

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE
BLANQUEAMIENTO DE LOS AGENTES ACLARADORES
KIT DE ACLARAMIENTO DENTAL ENDO PERLADENT®
Y PERBORATO DE SODIO**

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. ANDREA GARCÍA RODRÍGUEZ

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

DR. MANUEL ALATORRE MEDA

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

AGOSTO 2020

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a; 10 de junio de 2020

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE BLANQUEAMIENTO DE LOS AGENTES ACLARADORES KIT DE ACLARAMIENTO DENTAL ENDO PERLADENT® Y PERBORATO DE SODIO.**

Propuesto por la **C.D. ANDREA GARCÍA RODRÍGUEZ**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



**DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ
PRESIDENTE**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a; 10 de junio de 2020

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE BLANQUEAMIENTO DE LOS AGENTES ACLARADORES KIT DE ACLARAMIENTO DENTAL ENDO PERLADENT® Y PERBORATO DE SODIO.**

Propuesto por la **C.D. ANDREA GARCÍA RODRÍGUEZ**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



**DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a; 10 de junio de 2020

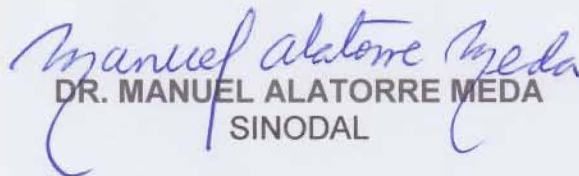
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE BLANQUEAMIENTO DE LOS AGENTES ACLARADORES KIT DE ACLARAMIENTO DENTAL ENDO PERLADENT® Y PERBORATO DE SODIO.**

Propuesto por la **C.D. ANDREA GARCÍA RODRÍGUEZ**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE


DR. MANUEL ALATORRE MEDA
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a; 10 de junio de 2020

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE BLANQUEAMIENTO DE LOS AGENTES ACLARADORES KIT DE ACLARAMIENTO DENTAL ENDO PERLADENT® Y PERBORATO DE SODIO.**

Propuesto por la **C.D. ANDREA GARCÍA RODRÍGUEZ**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



**DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS
SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA DE BLANQUEAMIENTO DE LOS
AGENTES ACLARADORES KIT DE ACLARAMIENTO DENTAL ENDO
PERLADENT® Y PERBORATO DE SODIO**

PRESENTA

C.D. Andrea García Rodríguez

**PRESIDENTE
(DIRECTORA DEL PROYECTO)**

Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez

**SINODALES
(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)**

Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez

Dr. Manuel Alatorre Meda

Dra. Dulce Yicel Magaña Mancillas

Tijuana, Baja California; 18 de junio de 2020

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de tener a mi familia. Gracias a mis padres por sus enseñanzas, su amor incondicional y su inmenso apoyo, por siempre motivarme a cumplir mis metas y ser mejor cada día, muchos de mis logros se los debo a ellos incluyendo este. También agradezco a mi novio por su ánimo perseverante aún en la distancia y por su amor incondicional.

Gracias a la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez, por haberme admitido en el posgrado, por creer en mí y de esta manera ayudarme a crecer profesionalmente.

Quiero expresar un especial agradecimiento a mi Directora de Tesis la Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez por su paciencia, dedicación y apoyo. Sus conocimientos en el área de la investigación han sido indispensables para llevar a cabo el presente trabajo. Gracias por su generosidad y amabilidad demostrada en cada momento.

Agradezco a mis Co-directores, el Dr. Manuel Alatorre Meda y la Dra. Dulce Yicel Magaña Mancillas por guiarme y asesorarme para lograr los resultados obtenidos el día de hoy.

Quiero agradecer a cada uno de mis maestros por formar parte de mi formación, por transmitirme sus conocimientos y enseñanzas.

También quiero agradecer a mis compañeros y amigos de posgrado por ser parte del camino, ya que sin ellos no habría sido lo mismo.

Quiero agradecer a las siguientes instituciones:

A CONACyT por la beca otorgada, No. CVU: 928162.

Al Dr. Salvador Patiño Ochoa, Gerente General la Compañía PerlaDent, S. DE R.L. DE C.V. por la amable donación de los Kits de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® empleados en este Proyecto de Tesis.

Finalmente, se agradece a los siguientes proyectos:

Proyecto de CONACyT: INFR-2015-251863 “Fortalecimiento de la infraestructura científica de un laboratorio de cultivo celular para el desarrollo y evaluación biológica de biomateriales poliméricos y nuevas nanoplataformas teragnósticas”.
Responsable: Dr. Manuel Alatorre Meda.

Proyecto de CONACyT: PDCPN-2015-89 “Biomateriales producidos a partir de polímeros naturales para tratamiento regenerativo de úlceras del pie diabético”.
Responsable: Dr. Manuel Alatorre Meda.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ODONTOLOGÍA	3
Órganos dentarios	3
COLOR EN ODONTOLOGÍA	4
Propiedades ópticas de los tejidos dentarios.....	4
Medición del color en Odontología	6
ENDODONCIA	7
DISCOLORACIÓN DENTARIA.....	8
BLANQUEAMIENTO	13
Blanqueamiento vital	13
Blanqueamiento no vital	14
BLANQUEAMIENTO DENTAL EN ENDODONCIA	15
Posibles complicaciones tras la realización del blanqueamiento.....	17
Técnicas de blanqueamiento en dientes no vitales	19
AGENTES ACLARADORES.....	22
Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂)	22
Peróxido de carbamida (CH ₄ N ₂ OH ₂ O ₂)	24
Perborato de sodio (NaBO ₃).....	24

CONTENIDO

Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®	25
DIAGNODENT PEN	27
PLANTEAMINETO DEL PROBLEMA	29
JUSTIFICACIÓN	30
HIPÓTESIS	31
<i>EVALUACIÓN IN VITRO DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO</i>	31
HIPÓTESIS DE TRABAJO	31
HIPÓTESIS NULA (H0)	31
HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)	31
<i>EVALUACIÓN IN VITRO DE LA DESMINERALIZACIÓN DEL TEJIDO</i> <i>DENTARIO</i>	32
HIPÓTESIS DE TRABAJO	32
HIPÓTESIS NULA (H0)	32
HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)	32
OBJETIVOS	33
OBJETIVO GENERAL	33
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
VARIABLES	34
VARIABLES INDEPENDIENTES	34
VARIABLES DEPENDIENTES	34
OPERACIÓN DE VARIABLES	34
MATERIALES Y MÉTODOS	35
TIPO DE ESTUDIO	35

UNIVERSO DE ESTUDIO	35
Criterios de inclusión	36
Criterios de exclusión	36
METODOLOGÍA	36
Materiales e instrumental.....	36
Preparación de las muestras (estudio <i>in vitro</i>).....	37
Pigmentación de las muestras con vino tinto (estudio <i>in vitro</i>)	38
Aplicación de los agentes aclaradores	38
Adquisición de fotografías	41
Análisis de imagen	41
Evaluación con el dispositivo DIAGNOdent pen.....	43
Evaluación de la remineralización del tejido dentario tras su inmersión en saliva artificial	44
Preparación de las muestras para su caracterización por SEM	44
Metodología del estudio clínico	46
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO	48
EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA DESMINERALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO	54
EVALUACIÓN PRELIMINAR <i>IN VITRO</i> DE CAMBIOS ESTRUCTURALES EN DENTINA Y ESMALTE	57
EVALUACIÓN CLÍNICA DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO	59

CONCLUSIONES.....	62
EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO	62
EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA DESMINARALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO	62
EVALUACIÓN PRELIMINAR <i>IN VITRO</i> DE CAMBIOS ESTRUCTURALES EN DENTINA Y ESMALTE	63
EVALUACIÓN CLÍNICA DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO	63
RECOMENDACIONES	64
EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO	64
EVALUACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA DESMINERALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO	64
EVALUACIÓN PRELIMINAR <i>IN VITRO</i> DE CAMBIOS ESTRUCTURALES EN DENTINA Y ESMALTE	64
EVALUACIÓN CLÍNICA DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los tejidos de los órganos dentarios. 6

Figura 2. Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® 26

Figura 3. Dispositivo DIAGNOdent pen (KaVo). 28

Figura 4. Órganos dentarios cortados y montados en acrílico..... 38

Figura 5. Aplicación del agente aclarador Dental Endo PerlaDent®. 40

Figura 6. Fotografía de una muestra a lado de la referencia de color para el análisis de imagen..... 41

Figura 7. Análisis de imagen con el programa ImageJ..... 43

Figura 8. Muestras de los Grupos 4-7 SEM, montadas para ser observadas con el SEM. 45

Figura 9. Fotografías representativas de órganos dentarios estudiados a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento. Cada fotografía incluye la referencia de color W0. 49

Figura 10. Porcentaje de blanqueamiento de la dentina de órganos dentarios pigmentados con vino tinto y tratados con los agentes aclaradores peróxido de hidrógeno, perborato de sodio y Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.... 51

Figura 11. Porcentaje de blanqueamiento del esmalte de órganos dentarios pigmentados con vino tinto y tratados con los agentes aclaradores peróxido de hidrógeno, perborato de sodio y Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.... 53

Figura 12. Valores DIAGNOdent pen de la dentina de órganos dentarios estudiados a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento..... 55

Figura 13. Valores DIAGNOdent pen del esmalte de órganos dentarios estudiados a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento. 56

Figura 14. Micrografías SEM representativas de órganos dentarios sin pigmentar antes (natural) y después de la aplicación de los agentes aclaradores objeto de estudio (40 min de tratamiento). Las barras de escala equivalen a 1 μ m. 58

Figura 15. Fotografías intraorales de los Pacientes 1 y 2 antes y después de la aplicación del agente aclarador Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (40 min de tratamiento). 60

Figura 16. Porcentaje de blanqueamiento del tejido de órganos dentarios con pigmentación intrínseca severa después de 40 min de tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®. 61

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Blanqueamiento (%) 42

LISTA DE ABREVIATURAS

ATM	Articulación Temporomandibular
ca.	Alrededor de / cerca de / aproximadamente
Cols.	Colaboradores
i.e.	Esto es
nm	Nanómetro
pH	Potencial hidrógeno
SEM	Microscopía electrónica de barrido (por sus siglas en inglés)

RESUMEN

El blanqueamiento dental es en una alternativa terapéutica conservadora para el tratamiento de las discoloraciones dentales. Se basa en la utilización de sustancias químicas de aplicación extra o intracoronal y su mecanismo de acción está relacionado con su capacidad de actuar sobre las moléculas de los pigmentos responsables de la discoloración. Órganos dentarios tratados endodónticamente que presentan alteraciones en el color por causas intrínsecas y que por su localización y posterior restauración demandan mayor estética, requieren este tipo de tratamientos para recuperar características cromáticas similares a los órganos dentarios adyacentes. Por lo tanto, la búsqueda de agentes aclaradores que sean efectivos y a la vez seguros se vuelve de vital importancia en el área de odontología.

El objetivo general de este proyecto fue evaluar por estudios *in vitro* el efecto y tiempo de aplicación de los agentes aclaradores Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® y perborato de sodio en el blanqueamiento de dentina y esmalte de órganos dentarios pigmentados. Asimismo, como objetivo adicional, se llevó a cabo un estudio clínico preliminar en el que se evaluó el blanqueamiento de un incisivo central superior en dos pacientes, empleando el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® únicamente.

En lo que respecta a los estudios *in vitro* se utilizaron 11 premolares de reciente extracción cortados longitudinalmente, dando un total de 22 muestras. 18 de estas muestras fueron sumergidas por 7 días en vino tinto para permitir la pigmentación de los tejidos dentarios y posteriormente fueron divididas en 3 grupos para la aplicación de los agentes aclaradores. Las 4 muestras restantes, sin pigmentar (sin tratamiento y con cada uno de los agentes aclaradores), fueron evaluadas mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM, por sus siglas en inglés).

El porcentaje de blanqueamiento se evaluó a partir de fotografías tomadas a los órganos dentarios a las distintas condiciones y tiempos de tratamiento con la ayuda del software ImageJ, empleando la referencia W0 del colorímetro de porcelana Vintage Shade Guide como punto de comparación. Asimismo, el efecto del agente aclarador sobre la superficie de los tejidos dentarios a los distintos tiempos de tratamiento fue evaluado cuantitativamente mediante la escala de valores DIAGNOdent pen y cualitativamente mediante SEM tras 40 min de aplicación de los agentes aclaradores. Por otro lado, en lo que respecta al estudio clínico, el porcentaje de aclaramiento fue evaluado igualmente a partir de fotografías y con ayuda del software ImageJ, aunque empleando el tercio incisal del esmalte del órgano dentario adyacente como referencia.

El análisis cuantitativo mediante la escala de valores DIAGNOdent pen demostró que ninguno de los agentes aclaradores a ningún tiempo de aplicación dio lugar a daño en la dentina y esmalte de los órganos dentarios. Este hallazgo fue corroborado por SEM tras 40 min de aplicación de los agentes aclaradores. Por otro lado, el análisis cuantitativo por imagen demostró alta reproducibilidad en el blanqueamiento de esmalte y dentina tras la aplicación de los tratamientos con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® a todos los tiempos de estudio, con diferencia estadísticamente significativa a partir de los 60 min en ambos tejidos con respecto al perborato de sodio. Por su parte, el estudio clínico demostró que el tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (40 min) dio lugar a un blanqueamiento considerable en el órgano dentario pigmentado, alcanzando una coloración visualmente muy cercana a la de sus respectivas piezas adyacentes. Así pues, los resultados obtenidos a partir de los estudios *in vitro* y clínico validaron al Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® como un agente aclarador efectivo en el tratamiento de discoloraciones intrínsecas severas.

INTRODUCCIÓN

ODONTOLOGÍA

La odontología es una especialidad del área médica que se encarga del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades relacionadas con el aparato masticatorio el cual está formado por un conjunto de tejidos que se localizan en la cavidad bucal, como son músculos y nervios, ATM, maxilares, dientes y periodonto (1).

Órganos dentarios

Los órganos dentarios están formados por cuatro tejidos. Esmalte dentina y cemento son tejidos duros y la pulpa es un tejido blando que está compuesto por nervios, vasos sanguíneos y tejido conjuntivo (2).

Tejidos dentarios

El **esmalte** es un tejido duro que se encuentra cubriendo la dentina en la corona del diente. La **dentina** contiene túbulos microscópicos llamados túbulos dentinarios. La **cámara pulpar** es el espacio que ocupa la **pulpa**, el tejido blando en el centro de los dientes que contiene los nervios, los vasos sanguíneos y el tejido conjuntivo (2).

El conducto radicular es la cavidad que se localiza en la raíz del diente y además contiene la pulpa radicular. Finalmente, el **cemento** es el tejido conjuntivo duro que cubre la raíz del diente y sujeta el ligamento periodontal (2).

COLOR EN ODONTOLOGÍA

El color de los dientes es una percepción psicofísica en el campo visual del ser humano, esta percepción se da gracias a la luz. El color es lo que vemos cuando llega a nuestros ojos la luz que un objeto refleja. Un haz de luz puede absorberse, reflejarse o transmitir a través del diente por medio de un conjunto complejo de fenómenos ópticos de interacción. El aspecto de los dientes se ve influenciado por diversos factores como son la interacción entre las propias características ópticas del diente, la luz y el espectador. Las propiedades del diente que pueden influir en su color son: la apariencia o estado de los tejidos blandos adyacentes, las restauraciones circundantes y la hidratación propia de los dientes. Por lo tanto, es fundamental conocer las propiedades ópticas de los tejidos dentales para entender el color dental (3).

Propiedades ópticas de los tejidos dentarios

Como se mencionó anteriormente el diente está constituido tres sustancias duras: esmalte, dentina y cemento; y por una sustancia blanda: la pulpa (**Figura 1**).

El color natural del diente depende del grosor, composición y estructura de estos tejidos que son responsables de su complejidad desde el punto de vista óptico (4).

Pulpa dental

La pulpa está constituida por un 25% de materia orgánica y un 75% de agua. Tiene un color rojizo oscuro. Su tamaño es mayor en dientes jóvenes, lo que tiene influencia en el color, ya que da lugar a una tonalidad rosada, a menudo más visible en las superficies linguales. El estrechamiento progresivo que se produce con los años hace que su influencia sobre el cromatismo dentario disminuya con la edad (5).

Dentina

La dentina es el tejido responsable de darle su tonalidad al diente. Como se mencionó anteriormente, la dentina se encuentra rodeando el tejido pulpar y la dentina a su vez está rodeada de esmalte y cemento. Está compuesta por 70% de materia inorgánica, un 18% de materia orgánica y un 12% de agua. Diversos elementos influyen en la forma en que la dentina refleja la luz, la luz se dispersa no uniformemente, debido al acomodo de los túbulos dentinarios, la anatomía de la dentina y sus estructuras anatómicas (6). Estos elementos en conjunto nos dan como resultado áreas con mayor opacidad y coloración, dando como resultado una dentina policromática. Los pigmentos orgánicos presentes en la microestructura de la dentina son responsables de la fluorescencia de este tejido, es decir de su capacidad de absorber en el rango ultravioleta y emitir en visible, una luz fluorescente policromática con una longitud de onda aproximada entre 400-410 nm (6).

Esmalte

El esmalte es el tejido más duro del cuerpo humano. Está formado por 95% de minerales y un 5% de agua y materia orgánica. El esmalte a diferencia de la dentina es un tejido translúcido y brillante, prácticamente incoloro. Su apariencia depende de la composición, el grosor de su estructura, así como su textura, dichos elementos varían dependiendo la localización de la zona, además la estructura va cambiando con el paso del tiempo. El esmalte es responsable de la opalescencia de un diente. La translucidez del esmalte varía de acuerdo a la localización, la mitad más externa cuenta con mayor translucidez que la mitad interna, ya que en esta porción los prismas del esmalte son más densos (5).

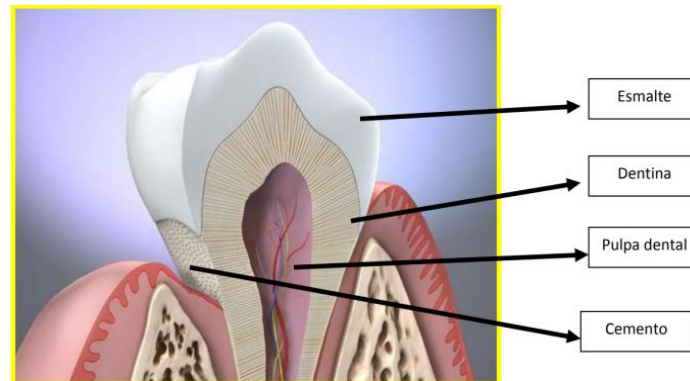


Figura 1. Esquema de los tejidos de los órganos dentarios.

En la Figura se muestra un esquema de los tejidos que conforman los órganos dentarios. La capa más externa de la corona de los órganos dentarios está compuesta de esmalte, por dentro del esmalte se encuentra la dentina. El cemento cubre la superficie de la raíz. La dentina encierra la cavidad pulpar que contiene el tejido pulpar.

Medición del color en Odontología

La medición del color dentro del campo de la odontología es de gran importancia debido a la exigencia en la estética actual de las restauraciones. Los profesionales de la odontología se han visto obligados a explorar este terreno para cumplir satisfactoriamente con las necesidades estéticas que demandan los pacientes. Es por eso que se requiere conocimiento del uso de los sistemas convencionales de toma de color para de esta forma poder aumentar el éxito estético y la calidad de las restauraciones (7).

En odontología la medición del color se puede realizar mediante las siguientes técnicas: i) **Subjetiva:** Se encarga de comparar el diente con muestras de color que pueden ser de papel, de resina o de porcelana y ii) **Objetiva:** Se basa en el uso de colorímetros, espectrofotómetros, espectrorradiómetros, o mediante técnicas digitales de análisis de imagen (3).

En lo que respecta a los **colorímetros** o guías de color son tablillas con diversos colores que sirven para compararse con el diente que se está tratando, al realizarse la comparación debemos de contar siempre con la misma cantidad de

luz, hasta que encontremos el color con mayor similitud al diente. Los elementos que influyen en el resultado a la hora de la medición del color son la iluminación, el ángulo de visión del diente y el colorímetro, la edad del paciente, el entorno, los tejidos circundantes, la experiencia y percepción del odontólogo, así como variables propias paciente como su ropa y maquillaje (8).

Por otro lado, los **espectrofotómetros** son instrumentos para la determinación de color, son más precisos y útiles en comparación a los colorímetros. Estos estiman el color de los dientes mediante la medición de la cantidad y la composición espectral de la luz reflejada en la superficie dentaria, en todas las longitudes de onda visibles. Este instrumento tiene una fuente de radiación óptica, un medio de dispersión de luz, un sistema de medición óptico, un detector y un sistema para convertir la luz obtenida en una señal que puede ser analizada (3).

ENDODONCIA

La endodoncia es el campo de la odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención y el tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales (9).

La endodoncia incluye el diagnóstico diferencial y el tratamiento del dolor bucofacial de origen pulpar y periapical; los tratamientos para mantener la vitalidad de la pulpa; los tratamientos de conductos radiculares cuando es inviable conservar su vitalidad o cuando existe necrosis de la misma, con o sin complicación periapical; los tratamientos quirúrgicos para eliminar los tejidos periapicales inflamatorios consecuencia de patología pulpar, así como la resección apical, la hemisección y la radicectomía; tratamiento de la afectación de la pulpa consecutiva a traumatismos, así como reimplante de dientes avulsionados; retratamiento de dientes que presentan un fracaso de un tratamiento endodóntico previo y restauración de la corona dental, también se engloban en esta

especialidad los blanqueamientos de órganos dentarios desvitalizados con alteraciones del color (10).

Tomando en cuenta lo anterior y con el objetivo de contextualizar este trabajo de investigación, en las siguientes secciones de esta introducción se abordarán distintos temas relacionados con la discoloración dentaria así como conceptos biológicos y técnicos relacionados con las características y aplicación de diferentes blanqueamientos dentales y sus efectos sobre la estructura de la dentina y del esmalte.

DISCOLORACIÓN DENTARIA

Se le llama discoloración dentaria al cambio de color de los dientes, ya sea incremento (pigmentación) o pérdida de color (aclaramiento), las causas pueden ser fisiológicas o patológicas (11). La discoloración puede ocurrir ya sea durante o después de la formación del esmalte y la dentina. En ocasiones la pigmentación puede darse por procesos fisiológicos naturales debido a defectos en el esmalte y dentina como la amelogénesis imperfecta y la dentinogénesis imperfecta, o por algún tipo de lesión traumática causando hemorragias pulpaes y necrosis. Por otro lado, la pigmentación derivada de diversos tratamientos odontológicos en donde se utilizan ciertos materiales que pueden pigmentar la estructura dentaria, como por ejemplo cementos endodónticos a base de óxido de zinc y eugenol, materiales para la obturación de cavidades como la amalgama y el uso de postes intrarradiculares metálicos colados (12). A estas sustancias que causan coloraciones anormales en los dientes se les denominan *sustancias cromogénicas* (13).

Las discoloraciones dentales varían en etiología, apariencia, localización y gravedad. Pueden ser intrínsecas, extrínsecas o una combinación de las mismas, cada una de ellas se explicará de manera detallada a continuación (11).

Tinciones intrínsecas

Las tinciones intrínsecas se dan a causa de material cromogénico dentro del esmalte o la dentina (14). Se clasifican en tinciones intrínsecas generales y tinciones intrínsecas locales según la etiología (15).

Las ***tinciones intrínsecas generales*** afectan toda o la mayor parte de los dientes del paciente, generalmente se da durante la formación del diente pero también puede llegar a afectar al diente ya desarrollado (14).

Existen enfermedades sistémicas causantes de las tinciones intrínsecas generales, las cuales se mencionan a continuación: **alteraciones hepáticas** como la atresia biliar que cursa con un aumento de la bilirrubinemia que afecta a los dientes con una tinción verde oscuro más intenso en raíces que en coronas, afectando sobre todo a la dentición temporal y la bilirrubinemia, con aumento de pigmentos biliares, bilirrubina, y biliverdina en sangre, cuya tinción aparece en dentición temporal oscilando entre amarillo-verde y marrón; **alteraciones hemolíticas** como la eritroblastosis fetal, la talasemia o la anemia depreanocítica, todas ellas cursan con ruptura masiva de hematíes, con el consecuente aumento de hemoglobina y derivados en sangre; **displasias dentales** también pueden afectar la coloración dental; la **amelogénesis imperfecta** es una enfermedad ligada al cromosoma X, con carácter autosómico dominante, dando a los dientes un color amarillo y la **dentinogénesis imperfecta** que es una alteración autosómica dominante que suele afectar a la dentición temporal y que provoca dientes opalescentes grisáceos, o dientes amarillo-marrón de manera más frecuente (16).

La ingesta de algunos medicamentos como son las **tetraciclinas**, provocan cambios de color a nivel del esmalte y puede producir hipoplasia tanto en dentición decidua como en la permanente. La intensidad de la tinción dependerá de la dosis, duración del tratamiento, fase de mineralización y tipo de tetraciclina empleada (17). También el uso desdemido de **flúor** puede producir tinciones marrones,

manchas blancas e hipomineralización superficial, provocando porosidad en la superficie del esmalte y aspecto moteado (14,17). Existen alteraciones por el **exceso de temperatura** el cual produce un cambio de color tanto en el esmalte, provocando un aclaramiento por pérdida de agua y mayor opacidad, como en la dentina cambiando el color hacia un marrón claro, que se va oscureciendo a medida que se elevan los grados de temperatura. La velocidad del cambio de color es mayor cuanto más rápido sea el aumento de grados (19). El tiempo es un factor que contribuye en el cambio de coloración de los dientes, esto ocurre porque la pulpa dental se va atrofiando y en su lugar se forma dentina secundaria. Además la dentina circundante se vuelve más compacta y menos permeable, tomando un color más saturado y disminuyendo la luminosidad o valor; el esmalte se adelgaza, provocando el dominio del color de la dentina (20).

Por otro lado, las **tinciones intrínsecas locales** afectan a dientes de manera aislada, actuando generalmente sobre el diente ya formado, como consecuencia de la acción de un agente causal, variando el color en función del mismo (9).

Los **procesos pulpares y traumatismos** son los principales responsables de las tinciones intrínsecas locales, tales como **hemorragias** que son la causa más común de la discoloración de un diente después del trauma dental. La extirpación de la pulpa o un traumatismo sobre el diente, inducen a la fractura de vasos sanguíneos, desencadenando un sangrado interno. La sangre entra en los túbulos dentinarios y se descompone, esto conduce a un depósito de degradación de productos sanguíneos cromogénicos, tales como; hierro hemosiderina, hemina, hematina y hematoïdina. Esto causa un cambio de color de rosado a rojo por extravasación sanguínea. El hierro se puede convertir en sulfuro de hierro, que junto con el sulfuro de hidrógeno producido por las bacterias provoca una coloración gris de los dientes (9). La **calcificación** total o parcial de la cámara pulpar como posible respuesta del diente ante un traumatismo u otra agresión, produce una coloración más intensa cuanto más calcificada esté la cámara. El color que adquiere el diente es más saturado y amarillo. La calcificación de la pulpa causa la discoloración del diente a través de la obliteración de los túbulos

dentinarios y la acumulación de la dentina terciaria, pero el diente sigue siendo vital (18). Cuando existe necrosis ya sea por irritación bacteriana, mecánica o química de la pulpa puede provocar necrosis del tejido, causando la liberación de subproductos nocivos que pueden penetrar en los túbulos y descolorir alrededor de la dentina. La discoloración está directamente relacionada con el tiempo que la pulpa ha estado necrótica. Esta discoloración generalmente se puede aclarar intracoronalmente (14). En los casos en los que haya bacterias, la coloración se hace más intensa ya que el tejido necrótico reacciona con los productos sulfatados del metabolismo de las bacterias formando sulfuro ferroso que es una sustancia muy negra y pigmentante. El diente adquiere un color más oscuro que varía del gris al marrón o negro según el tiempo transcurrido y la presencia o no de bacterias (18). Los **restos de tejido pulpar después del tratamiento de endodoncia** también son responsables del cambio de coloración en la corona dental cuando la cavidad de acceso es inadecuada. La eliminación de todos los tejidos y la corrección en el aclaramiento intracoronal en estos casos generalmente son exitosos, pero son innecesarios y se pueden evitar si se eliminan todos los restos pulpares de la cavidad de acceso (14).

La **reabsorción radicular interna** ocasionan un cambio de color de tono rojoso, producido fundamentalmente por la transparencia que ofrece la delgadez de la dentina, producida por la reabsorción, unido al aumento de vascularización del tejido de granulación inflamatorio que se produce en el interior del diente (18).

Los **materiales de obturación** representan la causa más frecuente y grave de pigmentación de dientes aislados, la extracción incompleta de los materiales introducidos en la cámara pulpar suele causar una pigmentación oscura esto se puede evitar eliminando todos los materiales de obturación por encima del borde gingival ya que estos se van oscureciendo con el paso del tiempo (21).

En estos casos, el pronóstico del blanqueamiento depende de la composición del sellador, normalmente, no se aclaran bien los selladores que contienen

componentes metálicos como la amalgama de plata, y los efectos conseguidos con el blanqueamiento suelen desaparecer con el paso del tiempo (12).

El material de obturación y cementos selladores que contactan con la cámara pulpar indirectamente, a veces durante períodos prolongados, permitiendo la penetración en los túbulos internos. Aunque el aclaramiento intracoronal es el tratamiento de elección, el pronóstico, sin embargo, depende del tipo de sellador y la duración de la discoloración (14).

Los **medicamentos intraconducto**, fenólicos o a base de yodoformo que se encuentran en contacto directo con la dentina, a veces durante periodos prolongados, permiten su penetración y oxidación, estos compuestos tienden a pigmentar la dentina de forma gradual, afortunadamente la pigmentación no es muy marcada y puede corregirse fácilmente y de forma permanente (12).

Los **postes metálicos** utilizados para construir un núcleo intraconducto pueden causar discoloración del órgano dentario. Con frecuencia, se puede detectar un pigmento oscuro en el lugar cuando se eliminan estas restauraciones (14).

Tinciones extrínsecas

Las tinciones extrínsecas se han clasificado según su origen, metálico o no metálico (22). Por un lado, las **tinciones extrínsecas no metálicas** son causadas por las sustancias cromogénicas derivados de la ingesta habitual de fuentes dietéticas, como vino, café, té, zanahorias, naranjas, chocolate o tabaco (14). Este tipo de tinciones también pueden ser resultado de la absorción de los depósitos de placa o película adquirida en la superficie del diente, o derivar de bacterias cromogénicas en pacientes con una higiene bucal deficiente. Por otro lado, las **tinciones extrínsecas de origen metálicas** pueden estar asociadas con la exposición a sales metálicas y con una serie de medicamentos que contienen sales metálicas. Por ejemplo, las tinciones negras de los dientes de personas que usan suplemento de hierro y trabajadores de fábricas de hierro (22).

El manejo de las tinciones extrínsecas causada por alimentos, bebidas o hábitos (fumar, masticar tabaco, café y té) se realiza con una profilaxis exhaustiva y tomar hábitos adecuados, evitando alimentos y otros factores que contribuyen a la pigmentación de los dientes. Además, se le recomienda al paciente realizar una adecuada técnica de cepillado con un dentífrico que contenga algún abrasivo, incluso se puede recomendar el uso de pastas con agentes para blanquear los dientes (22).

BLANQUEAMIENTO

El blanqueamiento dental consiste en una alternativa terapéutica conservadora para el tratamiento de las discoloraciones dentales y que persigue conseguir un color dentario que satisfaga las necesidades estéticas del paciente. Se basa en la utilización de sustancias químicas de aplicación extracoronal o intracoronal, cuyo mecanismo de acción está relacionado con su capacidad de actuar sobre las moléculas de los pigmentos responsables de la discoloración. De forma general, los blanqueamientos se clasifican de acuerdo con la vitalidad del diente a tratar como blanqueamiento vital y blanqueamiento no vital (23).

Blanqueamiento vital

Como su nombre lo indica, se realiza en dientes vitales y corresponde al blanqueamiento externo (23). Este tipo de blanqueamiento puede ser realizado a la mayoría de los pacientes pero no se garantiza que todos los casos tengan un resultado exitoso o que el aclaramiento alcanzado sea suficiente para satisfacer las necesidades estéticas del paciente (24).

Indicaciones del blanqueamiento externo

Está indicado en discromías leves o moderadas, localizadas principalmente en el esmalte y dentina superficial de dientes vitales. Las discoloraciones en las que

está indicado son por: tinción generalizada, por envejecimiento, por hábitos higiénicos y dietéticos inadecuados, por fluorosis, tinción leve por tetraciclinas, dientes con calcificación completa de la cámara pulpar y conductos radiculares, así como por tratamientos pre-restaurativos y post-restaurativos (24).

Contraindicaciones del blanqueamiento externo

En general, el blanqueamiento externo está contraindicado cuando existen signos de resorción radicular, defectos en la formación del esmalte, grietas y/o fisuras en la corona del diente, caries dental, enfermedad periodontal, obturación en mal estado, pacientes con mala higiene oral, pacientes fumadores que no pueden renunciar a este hábito durante el período de tratamiento blanqueador, pacientes embarazadas o que se encuentren lactando (23-24).

Blanqueamiento no vital

Este blanqueamiento se realiza sobre dientes desvitalizados, puede hacerse exclusivamente de forma interna o incluso combinada (interno y externo) (23). El blanqueamiento no vital resulta una buena opción cuando el diente ha sufrido una discoloración ya que es un tratamiento económico, predecible, rápido y además con buenos resultados estéticos, siempre y cuando se haya realizado un buen diagnóstico y manejo del tratamiento. El endodoncista debe tener el conocimiento para seleccionar o descartar el caso y evitar cualquier problema que pueda ocurrir después de realizar el procedimiento. El objetivo del blanqueamiento no vital es regresar el diente a su tonalidad original en la medida de lo posible. El tratamiento puede ser exitoso incluso cuando el diente se pigmentó muchos años antes de hacer su revisión. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se requiere una evaluación cuidadosa del diente y de los tejidos circundantes para garantizar el éxito, ya que el resultado depende de la identificación de la etiología, el diagnóstico correcto y la ejecución adecuada de los procedimientos de la técnica de aclaramiento. También es necesario que los tejidos periodontales se

encuentren sanos, un conducto debidamente obturado y una barrera en la entrada del conducto radicular para evitar la penetración de los agentes blanqueantes en los tejidos periapicales (26).

Indicaciones del blanqueamiento interno

Las indicaciones para la aplicación del blanqueamiento interno se basan en la etiología y el tiempo de la alteración de la discromía, también se toman en cuenta factores locales del diente. Esta indicado cuando la alteración del color derivadas de necrosis pulpar, hemorragia pulpar, materiales de obturación endodónticos, o por una tinción de tetraciclina de leve a moderada (21).

Contraindicaciones del blanqueamiento interno

El blanqueamiento interno está contraindicado en dientes con restauraciones extensas, destrucción coronaria, lesiones cariosas extensas, pérdida del ángulo incisal, proximal o combinaciones de estas, dientes con fracturas, esmalte hipoplásico, dientes con presencia de fracturas traumáticas y en dientes con postes intrarradiculares (21). Además, este blanqueamiento está contraindicado en manchas intrínsecas causadas por metales debido a que los túbulos dentinarios del diente quedan inundados con las aleaciones y es difícil la completa eliminación de la pigmentación derivada de estos (21).

BLANQUEAMIENTO DENTAL EN ENDODONCIA

Para realizar el tratamiento de las discromías en órganos dentarios con tratamiento de conductos se debe tener presente una serie de consideraciones con el fin de obtener los mejores resultados (13). Es necesario conocer la causa y el grado de discoloración del diente con endodoncia, así como el tiempo en que apareció la coloración, ya que el éxito del blanqueamiento está en relación directa con dichos factores (19). La porción periapical del diente que va a recibir el

blanqueamiento debe encontrarse sano. El tratamiento de conductos debe ser adecuado, con una correcta obturación y el paciente debe encontrarse asintomático. En caso contrario, estaría indicado rehacer la terapéutica endodóntica previamente al blanqueamiento. La corona del diente que se va a blanquear debe estar íntegra, ya que, si ha sido restaurada en muchas ocasiones con resinas compuestas, los resultados obtenidos serán desfavorables. Si presenta grietas, hipoplasias y esmalte sin soporte dentinario, no estaría indicado realizar un blanqueamiento (27).

Antes de realizar el aclaramiento en órganos dentarios tratados endodónticamente es importante tener en cuenta una serie de cuidados, con el fin de evitar los efectos negativos de los agentes aclaradores sobre los tejidos dentales y periodontales. Se debe impedir el contacto entre el agente blanqueador y los tejidos bucales, además de evitar a toda costa la penetración de estos hacia los tejidos periodontales cervicales. Para esto es importante hacer uso de las medidas de protección que se detallan a continuación (16):

1.- Aislamiento del campo operatorio

Primeramente se debe realizar la protección tisular del tejido gingival para evitar dañarlo; para esto, se puede hacer uso de cremas hidrosolubles, vaselina, glicerina, entre otros; posteriormente se debe realizar un adecuado aislamiento del diente a tratar utilizando perforaciones de tamaño pequeño y ligaduras dobles con hilo dental a nivel de la zona cervical del diente; también se pueden utilizar cuñas de madera para asegurar el aislamiento y cuando sea necesario se puede utilizar cianocrilato para reforzar el sellado del dique de hule. Es de suma importancia realizar un aislamiento adecuado del diente a tratar ya que de esta manera aseguramos la protección del diente y evitamos dañar los tejidos orales circundantes (16).

2.- Tapón cervical

El tapón cervical también se le conoce como base protectora corono radicular. Consiste en el aislamiento del conducto radicular, tras haber realizado la obturación endodóntica se coloca un sellado mecánico mediante la colocación de un tapón cervical, en forma de casquete con la finalidad de evitar la penetración de los agentes blanqueantes hacia la zona cervical y tejidos perirradiculares del diente, este tapón se localiza óptimamente a nivel coronoradicular, siendo resistente a los efectos de los agentes blanqueantes (16). Se desobturán 3 mm por debajo de la unión cemento esmalte, se sella con ionómero de vidrio, esto nos dará mayor seguridad para evitar una futura resorción radicular y el contacto del agente blanqueador con el material de obturación (13).

Posibles complicaciones tras la realización del blanqueamiento

El blanqueamiento puede tener efectos adversos, tanto localizados como sistémicos (toxicidad, radicales libres, etc.). Los posibles efectos adversos localizados son sobre los tejidos duros dentales y la mucosa, las irritaciones químicas de la mucosa oral se deben a los ingredientes activos del agente blanqueador. Esta irritación suele ser leve y transitoria. Uno de los efectos adversos locales más importantes son los cambios en el esmalte y la dentina, en particular la reducción de la microdureza del esmalte. Se ha sugerido que los peróxidos pueden causar una modificación en la composición química de los tejidos duros dentales, cambiando la relación entre los componentes orgánicos e inorgánicos. Los radicales libres producidos por la descomposición de las moléculas de blanqueamiento pueden ser activos contra las moléculas de pigmentación. La aparición de reabsorción cervical externa es otra complicación grave después de los procedimientos de blanqueamiento interno, a continuación se describen detalladamente algunas de las complicaciones mencionadas (28).

Reabsorción radicular

Existen factores que pueden contribuir a incrementar el riesgo de una reabsorción cervical tales como la morfología del límite amelocementario, la edad del paciente, los defectos del cemento y el grabado ácido del esmalte y/o dentina previo al tratamiento aclarador (16). Otro factor de riesgo es la posible difusión del agente blanqueante a través de los defectos del cemento o de los túbulos dentinarios expuestos. La diseminación del agente blanqueante y de sus radicales libres hacia el espacio periodontal dan lugar a la necrosis del cemento y a la inflamación del ligamento ocasionando la reabsorción radicular (29). También se cree que la reabsorción radicular puede ocurrir por la acción del calor utilizado para acelerar las reacciones oxidativas de estos productos (30).

La aparición de reabsorción cervical externa es una complicación grave después de los procedimientos de blanqueamiento interno. La reabsorción cervical es una reabsorción externa con un origen inflamatorio causado por trauma o blanqueamiento intracoronal. Heithersay analizó casos de reabsorción cervical e informó que el 24.1% fueron causados por tratamiento de ortodoncia, el 15.1% por traumatismos, 5.1% por cirugía (por ejemplo, trasplante o cirugía periodontal), y 3.9% por blanqueamiento intracoronal. Una combinación de blanqueamiento interno con una de las otras causas es responsable del 13.6% de los casos de reabsorción cervical. La combinación de blanqueamiento y antecedentes de trauma es el factor predisponente más importante para la reabsorción cervical. Varios estudios que informan sobre evaluaciones de seguimiento a largo plazo muestran una asociación entre la reabsorción externa y el blanqueamiento de dientes no vitales, incluso muchos años después del blanqueamiento (28).

Fractura coronal

El blanqueamiento puede incrementar la fragilidad de la estructura dental coronal, especialmente cuando se aplica calor, esto se debe a la desecación o a una alteración de las propiedades fisicoquímicas de la dentina y el esmalte (29).

Recidiva del color

La recidiva de color ocurre por la filtración marginal en la restauración definitiva, esto se puede prevenir reduciendo el tamaño de la cavidad y colocando la restauración final después de 3 semanas de la última sesión de blanqueamiento (10).

Daño a las restauraciones

El blanqueamiento con peróxido de hidrógeno afecta la cementación de resinas compuestas a los tejidos duros dentales. La microscopía electrónica de barrido sugiere una posible interacción entre la resina compuesta y el peróxido residual, que inhibe la polimerización y aumenta la porosidad de la resina. Algunos autores han sugerido el uso de hidróxido de calcio después del blanqueamiento dental y previo a la restauración final para evitar la reabsorción radicular, donde el hidróxido de calcio va a alcalinizar el medio (31).

Técnicas de blanqueamiento en dientes no vitales

Existen tres técnicas para blanquear dientes no vitales: La técnica ambulatoria, técnica inmediata y combinación de ambas técnicas (13).

Técnica ambulatoria

La técnica ambulatoria es una de las más utilizadas para el blanqueamiento de dientes no vitales, consiste en la utilización de varios agentes blanqueadores, por lo regular perborato de sodio mezclado con agua o peróxido de hidrógeno y posteriormente se sella la parte cameral con un material de restauración y es cambiado periódicamente hasta obtener los resultados deseados. Se sugiere que el perborato de sodio mezclado con agua destilada es más seguro que cuando se utiliza con el peróxido de hidrógeno. Esta técnica es eficaz, segura y lleva poco tiempo aplicarla (31).

En esta técnica lo primero que se realiza es la cavidad de acceso lo más pequeña posible, de manera que se tenga una correcta visualización de la cavidad pulpar y sea fácil de limpiar. El material de obturación radicular se elimina 2-3 milímetros por debajo del límite amelocementario, se utilizará una sonda periodontal para mayor precisión. Posteriormente se coloca una base impermeable sobre el material de sellado del conducto radicular. Se realiza la mezcla de los agentes aclaradores (perborato de sodio y peróxido de hidrógeno al 35%) y con ayuda de algún instrumento el gel se inserta en la cavidad de acceso, después se coloca una obturación temporal en la superficie. Este procedimiento deberá ser aplicado en un intervalo de 3 a 5 días entre sesiones, repitiendo la técnica máximo 3 veces y se obtura provisionalmente (13).

La técnica ambulatoria es un procedimiento conservador de las estructuras dentales, seguro respecto a la aparición de efectos secundarios indeseables y de pronóstico aceptable, en el tratamiento de las discoloraciones posteruptivas de origen traumático o iatrogénico, siempre y cuando se valoren y se respeten las variables de manera cuidadosa y exhaustiva, teniendo un acertado diagnóstico y técnica a implementar para lograr el blanqueamiento del órgano dentario. Teniendo en cuenta que la Odontología actual busca la conservación de la estructura dental, esta técnica logra una propuestas conservadora y segura (31).

Técnica inmediata (termocatalítica)

La técnica inmediata implica la introducción del agente oxidante en la cámara pulpar y la aplicación posterior de calor. El calor puede proceder de lámparas incandescentes o calentadores eléctricos, fabricados específicamente para el blanqueamiento dental (13). El calor es utilizado como catalizador en la descomposición del agente blanqueador en productos oxidantes y aporta energía a la solución haciendo más fácil su difusión sobre la estructura dentaria. Al mismo tiempo, la temperatura duplica la velocidad de reacción, lográndose la activación

libre de oxígeno y por lo tanto, el proceso de blanqueamiento se realiza en un periodo corto de tiempo (32).

Cabe mencionar que esta técnica es una de las de mayor eficacia y éxito en la actualidad. La estabilidad del color y el efecto del blanqueamiento que se pueda conseguir están estrechamente relacionados con la etiología, longevidad de la pigmentación, edad, hábitos del paciente y restauración definitiva óptima que prevengan la filtración de bacterias y agentes pigmentantes (32).

Primeramente, se debe de realizar la mezcla de perborato de sodio con peróxido de hidrógeno al 35% y con un instrumento se introduce a la cavidad de acceso, posteriormente se aplica calor con la ayuda de un instrumento caliente o lámparas de fotopolimerización. Un diente no vital soporta una temperatura de hasta 73 °C. Este procedimiento se realiza tres veces como máximo, el blanqueamiento obtenido se observa en ese momento y es mucho más efectivo que el tratamiento ambulatorio (13).

La desventaja de cuando se utiliza calor es el riesgo de reabsorción radicular cervical externa a causa de la irritación del cemento y el ligamento periodontal, posiblemente por la combinación del agente blanqueador y el calor, también existe mayor probabilidad de que ocurra una fractura coronal, debido a la desecación o a una alteración de las propiedades fisicoquímicas de la dentina y el esmalte (12).

Técnica combinada

Esta técnica fue descrita por primera vez por Settembrini y cols. en 1997 y fue modificada más tarde por Liebenberg 1997 (18). Consiste el aplicar la técnica termocatalítica en el consultorio y darle indicaciones para que realice técnica ambulatorio en casa (13). Se aplica el agente oxidante de manera interna y externa. La cavidad de acceso permanece abierta durante el proceso de tratamiento (18).

Se realiza una férula de vacío. En los dientes adyacentes la férula debe ajustar adecuadamente para evitar que estos se expongan al agente blanqueador. Se le indica al paciente la manera en que será utilizada la férula. Con el agente blanqueante, se llenan la cavidad de acceso al diente y la ubicación correspondiente al diente a blanquear de la férula. La férula se inserta y el exceso de agente blanqueante se elimina con un cotonete. Una vez que se alcanza el color deseado, la cavidad se limpia y se coloca material provisional (18). Una de las ventajas de esta técnica es la utilización de una baja concentración del gel blanqueante obteniendo así el efecto deseado. Al igual que en la técnica anterior se coloca una base para evitar la filtración del agente al conducto obturado (13).

AGENTES ACLARADORES

Los agentes aclaradores más utilizados son el peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida indicados principalmente para el blanqueamiento extracoronal; mientras que el perborato de sodio se utiliza para el blanqueamiento intracoronal. El peróxido de hidrógeno presenta gran efectividad para eliminar las manchas en el esmalte y la dentina de los dientes vitales y no vitales, ya que es el agente activo (28-29).

Peróxido de hidrógeno (H₂O₂)

El peróxido de hidrógeno es un líquido incoloro, de sabor amargo, altamente soluble en agua y cáustico, es un agente oxidante, capaz de producir quemaduras al entrar en contacto con los tejidos y de oxidar una amplia gama de compuestos orgánicos e inorgánicos, causando discoloración y por lo tanto aclaramiento del sustrato. El peróxido de hidrógeno tiene un bajo peso molecular y por lo tanto se difunde a través de la matriz orgánica del esmalte y la dentina. Durante el blanqueamiento, el peróxido de hidrógeno crea un proceso de oxigenación sobre la superficie del diente donde interactúa rompiendo las uniones de las moléculas de la tinción. Una vez en el interior de la estructura dental, al combinarse con distintos

catalizadores o activadores (luz, calor, ultrasonidos, etc.) el proceso del blanqueamiento dental puede acelerarse. Algunas fuentes de luz actúan como aceleradores de la degradación del peróxido en su interior generando oxígeno y radicales libres (34). Se dispone de este agente en varias concentraciones, pero las soluciones acuosas estabilizadas de 30 al 35% son las más comunes (31).

Mecanismo de acción del peróxido de hidrógeno

En 1970 Cohen y cols. realizaron la primera publicación indicando que existía un mecanismo químico por el cual el peróxido de hidrógeno ingresaba a la dentina y lograba un blanqueamiento en el diente. El peróxido de hidrógeno oxida una amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos y es posiblemente éste, el mecanismo por el cual se produce el blanqueamiento del diente (34).

El esmalte dental está compuesto principalmente de materiales orgánicos, los cuales poseen en su estructura química, cadenas largas con dobles enlaces de carbono y grupos carboxilos. Cuando se rompen una o más de las dobles uniones en las cadenas, por la acción de oxidación del peróxido de hidrógeno, se produce el proceso de blanqueamiento. El peróxido de hidrógeno al ser un producto oxidante tiene la propiedad de difundirse en el interior del diente y al descomponerse químicamente produce radicales libres hidroxilos. Una de las características de los radicales libres es ser inestable. Esta inestabilidad le permite interactuar con las macromoléculas que conforman la estructura química de los pigmentos que se alojan entre las sales inorgánicas del esmalte dental (34).

Este proceso de oxidación fragmenta las macromoléculas de las tinciones en moléculas más pequeñas. Al romperse los dobles enlaces permiten que el diente tenga un aspecto más claro porque se presenta un mayor reflejo de la luz en el diente produciéndose así un efecto de aclaramiento (35).

Peróxido de carbamida ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{OH}_2\text{O}_2$)

El peróxido de carbamida es un precursor químico que al estar en contacto con agua o saliva se descompone en urea y peróxido de hidrógeno, este agente también es conocido como peróxido de urea hidrógeno y se encuentra disponible en concentraciones que van del 30% al 45%, sin embargo, las preparaciones comerciales contienen comúnmente peróxido de carbamida al 10% con un pH promedio de entre 5 - 6.5 (36).

Las soluciones de peróxido de carbamida al 10% se descomponen para formar urea, amoniaco, dióxido de carbono y peróxido de hidrógeno al 3.5 %. Suelen incluir glicerina o propilenglicol, estanato de sodio, ácido fosfórico o cítrico y aditivos saborizantes. En algunas preparaciones, como agente espesante carbopol, el cual prolonga la liberación de peróxido activo y mejora la vida de almacenamiento (31).

Perborato de sodio (NaBO_3)

El perborato de sodio es un agente oxidante, es estable cuando se seca. En presencia de ácido, aire o agua, se descompone para formar metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno naciente. Hay tres tipos de preparaciones de perborato de sodio, los cuales difieren en su contenido de oxígeno, lo que determina la eficacia blanqueadora del compuesto (36).

El perborato sódico es el más fácil de controlar y resulta más seguro que las soluciones concentradas de peróxido de hidrógeno (29). Debido a ello, debería ser el material de elección para el blanqueo interno (12).

Este agente oxidante está disponible en una presentación de polvo o en diversas preparaciones comerciales. Cuando es fresco contiene alrededor del 95% de perborato, que corresponde a 9.9% del oxígeno disponible. Se dispone de tres tipos de preparaciones de perborato de sodio: monohidrato, trihidrato y

tetrahidrato. Difieren en su contenido de oxígeno, el cual determina su eficacia de blanqueamiento. Las preparaciones de perborato de sodio que suelen utilizarse son alcalinas y su pH depende de la cantidad de peróxido de hidrógeno que se libera y del metaborato sódico residual (31).

Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®

El Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® de la empresa PerlaDent S. de R.L de C.V, México. Es un producto para el aclaramiento de dientes no vitales a base de algas marinas (**Figura 2**). Según lo reporta el fabricante sus componentes permiten obtener un mejor resultado clínico, pudiendo ser aplicado tanto interna como externamente en el órgano dentario a tratar. El polvo está compuesto por persulfato de amonio, persulfato de potasio, silicato de sodio, levadura en polvo, bicarbonato de sodio y alginato de sodio. Este polvo es mezclado con peróxido de hidrógeno al 35% (37).

Modo de empleo: Primeramente, se coloca el dique de hule en el órgano dentario que se desea aclarar. Se coloca una base impermeable de ionómero de vidrio sobre el material de obturación radicular. Se procede a realizar la mezcla en un godete de cristal, vaciando el contenido de la mitad de una cápsula con 2 o más gotas del gotero de 2 ml y se mezcla con una espátula, realizando movimientos circulares, hasta alcanzar una consistencia de gel. Con un pincel se lleva el gel intra- y extracoronal del diente a tratar. Se retira el producto y los implementos 20 minutos después de su aplicación. Se enjuaga con agua, hasta asegurarse de haber retirado todo el gel. Se realiza inmediatamente una segunda aplicación.



Figura 2. Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®

En la Figura se observa la presentación comercial del producto para el aclaramiento de dientes no vitales, a base de algas marinas, sodio, potasio y minerales.

DIAGNODENT PEN

El DIAGNOdent pen (de la casa comercial KaVo) es un dispositivo de 21 cm de longitud que está equipado con 2 sondas de luz de zafiro. Una sonda corta con forma cilíndrica de 0.7 mm de diámetro que se utiliza en áreas de fosas y fisuras (principalmente en las superficies oclusales) y otra sonda más larga con punta en cuña de 0.4 mm de diámetro y 1.1 mm longitud que se utiliza para superficies lisas y superficies proximales (38).

Este dispositivo se utiliza en el diagnóstico de lesiones cariosas tempranas y se basa en la emisión de radiación fluorescente de una longitud de onda de luz específica para detectar lesiones incipientes en la de los órganos dentarios. Cuando la superficie del diente alterada se expone a una longitud de onda de luz de 655 nm, emite radiación fluorescente de valores en relación directa con la cantidad de alteración del tejido dentario (**Figura 3**). La estructura del diente sano emite cero o muy bajas cantidades de radiación fluorescente. El dispositivo convierte los valores de radiación en unidades de medida estándar y se imprimen en la pantalla. El rango de valores está entre 0 y 99. Los valores más altos corresponden a daños tisulares más graves (38).

Este método ofrece más del 90% de precisión en la detección de lesiones cariosas y se puede usar para controlar el progreso de una lesión cariosa; además puede determinar con precisión si la lesión es incipiente o avanzada, indicando así el procedimiento de tratamiento correcto; detecta caries secundaria y puede evaluar el grado de desmineralización de la superficie del diente después de la remoción de los aparatos de ortodoncia fijos (38).

A continuación se enlista la interpretación de los valores resultantes del DIAGNOdent pen (38):

- Los valores entre 0 y 13 indican un diente sano.
- Valores entre 14 y 20 puntos a una lesión incipiente existente.

- Los valores entre 21 y 29 indican la existencia de caries profundas en el esmalte.
- Valores superiores a 30 son una indicación de caries de dentina.



Figura 3. Dispositivo DIAGNOdent pen (KaVo).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Órganos dentarios tratados endodónticamente que presentan alteraciones en el color por causas intrínsecas y que por su localización y posterior restauración demandan mayor estética, requieren de un tratamiento que contribuya a regresarle sus características cromáticas similares a los órganos dentarios adyacentes. Por lo tanto, la búsqueda de agentes aclaradores que sean efectivos y a la vez seguros se vuelve de vital importancia en el área de odontología. En el presente proyecto se plantea evaluar la eficacia de los agentes aclaradores Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® y Perborato de sodio, siendo el primero un agente aclarador de reciente lanzamiento al mercado.

JUSTIFICACIÓN

Existe una gran variedad de agentes aclaradores en el mercado cuyas casas comerciales aseguran una alta eficacia en el tratamiento de discoloraciones dentales intrínsecas. Sin embargo, para muchos de ellos, en particular los de reciente lanzamiento, no existen estudios experimentales que ratifiquen la alta eficacia promulgada por las casas comerciales, ni la estabilidad de los tejidos dentarios tras su aplicación. Considerando lo anterior, el presente estudio se enfoca en la evaluación de la eficacia de blanqueamiento de los agentes aclaradores Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® y Perborato de sodio.

HIPÓTESIS

EVALUACIÓN IN VITRO DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Existirá diferencia cuantificable en el blanqueamiento de órganos dentarios pigmentados, con dependencia del tipo del tipo de tratamiento y su tiempo de aplicación.

HIPÓTESIS NULA (H0)

No habrá diferencia estadísticamente significativa en el blanqueamiento de los órganos dentarios pigmentados ni en función del tratamiento aplicado ni en función de su tiempo de aplicación.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

Existirá diferencia estadísticamente significativa en el blanqueamiento de los órganos dentarios pigmentados entre al menos dos tiempos de aplicación de los tratamientos para al menos un tipo de tratamiento o entre tratamientos.

EVALUACIÓN IN VITRO DE LA DESMINERALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los tratamientos con los agentes aclaradores objeto de estudio no causaran daño significativo en el tejido dentario, independientemente de su tiempo de aplicación.

HIPÓTESIS NULA (H0)

No habrá daño en los tejidos dentarios como resultado del tratamiento de blanqueamiento, ni en función del agente aclarador ni en función de su tiempo de aplicación, de acuerdo a la escala de valores DIAGNOdent pen.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

Al menos uno de los agentes aclaradores en al menos un punto de tiempo de aplicación provocará daño en los tejidos dentarios como resultado del procedimiento de blanqueamiento, de acuerdo a la escala de valores DIAGNOdent pen.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto y tiempo de aplicación de los agentes aclaradores Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® y perborato de sodio en el blanqueamiento de dentina y esmalte de órganos dentarios pigmentados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Evaluar mediante análisis de imagen la eficacia de blanqueamiento de los agentes aclaradores objeto de estudio en esmalte y dentina de órganos dentarios pigmentados extraídos a tiempos de aplicación de 20, 40, 60 y 80 min (estudio *in vitro*).

2.- Evaluar mediante la escala de valores DIAGNOdent pen la estabilidad del esmalte y dentina de órganos dentarios pigmentados extraídos tras la aplicación los agentes aclaradores objeto de estudio a tiempos de 20, 40, 60 y 80 min (estudio *in vitro*).

3.- Evaluar mediante análisis de imagen la eficacia de blanqueamiento del Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® en órganos dentarios con pigmentación intrínseca severa tras 40 min de tratamiento (estudio clínico).

VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES

- 1.- Agente aclarador.
- 2.- Tiempo de aplicación del agente aclarador.

VARIABLES DEPENDIENTES

- 1.- Porcentaje de blanqueamiento de los tejidos dentarios.
- 2.- Efecto del agente aclarador sobre la superficie de los tejidos dentarios tratados.

OPERACIÓN DE VARIABLES

Se evaluará el efecto y tiempo de aplicación de los agentes aclaradores Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® y Perborato de sodio en el aclaramiento de dentina y esmalte de órganos dentarios pigmentados. El porcentaje de blanqueamiento se evaluará a partir de fotografías tomadas a los órganos dentarios a los distintos tiempos de tratamiento utilizando el software para análisis de imagen ImageJ y normalizando a escala de grises con respecto a una referencia de colorímetro (estudio *in vitro*) y al esmalte de un órgano dentario adyacente sano (estudio clínico). El efecto del agente aclarador sobre la superficie de los tejidos dentarios tratados será evaluado a los diferentes tiempos de aplicación mediante la escala de valores DIAGNOdent pen.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

Estudio experimental

UNIVERSO DE ESTUDIO

Estudio in vitro

11 premolares de extracción reciente cortados longitudinalmente dando un total de 22 muestras, divididos en los siguientes grupos:

Para el análisis de imagen y la evaluación con DIAGNOdent pen se evaluaron los siguientes grupos:

- **Grupo 1:** Órganos dentarios pigmentados y tratados con Peróxido de hidrógeno (n = 6).
- **Grupo 2:** Órganos dentarios pigmentados y tratados con Peróxido de hidrógeno + Perborato de sodio (n = 6).
- **Grupo 3:** Órganos dentarios pigmentados y tratados con Peróxido de hidrógeno + Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (n = 6).

Para el estudio con SEM se evaluaron los siguientes grupos:

- **Grupo 4 SEM:** Órgano dentario sin tratamiento (n = 1).
- **Grupo 5 SEM:** Órgano dentario tratado con Peróxido de hidrógeno (n = 1).
- **Grupo 6 SEM:** Órgano dentario tratado con Peróxido de hidrógeno + Perborato de sodio (n = 1).
- **Grupo 7 SEM:** Órgano dentario tratado con Peróxido de hidrógeno + Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (n = 1).

Estudio clínico

- Incisivos centrales superiores con pigmentación intrínseca severa tratados con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (n = 2).

Criterios de inclusión

- Premolares humanos extraídos por razones ortodónticas.
- Premolares humanos extraídos por razones protésicas.
- Premolares humanos sanos libres de lesiones cariosas.
- Premolares humanos sin ningún tipo de desgaste.

Criterios de exclusión

- Premolares humanos que presenten lesiones cariosas.
- Premolares humanos que presenten líneas de fractura o fisuras.
- Premolares humanos con fractura coronal.
- Premolares humanos con restauraciones.
- Premolares humanos con tratamientos pulpares.

METODOLOGÍA

Materiales e instrumental

Se emplearon 11 órganos dentarios humanos (premolares superiores e inferiores) de extracción reciente. Para el almacenamiento de los órganos dentarios antes de su uso se empleó solución salina (PiSA farmacéutica 0.9%). Para cortar los órganos dentarios se utilizó un micromotor (NSK MDC III), un disco de diamante de grano fino y mandril. Para el montaje de las muestras se utilizó el acrílico autocurable y monómero rápido (Nic Tone). Para la tinción de los órganos dentarios extraídos se utilizó vino tinto (Cuatro soles). Los agentes aclaradores

que se utilizaron fueron el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (PerlaDent, S. DE R.L. DE C.V., México), perborato de sodio y peróxido de hidrógeno al 35%. Para realizar el lavado de los órganos dentarios entre tiempos de tratamiento se utilizó agua Milli-Q. Para evaluar la estabilidad del tejido dentario se empleó el dispositivo DIAGNOdent pen (KaVo). Para la remineralización de los tejidos dentarios después de la aplicación de los agentes aclaradores se utilizó saliva artificial (Viarden). El porcentaje de blanqueamiento del esmalte y la dentina de órganos dentarios tratados con los diferentes agentes aclaradores fue evaluado a partir de fotografías adquiridas, con una cámara dual de 12 megapíxeles a los distintos tiempos, utilizando como referencia el color W0 del colorímetro de porcelana Vintage Shade Guide de la marca Shofu Inc. (Kyoto Japón). Para el análisis de imagen se utilizó el software especializado ImageJ.

Preparación de las muestras (estudio *in vitro*)

11 órganos dentarios extraídos se colocaron en un recipiente con hipoclorito de sodio al 5% durante media hora para ser desinfectados. Posteriormente se lavaron con un cepillo dental y agua destilada y después se almacenaron en un recipiente de vidrio con solución fisiológica hasta su posterior utilización. Los órganos dentarios fueron cortados en sentido mesio-distal con ayuda de un micromotor de alta velocidad utilizando un disco de diamante de grano fino. Posteriormente las muestras obtenidas fueron montadas en acrílico autopolimerizable, de tal manera que la cara interna de los órganos dentarios quedara expuesta (ver **Figura 4**).



Figura 4. Órganos dentarios cortados y montados en acrílico.

Pigmentación de las muestras con vino tinto (estudio *in vitro*)

18 muestras fueron sumergidas en vino tinto (6 muestras por cada 10 ml de vino) durante 7 días a temperatura ambiente para permitir la pigmentación de los tejidos dentarios. Después de los 7 días las muestras se lavaron con agua destilada y se tallaron con un cepillo de cerdas suaves para remover el exceso de vino tinto que no penetró a los tejidos y posteriormente se secaron con papel absorbente.

Aplicación de los agentes aclaradores

Peróxido de hidrógeno (Grupo 1 y Grupo 5 SEM)

A los **Grupo 1** y **Grupo 5 SEM** se les aplicó peróxido de hidrógeno al 35% en la parte interna de la corona durante 20 minutos, transcurrido este tiempo las muestras se lavaron con un cepillo de cerdas suaves y agua Milli-Q, posteriormente se secaron con papel absorbente. Este procedimiento se repitió cuatro veces para el Grupo 1 y dos veces para el Grupo 5 SEM. Se aplicó una gota de peróxido de hidrógeno cada 10 min sobre la superficie del tejido para evitar su evaporación.

Para el Grupo 1 se adquirieron fotografías para el análisis de imagen y se tomaron medidas con el DIAGNOdent pen a los tiempos de 0, 20, 40, 60 y 80 min después del tratamiento. Para el Grupo 5 SEM se adquirieron micrografías SEM después de 40 min de la aplicación del tratamiento. Perborato de Sodio (Grupo 2 y Grupo 6 SEM)

A los **Grupo 2 y Grupo 6 SEM** se les aplicó una mezcla de peróxido de hidrógeno al 35% con perborato de sodio (consistencia de pasta) en la parte interna de la corona durante 20 minutos. Transcurrido este tiempo las muestras se lavaron con un cepillo de cerdas suaves y agua Milli-Q, posteriormente se secaron con papel absorbente. Este procedimiento se repitió cuatro veces para el Grupo 2 y dos veces para el Grupo 6 SEM. El agente aclarador fue removido sobre la superficie del órgano dentario con una espátula cada 5 min para asegurar el óptimo contacto de este con la superficie del tejido.

Para el Grupo 2 se adquirieron fotografías para el análisis de imagen y se tomaron medidas con el DIAGNOdent pen a los tiempos de 0, 20, 40, 60 y 80 min después del tratamiento. Para el Grupo 6 SEM se adquirieron micrografías SEM después de 40 min de la aplicación del tratamiento.

Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (Grupo 3 y Grupo 7 SEM)

A los **Grupo 3 y Grupo 7 SEM** se les aplicó una mezcla de peróxido de hidrógeno al 35% con el agente aclarador Dental Endo PerlaDent® (siguiendo las indicaciones del fabricante) en la parte interna de la corona durante 20 minutos (ver **Figura 5**). Transcurrido este tiempo las muestras se lavaron con un cepillo de cerdas suaves y agua Milli-Q, posteriormente se secaron con papel absorbente. Este procedimiento se repitió cuatro veces para el Grupo 3 y dos veces para el Grupo 7 SEM. El agente aclarador fue removido sobre la superficie del órgano dentario con una espátula cada 5 min para asegurar el óptimo contacto de este con la superficie del tejido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el Grupo 3 se adquirieron fotografías para el análisis de imagen y se tomaron medidas con el DIAGNOdent pen a los tiempos de 0, 20, 40, 60 y 80 min después del tratamiento. Para el Grupo 7 SEM se adquirieron micrografías SEM después de 40 min de la aplicación del tratamiento.

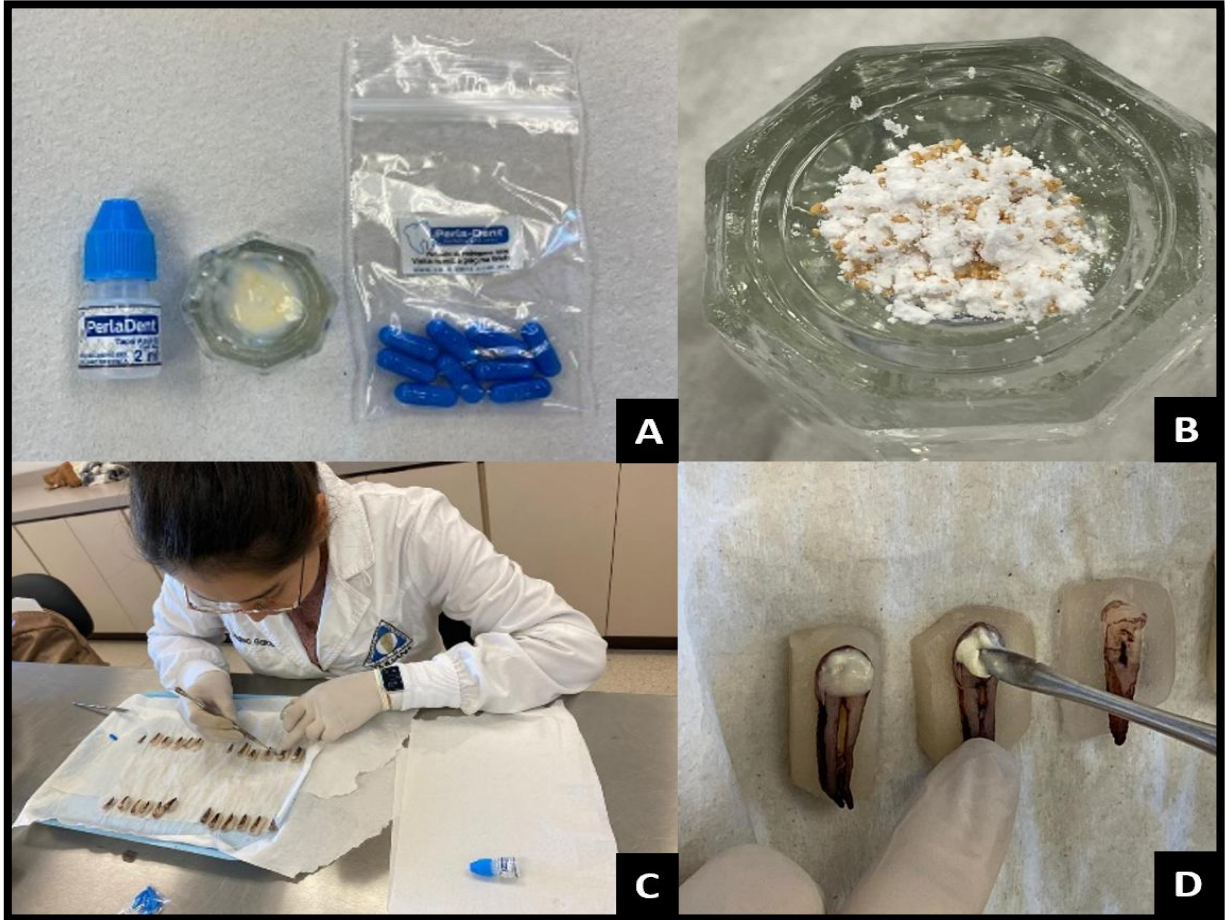


Figura 5. Aplicación del agente aclarador Dental Endo PerlaDent®.

A.- Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®: peróxido de hidrógeno al 35% y cápsulas de polvo del agente aclarador. B.- Godete de cristal con el polvo de las cápsulas del Kit antes de realizar la mezcla. C y D.- Aplicación del agente aclarador a las muestras del Grupo 3.

Adquisición de fotografías

Se adquirieron fotografías de los **Grupos 1, 2 y 3** para el análisis de imagen. Se tomaron fotografías a cada una de las muestras a los tiempos de 0, 20, 40, 60 y 80 min después de aplicar los agentes aclaradores y su posterior lavado. Se empleó como referencia para cada una de las fotografías el color W0 del colorímetro Vintage Shade Guide (ver **Figura 6**).

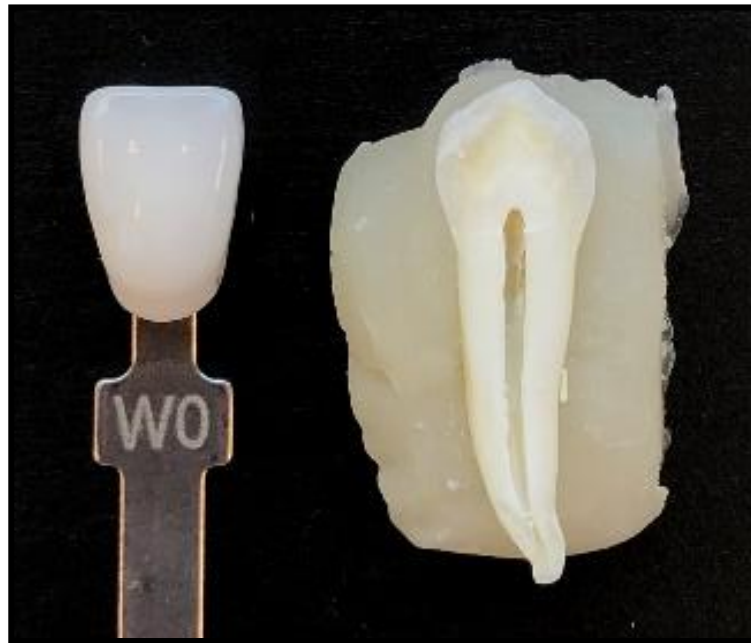


Figura 6. Fotografía de una muestra a lado de la referencia de color para el análisis de imagen.

Análisis de imagen

Las fotografías adquiridas fueron analizadas con el programa ImageJ para evaluar el porcentaje de blanqueamiento de la dentina y esmalte de los órganos dentales pigmentados y tratados con los agentes aclaradores objeto de estudio a cada uno de los tiempos de tratamiento. Brevemente, se seleccionaron tres áreas para cada uno de los tejidos (dentina y esmalte) en cada uno de los tiempos de tratamiento para cada muestra (ver **Figura 7**) y con la ayuda del programa se obtuvieron

histogramas de intensidad de color en escala de grises resultantes del conteo automático de píxeles para cada área. La escala de grises del programa asigna valores de entre 0 y 255 a píxeles que van desde negro a blanco. Los valores de blanqueamiento de los órganos dentales fueron normalizados en cada fotografía con respecto al material de referencia (color W0 del colorímetro de porcelana Vintage Shade Guide para el estudio *in vitro* y esmalte sano de órgano dentario adyacente en estudio clínico).

En la **Figura 7** se muestra un ejemplo del procedimiento de análisis de imagen del estudio *in vitro*. En el panel A se muestra el órgano dentario al lado de la referencia de color W0 del colorímetro de porcelana Vintage, marcando las regiones objeto de estudio. En el panel B se muestran los histogramas de intensidad de color en escala de grises resultantes del conteo automático de píxeles de áreas seleccionadas (referencia y esmalte). El porcentaje de blanqueamiento de los tejidos dentarios fue calculado de acuerdo a la **Ecuación 1**.

Ecuación 1. Blanqueamiento (%)

$$\text{Blanqueamiento (\%)} = 100 * \frac{I_M}{I_R}$$

donde I_M e I_R representan el valor medio de intensidad de la región de interés y el valor medio de intensidad del material de referencia.

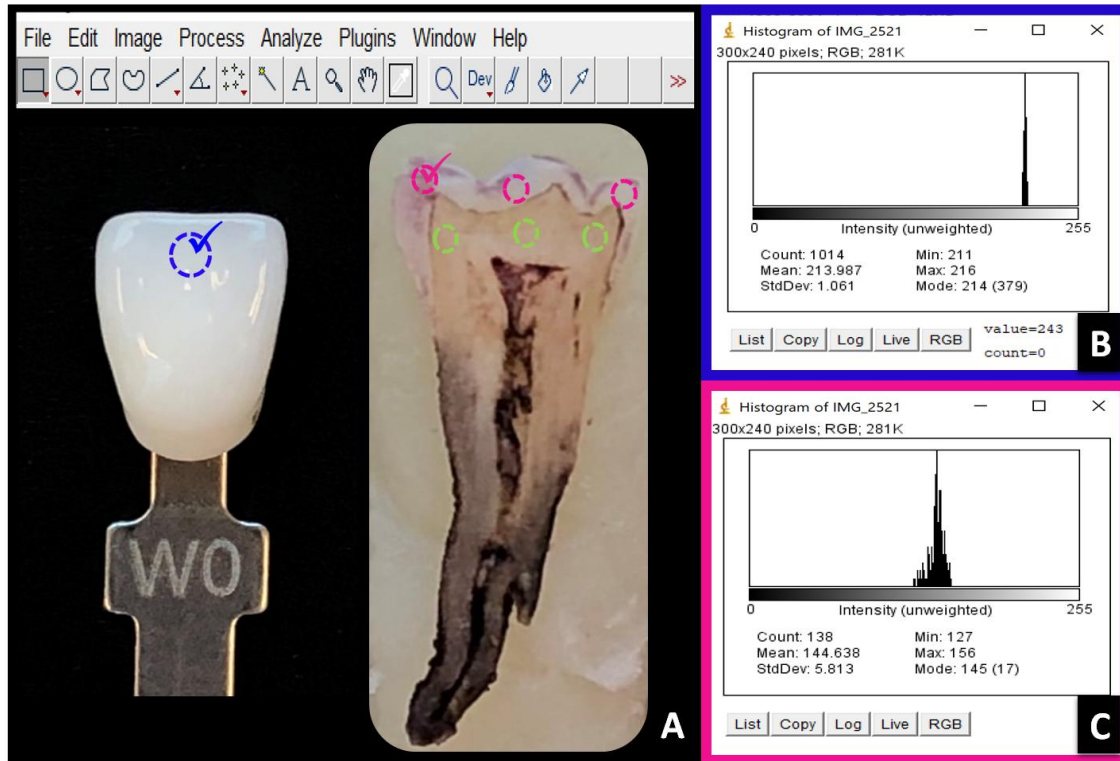


Figura 7. Análisis de imagen con el programa ImageJ.

Análisis de imagen con el programa ImageJ de una fotografía representativa. A.- Regiones objeto de análisis. B.- Histograma resultante de intensidad de color del colorímetro utilizado como referencia para la normalización a escala de grises. C.- Histograma resultante de intensidad de color del esmalte lado izquierdo.

Evaluación con el dispositivo DIAGNOdent pen

El dispositivo DIAGNOdent pen fue calibrado siguiendo las indicaciones del fabricante previo a la evaluación de las muestras. Se realizaron mediciones a cada una de las muestras de los **Grupos 1, 2 y 3** a los tiempos de 0, 20, 40, 60 y 80 min después de aplicar los agentes aclaradores y su posterior lavado. En cada uno de los tiempos de tratamiento se realizó la medición en tres áreas de interés para cada tejido (dentina y esmalte), empleando la punta para superficies planas del dispositivo.

Evaluación de la remineralización del tejido dentario tras su inmersión en saliva artificial

Después de 80 min de aplicación de los agentes aclaradores las muestras de los **Grupos 1, 2 y 3**, se sumergieron en saliva artificial durante de 30 min y 7 días. Después de cada uno de los tiempos de inmersión en la saliva, las muestras fueron lavadas con un cepillo de cerdas suaves y agua Milli-Q, secados con papel absorbente y medidas en las zonas de interés con el DIAGNOdent pen para evaluar su remineralización.

Preparación de las muestras para su caracterización por SEM

Con un micromotor de alta velocidad y un disco de diamante de grano fino se cortaron los dientes primero en sentido mesio-distal y posteriormente se cortaron de la zona externa y lateral del órgano dentario para obtener muestras rectangulares de 3 y 6 mm de ancho y largo respectivamente. Cada muestra estaba conformada por una porción de esmalte y otra de dentina. La cara interna de todas las muestras fueron pulidas con un disco de hule para dejar la superficie lo más lisa posible después del corte. Posteriormente se procedió a aplicar los diferentes agentes aclaradores. Se observaron en el SEM los grupos Grupo 4 SEM (sin tratamiento) y Grupo 5 SEM, Grupo 6 SEM y Grupo 7 SEM (40 min después de aplicar los agentes aclaradores), ver **Figura 8**.

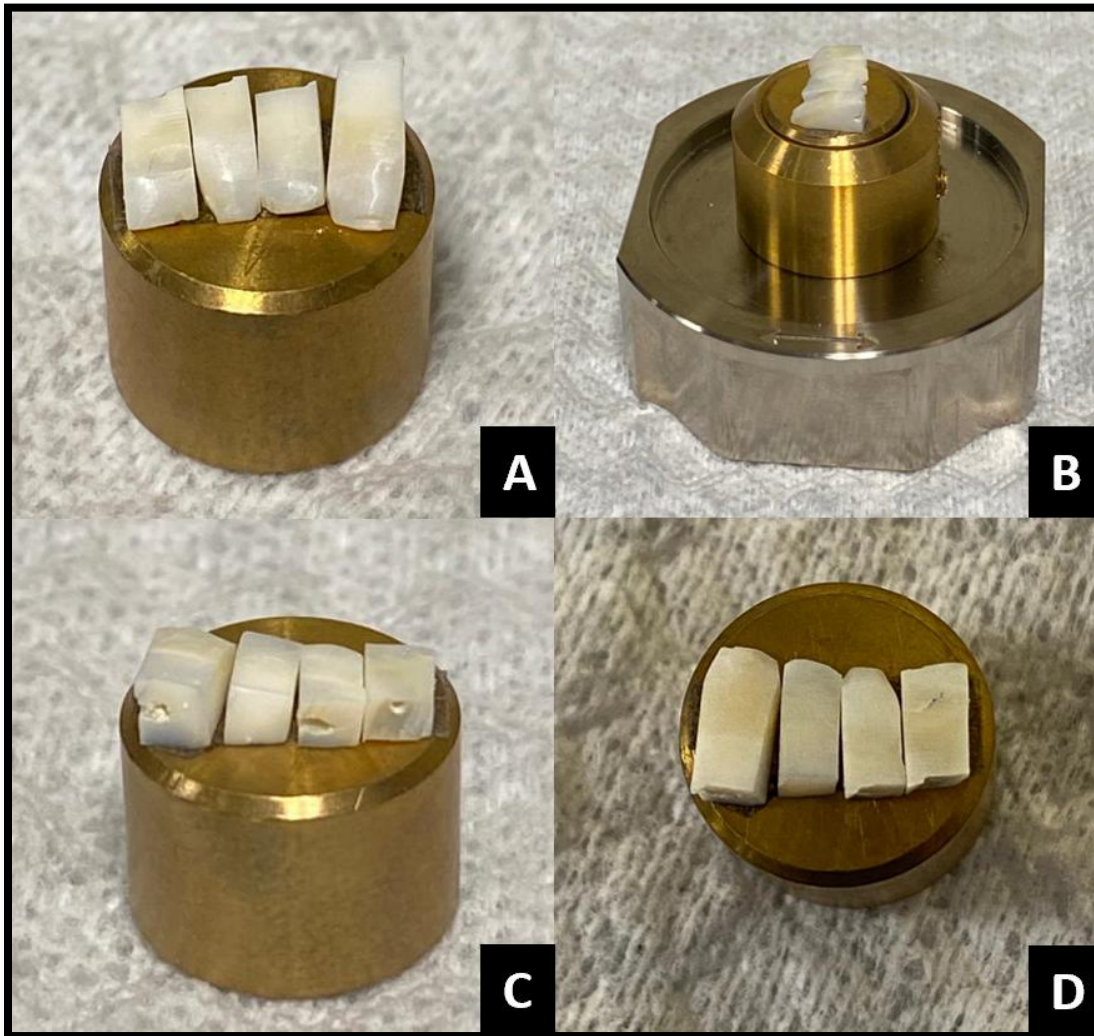


Figura 8. Muestras de los Grupos 4-7 SEM, montadas para ser observadas con el SEM.

En la Figura se observan fotografías de los segmentos de los órganos dentarios sin pigmentar (compuestos por dentina y esmalte) sin tratamiento ($n = 1$) y tratados con los agentes aclaradores peróxido de hidrógeno ($n = 1$), perborato de sodio ($n = 1$) y Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® ($n = 1$) durante 40 min. En los paneles A-D se pueden observar las muestras montadas en el portamuestras del SEM vistas desde diferentes ángulos.

Metodología del estudio clínico

Para el estudio clínico se realizó el tratamiento de conductos en incisivos centrales superiores de dos pacientes. Previo al tratamiento, se les solicitó autorización para participar en este proyecto de investigación y firmaron un consentimiento informado.

Descripción del caso

Paciente 1: Paciente femenina de 29 años de edad, acudió a consulta odontológica por cambio de color en órgano dentario. Al interrogatorio la paciente refirió antecedentes de traumatismo desde hace 10 años. A la exploración se observó discromía en el incisivo central superior derecho, las pruebas de sensibilidad fueron negativas. Radiográficamente se observó una lesión periapical, el diagnóstico fue de necrosis pulpar. Se realizó el tratamiento de conductos en una sesión. Posteriormente se realizó el blanqueamiento no vital utilizando el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

Paciente 2: Paciente masculino de 37 años de edad, acudió a consulta odontológica por órgano dentario que presenta tonalidad más oscura en comparación con los demás. Al interrogatorio el paciente refirió antecedentes de traumatismo hace 20 años. A la exploración se observó discromía en el incisivo central superior izquierdo, las pruebas de sensibilidad fueron negativas. Radiográficamente se observó una lesión periapical, el diagnóstico fue de necrosis pulpar. Se realizó el tratamiento de conductos en dos sesiones. Posteriormente se realizó el blanqueamiento no vital utilizando el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

Blanqueamiento no vital con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

Después de 7 días de terminado el tratamiento endodóntico se realizó el blanqueamiento no vital utilizando el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

Para ello, se procedió al aislamiento absoluto del órgano dentario con dique de hule y se eliminó el material temporal para exponer la cavidad pulpar. Posteriormente, se eliminaron 3 mm del material de obturación y se colocó una capa de ionómero de vidrio (Vitrebond™ 3M) de 3 mm de espesor, con el propósito de crear una barrera física que impidiera la penetración del agente aclarador al interior del conducto radicular. Se preparó la mezcla del agente aclarador siguiendo las indicaciones del fabricante, la mezcla se llevó a la cavidad de la cámara pulpar con la ayuda de una espátula metálica para mezclar cemento y se dejó actuar durante 20 min; transcurrido este tiempo se limpió la cavidad con una torunda de algodón para retirar el material, se lavó con agua y se secó con aire de la jeringa triple y torundas de algodón. Se realizó una segunda aplicación del agente aclarador siguiendo el procedimiento antes mencionado (tiempo total de tratamiento 40 min). Se adquirieron fotografías a los tiempos de 0 y 40 min de aplicación del tratamiento. Finalmente, el órgano dentario se obturó con material temporal (Cavit de 3M ESPE®) y se dieron indicaciones al paciente para realizar la restauración definitiva con resina después de 14 días del blanqueamiento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los resultados de análisis de imagen se llevó a cabo empleando el método de Análisis de la Varianza (ANOVA) de dos factores con mediciones repetidas en conjunto con el método de post hoc Bonferroni. La diferencia estadística fue considerada como significativa a $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

En las **Figura 9**, **Figura 10** y **Figura 11** se muestran los resultados de las evaluaciones del blanqueamiento de dentina y esmalte después de la aplicación de los agentes aclaradores peróxido de hidrógeno, perborato de sodio y Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®, a los distintos tiempos de estudio (0, 20, 40, 60 y 80 min).

En la **Figura 9** se muestran fotografías representativas de órganos dentarios a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento (*i.e.* natural, teñido sin tratamiento y teñidos con los distintos tratamientos). En cada fotografía se muestra la referencia de color que fue empleada como punto de comparación en los análisis de imagen llevados a cabo. A través de esta Figura se observa de forma cualitativa la evolución del blanqueamiento de dentina y esmalte de los órganos dentarios pigmentados con vino tinto, después de la aplicación de los agentes aclaradores objeto de estudio. En lo que respecta a la dentina, aunque con ninguno de los tres tratamientos se alcanzó la tonalidad inicial (natural) del tejido, se puede observar que el tejido que exhibió mayor blanqueamiento fue el de los órganos dentarios tratados con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®, seguidos por los tratados con perborato de sodio y peróxido de hidrógeno. Por otro lado, en lo que respecta al esmalte, se alcanzaron tonalidades cercanas al tejido inicial (natural), observándose la misma tendencia de mayor blanqueamiento para los órganos tratados con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®, seguidos por los tratados con perborato de sodio y peróxido de hidrógeno.

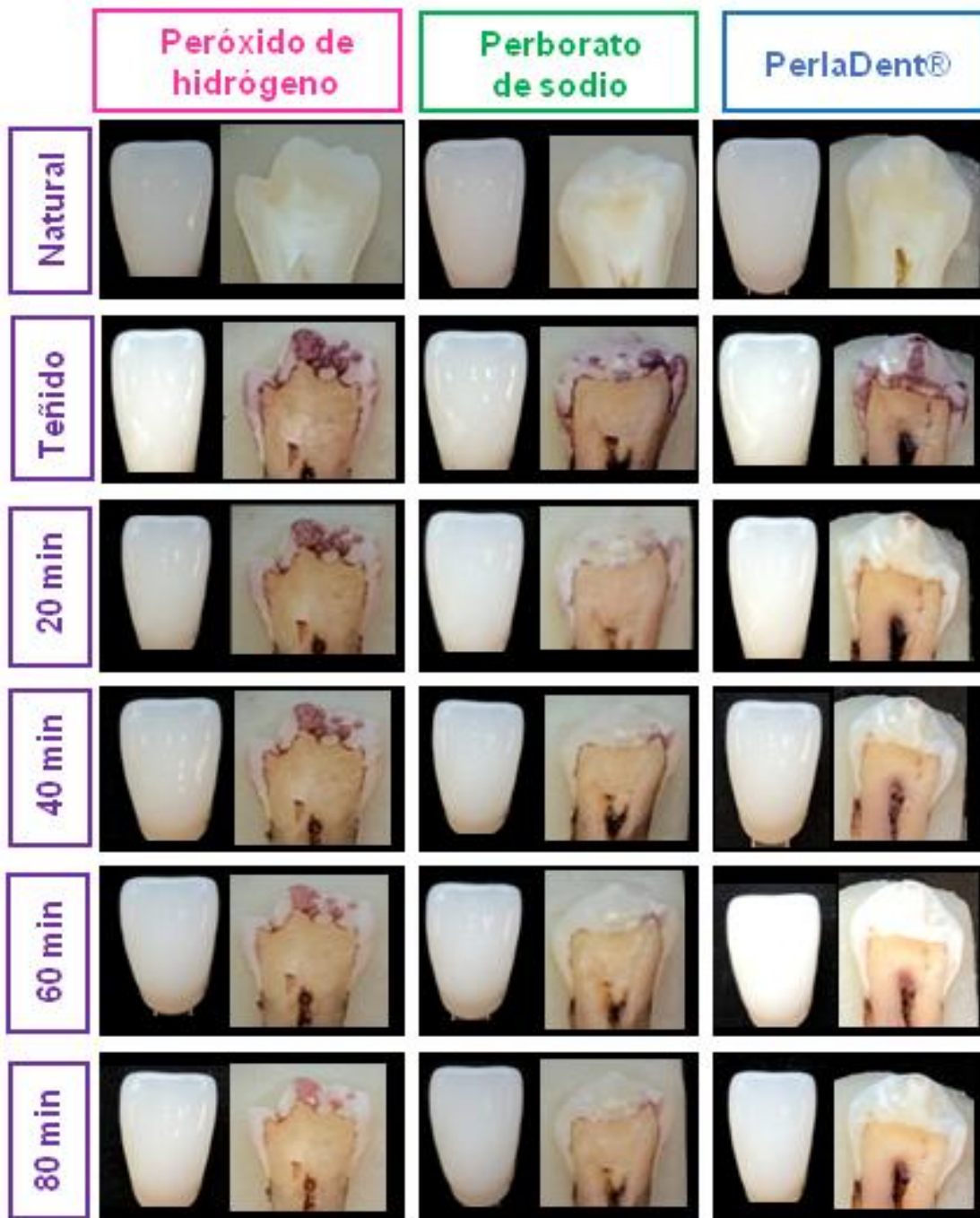


Figura 9. Fotografías representativas de órganos dentarios estudiados a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento. Cada fotografía incluye la referencia de color W0.

En la **Figura 10** se muestra el porcentaje de blanqueamiento de la dentina determinado tras la aplicación de los tratamientos objeto de estudio en función del tiempo de tratamiento. En general, los tres tratamientos exhiben una tendencia creciente en el blanqueamiento con el tiempo. Sin embargo, esta tendencia debe ser examinada con precaución en lo que a los tratamientos con peróxido y perborato se refiere. Para el caso de estos dos tratamientos, los valores promedio obtenidos (graficados como columnas) no pueden ser estimados como confiables debido a la desviación estándar calculada (graficada como barras), cuya magnitud es equivalente o incluso mayor que ellos en todos los casos. El hecho de que la desviación estándar sea equivalente o incluso mayor que los valores promedio de un experimento dado significa que hay una variabilidad considerable en los resultados obtenidos; es decir, que los resultados arrojados no son reproducibles. Por esta razón, los resultados obtenidos para estos dos tratamientos (peróxido y perborato), independientemente de su tendencia, no deben ser considerados como concluyentes.

Por el contrario, para el caso del Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®, la tendencia observada fue confirmada como concluyente tanto por la alta reproducibilidad de los resultados (reflejada por su baja desviación estándar), como por el análisis estadístico ejecutado (ANOVA/Bonferroni) que demostró diferencia estadísticamente significativa entre tiempos de tratamiento de 20 y 60 min y 20 y 80 min ($p < 0.05$). En suma, los resultados obtenidos evidencian dos hallazgos dignos de resaltar: i) que, de los tres tratamientos estudiados, el único que puede ser considerado como reproducible es el realizado empleando el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® y ii) que el tiempo óptimo de tratamiento se confirma como 60 min, tiempo a partir del cual los resultados obtenidos pueden ser considerados como invariantes (sin diferencia estadísticamente significativa entre 60 y 80 min, $p > 0.05$).

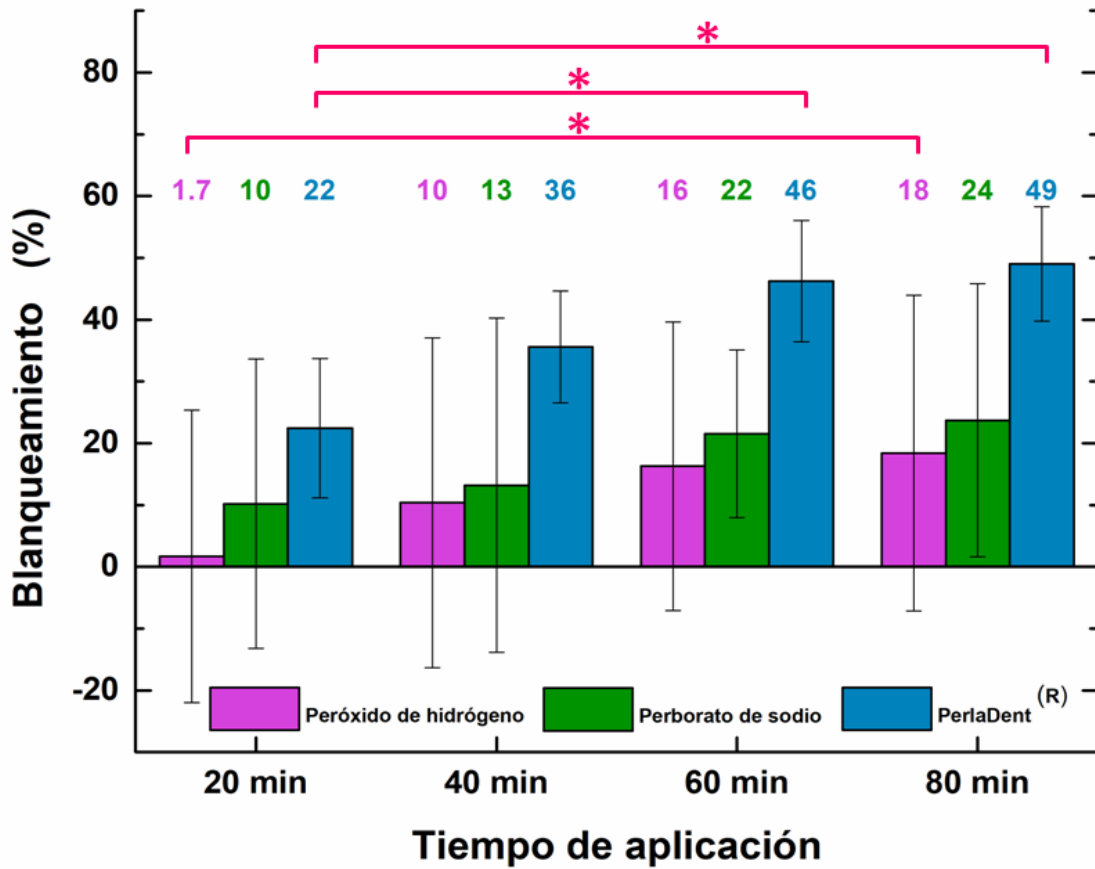


Figura 10. Porcentaje de blanqueamiento de la dentina de órganos dentarios pigmentados con vino tinto y tratados con los agentes aclaradores peróxido de hidrógeno, perborato de sodio y Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

Las columnas representan el promedio de los resultados obtenidos y las barras verticales representan la desviación estándar (n = 6), de acuerdo con la **Ecuación 1**. Los valores obtenidos fueron normalizados a 100% con respecto a la referencia de color. * (p < 0.05).

En la **Figura 11** se muestra el porcentaje de aclaramiento del esmalte obtenido tras la aplicación de los tratamientos objeto de estudio en función del tiempo de tratamiento. En concordancia con lo descrito para la dentina, en el caso presente del esmalte se observan tres hallazgos dignos de resaltar, a saber: i) la tendencia creciente en el blanqueamiento con el tiempo de aplicación de los tres tratamientos, ii) la variabilidad de los resultados para los tratamientos con peróxido y perborato, aunque para el último la variabilidad es menor a los tiempos de 60 y 80 min y iii) la alta reproducibilidad de resultados para el tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® en todos los tiempos de aplicación estudiados. Por lo anterior, para el tratamiento con peróxido se confirma una reproducibilidad nula en todos los tiempos de aplicación. Mientras tanto, para el tratamiento con perborato se confirma una reproducibilidad baja a tiempos cortos de aplicación (20 y 40 min), aunque esta es mejorada para los tiempos mayores de 60 y 80 min. Finalmente, para el tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® se confirma su alta reproducibilidad en todos los tiempos de aplicación (baja desviación estándar), destacándolo como un tratamiento óptimo para el blanqueamiento dental. El análisis estadístico demostró: i) que hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con peróxido de hidrógeno y el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® en todos tiempos de estudio ($p < 0.05$), ii) que para el caso del tratamiento con peróxido de hidrógeno hay diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de 20 y 80 min ($p < 0.05$), iii) que para el caso del tratamiento con perborato de sodio hay diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de 20 y 60 min y 20 y 80 min ($p < 0.05$) y iv) que para el caso del Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® hay diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de 20 y 60 min.

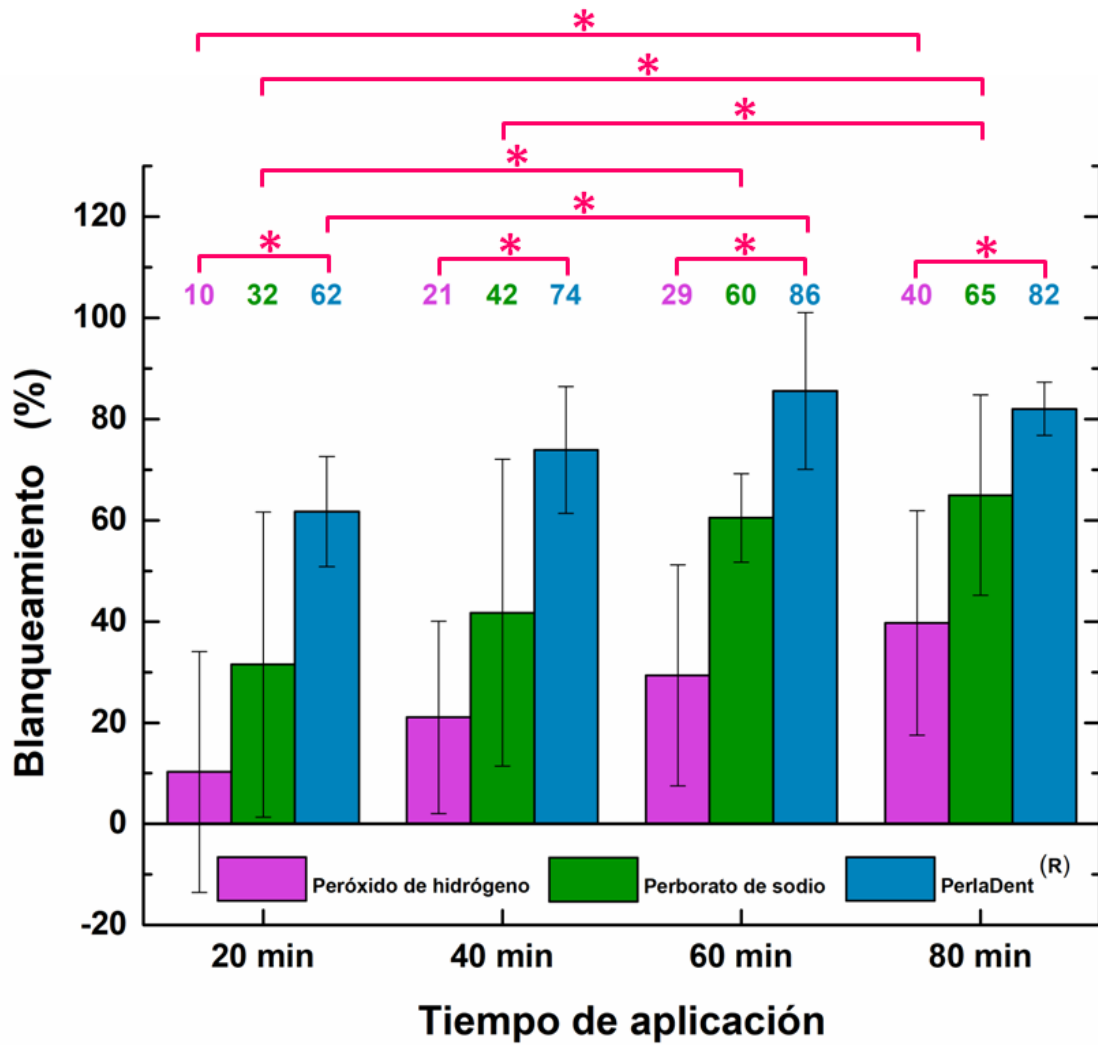


Figura 11. Porcentaje de blanqueamiento del esmalte de órganos dentarios pigmentados con vino tinto y tratados con los agentes aclaradores peróxido de hidrógeno, perborato de sodio y Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

Las columnas representan el promedio de los resultados obtenidos y las barras verticales representan la desviación estándar (n = 6), de acuerdo con la **Ecuación 1**. Los valores obtenidos fueron normalizados a 100% con respecto a la referencia de color. * (p < 0.05).

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA DESMINERALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO

La probable desmineralización de los tejidos dentarios como resultado de los tratamientos de blanqueamiento fue evaluada con la ayuda del dispositivo DIAGNOdent pen. Este dispositivo establece escalas de valores entre 0 y 99 que son atribuidas a tejido sano (0-13), lesiones incipientes a nivel superficial (14-20) y lesiones tisulares profundas (≥ 21).

En las **Figura 12** y **Figura 13** se grafican los valores obtenidos para los tejidos dentarios estudiados pre y post-tratamiento. Como se puede observar a partir de estas gráficas, los valores obtenidos caen en la escala de 0 a 13 en todos los casos, demostrando la existencia y prevalencia de tejido sano. Este resultado es muy importante para nuestra investigación desde tres perspectivas. Primero, se ratifica que los órganos dentarios empleados cumplieron con el requerimiento de presentar esmalte y dentina sanos. Esto es imprescindible para elucidar de manera precisa el posible daño derivado tanto del procedimiento de tinción (con vino tinto) como de los tratamientos de blanqueamiento subsiguientes. Segundo, se ratifica igualmente que la tinción con vino tinto (propuesta como modelo en este estudio) no dio lugar a daño en el tejido dentario, aunque hubo aumento en los valores del DIAGNOdent pen, no sobrepasó el valor límite de 13 en la escala (correspondiente a tejido sano). Lo anterior también es de importancia dado que permite la evaluación precisa del efecto de los agentes aclaradores sobre los tejidos dentarios. Tercero, en lo que respecta al efecto de los agentes aclaradores, se valida que ninguno de ellos dio lugar a lesión en los tejidos dentarios a ninguno de los tiempos de aplicación. Por el contrario, para el caso de los órganos dentarios tratados con peróxido de hidrógeno y el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®, se aprecia un decremento en todos los valores post-tratamiento (20, 40, 60 y 80 min) con respecto a los valores obtenidos después de la tinción. Aunque no pueden ser considerados como concluyentes con base en los experimentos realizados, para el caso particular del Kit de Aclaramiento Dental

Endo PerlaDent®, estos resultados dan indicio de una probable remineralización de los tejidos dentarios. Este supuesto deberá ser confirmado en futuros proyectos de investigación. Con base en lo anterior, se confirma la hipótesis nula (H0) de este proyecto.

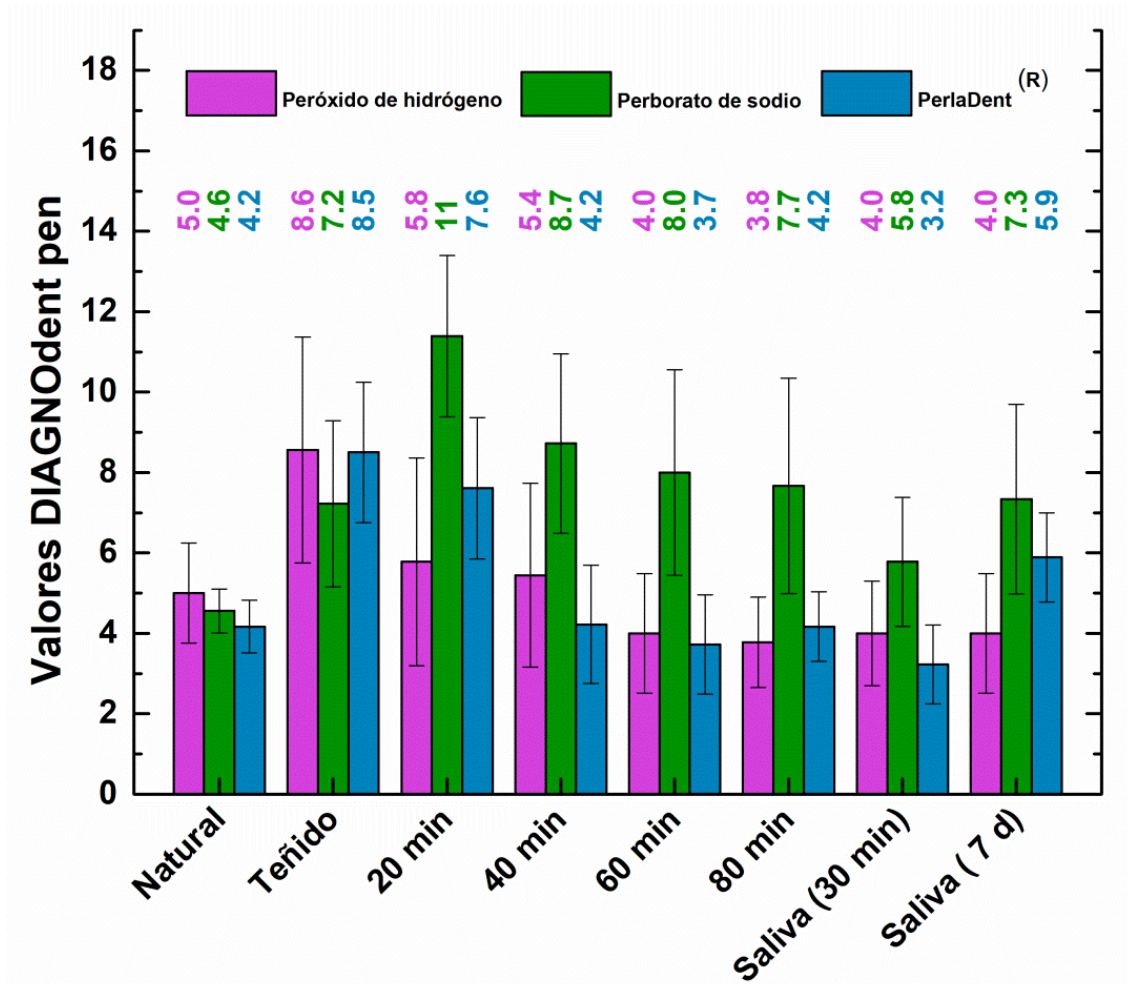


Figura 12. Valores DIAGNOdent pen de la dentina de órganos dentarios estudiados a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento.

Las columnas representan el promedio de los resultados obtenidos y las barras verticales representan la desviación estándar (n = 6).

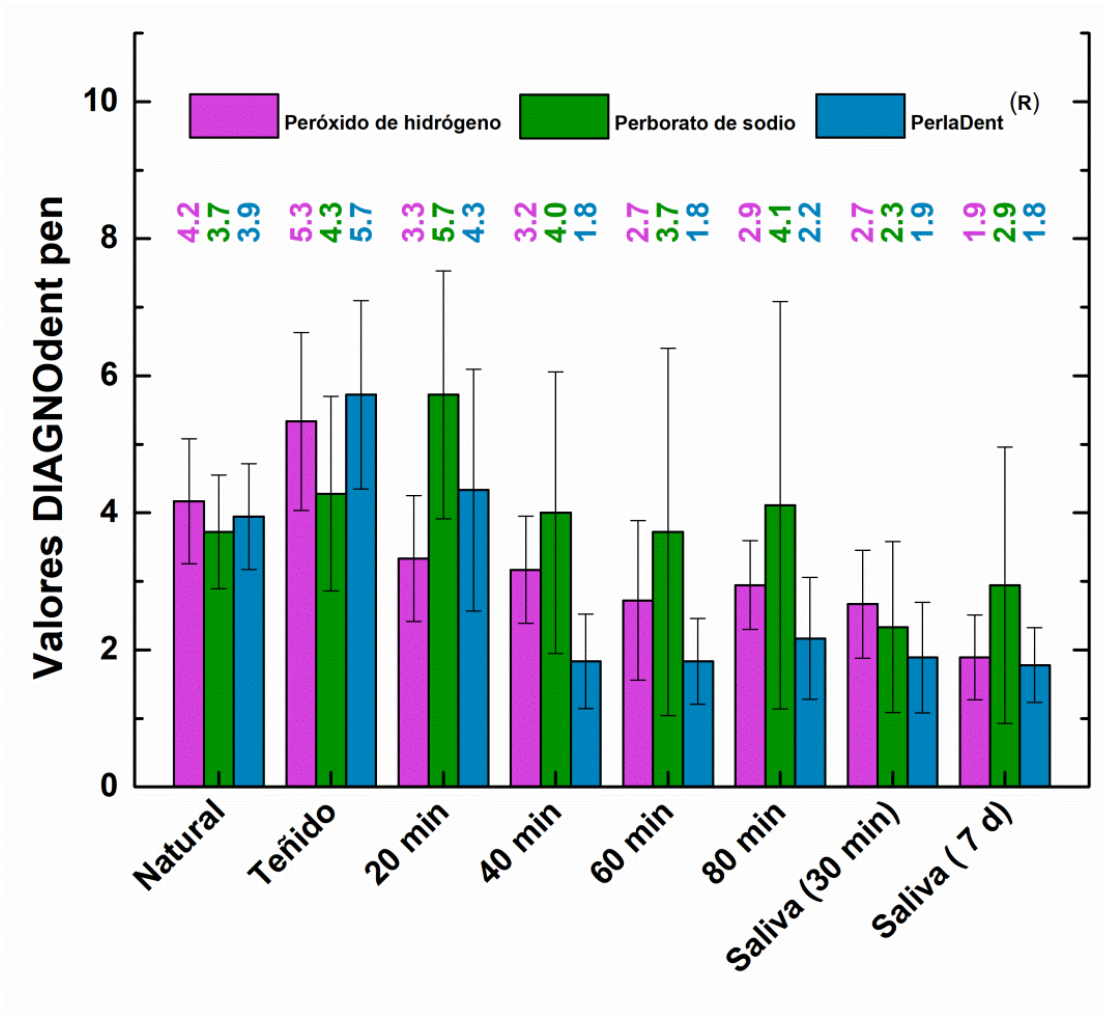


Figura 13. Valores DIAGNOdent pen del esmalte de órganos dentarios estudiados a las diferentes condiciones y tiempos de tratamiento.

Las columnas representan el promedio de los resultados obtenidos y las barras verticales representan la desviación estándar (n = 6).

EVALUACIÓN PRELIMINAR *IN VITRO* DE CAMBIOS ESTRUCTURALES EN DENTINA Y ESMALTE

Se llevaron a cabo estudios preliminares de microscopía SEM para evaluar cambios visuales en la superficie del esmalte y la dentina de órganos dentarios antes y después de su tratamiento con los agentes aclaradores objeto de estudio. El interés de esta caracterización preliminar surgió de la noción generalizada de que el tratamiento con agentes aclaradores puede dar lugar a alteraciones estructurales en los tejidos dentarios. En la **Figura 14** se muestran los resultados después de un tiempo de tratamiento de 40 min. Como era de esperarse, la dentina y el esmalte del órgano dentario sin tratamiento (natural) exhibieron una superficie lisa con patrones característicos del corte exclusivamente. En general, esta topografía descrita se mantuvo en ambos tejidos para todos los tratamientos. Sin embargo, la dentina exhibió la deposición de cristales sobre su superficie, probablemente provenientes de las sales de los agentes aclaradores, en particular para los casos de peróxido de hidrógeno y el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®. La prevalencia de los rasgos topográficos de ambos tejidos refleja la ausencia de daño estructural comúnmente atribuido a la erosión resultante de tratamientos de blanqueamiento.

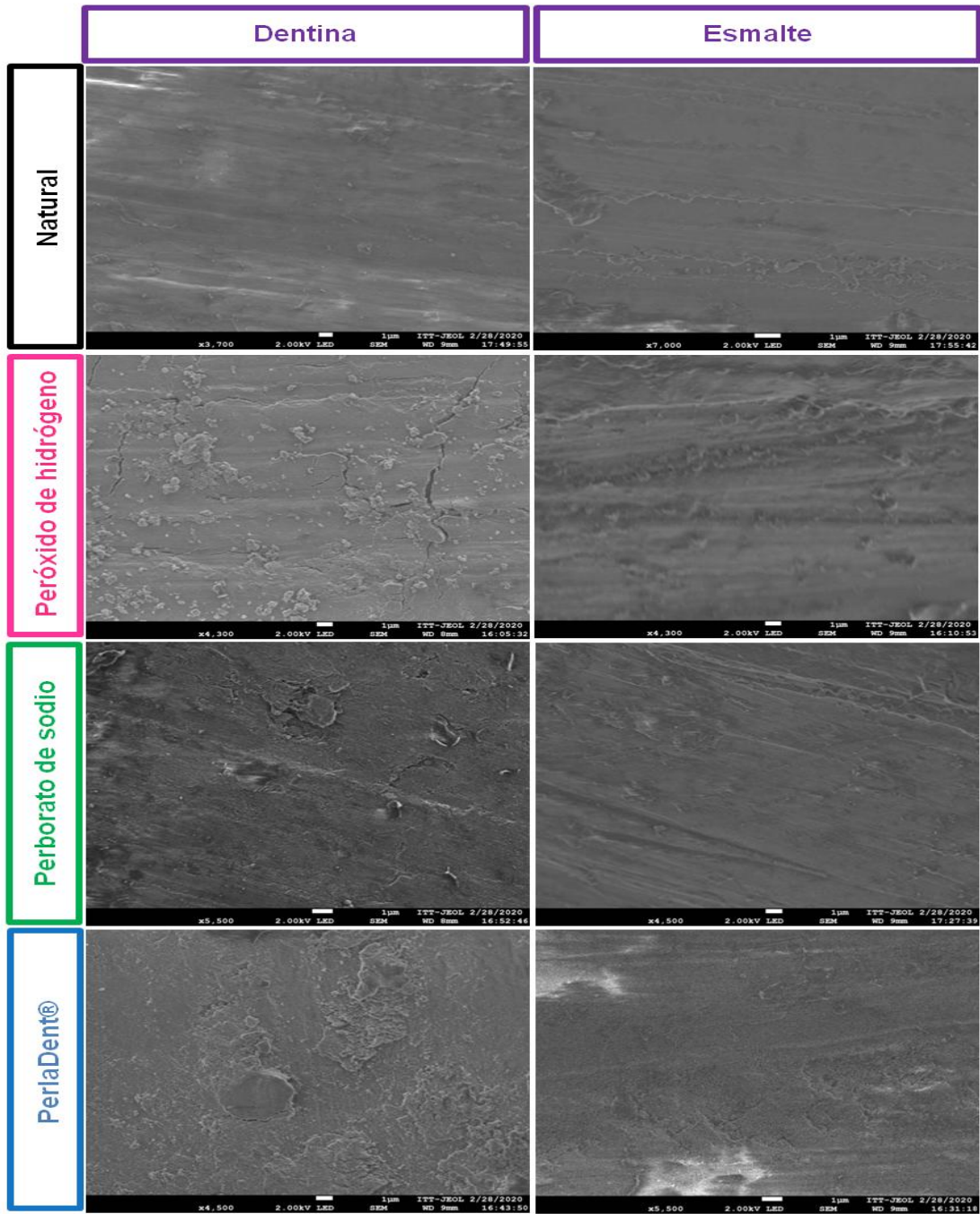


Figura 14. Micrografías SEM representativas de órganos dentarios sin pigmentar antes (natural) y después de la aplicación de los agentes aclaradores objeto de estudio (40 min de tratamiento). Las barras de escala equivalen a 1 µm.

EVALUACIÓN CLÍNICA DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

Se evaluó en dos pacientes el blanqueamiento de incisivos centrales superiores con pigmentación intrínseca severa, después de 40 min de tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®, los resultados obtenidos se presentan en las **Figura 15** y **Figura 16**. En la **Figura 15** se muestran fotografías intraorales de ambos pacientes donde se distingue el órgano dentario pigmentado en cada caso (paneles superiores). Dicho órgano presenta una coloración de amarillo ocre a marrón, comparativamente más oscura que las piezas adyacentes. Como se puede observar en los paneles inferiores, el órgano citado presentó un blanqueamiento considerable después de su tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®. Dicho blanqueamiento fue evaluado de manera cuantitativa por análisis de imagen en los tercios cervical, medio e incisal, empleando el programa ImageJ y normalizando con respecto al tercio incisal del órgano dentario adyacente. Como se puede observar en la **Figura 16** se observó una tendencia creciente en el porcentaje de blanqueamiento para ambos pacientes en función del tercio, adoptando valores de ca. 25 a 39% para el primer paciente y de ca. 32 a 90% para el segundo. Estos valores parecen estar en concordancia con el grado de pigmentación inicial, en virtud de que el órgano dentario del segundo paciente presentaba mayor pigmentación, teniendo la posibilidad por tanto de alcanzar mayores porcentajes de blanqueamiento. En cualquier caso, la coloración final de los órganos dentarios tratados fue visualmente muy cercana a la de sus respectivas piezas adyacentes, en particular para el tercio incisal.

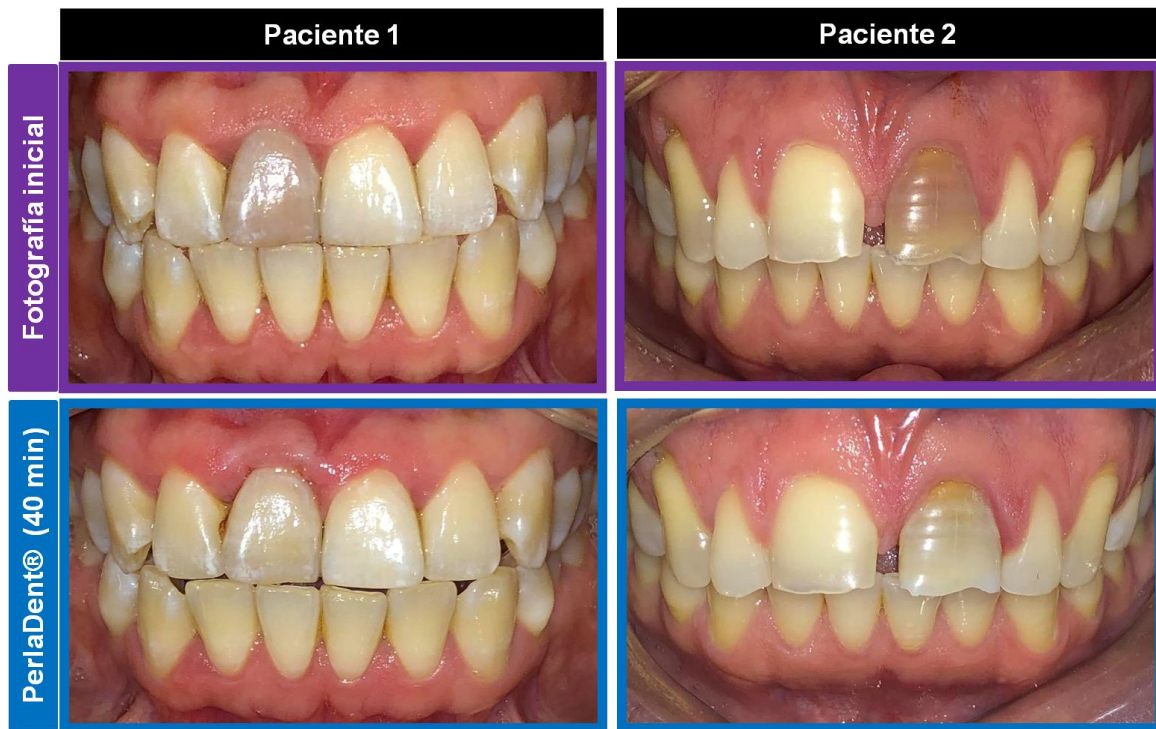


Figura 15. Fotografías intraorales de los Pacientes 1 y 2 antes y después de la aplicación del agente aclarador Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® (40 min de tratamiento).

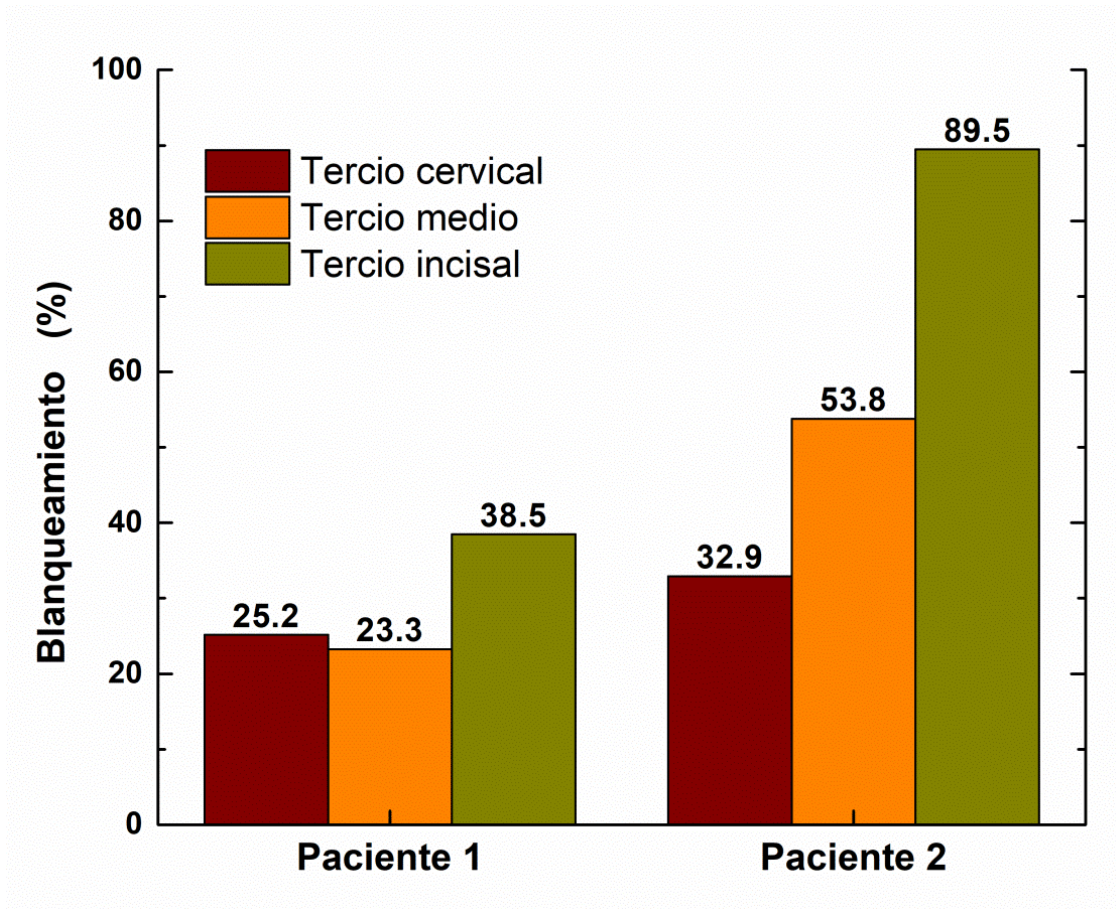


Figura 16. Porcentaje de blanqueamiento del tejido de órganos dentarios con pigmentación intrínseca severa después de 40 min de tratamiento con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

CONCLUSIONES

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

1.- El análisis cuantitativo por imagen demostró en general una baja reproducibilidad en el blanqueamiento de esmalte y dentina tras la aplicación de los tratamientos con peróxido de hidrógeno y perborato de sodio, en todos los tiempos para el primero y particularmente en tiempos cortos para el segundo (20 y 40 min).

2.- Por el contrario, el análisis cuantitativo por imagen demostró alta reproducibilidad en el blanqueamiento de esmalte y dentina tras la aplicación de los tratamientos con el Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® a todos tiempos de estudio, con diferencia estadísticamente significativa a partir de los 60 min en ambos tejidos.

3.- Con base en lo anterior, se confirma la Hipótesis alternativa 1 (H1) relativa al efecto del tratamiento y su tiempo de aplicación en el blanqueamiento de órganos dentarios pigmentados.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA DESMINARALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO

4.- Se validó que el procedimiento de tinción con vino tinto no dio lugar a daños ni en la dentina ni en el esmalte de los tejidos dentarios.

5.- Igualmente, se validó que ninguno de los agentes aclaradores a ningún tiempo de aplicación dio lugar a daños en la dentina y esmalte de los órganos dentarios.

6.- Con base en lo anterior, se confirma la hipótesis nula de este proyecto (H0).

EVALUACIÓN PRELIMINAR *IN VITRO* DE CAMBIOS ESTRUCTURALES EN DENTINA Y ESMALTE

7.- No se observaron cambios topográficos en la superficie de dentina y esmalte de órganos dentarios tratados con los agentes aclaradores objeto de estudio (40 min de tratamiento), revelando ausencia de daños estructurales comúnmente atribuidos a la erosión resultante de este tipo de tratamientos.

EVALUACIÓN CLÍNICA DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

8.- Se validó al Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® como un agente aclarador efectivo en el tratamiento de discoloraciones intrínsecas severas (tiempo de tratamiento estudiado de 40 min).

RECOMENDACIONES

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

Validar la efectividad del Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® contra otros agentes aclaradores que ofrezcan mayor reproducibilidad en el blanqueamiento.

Valorar la versatilidad del Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent® diseñando estudios *in vitro* con agentes de pigmentación adicionales.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA DESMINERALIZACIÓN DEL TEJIDO DENTARIO

Se recomienda validar el probable proceso de remineralización del tejido dentario sugerido por el decremento observado en la escala de valores del dispositivo DIAGNodent pen.

EVALUACIÓN PRELIMINAR *IN VITRO* DE CAMBIOS ESTRUCTURALES EN DENTINA Y ESMALTE

Optimizar el proceso de corte de los órganos dentarios para evitar en la medida de lo posible los patrones de corte observados.

EVALUACIÓN CLÍNICA DEL BLANQUEAMIENTO DEL TEJIDO DENTARIO

Diseñar un estudio sistemático donde se incluyan más pacientes y se abarquen más tiempos de aplicación del Kit de Aclaramiento Dental Endo PerlaDent®.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stark, William D., DDS, Fallon, L. Fleming, Jr. M. Magill's Medical Guide (Online Edition),. 2019.
2. Gómez M CA. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. México: Médica Panamericana; 2009.
3. Bersezio C, Oliveira Junior O, Vildósola P, Martín J, Fernández E, Angel P, et al. Instrumentación para el registro del color en odontología. Currículo Lattes. 2013;(July).
4. WARD J, PARASHOS P, MESSER H. Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: Clinical Cases. J Endod [Internet]. 2003;29(11):764–7.
5. García JA, Rubiño M, Romero J, Hita E. Measuring the whiteness of human teeth. Color Res Appl. 1993;18(5):349–52.
6. Hasegawa A, Motonomi A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color of Natural Tooth Crown in Japanese People. Color Res Appl. 2000;25(1):43–8.
7. Moscardó AP, Alemany IC. Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. Odontol Clin [Internet]. 2006;363–8.
8. Burkinshaw SM. Colour in relation to dentistry. Fundamentals of colour science. Br Dent J. 2004;196(1):33–41.
9. Goldberg S. Endodoncia Técnica y Fundamentos. 2002.
10. Canalda Sahli C BAE. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 3ra ed. Barcelona, España: Elsevier Inc; 2014.
11. Bearham A. The consequences of internal tooth bleaching. Aust Endod J. 1999;25(3):136.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12. Mahmoud Torabinejad REW. Endodoncia principios y práctica. 4ta edició. Barcelona, España: Elsevier Inc; 2010.
13. Roesch Ramos L, Peñaflores Fentanes E, Navarro Montiel R, Dib Kanan A, Estrada Esquivel BE. Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. Oral [Internet]. 2007;25:392–5.
14. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. J Endod. 2008;34(4):394–407.
15. Rao RN. Endodoncia Avanzada. 1ra ed. Amolca; 2011.
16. Amengual Lorenzo J, Llena Puy MC, Forner Navarro L MLR. Últimas tendencias en el blanqueamiento del diente tratado endodóncicamente. 2001.
17. Sanchez AR, Rogers III RS, Sheridan P. Tetracycline staining of the teeth and oral cavity. Int J Dermatol. 2004;43(709–715):709–15.
18. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2010;120(4):306–20.
19. Bachmann L, Sena ET, Stolf SF, Zezell DM. Dental discolouration after thermal treatment. Arch Oral Biol. 2004;49(3):233–8.
20. J M. The aesthetics of anterior tooth aging. Current Opinion in Cosmetic Dentistry. 1997;4:35–9.
21. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching - A critical review of the biological aspects. Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14(4):292–304.
22. Prathap S, Rajesh H, Bloor VA, Rao AS. Extrinsic stains and management : A new insight. 2013;1(January):435–42.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

23. de Oliveira M, Bittencourt JA, de Oliveira Salgado I, Duque de Miranda Chaves de Filho H. Blanqueamiento Dental en Dientes No Vitales: Consideraciones Actuales N. *Int J Odontostomat Int J Odontostomat* [Internet]. 2008;2(21):61–6.
24. Sulieman MAM. An overview of tooth-bleaching techniques: Chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000*. 2008;48(1):148–69.
25. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser-A systematic review. *Dent Mater*. 2007;23(5):586–96.
26. Pandey SH, Patni PM, Jain P, Chaturvedi A. Management of intrinsic discoloration using walking bleach technique in maxillary central incisors. *Clujul Med*. 2018;91(2):229–33.
27. Fearon J. Tooth whitening: concepts and controversies. *J Ir Dent Assoc*. 2007;53(3):132–40.
28. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *J Endod*. 2008;34(4):394–407.
29. Rotstein I, Torek Y, Misgav R. Effect of cementum defects on radicular penetration of 30% H₂O₂ during intracoronar bleaching. *J Endod*. 1991;17(5):230–3.
30. Lambrianidis T, Kapalas A, Mazinis M. Effect of calcium hydroxide as a supplementary barrier in the radicular penetration of hydrogen peroxide during intracoronar bleaching in vitro. *Int Endod J*. 2002;35(12):985–90.
31. Gallego G, Zuluaga O. Combinación de tres técnicas de blanqueamiento en dientes no vitales. Reporte de un caso. *CES Odontol*. 2009;19(2):47–52.
32. Juárez N, Andaracua S, Barrera DK. Blanqueamiento dental intrínseco utilizando técnica termo-catalítica. Presentación de un caso clínico. *Rev*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Odontológica Mex [Internet]. 2014;18:186–90.
33. Hirata R. Tips: Claves en odontología estética. 1ra ed. Editorial Médica Panamericana; 2012.
 34. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent*. 2007;35(12):889–96.
 35. Berga-Caballero A, Forner-Navarro L, Amengual-Lorenzo J. At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(1).
 36. Ingle JI BL. *Endodontics*. 5ta ed. Canada: BC Decker Inc.; 2002.
 37. No Title. Available from: <https://perladent.com.mx/kit-de-aclaramiento-dental-endo/>
 38. Ranga R, Comes C, Cuculescu M, Slu O, Funieru C, Adrian P. Performance of a new laser fluorescence diagnostic device in early carious lesion detection. 2007;6:21–9.