

Los sustitutos salivales que expresan un comportamiento ácido tienen un potencial erosivo, sin embargo, la mayoría de los productos con mayor viscosidad exhiben un efecto protector contra la erosión.

Las preparaciones o sustitutos de saliva tienen una viscosidad más alta en comparación con el agua que se acerca más a la viscosidad de la saliva natural (22).

Dentro de este estudio se utilizó saliva artificial, para el almacenamiento de las muestras, los ingredientes se muestran en el cuadro 1, la saliva artificial se elaboró dentro del Laboratorio de Nano y Biomateriales Dentales de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Donde se utilizó la fórmula del autor *Vijaya Lakshmi* (23), la cual utilizó para su investigación debido a que es la más documentada en diversos estudios.

CUADRO 1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SALIVA

Reactivo	Nomenclatura
C₈H₉O₃	Methyl 4-hydroxybenzoate
sin datos	Sodium Carboxymethylcellulose
KCL (CaCl₂-2H₂O)	Calcium Chloride Dihydrate
MgCL₂6H₂O	Magnesium Chloride Hexahydrate
CaCL₂2H₂O(CaCl₂)	Calcium Chloride, Anhydrous
K₂HPO₄ (H₂KO₄P)	Potassium Phosphate Monobasic
KH₂PO₄ (H₂KO₄P)	Potassium Phosphate Dibasic

2.2.3 Desmineralización

La desmineralización del esmalte, es decir, la disolución de la hidroxiapatita, es un proceso químico (15). La pérdida de compuestos de minerales de apatita de la estructura del esmalte es vista como el paso inicial en el proceso de caries, sin embargo, el verdadero desarrollo de la lesión de caries es el resultado de la pérdida del balance de los episodios alternados de desmineralización y remineralización (24).

La desmineralización sucede a un pH bajo (± 5.5), cuando el medio ambiente oral es bajo en saturación de iones minerales en relación con el contenido mineral del diente. La estructura de los cristales del esmalte es disuelta por la presencia de ácidos orgánicos (láctico y acético), que son bio-productos resultantes de la acción de las bacterias de la placa bacteriana, en presencia de un substrato, principalmente a base de hidratos de carbono fermentables (24).

Los factores importantes en el desarrollo de la caries y la desmineralización son la estructura del esmalte y sus propiedades químicas. Al exponer el esmalte con un ácido débil, surge una lesión desmineralizada. Las lesiones pueden variar en profundidad, dependiendo de las propiedades del esmalte del diente. La solubilidad del esmalte a las soluciones ácidas es una función del contenido químico y el grado de porosidad en el tejido, Esto se ve claramente cuando se compara el esmalte de los dientes primarios y permanentes. Existen diferencias en las estructuras morfológicas entre el esmalte permanente y el primario. El grado de porosidad en el

esmalte primario explica las diferencias en la desmineralización y la tendencia a la disolución en el esmalte primario en comparación con los dientes permanentes (15).

El proceso de desmineralización de un cristal se detiene cuando, después de salir un gran número de iones o por la adición de estos, se alcanza una alta concentración de iones en el medio alrededor del cristal. En este caso, la solución está sobresaturada de iones y el proceso se dirige hacia la remineralización, es decir, a la deposición de iones sobre los cristales ya formados (15).

2.2.3.1 Refresco de cola

El refresco de cola particularmente es de las bebidas refrescantes más consumidas a nivel mundial, Surgió en forma de jarabe como un remedio casero para los problemas digestivos, Su consumo, entre otros efectos es capaz de producir sensación de placer en las personas, lo que lo lleva a ser consumido de manera excesiva (16).

La Coca-Cola fue utilizada en Brasil como medicina, su composición incluía hojas de coca (*Erythroxylum coca*) que tenían cocaína y semillas de Cola nítida Schot (*Sterculiaceae*) las que contenían mucha cafeína. La bebida se preparaba hirviendo las hojas de coca con semillas molidas de cola. En 1918, Asa Griggy Chandler, farmacéutico de Georgia (Estados Unidos) consiguió la fórmula para usarla con fines medicinales. Dadas sus características estimulantes la bebida se popularizó (25).

Korte (26), menciona en su artículo que en 2007-2008, la prevalencia del consumo de bebidas que contienen edulcorantes bajos en calorías aumentó del 6.1% al

12.5% entre los niños, demostrando una ganancia sustancial en popularidad del sabor y los beneficios percibidos de estos edulcorantes. Con la variedad y popularidad de las bebidas azucaradas aumentando rápidamente, es importante entender sus efectos sobre la salud oral y más específicamente, los dientes. Se ha realizado una amplia investigación sobre los alcoholes de azúcar, incluidos sorbitol y xilitol, con resultados que sugieren tanto antimicrobianos como limitadas propiedades cariogénicas. Sin embargo, existe una investigación limitada disponible que aborde directamente el potencial erosivo/cariogénico de otros edulcorantes comerciales populares, especialmente en bebidas gaseosas (27).

Dentro de la literatura los estudios reportan que el pH de la coca cola oscila entre 2.06 y 2.08, dando así resultados de pH ácido que dentro de la cavidad oral es un pH que puede afectar la estructura dental si su consumo es recurrente (28; 29).

El efecto erosivo de una bebida depende no sólo de sus ingredientes sino de las características individuales de cada paciente y el flujo salival al igual que la formación de la biopelícula (30).

La cantidad y características de los ácidos adicionados a los distintos refrescos determinan el sabor y su calidad, Zero & Lussi (31) en 2005, mencionan que algunas bebidas pueden actuar como quelantes siendo capaces de captar los minerales (calcio) del esmalte o de la dentina favoreciendo la desmineralización (32).

El creer que esta bebida es favorable para la salud constituye un gran error, a su sabor dulce se suman una serie de sustancias tóxicas, que llevan a alteraciones

metabólicas en el organismo. Las mismas desembocan en la aparición de enfermedades (33).

Desde hace unos años se vienen haciendo diferentes campañas de salud con las que se pretende que las personas eliminen bebidas como la Coca-Cola® de su dieta. Sin embargo, las cifras de consumidores de este producto siguen siendo muy alarmantes. Algunos artículos hacen referencia a que cada 24 horas se consumen en el mundo 1600 millones de productos Coca Cola® (34).

Su asociación con el riesgo de sobrepeso, diabetes y enfermedad cardio-metabólica se destaca en los análisis de la relación entre el consumo de refrescos y el riesgo cardio-metabólico. Varios factores podrían explicar este mayor riesgo, el aumento de la carga de carbohidratos y las mayores cantidades de fructosa que son componentes de la sacarosa (azúcar de mesa) . La fructosa aumenta de forma aguda la termogénesis, los triglicéridos y la lipogénesis, así como la tensión arterial, El refresco es claramente parte de nuestra cultura y su consumo ha aumentado de manera constante durante más de 50 años. Un refresco de 20 onzas contiene alrededor de 250 Kilocalorías (kcal). El consumo de refrescos genera obesidad, así como efectos sobre la liberación de leptina e insulina que en cantidades grandes provoca resistencia a la insulina. En estudios de alimentación controlada se observan cambios en el peso corporal, almacenamiento de grasas y triglicéridos, la fructosa es peligrosa para la salud cardio-metabólica de muchos niños, adolescentes y adultos. Aunque necesitamos más evidencia sobre si existe un efecto de "umbral" para la fructosa, también necesitamos más trabajo sobre cómo

ayudar a los consumidores a cambiar las bebidas y edulcorantes por bebidas saludables (34).

Las bebidas azucaradas son la principal fuente de azúcares añadidos en la dieta y están aumentando a nivel mundial. La cafeína es la parte central de la dieta humana y también es uno de los componentes principales de muchos alimentos y bebidas, incluidos el café, el té, los refrescos, las bebidas dietéticas, las bebidas energéticas y sus productos relacionados. De acuerdo con la Guía 2015 de la OMS sobre la ingesta de azúcares libres, una sola lata de refresco azucarado contiene aproximadamente el límite superior de los 25 a 50 gramos por día recomendado (29).

En conclusión, el consumo general de refrescos que contienen azúcar y cafeína está aumentando drásticamente en todo el mundo, especialmente entre los niños y adultos jóvenes. Ya sea refresco regular o de dieta, se sabe que todos producen mecanismos que dañan el cuerpo humano. Por lo tanto, se debe enfatizar ampliamente este tema y se debe aumentar la conciencia para disminuir su uso adicional para mejorar la calidad de vida y eliminar así sus consecuencias negativas. En general, aún se requiere más investigación con respecto a este tema (34).

2.2.3.2 Erosión

La erosión dental se define como la pérdida localizada de la superficie del diente por un proceso químico de solución ácida de origen no bacteriano, se clasifica dentro de las lesiones no cariosas, ya que se produce una pérdida de superficie, pero no implica la presencia de bacterias (15).

La causa más importante de la pérdida de estructura de las lesiones erosivas son las sustancias altamente azucaradas como las bebidas carbonatadas, así como también las sustancias ácidas. Estas sustancias juegan un papel muy importante en la disolución de la hidroxiapatita y dan lugar a una lesión erosiva que progresa rápidamente generando una lesión más severa (35).

Las lesiones dentales de origen no carioso se observan clínicamente como desgaste, abrasión, erosión dental, abfracción, lo cual puede afectar la funcionalidad de la cavidad oral, hipersensibilidad dental y por ende esto ocasionar cambios en la morfología del diente afectado, estas afecciones pueden ser asintomáticas (35).

La erosión dental afecta los tejidos duros del diente a través de sustancias químicas, esta patología se caracteriza por tener factores intrínsecos y extrínsecos, el factor más común en estos casos es el factor extrínseco, ocasionado por alimentos y bebidas (35).

La distribución de la erosión dental no es uniforme dentro de los arcos dentarios. Se ha demostrado que no es posible predecir exactamente la localización de tales lesiones dependiendo de su etiología, sin embargo, la erosión afectará a algunos dientes más que a otros (16).

Desde el punto de vista clínico se describen ciertas características comunes, donde las lesiones por erosión dental se presentan tanto en zonas linguales como vestibulares, especialmente en el tercio gingival, como pequeñas depresiones o lesiones superficiales, más anchas que profundas, con forma de disco, cuchara o

irregular. También se caracterizan por tener márgenes lisos y poco definidos, mostrando la superficie del esmalte pulida y sin brillo. Cuando se presenta en zonas oclusales lo hace en forma de canaleta o pozo (17).

2.4 Enjuagues bucales

Los enjuagues bucales actúan controlando químicamente las diferentes biopelículas cariogénicas presentando propiedades remineralizantes (18).

El uso del enjuague bucal por los seres humanos se remonta a más de 4000 años, sin embargo, fue hasta la década de los años sesenta que los progresos en la comprensión de la etiología bacteriana de la caries y la enfermedad periodontal permitieron que el interés en el uso de antimicrobianos ganara terreno.

Las propiedades que un enjuague bucal debe cumplir: 1) ser seguro ,2) ser capaz de eliminar las bacterias de la placa en áreas difíciles de alcanzar,3) tener buen sabor, 4) ser de bajo costo 5) fácil de utilizar (19).

Los enjuagues bucales con propiedades blanqueadoras representan más del 50% de los productos de venta libre con una gran variedad de componentes (20).

Los enjuagues bucales contienen además de agua, antimicrobianos, sales y en ocasiones alcohol, también contienen peróxido de hidrógeno en bajas concentraciones, eso genera controversia sobre los efectos de los agentes blanqueadores en la microdureza de las estructuras dentales sobre todo en el esmalte (21).

El abuso en el consumo de enjuagues bucales representa un riesgo para la salud oral y sistémica de los pacientes, por ejemplo, muchos enjuagues bucales que contienen alcohol lo que provoca una deshidratación de la mucosa bucal, que afecta el flujo salival, y si éste disminuye el riesgo a desarrollar caries se incrementa (22).

El uso de aceites esenciales y del cetilpiridinio también puede tener un impacto negativo en las restauraciones dentales, lo que favorece su fractura, fenómeno frecuente en sujetos que hacen uso excesivo de los enjuagues bucales (36).

Si bien los enjuagues bucales eliminan un gran porcentaje de los microorganismos responsables de enfermedades, los pacientes deben saber que también tienen efectos adversos sobre la estabilidad de las bacterias benéficas que habitan en la boca. Al igual que con el consumo de antibióticos sin prescripción médica, los enjuagues eliminan las bacterias benéficas o probióticas del individuo. Otra bacteria probiótica importante que es eliminada por el uso de enjuagues bucales es el *Streptococcus dentisani*, descubierta en 2014, por un grupo de investigadores en Valencia, España (37).

Posteriormente, en 2017, se demostró que dicha bacteria era capaz de inhibir el crecimiento de *Streptococcus mutans*, la principal causante de caries dental, así como a las bacterias responsables de la enfermedad periodontal y el mal aliento (38).

Las indicaciones particulares para el uso de enjuagues bucales incluyen:

- Pacientes con tendencia a presentar caries.
- Como profilaxis postoperatoria en cirugías bucales, periodontales e implantes etc.
- Cuando el paciente presente la necesidad de mejorar la higiene bucal.
- Pacientes con discapacidad física y psíquica en los que el cepillado de dientes no es totalmente eficaz.
- Afecciones inflamatorias agudas y crónicas de las encías y el periodonto.
- Prevención de periodontitis y mucositis oral en pacientes inmunocomprometidos.
- Pacientes que presentan xerostomía.
- Halitosis.
- Profilácticos anticaries en pacientes tratados con radioterapia y quimioterapia.
- Prevención de complicaciones post-implantación y en casos de periimplantitis.
- El uso de aparatos de ortodoncia y restauraciones protésicas.
- Hipersensibilidad dental.

El uso e indicación de los enjuagues bucales será en función a los ingredientes que su solución contenga, pueden tener diversas especificaciones:

Entre los agentes remineralizantes podemos encontrar fluoruro sódico, monofluorofosfato de sodio, fluoruro de estaño, fluoruro de amina, fluoruro de

fosfato dibásico de calcio. Para prevenir enfermedad periodontal encontramos la clorhexidina, triclosán, hexetidina, eucalipto, derivados de amonio cuaternario. Para la sensibilidad dentinaria podemos encontrar el cloruro de estroncio, lactato de aluminio, nitrato potásico. Para halitosis es recomendable los enjuagues que contengan clorofila, triclosán, clorhexidina, bicarbonato sódico, dióxido de cloro entre otros (39).

Los enjuagues bucales utilizados para la prevención de la caries contienen flúor obligatoriamente. Se utilizan en las siguientes concentraciones de flúor: 225 ppm para enjuagues bucales de uso diario, se trata de soluciones hidroalcohólicas mentoladas.

Los fluoruros tienen efecto antiplaca siendo el más eficaz el fluoruro de estaño, aunque puede producir tinciones dentarias y alteraciones del gusto. Los demás compuestos fluorados se comentan en el apartado de principios activos que incrementan la resistencia del esmalte.

Las sales de zinc tienen un efecto anti cálculo, funcionan evitando la calcificación de la placa bacteriana. Otra sal muy utilizada como agente antiplaca es el cloruro de cetilpiridinio (40).

Para este estudio se realizó una evaluación de diversos enjuagues bucales, de los cuales se seleccionaron cuatro los cuales se describen en el cuadro 2, estos productos se eligieron debido a que son de alta demanda en el mercado, se eligieron tres enjuagues bucales con agente blanqueador, y un enjuague sin blanqueador denominando grupo control negativo.

CUADRO 2 NOMBRES E INGREDIENTES DE LOS ENJUAGUES BUCALES

ENJUAGUES BUCALES		Ingredientes
Luminous White COLGATE®		Fluoruro de sodio 0,05%, agua. Glicerina, propilenglicol, sorbitol, pirofosfato de tetrapotasio, polifosfato 20, pirofosfato tetrasódico, citrato de zinc, copolímero, alcohol bencílico, sacarina sódica, azul ácido, dipenteno.
3DWhite Oral B®		Agua, glicerina, hexametáfosfato sódico, poloxamero 407, bezolato sódico, lauril sulfato de sodio, ácido fosfórico, sucralosa, sacarina, canela, eugenol.
Whitening Extreme Listerine®		Agua, peróxido de hidrógeno 2,5%, aroma, poloxamero 407, sacarina sódica, mentol, ácido fosfórico, fluoruro de sodio 100ppm, sucralosa
Scope Crest®		Ingrediente activo: 0,05 clorhidrato cetilpiridino, agua, alcohol, glicerina, aroma, polisorbato 80, sacarina sódica, benzoato de sodio, ácido benzoico.

2.4.1 Enjuague bucal con Cloruro de Cetilpiridinio

Cloruro de cetilpiridinio ($C_{21}H_{38}ClN$) es un compuesto cuaternario catiónico, conocido por sus propiedades antibacterianas, es un ingrediente muy utilizado en enjuagues bucales reduce la placa dentobacteriana y la tensión superficial de la membrana celular bacteriana, provocando la destrucción de células bacterianas. El cloruro de cetilpiridinio también afecta el metabolismo bacteriano y reduce significativamente la adhesión de microorganismos a las superficies de los dientes. Las características del cloruro de cetilpiridinio son similares a las de la clorhexidina, pero el cloruro de cetilpiridinio permanece en la boca por períodos de tiempo más cortos. Su concentración en la cavidad oral, en comparación con la de clorhexidina, disminuye significativamente más rápido en 12 horas. Para obtener la misma eficacia que la clorhexidina, el cloruro de cetilpiridinio debe usarse con el doble de frecuencia, este se utiliza en soluciones al 0.05 % y al 0.07 % (20).

El enjuague bucal Scope (figura 3), se utilizó en esta investigación, como grupo control debido a que su ingrediente principal es el cloruro de cetilpiridinio, y entre sus ingredientes no existe algún agente blanqueador, su uso de acuerdo con el fabricante es de dos veces al día durante 60 segundos, su presentación es de 1 litro, sabor menta elaborado por la marca Crest®.



Figura 3 Enjuague bucal Scope Crest®

2.4.2 Enjuagues Bucales con agentes blanqueadores

Los agentes blanqueadores dentales incluyen una amplia gama de activos y se pueden dividir en agentes químicos y mecánicos. Una amplia gama de enjuagues bucales anticaries con efecto blanqueador ya están disponibles en el mercado. Por lo general, contienen fluoruro de sodio para la prevención de la caries y concentraciones muy bajas de peróxido de hidrógeno aproximadamente 1.5 % y/o sales de pirofosfato, trifosfato o hexametáfosfato, además de algunos que también contienen bicarbonato de sodio. El propósito de estos agentes es proteger la superficie del diente de las manchas y eliminar las manchas ya presentes. Los polifosfatos son ampliamente conocidos por unirse a proteínas en la biopelícula dental al hacerlo este compuesto químico ayuda a eliminar las manchas de los dientes. El peróxido de hidrógeno es, con diferencia, el más utilizado (41; 20).

El blanqueamiento dental no es un procedimiento nuevo en odontología ya que existen registros desde hace más de 100 años sobre el intento por blanquear los dientes (42) .

A fines de la década de 1980, se introdujeron en Estados Unidos productos de blanqueamiento para el consultorio dental y de venta libre, el peróxido de carbamida, se descubrió durante la primera guerra mundial cuando se utilizó como agente para tratar la gingivitis ulcerosa necrosante aguda. En 1962 Klusmier introdujo el concepto de gel que contenía peróxido de carbamida para tratar el periodonto inflamado después del tratamiento de ortodoncia lo que condujo al descubrimiento incidental del peróxido sobre el esmalte y por tanto a la posibilidad de usar peróxidos como agentes blanqueadores dentales. Fue entonces cuando se introdujo el peróxido de hidrógeno como agente activo para el blanqueamiento dental según la Agencia para el Registro de Sustancia Tóxicas y Enfermedades (ATSDR) de Estados Unidos. El peróxido de hidrógeno es un poderoso agente oxidante que tiene el potencial de irritar piel, ojos y las membranas mucosas al exponerse en altas concentraciones. Posteriormente se desarrollaron lineamientos y establecieron políticas para regular el uso de los peróxidos como productos para blanqueamiento dental. La Asociación Dental Americana (ADA) otorga el sello de adaptación a los productos que tienen la concentración máxima de 10% peróxido de carbamida y 3.5% peróxido de hidrógeno (43).

2.4.3 Enjuague bucal con Peróxido de Hidrógeno

En odontología, se utiliza principalmente en el tratamiento de la gingivitis y la periodontitis en una solución de agua al 3% es utilizado como antiséptico. Además, el peróxido de hidrógeno muestra un efecto blanqueador, que lo convierte en un ingrediente útil para los productos de blanqueamiento dental (44).

El peróxido de hidrógeno representado en su fórmula química como H_2O_2 lo encontramos en concentraciones de 1.5% a 15% ideales para aclaramiento casero y 35% a 40%, para aclaramiento en consultorio en dientes vitales y no vitales.

El peróxido de hidrógeno penetra el diente y produce radicales libres que atacan y rompen los enlaces cromóforos de cadenas grandes; dando como resultado el cambio en el tono de los dientes. Sin embargo, en algunos casos, es posible que el peróxido de hidrógeno no aclare los dientes sustancialmente debido al método de aplicación y el tiempo en la superficie dental. Algunos estudios han evaluado la eficacia de los agentes blanqueadores. A pesar del aumento del número y venta de productos blanqueadores y enjuagues bucales, existe poca evidencia de su efectividad (45).

Los enjuagues bucales con peróxido de hidrógeno penetran profundamente en el esmalte de los dientes desencadenando una reacción química que descompone las pigmentaciones o manchas, esta reacción se llama oxidación. Si se usa 2 minutos al día después del cepillado por la mañana y noche sin diluir en agua, después de este proceso se recomienda no comer ni beber durante 30 minutos, usar popote al consumir bebidas con colorante o cafeína. El tiempo de uso lo indica siempre el fabricante (46).

Los efectos adversos del peróxido de hidrógeno pueden incluir hipertrofia de las papilas de la lengua, lengua negra y vellosa, cambios en la composición de la flora bacteriana oral (47).

El enjuague bucal Whitening Extreme de la marca Listerine® (Figura 4), en sus ingredientes principales se encuentra el peróxido de hidrógeno, su modo de empleo como lo marca el fabricante es 20 ml dos veces al día durante 60 segundos, presentación de 400 ml.



Figura 4 Enjuague bucal Whitening Extreme Listerine®.

2.4.4 Enjuague bucal con Hexametáfosfato de sodio

Es un agente químico blanqueador de la misma clase del pirofosfato que había sido empleado para inhibir la formación de cálculo, pero su molécula es 10 veces más larga que la del pirofosfato. Por lo tanto, el hexametáfosfato de sodio proporciona mejor cobertura y retención sobre la superficie del diente, aumentando así su capacidad para inhibir la formación de cálculo y la pigmentación sobre la superficie del esmalte dentario. El hexametáfosfato de sodio se le agrega a los enjuagues para combatir el cálculo y las manchas superficiales, lo cual beneficia a la prevención y eliminación. Una de las posibles ventajas de los análogos de fosfato condensados de alto peso molecular, como el hexametáfosfato de sodio, es una mayor actividad inhibidora para prevenir la cristalización o la tinción cromógena (48).

El hexametáfosfato de sodio puede alterar la biopelícula salival en la superficie del diente, creando una superficie dental más hidrófila, esto permite una mayor desorción y difusión de la superficie cromógeno en la saliva, lo que reduce la tinción extrínseca general (49).

El enjuague bucal 3DWhite de la marca Oral B® (Figura 5), contiene hexametáfosfato de sodio, como agente blanqueador su modo de empleo según el fabricante es de 20 ml dos veces al día durante 60 segundos, presentación de 473 ml.



Figura 5 Enjuague bucal 3DWhite OralB®.

2.4.5 Enjuague bucal con pirofosfato de sodio

El ion pirofosfato es una sal, que tiene actividad quelante, se sabe que los agentes quelantes retardan la formación de cálculos y eliminan cálculos una vez que se han formado, Además los agentes quelantes pueden, en principio eliminar manchas al unirse a las superficies de los dientes (48).

El enjuague bucal Luminous White de la marca Colgate® (Figura 6), contiene pirofosfato sódico como ingrediente blanqueador, su modo de empleo según el fabricante es de 20 ml dos veces al día, su presentación es de 500 ml.



Figura 6 Enjuague bucal Luminous White Colgate®.

3 pH cíclico

El modelo de pH cíclico, como lo refiere Ivancakova (14; 52), tiene como propósito la reproducción de las condiciones de desmineralización-rem mineralización que se presentan en la cavidad bucal. Se han descrito diferentes versiones del método de pH cíclico, lo que varía entre cada uno de ellos es principalmente el intervalo de tiempo en que es sometido el espécimen a los periodos de remineralización y desmineralización (52).

Los modelos químicos experimentales, como los ciclos de pH y la inmersión con agentes desmineralizantes, se utilizan ampliamente para simular desafíos cariogénicos, sin embargo, estos modelos no simulan, el proceso de desmineralización que ocurre en la cavidad oral, debido a la ausencia de microorganismos, y por lo tanto sólo reflejan los aspectos físico-químicos de la disolución del esmalte (52).

Ten Cate y Duijsters (51) produjeron la génesis de los modelos modernos de ciclos de pH (1982). Todos los días en nuestra boca, los sustratos dentales como el esmalte, la dentina y el cemento están expuestos a dos procesos: desmineralización y remineralización (54).

Es un modelo que provee cambios constantes controlados, simulando las condiciones presentes en la cavidad oral, el propósito en el método de pH cíclico es la reproducción de condiciones de desmineralización y remineralización que se pueden presentar en cavidad oral (54).

En este estudio el pH cíclico consistió en la inmersión de la muestra 2 veces al día durante 60 segundos, en periodos de 7, 14, 21 y 28 días (55).

4 Rugosidad

La rugosidad es una propiedad de los materiales hablando de su superficie. Las rugosidades superficiales son el conjunto de irregularidades de la superficie real, definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y las ondulaciones han sido eliminadas. El aspecto de la superficie de una pieza depende principalmente del material con el cual se fabrica la pieza y de su proceso de conformado. Las mediciones de la rugosidad superficial en el orden nanométrico (nm) se llevan a cabo de forma generalizada, utilizando métodos como el microscopio de fuerza atómica (MFA) para controlar la calidad de las fabricaciones de películas finas y los tratamientos superficiales de los materiales (56). La perfilometría es una técnica sencilla y muy sensible para el análisis de la rugosidad superficial (57). El cual genera un escaneo tridimensional de una superficie. En perfilometría se utilizan dos modos: de contacto y de no contacto (óptico). La perfilometría de contacto es una técnica directa ya que no requiere modelado. En el perfilómetro de contacto la punta es estática, mientras la porta muestra se mueve vertical o lateralmente bajo la punta haciendo contacto con ella, la perfilometría de contacto es ampliamente usada para estudios en biomateriales pues determina la rugosidad de la muestra a escalas comparables con las dimensiones celulares (56). El rugosímetro o perfilómetro es el equipo más utilizado en la industria en general para medir la rugosidad de componentes comunes de ingeniería (59). Se han utilizado diferentes parámetros de rugosidad superficial para medir la rugosidad de

la superficie, dando valores mediante el registro de los picos más altos y los valles más bajos del perfil de la superficie (60). En odontología, el promedio de rugosidad (Ra) ha sido el más utilizado y se define como la media aritmética de todas las desviaciones del perfil de rugosidad con respecto a la línea central, el perfilómetro óptico sin contacto ZYGO 3d Nexview TMEI perfilador de superficie óptica 3D de Nexview® es excelente en la medición de todas las superficies, desde muy suave a muy rugosa, con precisión de independientemente del campo de visión. Los tipos de medición incluyen planitud, rugosidad, pasos y segmentos grandes, películas delgadas y pendientes pronunciadas, con alturas de características que van desde <1 nm hasta 20,000 um.

5 Color

El color y la transparencia también son una propiedad física del esmalte debido a que es traslúcido, su color varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte si no que depende de las estructuras subyacentes en especial de la dentina. En las zonas de mayor espesor tiene tonalidad grisácea (cúspides) y donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco- amarillento. La transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte, a mayor mineralización, mayor traslucides. Esta propiedad permite estudiar las áreas calcificadas (61).

La Real Academia Española define “COLOR” como la “sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda” (62).

En la historia del color fue Aristóteles quien definió que todos los colores se conforman con la mezcla de cuatro colores básicos (denominados como tierra, fuego, agua y cielo), además de resaltar que la incidencia de luz y la sombra juegan un papel fundamental sobre los mismos. Siglos más tarde, Da Vinci definió al color como propio de la materia y adelantó estudios sobre la creación de una escala de colores básicos (blanco, amarillo, verde, azul, rojo y negro) de la cual surgían los demás colores. Posteriormente Newton, luego de descubrir que la luz del sol al pasar a través de un prisma se dividía en varios colores los cuales conforman un espectro, estableció un principio que hoy en día aún es aceptado: la luz es color. Es así como se explica que la luz natural está formada por haces de seis colores que, en caso de incidir sobre un elemento, éste absorberá algunos de esos colores y reflejará otros, principio que se explica cuando los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben. En año 1700, se creó un sistema cuantitativo que mide el color usando siete tonos primarios en un círculo. Al girar el disco se nota que los colores se combinan y forman el color blanco, lo que quiere decir que el color blanco está formado por los siete colores del arcoíris (63; 64).

Ya iniciado el siglo XIX, Maxwell descubrió que los colores representan un tipo específico de energía electromagnética y que en el campo visible del ojo humano hay un solo grupo de colores en el cual cada color corresponde a una longitud de onda, la cual es percibida en el rango de 380 a 760 nanómetros (nm) quedando fuera de dicho campo visible los rayos ultravioletas (bajo 380 nm) y los rayos infrarrojos (sobre los 760 nm). Años más tarde, Goethe formularía una teoría del

color a partir de las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores. Sin embargo, no es sino hasta el siglo XX que Munsell desarrolla un sistema tridimensional de descripción del color a partir de las propiedades tono, valor y saturación (65).

El color de los dientes está determinado por tres elementos fundamentales: la luz, el diente como tal y el observador. Los colores de los dientes en seres humanos son muy variables y muchos factores condicionan esta característica. La localización geográfica, raza, género y costumbres son algunas válidas de mencionar (66).

La selección del color ya sea por método visual o instrumental, requiere un entendimiento de la armonía y tolerancia del color, es decir que la diferencia del color puede ser perceptible por el ojo humano. La habilidad del ojo humano para apreciar diferencias de color varía de individuo a individuo es una combinación entre características del ojo y la habilidad del operador (66).

Antes de comprender como vemos los colores, es necesario conocer la fisiología del órgano que lo percibe. En la retina del ojo, se encuentran millones de conos y bastoncillos, los cuales son células especializadas en captar diferentes longitudes de onda y en recoger parte del espectro de luz solar. A través de los nervios ópticos, los convierten en impulsos eléctricos que se envían al cerebro, quien crea la sensación del color (43).

El color de los dientes permanentes está determinado principalmente por la dentina, y modificado por el grosor y la translucidez del esmalte. La deposición de diversos pigmentos en la biopelícula sobre el diente también puede cambiar su color. Estas

manchas generalmente se clasifican como intrínsecas o extrínsecas, según su origen. La tinción extrínseca está relacionada con la mala higiene bucal, la ingesta de alimentos, bebidas y tabaquismo. Se localiza principalmente en la biopelícula dental y se genera por una reacción entre azúcares y aminoácidos, o se adquiere por la retención de exógenos en la biopelícula dental. Con el tiempo, estas manchas se oscurecen y se hacen más evidentes. Las manchas intrínsecas generalmente son causadas por manchas internas más profundas o defectos del esmalte (65).

5.1 Propiedades del color

Translucidez

Los dientes humanos se caracterizan por diversos grados de translucidez, que se puede definir como la pendiente entre transparente y opaco (68).

Fluorescencia

La luz ultravioleta (UV) produce un efecto sorprendente en el nivel de vitalidad exhibido por las restauraciones. La fluorescencia es la absorción de luz por un material y la emisión espontánea de luz en una longitud de onda más larga. En un diente natural, ocurre principalmente en la dentina debido a la mayor cantidad de material orgánico presente. La luz ultravioleta cercana ambiental se absorbe y se vuelve fluorescente como luz principalmente en el extremo azul del espectro, pero se producirá en todas las longitudes de onda (68).

Opalescencia

La opalescencia es el hecho de que un material parece tener un color cuando la luz se refleja en él y otro color cuando la luz se transmite a través de él (69).

Contraste y deslumbramiento

El contraste se origina por una diferenciación entre el brillo o color de un objeto y sus antecedentes inmediatos. Las formas de objetos con alto contraste son más fáciles de elegir que los objetos con bajo contraste (69).

Dentro de los parámetros que se tienen en cuenta al momento de evaluar la estética dental son los tejidos periodontales, contactos interdentes, bordes incisales, la línea labial inferior, la simetría de la sonrisa, las dimensiones relativas de los dientes, la morfología dental, la caracterización y la textura de las superficies dentales y por supuesto el color de los tejidos mineralizados los dientes (70; 69).

Determinar el color de los dientes de manera precisa y armónica durante los procedimientos dentales en particular en el sector anterior, es primordial para el éxito clínico y el grado de satisfacción de los pacientes, Si bien es cierto que la percepción de color en odontología es un fenómeno influenciado por diferentes factores como las propiedades de la luz (incidencia, reflexión y absorción) y su relación con los tejidos dentales, la estandarización de los procedimientos de registro manual o electrónico por parte del operador, las características propias del operador (experiencia, edad y fatiga del ojo, entre otras) y el contexto en el cual el diente es observado (iluminación del lugar de trabajo, fondo, tejidos periodontales y periorales (66).

5.1.1 Colorímetros

Son instrumentos diseñados para la medición directa del color. Miden valores triestímulos, utilizando tres filtros de colores del campo visible: rojo, verde y azul, según el sistema CIE de 1931, debido a esto los colorímetros no registran la reflectancia espectral. Estos instrumentos son más fáciles de usar y menos costosos que los espectrofotómetros, generalmente son usados para medir la diferencia de color entre dos especímenes (66).

El colorímetro utilizado en este experimento es el Color meter Pro de la marca CHIN Spec® (Figura 7). Es una herramienta innovadora de medición de color con una configuración más fácil y profesional, soporta Bluetooth y puede ser ampliamente utilizado para medir el valor del color y el valor de la diferencia de color. En la aplicación nos da las diferencias de color mediante las coordenadas (L^* , a^* , b^* y ΔE) las muestras denominadas estándar, muestra y diferencia, las cuales son representadas por estándar del grupo denominado esmalte sano, muestra es determinada por cada una de las muestras por grupo (LW,3DW,WE,SO), y la diferencia entre cada una, dando así el valor de ΔE .



Figura 7 Colorímetro, Color Meter Pro utilizado para resultados de color (fuente directa).

5.1.2 Espacio de color CIELAB

La comisión Internacional de la Luz, CIE, siglas por su nombre en francés: *Commission Internationale de l'Éclairage* para el año de 1931 propuso un sistema psico-físico que incorpora un observador estándar, fuentes de luz estándar y un sistema de coordenadas (64).

Dentro de la teoría del color se explica la forma física de representar los colores a partir de los modelos y espacios de color. Un modelo de color es una forma de describir un color mediante el uso de números para que los equipos (monitores, impresoras, cámaras fotográficas digitales, espectrofotómetros, colorímetros, etc.) puedan utilizarlos; el espacio de color es una variante de un modelo con el que se intenta describir la percepción humana que se conoce como color. Tanto los modelos como los espacios del color empleados en los diferentes sistemas que emplean el color se encuentran estandarizados y regulados por la CIE (64).

El sistema CIE estandariza tanto las fuentes de luz y la respuesta visual humana (el receptor), y elimina estas variables, esto es aceptado universalmente como una especificación del sistema. El concepto básico del CIE es que todos los colores pueden ser igualados por alguna mezcla de cantidades relativas de los tres colores primarios: rojo, verde y azul, que son requeridos para igualar el color de una muestra. El espacio de color CIELAB, consiste en el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Los tres parámetros en el modelo representan:

- L^* la luminosidad de color que indica el blanco o el negro en parámetros del 0 (negro) y 100 (blanco).
- a^* corresponde a la transición de verde a magenta los valores negativos indican verde mientras valores positivos indican magenta.
- b^* representa a la posición entre amarillo y azul los valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo.

Este sistema se emplea actualmente en imágenes digitales y equipos de alta resolución que manejan amplias gamas de colores como son espectrofotómetros y colorímetros (71). El sistema CIELAB es aceptado universalmente como el sistema de especificación de color, debido principalmente a que, a diferencia de otros sistemas, dispone el espacio de color de manera uniforme con base en la percepción visual, lo que permite que un cambio, por mínimo que sea en cada uno de los tres parámetros de color, sea percibido. Este sistema ofrece información sobre la posición, la magnitud y la dirección del color del objeto en el espacio de

color y las diferencias de color se pueden expresar en unidades que se pueden relacionar con la percepción visual y la importancia clínica (63).

El color corresponde a una percepción e interpretación subjetiva. Dos personas mirando un mismo objeto pueden usar puntos de referencia distintos y expresar el mismo color con una gran variedad de palabras diferentes, Pará evitar esto y asegurar que una muestra cumpla con el estándar, el color debe ser expresado en términos numéricos y objetivos. El espacio de color $L^*a^*b^*$ fue modelado con base en una teoría de color (Figura 8), que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo (72).

Cuando se clasifican los colores, se les puede expresar en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación. Al crear escalas para estos atributos, podemos expresar en forma precisa el color (71).

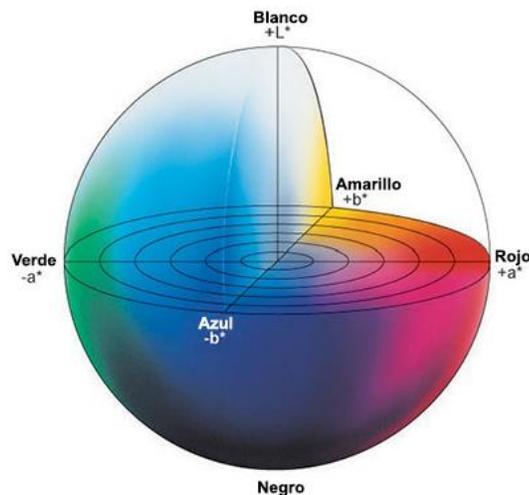


Figura 8 Espacio de color Cielab (71).

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar estos atributos de color fácilmente. Ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada (L^* , a^* , y b^*) (25). Es el modelo de color más completo, puesto que describe todos los colores que puede ver el ojo humano. Además, indica las diferencias en coordenadas absolutas de color, a través del valor Delta-E (ΔE). Dicho de otra manera, este valor integra los tres parámetros del color del sistema Cielab a través de la siguiente fórmula:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

A partir del valor de ΔE varios estudios han investigado el grado de aceptabilidad y perceptibilidad en el color de los dientes, donde perceptibilidad es la detección visual de diferencias entre dos colores y aceptabilidad es el grado en que las personas consideran que esa diferencia es aceptable (71).

6 Planteamiento del problema

Hoy en día los pacientes exigen además de una boca sana, una sonrisa perfecta. La estética dental tiende a convertirse en un punto central; por lo tanto, tratamientos que se centran en la estética han ido ganando más visibilidad e interés en toda la sociedad. La deposición de una variedad de los pigmentos sobre el diente puede cambiar su color. Estos cambios generalmente se clasifican como intrínsecos o extrínsecos, dependiendo de la fuente de la pigmentación. Por lo tanto, intentar mejorar el color de los dientes debe dirigirse a cada tipo de mancha.

Los mecanismos de acción de los productos del mercado son principalmente: 1) blanquear las manchas intrínsecas mediante el uso de agentes oxidantes que descomponen los pigmentos en la estructura del diente, y 2) la eliminación y el control de manchas extrínsecas con agentes abrasivos, sin considerar el daño estructural al esmalte dental de manera irreversible.

7 Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto de los enjuagues bucales blanqueadores evaluando rugosidad y cambios de color sobre la superficie del esmalte dental utilizando como agente desmineralizante un refresco de cola y como solución remineralizante saliva artificial?

8 Justificación

Hoy en día, la decoloración de los dientes es un importante problema de salud oral que puede afectar la calidad de vida. En consecuencia, muchas personas cada vez más desean un blanqueamiento dental. El color de los dientes permanentes se determina principalmente por la dentina, y se modificada por el grosor y la translucidez del esmalte. La deposición de varios pigmentos en la película en el diente también puede cambiar su color.

Es importante determinar el efecto sobre el esmalte dental desmineralizado con el refresco de cola más vendido en México (y en el mundo), y evaluar el efecto en el cambio de rugosidad, así como el cambio de color a través del tiempo 7, 14, 21 y 28 días (53; 18), comparando los diferentes grupos experimentales (enjuagues bucales) más utilizados en los pacientes mexicanos utilizando pH cíclico.

9 Hipótesis de investigación

El uso de los enjuagues bucales blanqueadores si modifica la rugosidad y el color del esmalte dental desmineralizado con un refresco de cola en condiciones de pH cíclico.

10 Objetivos

10.1 Objetivo general

Determinar el efecto de los enjuagues bucales blanqueadores, sobre el esmalte dental desmineralizado con un refresco de cola en condiciones de pH cíclico.

10.2 Objetivos específicos

- Determinar la rugosidad en el esmalte dental en pH cíclico después de 7, 14, 21 y 28 días de aplicación de enjuagues bucales blanqueadores.
- Determinar el color en el esmalte dental en pH cíclico después de 7, 14, 21 y 28 días de aplicación de enjuagues bucales blanqueadores.

11 Materiales y métodos

11.1 Tipo de estudio

Estudio Experimental, longitudinal y observacional *in vitro*.

11.2 Población de estudio y muestra

90 terceros molares mandibulares retenidos o impactados, obtenidos mediante cirugía bucal con coronas anatómicas intactas, indicadas antes o después de tratamiento ortodóncico, que no presenten defectos estructurales del esmalte, donados por cirujanos maxilofaciales de diferentes clínicas privadas.

12 Criterios de participación

12.1 Criterios de inclusión

- Corona anatómica sin erupcionar, retenidos o impactados
- Corona anatómica intacta de terceros molares mandibulares
- Coronas anatómicas sin defectos estructurales en el esmalte
- Coronas sin ralladuras, fracturas y/o fisuras

12.2 Criterios de exclusión

- Corona anatómica con defectos en esmalte.
- Corona anatómica con restauración.
- Corona anatómica con fractura.

12.3 Criterios de eliminación

Corona anatómica que hayan presentado algún accidente en el transcurso del procedimiento.

12.4 Selección del grupo control

- 10 superficies de trabajo control positivo (esmalte sano)
- 10 superficies de trabajo control negativo (refresco COCA-COLA ®)
- 10 superficies enjuague bucal Scope, Crest® sin agente blanqueador

13 Variables

13.1 Variables independientes

Variables independientes	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Nivel de medición
Whitening extreme Listerine®	Elimina bacterias que causan la biopelícula, caries y halitosis. Ayuda a blanquear y fortalecer los dientes contiene 100 ppm de flúor, en su fórmula el activo blanqueador es (Peróxido de hidrógeno 2.5%) que es el ingrediente más utilizado para blanquear los dientes	Sumergir en 20 ml la muestra durante 60 segundos 2 veces al día durante 7, 14, 21 y 28 días respectivamente	Cualitativa nominal	ml
Luminous White Colgate®	Ayuda a mantener los dientes blancos ya que previene manchas por medio de un ingrediente que contiene Sodium Pyrophosphate (Pirofosfato de sodio) que Controla el sarro para preservar de la acumulación de manchas. Previene la halitosis.	Sumergir en 20 ml la muestra durante 60 segundos 2 veces al día durante 7, 14, 21 y 28 días respectivamente	Cualitativa nominal	ml
3D White Oral B®	Elimina manchas superficiales ya que contiene Sodium hexametaphosphate (Hexametafosfato de sodio) en sus ingredientes el cual ayuda a proteger los dientes de la acumulación de manchas. Bacterias que eliminan halitosis. No daña el esmalte dental.	Sumergir en 20 ml la muestra durante 60 segundos 2 veces al día durante 7, 14, 21 y 28 días respectivamente	Cualitativa nominal	ml
Scope®	Elimina bacterias que causan halitosis, debido a que su ingrediente principal es cetilpiridino el cual ayuda a combatir las bacterias, así como a prevenir y reducir la biopelícula y la gingivitis.	Sumergir en 20 ml la muestra durante 60 segundos 2 veces al día durante 7,14,21 y 28 días respectivamente	Cualitativa nominal	ml

13.2 Variables Dependientes

Variables dependientes	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de Variable	Método de medición
Rugosidad	Se define el conjunto de las asperezas de una superficie respecto a otra idealmente lisa, representa un problema de geometría tridimensional; pero, en la práctica, puede reducirse a un problema de geometría bidimensional.	Técnica utilizada para medir la rugosidad superficial de del esmalte dental desmineralizado y tratado.	Cuantitativa Continua	Rugosidad media (Ra) Micras μm
Color	El color es una interpretación de las longitudes de onda de la luz emitida o reflejada por un cuerpo y captada por el sistema visual. Esto quiere decir que el color es una sensación que se produce en el cerebro como reacción a la incidencia de los rayos de luz en los ojos.	Comparar la diferencia del color del esmalte dental sano, desmineralizado con refresco de cola y tratado con diferentes enjuagues bucales blanqueadores siguiendo las instrucciones del fabricante.	Cuantitativa Continua	$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$

14 Obtención y preparación de la muestra

Se realizó un estudio experimental longitudinal *in vitro* donde se seleccionaron 90 terceros molares mandibulares retenidos, obtenidos mediante cirugía realizada por cirujanos maxilofaciales, los cuales cumplían con los criterios de inclusión (figura 9), durante su recolección se almacenaron en agua desionizada en recipientes plásticos (*Culture Dishes Z358762-20EA Sigma-Aldrich™*) y almacenados en una incubadora Memmert a 36° C.



Figura 9 Selección de la muestra (fuente directa).

Una vez obtenida toda la muestra se acondicionaron las superficies de trabajo, retirando todo el tejido blando con curetas Gracey™(7/8,11/12,13/14) (figura 10). Posteriormente se les realizó un corte mesiodistal para obtener dos superficies de trabajo (bucal y lingual) con un disco de diamante fino (*Germany Brasseler™Diamond 910 <20,000 rpm, California, U.S.*),bajo irrigación constante obteniendo 180 superficies de trabajo en total.



Figura 10 Acondicionamiento de la muestra, se retiró el tejido pulpar (fuente directa).

La zona del espacio pulpar fue bloqueada con cera toda estación (figura 11), para poder obtener una superficie de trabajo plana, se les aplicó barniz ácido resistente (Revlon®) en las caras de trabajo lingual y vestibular y se cubrió desde la línea cervical hasta el tercio apical, de diferentes colores para distinguir cada grupo (figura 12).



Figura 11 Colocación de cera rosa a la muestra (fuente directa).



Figura 12 Aplicación de barniz ácido resistente (fuente directa).

A todas las superficies de trabajo se les realizó profilaxis con una pasta libre de fluoruro (figura 13), cada grupo fue colocado en recipientes plásticos transparentes y almacenados en agua desionizada en incubadora a 36°C.



Figura 13 Se realizó profilaxis a cada muestra, teniendo especial cuidado en la manipulación (fuente directa).

15 Lesión inicial

A 90 superficies de trabajo se les realizó una lesión inicial la cual consistió en tener inmersas las muestras en una solución desmineralizante (Coca-Cola®) con un pH de 2.8 el cual se corroboró mediante pH-metro (Science Med SM-25CW Meter™) durante 96 horas, dónde estuvieron almacenados en la incubadora a una temperatura controlada, el cual inicio el lunes 25 de Julio 2022 a las 9:00 am (día cero), terminando viernes 29 de Julio 2022 a las 9:00 am, provocando un cambio en el color a todas las muestras. Después de 96 horas se retiraron los grupos experimentales de la incubadora (CUADRO 3).

CUADRO 3 COLOCACIÓN DE LAS MUESTRAS EN LOS ENJUAGUES BUCALES COMO LO ESTIPULA EL FABRICANTE.

Grupos	Aplicación
ES: Esmalte Sano grupo control	Sin aplicación
SO: Scope Outlast Crest® (Sin blanqueador)	20 ml durante 30 S, 2 veces al día
3DW: 3D White Oral B®	20 ml durante 60 S, 2 veces al día
LW: Luminous White Colgate®	20 ml durante 60 S, 2 veces al día
WE: Whitening Extreme Listerine®	20 ml durante 60 S, 2 veces al día

16 pH cíclico

El pH cíclico consistió en la inmersión de las muestras en una secuencia de solución remineralizante y desmineralizante (Figura 14).

- **Durante 1 hora y 30 minutos:** Las muestras se sumergían en una solución desmineralizante (Coca-Cola®), a un pH de 2.8 a una temperatura de 36° C
- **Durante 60 segundos:** Se realizaba la inmersión de las muestras en enjuague bucal, Luminous White (Colgate®), Whitening extreme (Listerine®) 3DWhite (Oral b®), Scope (Crest®).
- **Durante 22 horas y 30 minutos:** Se almacenaban en saliva artificial (Solución remineralizante) con pH 6.75 a una temperatura de 36°C.



Figura 14 Modelo de pH, que se utilizó cada 24 horas durante un periodo de 7,14,21,28 días.

La saliva artificial se realizó cada 4 días, colocando 1 litro de agua desionizada sobre el vaso de precipitado (Duran®) con el agitador magnético (SCIOLOGEX, MS-H280-Pro) (figura 15), siguiendo la receta de *Vijaya Lakshmi* (23), hasta obtener un pH de 6.9, corroborándolo con el pH-metro (*Science Med SM-25CW Meter™*), la saliva se almacenaba en un frasco de vidrio color ámbar a temperatura ambiente.



Figura 15 Elaboración de saliva artificial para almacenamiento de las muestras, utilizada como solución remineralizante (fuente directa).

Después de cada cambio de solución las muestras se enjuagaban con agua desionizada (Figura 16).



Figura 16 Enjuague de las muestras con agua desionizada (fuente directa).

Para la inmersión de los enjuagues bucales se agregaban 20 ml de cada uno en vasos de precipitado (Duran®) de 40 ml (Figura 17), las muestras se colocaban en inmersión dos veces al día con intervalos de 6 horas, simulando el tiempo de cada comida, y se realizaron movimientos giratorios en dirección a las manecillas del reloj simulando los movimientos bucales al utilizar un enjuague bucal (Figura 17c), El tratamiento se aplicó siguiendo este ciclo cada 24 horas durante 7, 14, 21 y 28 días.



Figura 17, a) En 20 ml de enjuague bucal se vertían las muestras cubriéndolas por completo (b). La flecha representa los movimientos que se realizaban a las muestras en la aplicación de los enjuagues bucales (c), el movimiento se hacía durante los 60 segundos de aplicación (fuente directa).

Como solución desmineralizante se utilizó 40 ml de refresco de cola (Coca-Cola®), se colocó en vasos de precipitado (Duran™), para sumergir las muestras durante 1 hora y 30 minutos. El refresco se vació en cada grupo teniendo especial cuidado que las muestras no se voltearan, y todas recibieran de la misma forma la solución desmineralizante (Figura 18).



Figura 18 La solución desmineralizante (Coca-Cola®) se aplicó a todos los grupos cubriendo la totalidad de la corona de todas las muestras (fuente directa).

Al término de la aplicación de coca-cola, las muestras se enjuagaron con agua desionizada para continuar con la segunda inmersión de enjuagues bucales.



Figura 19 Fotografía de los cuatro grupos de enjuagues bucales después del tratamiento, A) grupo de Crest® Scope (SO), B) grupo Colgate® Luminous White (LW), C) grupo de Oral B® 3DWhite® (3DW), y D) grupo de Listerine® Whitening Extreme(WE).

17 Valoración de la Lesión

Al inicio y término del experimento de 7, 14, 21 y 28 días las muestras seleccionadas aleatoriamente 16 superficies de LW, 16 superficies 3DW, 16 superficies WE, 16 superficies SO, 16 superficies LI y 16 superficies ES, fueron almacenadas en agua desionizada en la incubadora (Memmert) a 36.0°C, las muestras fueron colocadas y fijadas individualmente en cuadros de acrílico para evitar movimientos. Posteriormente se tomaron aleatoriamente las superficies de trabajo que correspondían a 7, 14, 21 y 28 días de tratamiento y así obtener la rugosidad del esmalte dental de cada uno de los grupos experimentales.

18 Análisis de los datos

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar la distribución de los datos de las variables de rugosidad y color.

Se realizó la prueba de Levene para la homosedasticidad de nuestros datos.
($p < 0.05$)

Se realizó ANOVA de 2 vías con tratamiento y tiempo como factores (niveles).

Todos los análisis estadísticos y las gráficas se realizaron con el programa GraphPad Software Prism 8.0® para el procesamiento de la información con un valor de $p \leq 0.05$.

19 Resultados

19.1 Color

Los resultados del color se obtuvieron a los 7, 14, 21 y 28 días de tratamiento realizando la toma de color a las muestras de cada grupo para la recolección de los datos, colocando el colorímetro sobre la muestra (Figura 20), cada grupo fue siempre comparado con el grupo de esmalte sano (ES), las coordenadas se registraban mediante el software del colorímetro las cuales representan el sistema de color CIELAB (figura 21), se observan las coordenadas estándar las cuales representaron al grupo de esmalte sano y las coordenadas de las muestras las cuales representaron a cada uno de los grupos LW, WE, 3DW y SO, para obtener la diferencia de color se debe hacer la comparación numérica de una muestra con el estándar. Indicando las diferencias en coordenadas absolutas de color y se le conoce como Delta (Δ). Deltas por L^* (ΔL^*), a^* (Δa^*) y b^* (Δb^*) estos resultados pueden ser positivos (+) o negativos (-). El resultado final que indica la diferencia total de color es Delta E (ΔE^*), cuyo resultado siempre será positivo.



Figura 20 El colorímetro debe colocarse cerca de la muestra (fuente directa).

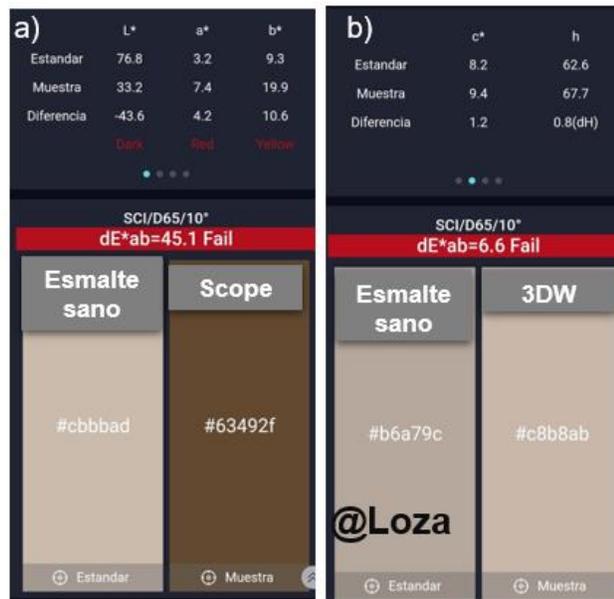
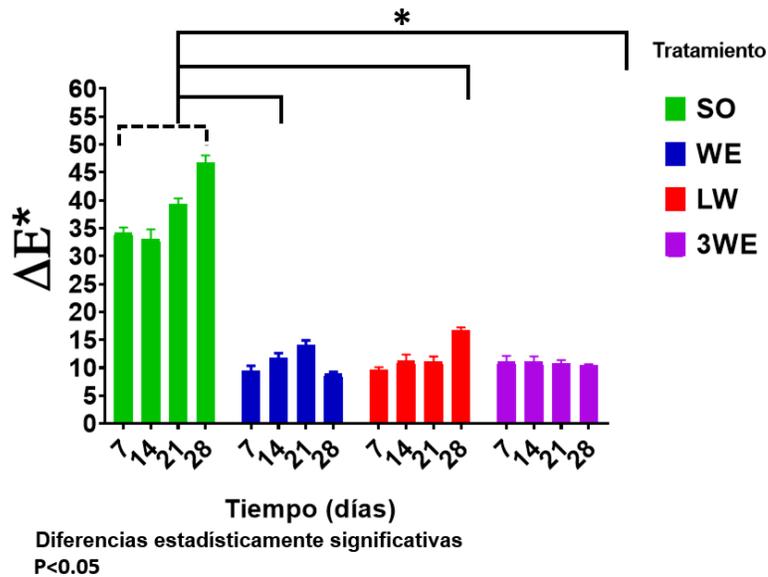


Figura 21 Imagen obtenida del software cielab a) comparación de esmalte sano con muestras del enjuague bucal Scope, b) comparación del enjuague bucal 3DW con esmalte sano, representado en color rojo el valor de ΔE , (fuente directa).



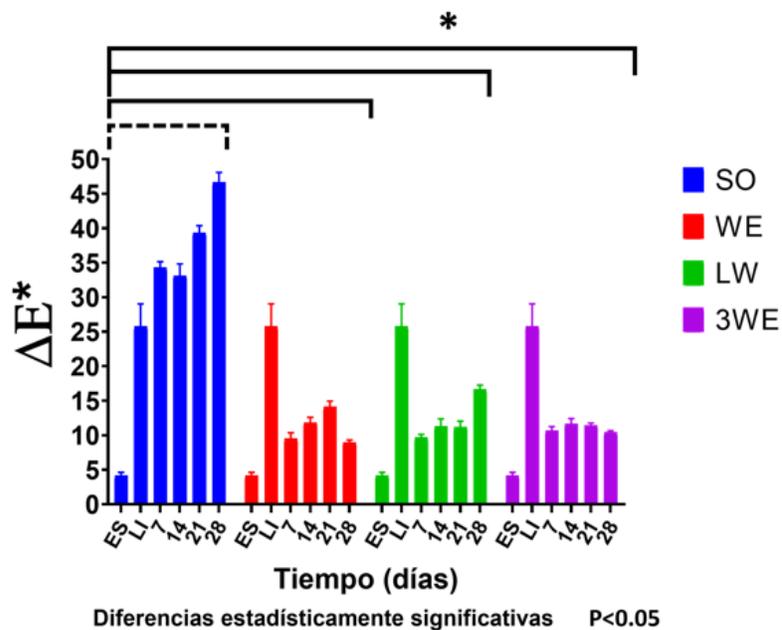
Gráfica 1 Diferencia estadística de color de los enjuagues bucales a 7,14,21 y 28 días del tratamiento con enjuagues bucales blanqueadores.

En la gráfica 1 se observa los resultados de ΔL , Δa , Δb y ΔE de los cambios que presentaron las muestras al llevar a cabo el pH cíclico durante 7,14,21 y 28 días.

El enjuague bucal que se utilizó sin blanqueador (SO), obtuvo valores de más de 35 teniendo diferencias estadísticamente significativas con los enjuagues que si tienen agente blanqueador, se observó que afectó significativamente en cambio de color SO el cual obtuvo diferencias estadísticamente significativas en comparación con los enjuagues bucales blanqueadores. El enjuague bucal WE produjo un menor cambio de coloración al realizar el pH cíclico durante los 28 días siendo positivo desde los primeros 7 días del pH cíclico, seguido del enjuague bucal 3DW el cual se deduce que se mantuvo estable en sus valores de ΔE , mientras que LW tiene efecto blanqueador los primeros 14 días lo que no ocurrió para los días 21 y 28 respectivamente, al día 28 comenzando a tener una disminución en su eficacia.

En la gráfica 2 se observa el comportamiento de todos los grupos experimentales y los grupos control, es decir, el grupo Esmalte Sano y el grupo con Lesión Inicial, donde se puede ver claramente que el color cambia sustancialmente por la inmersión en el refresco de cola, y que los enjuagues bucales blanqueadores si tienen ese efecto de disminuir la pigmentación extrínseca comparándola con la lesión inicial pero aun así no se asemejan al esmalte sano.

En la gráfica 2 se observan las comparaciones múltiples con ANOVA de 2 vías y la prueba *post-hoc* Tukey por grupos, el enjuague SO si tuvo diferencias estadísticamente significativas con el resto de los enjuagues, 3DW se mantuvo estable del día 7 hasta el día 28, seguido de WE y LW.



Gráfica 2 Resultados de color por grupos a 7,14,21 y 28 días de tratamiento

19.2 Rugosidad

La rugosidad se midió utilizando el perfilómetro óptico, se evaluaron las superficies de todos los grupos experimentales aleatoriamente en la superficie de trabajo (cara anatómica de los terceros molares inferiores) y se obtuvieron 6 observaciones de cada uno de los grupos experimentales; así como la rugosidad media (R_a) y su desviación estándar.

Los valores de rugosidad superficial según los grupos experimentales, todos los grupos presentaron pérdida de superficie del esmalte y fueron diferentes entre sí, sin embargo el grupo SO no tuvo diferencias estadísticamente significativas con el grupo de WE, en contraste si las tuvo con los grupos de LW y 3DW. seguido del grupo WE que no tuvo diferencias estadísticamente significativas con los grupos LW, con el grupo de 3DW, si presentó diferencias estadísticamente significativas LW y 3DW si tuvieron diferencias estadísticamente significativas.

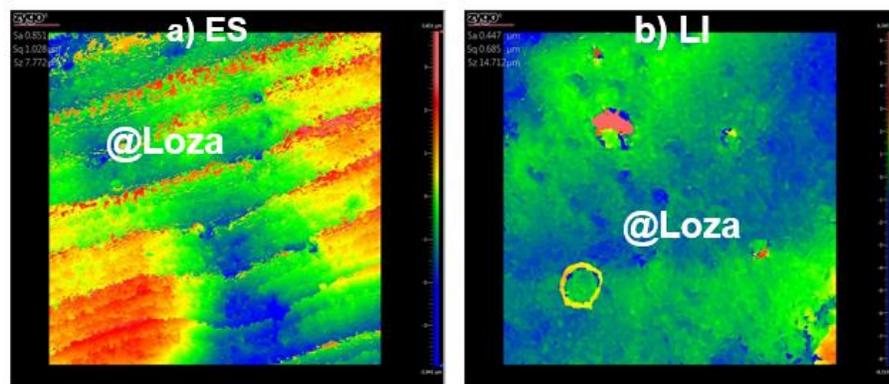


Figura 22 Imagen de rugosidad a) esmalte sano, b) lesión inicial o esmalte desmineralizado con bebida de cola (fuente directa).

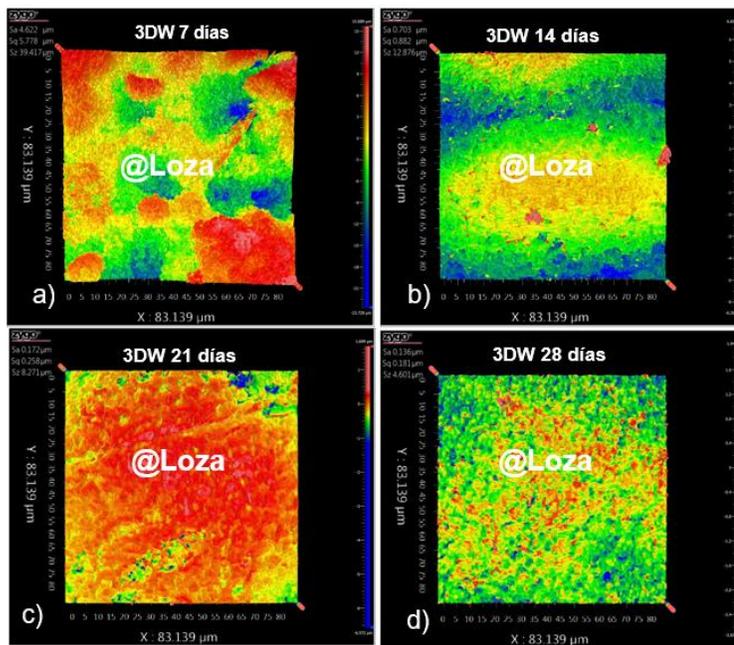


Figura 23 Rugosidad del esmalte dental tratado con enjuague bucal 3DWhite Oral B® a) 7, b) 14, c) 21 y d) 28 días de tratamiento (fuente directa).

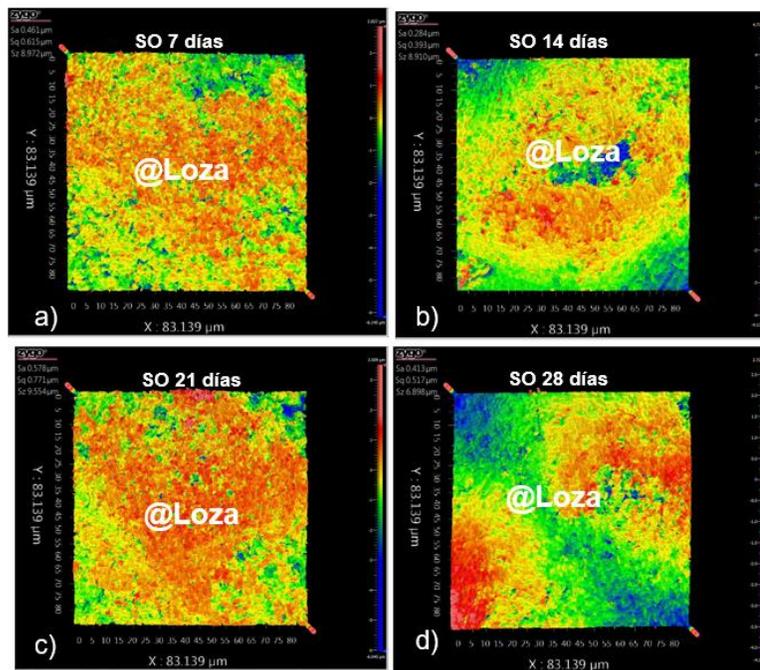


Figura 24 Rugosidad de la superficie del esmalte dental tratado con enjuague bucal Scope Crest® a) 7, b) 14, c) 21 y d) 28 días (fuente directa).

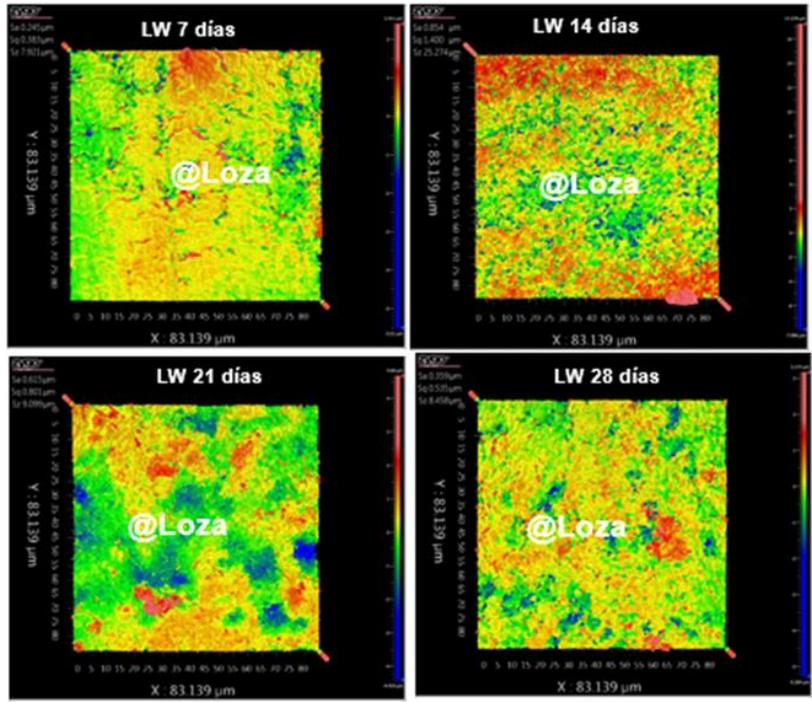


Figura 25 Rugosidad de las muestras tratadas con enjuague bucal Luminous White Colgate® a) 7, b) 14, c) 21 y d) 28 días de tratamiento (fuente directa).

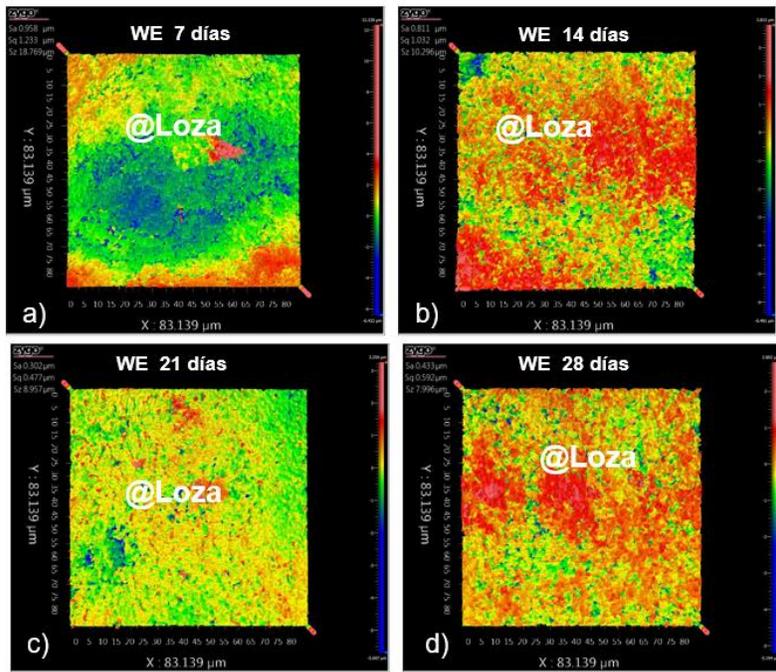
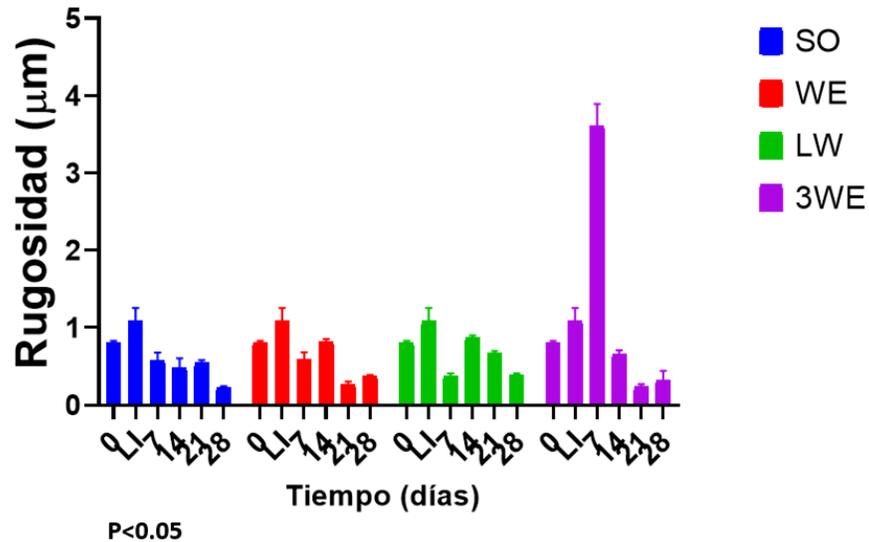


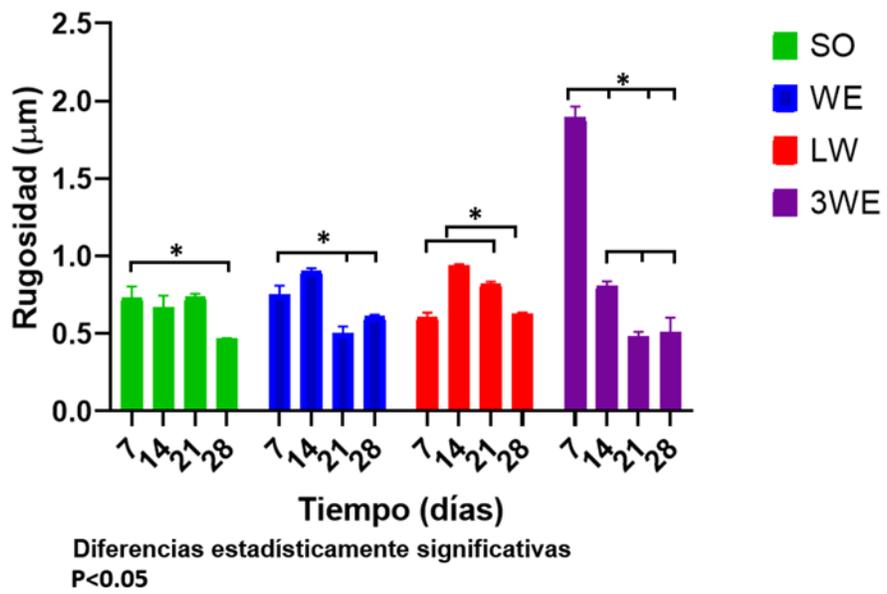
Figura 26 Rugosidad de las muestras tratadas con enjuague bucal Whitening Extreme Listerine® a) 7, b) 14, c) 21 y d) 28 días (fuente directa).

En la gráfica 3 se observa el comportamiento de los grupos experimentales con los grupos controles, Esmalte Sano y Lesión Inicial y los resultados de los enjuagues bucales blanqueadores.



Gráfica 3 Resultados de rugosidad comparando enjuagues bucales con ES y LI.

En la gráfica 4 se observa los resultados únicamente de los grupos experimentales y sus diferencias significativas entre grupos observa la distribución de los resultados de la rugosidad de los diferentes grupos experimentales, donde hubo diferencias significativas en el grupo 3DW a 7 días, y WE a 28 días.



Gráfica 4 Resultados de rugosidad a 7,14,21, y 28 días de tratamiento

20 Discusión

En la actualidad la estética dental juega un papel muy importante en nuestra sociedad, debido a ello se han implementado productos de venta libre para blanquear los dientes de manera fácil, rápida y económica, entre los diversos productos para blanqueamiento dental encontramos los enjuagues bucales, poco se ha informado sobre sus efectos en el esmalte dental, incluso de su eficacia como producto blanqueador, Es por ello que el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de los tres enjuagues bucales blanqueadores más utilizados, Luminous White Colgate®, 3DWhite OralB®, Whitening Extreme Listerine®, sobre el esmalte dental desmineralizado con un refresco de cola .

En estudios anteriores como el que realizó Muhammet Karadas (71) utilizó 80 dientes bovinos para su estudio, determinando que tenía una mayor área de trabajo, sin embargo, en nuestro estudio se obtuvieron terceros molares mandibulares retenidos obtenidos mediante cirugía, debido a que pretendíamos obtener la mayor similitud a la cavidad oral y porque los productos utilizados en este estudio se utilizan en esmalte dental humano.

Se han utilizado muchas sustancias para producir colorantes *in vitro* revisando la literatura Jaime *et al* (47) utilizó un colorante Orange II (naranja de metilo) para teñir los dientes, y así determinar la eficacia del peróxido de hidrógeno, Roncal Espinoza (74), en su estudio aplicó té negro durante tres días para homogenizar el color de las muestras, y evaluar diferentes enjuagues bucales blanqueadores, Muhammet Karadas (75) sumergió sus muestras en café por 24 horas, para analizar el efecto

de enjuagues bucales y pastas dentales blanqueadoras, en esta investigación se utilizó el refresco Coca-Cola®, de mayor consumo a nivel mundial.

En algunos artículos se han reportado diferentes procesos que simulan *in vitro* la desmineralización del esmalte dental en condiciones de pH cíclico. En el estudio de Cavali (74), el pH cíclico consistió en sumergir los especímenes durante 16 horas en solución remineralizante con pH de 7.0 y 8 horas en solución desmineralizante ajustando el pH a 4.5, durante 8 días, en este estudio el pH cíclico consistió en la inmersión de las muestras en solución remineralizante por 22.5 horas a un pH 7 con saliva artificial, debido a que en la cavidad oral la saliva es un agente remineralizante, queriendo tener la mayor similitud de la cavidad oral y en solución desmineralizante 1 hora 30 minutos a un pH de 2.8 debido al pH de mayor acidez las muestras eran expuestas el menor tiempo, este pH cíclico se llevó al cabo de 7,14,21 y 28 días, Como en el estudio de Fernando Pelegrim (18), en el cual, él estudia la eficacia de los enjuagues bucales blanqueadores durante 14 y 28 días justificando que los productos de venta libre reducen la dureza del esmalte cuando se usan 14 días, en este estudio se obtuvo una media de los artículos revisados, estudiando las muestras al día 7, 14 ,21 y 28 días de tratamiento para la recopilación de mayor información en cambios de color y rugosidad evaluando la pérdida de superficie del esmalte durante todo el estudio.

Torres A. (75), mencionó que las muestras del esmalte dental en solución desmineralizante como el ácido láctico a un pH 3, en un tiempo de 3 horas artificialmente formaba la lesión incipiente de caries o clínicamente conocida como mancha blanca; mientras que Chicaiza y Navarrete (43), reportaron que sus

muestras de esmalte en solución desmineralizante de ácido láctico a pH 2 formaba artificialmente la mancha blanca en un periodo de tiempo de 50 min; sin embargo al examinar el esmalte dental observaron un desmoronamiento total de la superficie.

En el artículo de Santos (77), menciona que todas las muestras de esmalte utilizadas en el experimental se desmineralizaron con hidroxietilcelulosa ácida, siguiendo el modelo de pH cíclico. En este trabajo se utilizó refresco de cola por ser el refresco más consumido en el mundo además se utilizaron los enjuagues bucales blanqueadores más comprados en centros comerciales por los consumidores que además de tener el hábito de ingerir bebidas carbonatadas, coincide que tienen el hábito de consumir tabaco.

Yamamoto (27) en su trabajo experimental *in vitro*, comparó tres tipos de bebidas Coca cola®, Coca cola cero® y Gatorade® en la superficie del esmalte dental, concluyendo que la Coca-Cola® mostró mayores efectos erosivos y cuanto mayor el número de ciclos expuestos a la Coca-Cola®, mayor la influencia en el proceso erosivo dental, así también en un estudio realizado por Van Eygen *et al* (30), se determinó que aunque sea por poco tiempo el consumo de las bebidas gaseosas pueden afectar la estructura del esmalte dental. En este experimento se utilizó la Coca-Cola® como solución desmineralizante por su pH de 2.8, provocando una tinción en el esmalte dental, afectando más al grupo del enjuague bucal Scope® el cual no contiene ningún agente blanqueador. En el estudio *in vitro* dirigido por Morona (55) concluyó que solo el enjuague bucal que contiene peróxido de hidrógeno (Listerine Whitening Extreme®) presentó un efecto blanqueador en comparación con los que no lo tienen, en este trabajo los enjuagues bucales con

agente blanqueador utilizados presentaron efecto blanqueador a pesar de que no todos tienen como ingrediente el peróxido de hidrógeno, sabiendo así que los ingredientes como el hexametáfosfato sódico contenido por el enjuague bucal 3DWhite de Oral b® (3DW) es eficaz para proteger la superficie del esmalte de los pigmentos. Así también el pirofosfato sódico contenido en el enjuague Colgate® Luminous White (LW) es eficaz en la prevención de manchas y cálculo, por otra parte, el enjuague Whitening Extreme (WE) de Listerine® si presenta eficacia en el blanqueamiento dental, el enjuague bucal Scope (SO) de la marca Crest® no protege el esmalte de tinción extrínseca debido a que no contiene agentes blanqueadores.

Favaro (36) en su estudio evaluó el color, rugosidad y microdureza del esmalte, donde utilizó varios enjuagues bucales entre ellos el LW y WE, determinó que todos los grupos tuvieron una pérdida en la superficie del esmalte, en su estudio también utilizó agua destilada, para el almacenamiento de sus muestras debido a que si utilizaba saliva artificial podía resultar una película salival protectora lo que podía influir en los valores de rugosidad. En este estudio si se utilizó la saliva artificial debido a que el objetivo era reproducir las condiciones bucales, en un pH cíclico. En sus resultados de rugosidad la autora Favaro (36), menciona que la mayor pérdida de la superficie del esmalte la tuvieron el WE, seguido del LW, en contraste en estos resultados la mayor pérdida de superficie del esmalte la tuvo el enjuague bucal 3DW seguido del WE y LW.

21 Conclusiones

El uso/aplicación de los tres enjuagues bucales con ingredientes blanqueadores como el peróxido de hidrógeno, pirofosfato sódico y hexametáfosfato sódico si eliminan las pigmentaciones extrínsecas, es decir, si blanquean el esmalte dental desmineralizado con refresco de cola.

El enjuague bucal Whitening Extreme de Listerine® (LW) con peróxido de hidrógeno presentó el mayor efecto blanqueador, seguido del 3DWhitening Oral B® (3DW) con hexametáfosfato sódico que se utiliza para blanqueamiento dental previniendo las manchas extrínsecas en el esmalte el cual mantuvo su eficacia del día 7 hasta el día 28.

El enjuague bucal Luminous White Colgate® (LW) con pirofosfato sódico eficaz en la prevención de cálculo, también es eficaz en el blanqueamiento dental sólo los primeros 14 días modificando su eficacia al día 28.

El uso de enjuagues bucales blanqueadores si modifica la superficie del esmalte dental, El enjuague bucal 3DW obtuvo un efecto blanqueador constante del día 7 al día 28 de tratamiento, sin embargo, fue el más rugoso debido a la pérdida mineral del esmalte, en contraste el WE obtuvo un efecto blanqueador sin embargo obtuvo menor rugosidad, seguido del enjuague bucal LW que presento menor efecto blanqueador y menor rugosidad, es decir, menor afectación sobre el esmalte.

22 Consideraciones Futuras

Será determinante seguir con la investigación sobre algunas propiedades como la dureza del esmalte tratado con enjuagues blanqueadores, ya que, si bien mejora el color, es decir elimina la pigmentación extrínseca del esmalte, el cambio en la rugosidad de la superficie es un indicador de una erosión, consecuencia del uso de los enjuagues bucales blanqueadores.

23 Cronograma de actividades



2022												2023			
ACTIVIDADES	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABRIL
Búsqueda de referencias	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Elaboración de protocolo	█	█													
Prueba piloto			█	█											
Obtención de la muestra	█	█	█	█	█										
Selección de la muestra			█	█											
Preparación de la muestra				█	█										
pH cíclico						█	█	█							
Obtención resultados de color						█	█	█	█						
Resultados de RUGOSIDAD						█	█	█	█						
Análisis de resultados								█	█	█					
Redacción de tesis		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
Término de servicio social													█	█	

24 Referencias

1. **Guilhem Lignon, Muriel, Arnaud, Berdal.** L'émail Un autosamblaje unique dans le monde du minéral. *medicina/ciencia*. 2015, 515-21.
2. **Sabel N., A. Robertson, Nietzsche,3 and J. G. Noren´.** Demineralization of Enamel in Primary Second Molars Related to. *The Scientific World Journal*. 2012, 8.
3. **Chai Y, Jiang X, Ito Y, Bringas P Jr, Han J, Rowitch DH, Soriano P, McMahon AP, Sucov.** Fate of the mammalian cranial neural crest during tooth and mandibular morphogenesis,. *Development*. 127,, 2000,, Vols. 2,, 1671–1679.
4. **Jussila M, Thesleff I.** Signaling networks regulating tooth organogenesis and regeneration, and the specification of dental mesenchymal and epithelial cell lineages. *Cold Spring Harb Perspect Bio*. 4, 2012.
5. **Johannes W. Rohen, Elke Lütjen-Drecoll.** *Embriología funcional: una perspectiva desde la biología del desarrollo 3° ed.* España : panamericana, 2007. 125.
6. **Berkovitz B.K, Holland G.R.** Oral Anatomy, Embriology and Histology. *Oral Anatomy, Embriology and Histology, 3 ed.* New York : El Sevier Science, 2002.
7. **Lacruz Rodrigo S . Habelitz Stefan, J. Wright Timothy , and Paine Michael.** Dental Enamel formation and implications for oral health and disease. *Physiol Rev*. 10, May 3, 2017, Vol. 1, 152.
8. **Castellanos, Jaime E., Marín Gallón, Lina María, Úsuga Vacca, Margarita Viviana, Castiblanco Rubio, Gina Alejandra, Martignon Biermann, Stefanía.** La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. *Universitas Odontológica* . 2013;32, 49-59.
9. **Gomez de Ferraris, M.E.** *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. s.l. : panamericana. 273-280.
10. **Aljobair Asmaal.** THE EFFECT OF REPEATED APPLICATIONS OF ENAMEL SURFACE TREATMENT ON IN-VITRO BOVINE ENAMEL HARDNESS AFTER MULTIPLE EXPOSURES TO COLA DRINK. *Pakistan Oral & Dental Journal*. 1, 2010, Vol. 30, 10.
11. **Reyes Gasga, J.** ESTUDIO DEL ESMALTE DENTAL HUMANO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA Y TÉCNICAS AFINES. *Rev. LatinAm. Met. Mat.* . 2001, Vol. 21, 2, págs. 81-85.
12. **Larsen, M., Fejerskov, O.** Chemical and structural challenges in remineralization of dental enamel lesions. *Scand. J. of Dental*. 4, 1989, Vol. 97, 285.
13. **Prado Rosas Sandra Georgina, Araiza Téllez Miguel Ángel, Valenzuela Espinoza Emilia.** Eficiencia in vitro de compuestos fluorados en la remineralización. *Revista Odontologica Mexicana*. 2, 2014, Vol. 18, 96-103.
14. **Ivancakova R, Hogan MM, Harless JD, Wefel JS.** Effect of fluoridated milk on progression of root surface lesions in vitro under pH cycling conditions. 37(3);, 2003, Vols. 166-71., PMID: 12740538 .

15. **Nowark, Malgorzata Skucha.** Natural and Controlled Demineralization . *dv Clin Exp Med* . 24, 2015, Vol. 5, 891-898.
16. **Torres Daniela, Fuentes Ramon, Bornhardr Thomas.** Erosión dental y sus posibles factores de riesgo en niños. *elsevier*. 9, 2015, Vol. 1, 20-22.
17. **Young A, Amaechi BT, Dugmorea.** Current erosion indices flawed or valid? *Clin Oral Investig*. 12, 2008, Vols. 59-63.
18. **Pelegrim Fernandez, F.,.** Whitening mouthwash containing hydrogen peroxide decreases enamel microhardness in vitro. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2017, Vol. 16, 3-5.
19. **Almaguer, Villagomez Argelia,.** Ecología oral. [aut. libro] Almaguer Flores Argelia. *ecologia oral*. s.l. : editorial manuela moderno, 2019.
20. **Maiara, Rodrigues de Freitas.** eficacia y efectos adversos de los productos blanqueadores de venta libre en los tejidos dentales. *frontiers in dental medicine*. 2021, Vol. 2, 2-3.
21. **Lidia, Roncal Espinoz Rosa Josefina a & Tay Chu Jon.** Aclaramiento Dental con Enjuagues de Libre Venta que Contienen Peróxido de Hidrógeno. *Int. J. Odontostomat*. 12, 2018, Vol. 2, 121-124.
22. **Tanner, AC,R, Matheney, J.** Cultivable Anaerobic Microbiota of severe early Childhood Caries. *Journal of Clinical Microbiology*. 49, 1464 -1473.
23. **Vijaya Lakshmi Mudumba, Radhika Muppa, NCH Srinivas, Duddu Mahesh Kumar.** Evaluation and Comparison of Changes in Microhardness of Primary and Permanent Enamel on Exposure to Acidic Center-filled Chewing Gum: An in vitro Study . *jp-journals*. 7, 2014, Vol. 1, 24-29.
24. **Carrillo Sánchez, Carlos.** Desmineralización y remineralización. *REVISTA ADM*. Vol. LXVII, 1.
25. **García GY, Torriente VJM, Oliveros OR, et al.** Daños a la salud por consumo adictivo de Coca Cola. *Revista del Hospital Psiquiátrico de La Habana*. 14, 2017, Vol. 3.
26. **Korte A, Angelopoulou MV, Maroulakos G.** Assessing. the Effect of Low Calorie Soda Beverages on Primary Tooth Enamel: An In Vitro Study. . *J Clin Pediatr Dent*. 3, 2019, Vol. 8, 190-195.
27. **Eron, Yamamoto Colauto Toshio.** Influence of three types of drinks on the surface of human dental enamel: in vitro study. *RGO - Rev Gaúcha Odontol., Porto Alegre,.* 2013, Vol. 61, 41-46.
28. **Featherstone, J.D y Behrman, J.M & Bell, J.E.** Effect of whole saliva components on enamel desmineralization In vitro. *Rev. Oral Biol.Med;* 4, 1993, Vol. 4, 357 - 62.
29. **Ibrahim Al-Amri, Roula Albounni, Sultan Binalrimal.** Evaluation of the effect of soft drinks on the surface roughness of dental enamel in natural human teeth . *Restorative Dentistry, Riyadh Elm University*. 10, 2021, Vol. 1, 13.
30. **van Eygen I, Vannet BV, Wehrbein H.** Influencia de un refresco con bajo pH en las superficies del esmalte: un estudio in vitro. . *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004, .03.036.
31. **Zero DT, Lussi A,.** Etiology of enamel erosion - intrinsic factors; in Addy M, Embery G, *Tooth Wear and Sensitivity*,. 2000, 121-139.

32. **Moreno Ruiz Ximena, Narvaez Carmen.** Efecto In vitro de las bebidas refrescantes sobre la mineralización de la superficie del esmalte dentario de piezas permanentes extraídas. *Odontostomat*; 5, 2011, Vol. 2, 157- 163.
33. **Bray A, Jorge.** Soft drink consumption and obesity: it is all about fructose. *Nutrition and metabolism*. 21, 2010, 51- 57.
34. **Anjum I, Jaffery S S, Fayyaz M,.** Sugar Beverages and Dietary Sodas Impact on Brain Health: A Mini Literature Review. *cureus*. 6, 2018, Vol. 10.
35. **Contreras Cortes, Capetillo Hernandez Rosalia.** Efecto erosivo que causan las bebidas carbonatadas, alcoholicas y rehidratantes al esmalte dental. *Revista Mexicana de Medicina Forense*. 2020, Vol. 5, 153-156.
36. **Favaro Jaqueline C, Ribeiro Edgar.** Effect of mouth rinses on tooth enamel surface,. *Journal of Oral Science*. 1, 2020, Vol. 62, 103 -106.
37. **Catillo Carmelo, Benites Paez A,.** Streptococcus dentisani . *Interational journal of systemaic and evolutionary microbioligy*. 64, 60-65.
38. **López-López, A.,Castillo Carmelo, A., Ferrer, M. D., Simon-Soro, Á., & Mira, A.** Health-Associated Niche Inhabitants as Oral Probiotics: The Case of Streptococcus dentisani. *Frontiers in Microbiology*. 81, Vol. 10.
39. **Benmehdi Salina, Riaboo Maria.** Lesiones cervicales no cariosas y su asociacion con la periodontitis . *periodoncia y osteointegración*. 2009, Vol. 19, 3.
40. **redacción, Equipo de.** *Colutorios, enjuagues y elixeres bucales*. s.l. : El Sevier , 2001.
41. **Alshara S., Lippert G, J.** Efectiveness and mode of action of whitening dentrífices on enamel extrinsic stains. *Clin, Oral Investing*. 18, 2014, Vol. 2, 563-569.
42. **Rawan Alkahtani, Simon Stone.** A review on dental whitening. *Journal of Dentistry*. 2020, 1.
43. **Mendizabal Ruiz Jose.** Blanqueamiento dental. *tesis*. 2005.
44. **Tredwin C, Naik S, Lewis N , Scully C.** Hydrogen peroxide tooth-whitening (Bleaching) products. *Br. Dent. J*. 7, 2006, Vol. 200, 371–376.
45. **Karadad, M.** Efficacy of mouthwashes containg Hydrogen Peroxide on tooth Whitening. *The Scientific World Journal* . 2015.
46. **Garcia F.** In vitro evaluation of the whitening effect of mouth rinses containing hydrogen peroxide. *Braz Oral Res,*. 3, 2012, Vol. 26, 269.
47. **JAIME IVONE MARIA DELIMA, FABIANA MANTOVANI GOMES FRANÇA, ROBERTA TARKANY BASTING,.** Efficacy of hydrogen-peroxide-based mouthwash in altering enamel color. *American Journal of Dentistry*. 1, , February, 2014, Vol. 27.
48. **Ahid A, Al- Shahrani.** The ability of dual whitening anti-caries mouthrinses to remove staining and enhance caries lesion remineralization. *Journal of Dentistry*. 2020.

49. **Walkers Patricia, Biesbrock Aaron,**. Benefits of Sodium Hexametaphosphate- Containing Chewing Gum for Extrinsic Stain Inhibition. *Journal of Dentak Hygiene*. 2004, Vol. 78, 4.
50. **Buzalaf MA, Hannas AR, Magalhães AC, Rios D, Honório HM, Delbem.** pH-cycling models for in vitro evaluation of the efficacy of fluoridated dentifrices for caries control: strengths and limitations. *s. J Appl Oral Sci* . 18, 2010, , 316-334.
51. **ten Cate JM, Duijsters.** Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res*. 10.1159/000260599, 1982;, Vols. 16(3):201-10. doi:, PMID: 6953998.
52. **Małgorzata Skucha-Nowak, Tanasiewicz Marta.** Natural and Controlled Demineralization for Study Purposes in Minimally Invasive Dentistry. *Adv Clin Exp Med* . 24, 2015,, Vol. 5, 891–898.
53. **Morona, Klein,Rodriguez.** In vitro tooth Whitening effectiveness of whitening mouth rinses. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2020, Vol. 19.
54. **Missumi I, Noi K, Sugarwara K, Gonda S,.** Profile surface roughness measurement using metrological atomic force microscope and uncertainty evaluation. *Measurement,*. 2015, Vol. 73.
55. **Ponvhe A, Bigerelle M, Anselme K,.** Relative influence of surface topografy and surface chemistry on cell response to bone implant materials. Part 1: physico - chemical effects. *Proc Inst Mech Eng H,*. 2010, Vol. 224.
56. **Villegas A, Gomez D, Moreno F.** Dispositivos electrónicos para reproducir el color en odontología, Revisión de literatura. *ResearchGate*. 2016, Vol. 54, 1.
57. **Hinojosa - Rivera M, Reyes Melo M.E.** La rugosidad de las superficies: Topometria. *Ingenierias*. 2001, Vol. 4, 11.
58. **Visscher M, Struik K.G,.** Optical Profilometry and its application to mechanically inaccessible surfaces part 1: Principles of focus error detection. *Precision Enginneering*. 1994, Vol. 3, 16.
59. **Vadher, Girish Parmar,Shikha Kanodia.** Basics of Color in Dentistry: A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*. 9, 2014, Vol. 13, 1.
60. **Madrid, Real Academia Española. Diccionario de la lengua Española. 22a edición: y 2001.** diccionario de la lengua española. [En línea] [Citado el: 10 de julio de 2022.] madrid, 2001.
61. **Paramei, G.V,.** Color discrimination across four life decades assessed by the Cambridge Colour test,. *Journal of the Optical Society of America*. 12, 2012, 290-297.
62. **A., Joiner.** Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry* . 32, 2004, Vol. 3, 12.
63. **Nassau, Marcus RT. K.** The measurement of color. In: *Color for Science, Art and Technology* . *Elsevier Science:*. 1998, p. 34-91.
64. **Christiani J., Devecchi J.R.** COLOR: CONSIDERACIÓN EN ODONTOLOGÍA E INSTRUMENTOS PARA EL REGISTRO. *REVISTA DE OPERATORIA DENTAL Y BIOMATERIALES*. 2016, Vol. 5, 2.
65. **Arreortua Y, De Leo Vargas G, Salgado M,.** evaluación de alteraciones visuales y su relación con el poder de discriminación en la toma de color dental en alumnos de odontología con luz artificial y natural. *Revista de Asociacion Dental Mexicana*. 65, 2008, Vol. 29, 69 -74.

66. **Mondelli Lia, Garrido Gabriel, F.A. Piola Rizzante, Magalhães C, Soares Bombonatti, Ishikiriama S,K.** Do Different Bleaching Protocols Affect the Enamel Microhardness? 9, 2019, Vol. 1, 25- 30.
67. **Rodríguez E.** La luz, el color y su percepción. *Estética en odontología Restauradora*. primera, ripano S.A, 2006., p. 48-67.
68. **Lafuente David.** Física del color y su utilidad en odontología. *Revista Científica Odontologica*. 1, 2008, Vol. 4, 10-13.
69. **Ragain James C.** A Review of color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. *Symbiosis*. 2, 2016.
70. **Rakesh Vadhe, Girish Parma, Shikha Kanodia.** Basics of Color in Dentistry: A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* . 9, 2014, Vol. 13, 1.
71. **Karadas, Muhammet.** Efficacy of whiening oral rises and dentifrices on color stability of belached teet. *Acta biomaterialia odontologica scandinavica*,. 1, 2015, Vol. 1, 29-34.
72. **Roncal Espinoza Rosa Josefina, Tay Chu Lidia,.** Aclaramiento dental con enjuague de libre venta que contiene peroxido de hidrogeno,. *Odontostomat*,. 12, 2018, Vol. 2, 124.
73. **Muhammad Wasif Haq, Mehwish Batool.** Efficacy of antiplaque mouthwashes A five - day clinical trial. *Caries Dtectionand Prevention*. 2010.
74. **Cavalli Vanessa, Da Rosa Denisse.** Effects of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *JAOS Journal of applied oral science*. 2018.
75. **Torres A.** Evaluación in vitro, de la eficacia del barniz de flooruro de sodio al 5% más fosfato tricálcico y resina infiltrante, en el tratamiento de las superficies lisas de piezas dentales permanentes, afectadas con caries incipientes. *Universidad Central del Ecuador*. 5, 2015, Vol. 1, 12.
76. **Chicaiza, G., Navarrete, N.** Efecto de dos agentes remineralizantes en lesiones de mancha blanca: Estudio in vitro. *Rev.Digital*. Julio, 2017, Vol. 1, 18.
77. **Attin T., Lennon A.** Deposition of fluoride on enamel surfaces released from varnishes is limited to vicinity of fluoridation site. *Clinical Oral Investigations*. Mar, 2017, Vol. 1, 11.
78. **Jiménez Jaime.** El origen de la coca-cola. *revista de ciencias UNAM*. 6, 1984, 36-37.
79. **Frazão Câmara João Victor, Pererira Santos Luine de Piava.** Effect of tooth enamel staining by coffee consumption during at-home tooth bleaching with carbamide peroxide. *Revista de odontología* . 2018.
80. **Alain Manuel, Chaple Gil, Fernández Godoy, Quintana Lisana.** Técnica modificada de blanqueamiento de dientes vitales empleando DMC peróxido de hidrógeno al 35%. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2019, Vol. 18, 3.
81. **Petersen Poul Erik, Ogawa Hiroshi.** Prevention of dental caries through the use of fluoride –. *Community Dental Health* . 33, 2016, 66-68.

82. **Demarco F, F, Meireles S, Sarmiento H.R. , Dantas R.V.F., Botero T, Tarquinio S.B.C.,** Erosion and abrasion on dental structures undergoing at-home bleaching, clinical, . *Cosmetic and Investigational Dentistry* . 2011, Vol. 3, 45-52.
83. **West N.X., Lussi A, Seong J, Hellwig E.,** Dentin hypersensitivity: pain mechanisms and aetiology of exposed cervical dentin,. *Clin. Oral Investig.* 17, 2013, 9- 19.
85. **Walsh L, J.** Safety issues relating to the use of hydrogen peroxide in dentistry, . *Aust. Dent. J.* . 2000, Vol. 4, 257- 269.
86. **Cretescu I, Horhat R, Munteanu O, Capriță R.** Evaluation of physical-chemical characteristics of commercially available fluoride mouth rinses. *Romanian Journal of Biophysics.* 27, 2017, Vol. 3, 81-88.
87. **Stevan Hinić, Bojan Petrović, Sanja Kojić, Nejra Omerović,** Viscosity and mixing properties of artificial saliva and four different mouthwashes. *University of Novi Sad.* 11, 2022, Vol. 17.
88. **Dodds MW, Johnson DA, Yeh CK.** Health benefits of saliva: a review. *J Dent.* 3, 2005, 223 233.
89. **Humphrey SP, Williamson RT.** A review of saliva: normal, flow, and function. *J Prosthet Dent* . 85, 2001, Vol. 161, 165.
90. **Betul Rahman, Sausan Alkawas, Elaf A.,** Comparative antiplaque and antigingivitis effectiveness of tea tree oil mouthwash and a cetylpyridinium chloride mouthwash: A randomized controlled crossover study. *Contemporary Clinical Dentistry.* 2014, Vol. 5, 4.
91. **Reisha Rafeek, Gomez Andres.** Xylitol and sorbitol effects on the microbiome of saliva and plaque. *Journal of Oral Microbiology.* 2018.
92. **Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, et al.:** Dental erosion-overview with emphasis on chemical and histopathological. *Caries Res.* . 45, 2011, Vol. 2, 12.
94. **Almaguer Flores Argelia, Villagomez Jose Guillermo.** Ecologia oral. s.l. : manual moderno, 2000.
95. **Jiang, X. Ma, Wang Y, Tong H.,** Investigation of the effects of hydrogen peroxide on human tooth enamel. *J. Biomed.* 13, 2008, Vol. 1, 014019.
96. **Gerlach R, W, Tucker, M, K.** Clinical trial comparing hydrogen peroxide tooth whitening systems: strips vs pre-rinses. *Compend Contin Educ Dent.* 12, 2005, 874.