

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Odontología Tijuana

Especialidad en Odontología Pediátrica



Efecto Bactericida de Láser Diodo en *Enterococcus Faecalis* de Conductos Radiculares Temporales y Caso Clínico

Trabajo terminal para obtener el DIPLOMA de
ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA

CD Ana Laura Posada Amezcua

PRESIDENTE

Dra. Lucrecia Rebeca Arzamendi Cepeda

SINODAL

Dr. Eduardo Serena Gómez

SINODAL

Dra. Irma Alicia Verdugo Valenzuela

SINODAL

Dra. Eva Viviana Sarmiento Gutiérrez

Tijuana, Baja California, México

Noviembre 2022

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
Especialidad en Odontología Pediátrica

Tijuana, Baja California a; 21 de septiembre de 2022

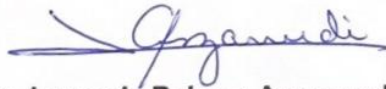
Comité de Estudios de Posgrado
Presente

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EFFECTO BACTERICIDA DE LÁSER DIODO EN *ENTEROCOCCUS FAECALIS* DE CONDUCTOS RADICULARES TEMPORALES Y CASO CLÍNICO.**

Propuesto por la **CD Ana Laura Posada Amezcua**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

ATENTAMENTE



Dra. Lucrecia Rebeca Arzamendi Cepeda
Director

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
Especialidad en Odontología Pediátrica

Tijuana, Baja California a; 21 de septiembre de 2022

Comité de Estudios de Posgrado
Presente

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EFFECTO BACTERICIDA DE LÁSER DIODO EN *ENTEROCOCCUS FAECALIS* DE CONDUCTOS RADICULARES TEMPORALES Y CASO CLÍNICO.**

Propuesto por la **CD Ana Laura Posada Amezcua**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

ATENTAMENTE

Dr. Eduardo Serena Gómez
Sinodal



Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
Especialidad en Odontología Pediátrica

Tijuana, Baja California a; 21 de septiembre de 2022

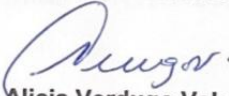
Comité de Estudios de Posgrado
Presente

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EFFECTO BACTERICIDA DE LÁSER DIODO EN *ENTEROCOCCUS FAECALIS* DE CONDUCTOS RADICULARES TEMPORALES Y CASO CLÍNICO.**

Propuesto por la **CD Ana Laura Posada Amezcua**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

ATENTAMENTE


Dra. Irma Alicia Verdugo Valenzuela
Sinodal

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
Especialidad en Odontología Pediátrica

Tijuana, Baja California a; 21 de septiembre de 2022

Comité de Estudios de Posgrado
Presente

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **EFFECTO BACTERICIDA DE LÁSER DIODO EN *ENTEROCOCCUS FAECALIS* DE CONDUCTOS RADICULARES TEMPORALES Y CASO CLÍNICO.**

Propuesto por la **CD Ana Laura Posada Amezcua**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

ATENTAMENTE


Dra. Eva Viviana Sarmiento Gutiérrez
Sinodal

Ccp.- Archivo.

Agradecimientos

A mi tutora, Dra. Lucrecia Arzamendi, por toda su ayuda durante estos dos años, por compartirme su conocimiento y experiencia. Por su orientación y paciencia en esta investigación, por motivarme a dar mi 100% siempre a pesar de las dificultades presentadas.

A la Dra. Betsabé De La Cruz, por aceptarme a ser parte de este maravilloso posgrado, por su apoyo incondicional y paciencia que me brindó durante estos dos años.

A la Dra. Irma Alicia Verdugo por siempre resolver mis dudas en todas las áreas, por brindarme su confianza, compañía y conocimiento.

A mis sinodales por ser parte de esta investigación ayudando con sus comentarios y sugerencias.

A la Dra. Amalia García, por acompañarme en este camino resolviendo mis dudas, por su atención y comentarios para la mejora de la presente investigación.

A Conacyt por brindarme el apoyo económico para realizar esta investigación.

Por último a las amistades que hice en este posgrado, por convertirse en mi pequeña familia fuera de mi ciudad, por las risas incontables, los momentos tristes, de enojo, de querer darnos por vencidos y siempre apoyarnos entre todos, siempre serán de las cosas más bonitas a recordar de estos dos años.

Dedicatoria

A la persona más especial para mí, mi papá, por siempre apoyarme incondicionalmente, ser mi pilar y ejemplo siempre.

A mi mamá hasta el cielo.

Resumen

Introducción: para un tratamiento de conductos exitoso, la desinfección del conducto radicular es de gran importancia, depende en gran medida de la eliminación químico-mecánica de microorganismos y restos pulpares utilizando soluciones irrigantes. La irradiación láser tiene la capacidad de eliminar bacterias penetrando más que las soluciones irrigantes por sí solas, permitiendo mejorar el tratamiento de conductos.⁵ El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto bactericida de láser diodo en *Enterococcus faecalis* de conductos radiculares temporales.

Materiales y métodos: se realizó estudio experimental, in vitro para evaluar el efecto bactericida de láser diodo en órganos dentarios temporales. 18 órganos dentarios temporales fueron cortados a una misma longitud de 7 mm, se colocó ionómero de vidrio en zona apical, se prepararon hasta lima #40 y esterilizaron por 30 minutos a 121°C, fueron inoculados con la cepa *Enterococcus faecalis* y divididos en tres grupos: láser diodo por 8 segundos, láser diodo por 10 segundos y el grupo control hipoclorito de sodio al 0.5%. Se tomó muestreo inicial y final con punta de papel estéril transfiriéndola a un vial estéril con agua peptonada, se sembraron en caja Petri con agar sangre, se realizó conteo de Unidades Formadoras de Colonias.

Resultados: el porcentaje de disminución de gradiente bacteriano fue 11.67% en grupo 1, 22.29% grupo 2 y 100% grupo 3. Se realizó método Tukey, no mostró diferencia significativa entre grupo 1 y 2 $p=0.7287$. Grupo 1 y 3 hubo diferencia significativa valor de $p=0.0016$ al igual que entre grupo 2 y 3 $p=0.0031$.

Discusión: Bahrololoomi y cols. reportaron que utilizar láser diodo a 1.5W es efectivo en la reducción de *Enterococcus faecalis* sin dañar los tejidos periodontales.

Conclusiones: la aplicación de láser diodo en diferentes intervalos de tiempo, no disminuye significativamente la eliminación de *Enterococcus faecalis* del sistema de conducto radicular temporal.

Palabras clave: láser diodo, pulpectomía, *Enterococcus faecalis*.

Abstract

Introduction: for successful root canal treatment, root canal disinfection is very important and depends to a large extent on the chemical-mechanical removal of microorganisms and pulp debris using irrigant solutions. Laser irradiation has the ability to eliminate bacteria by penetrating more than irrigant solutions alone, thus improving root canal treatment.⁵ The aim of this study was to evaluate the bactericidal effect of diode laser on *Enterococcus faecalis* in temporary root canals.

Materials and methods: an experimental, in vitro study was carried out to evaluate the bactericidal effect of diode laser on primary teeth. 18 primary teeth were cut to the same length of 7 mm, glass ionomer was placed in the apical zone, they prepared to file #40 and sterilized for 30 minutes at 121°C, they were inoculated with *Enterococcus faecalis* strain and divided into three groups: diode laser for 8 seconds, diode laser for 10 seconds and the control group 0.5% sodium hypochlorite. Initial and final samples were taken with a sterile paper point and transferred to a sterile vial with peptone water, they were planted in a Petri plate with blood agar, and the Colony Forming Units were counted.

Results: the percentage of bacterial gradient decrease was 11.67% in group 1, 22.29% in group 2 and 100% in group 3. The Tukey method was performed and showed no significant difference between group 1 and 2 $p=0.7287$. Group 1 and 3 had a significant difference value of $p=0.0016$ as well as between group 2 and 3 $p=0.0031$.

Discussion: Bahrololoomi et al. reported that using a 1.5W diode laser is effective in reducing *Enterococcus faecalis* without damaging periodontal tissues.

Conclusions: the application of diode laser at different time intervals does not significantly decrease the elimination of *Enterococcus faecalis* from the temporary root canal system.

Key words: diode laser, pulpectomy, *enterococcus faecalis*.

Índice

<i>Introducción</i>	1
<i>Planteamiento del problema</i>	10
<i>Justificación</i>	12
<i>Hipótesis</i>	13
<i>Objetivos</i>	13
<i>Materiales y métodos</i>	14
<i>Resultados</i>	26
<i>Discusión</i>	34
<i>Conclusión</i>	36
<i>Recomendaciones</i>	37
<i>Caso clínico</i>	38
<i>Referencias bibliográficas</i>	47
<i>Anexos</i>	49

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS), identifica la caries dental como la tercera patología mundial que afecta en los países desarrollados a más del 95% de la población. En México, la caries dental perjudica a más del 90% de la población.

A pesar de avances modernos en la prevención contra la caries dental para mantener la dentición temporal, numerosos órganos dentarios temporales se pierden prematuramente.⁵

La pérdida prematura de los órganos dentarios temporales puede causar maloclusión y problemas en las funciones principales del sistema estomatognático.²

Por lo tanto, la pulpectomía en dientes con pulpitis irreversible o pulpa necrótica es necesaria para evitar daños en los órganos dentarios permanentes o problemas debido a la pérdida prematura de los dientes temporales.²

Para un tratamiento de conducto exitoso, la desinfección del conducto radicular es de gran importancia, cualquier tratamiento endodóntico depende en gran medida de la eliminación químico-mecánica de microorganismos y restos pulpares utilizando soluciones irrigantes. Los irrigantes actúan mediante un contacto estrecho con las bacterias, sin embargo, los irrigantes tienen una profundidad de penetración inadecuada.⁴

La irradiación láser es utilizada en diferentes áreas odontológicas, uno de sus usos es en el sistema de conducto radicular debido a su capacidad de eliminar bacterias logrando penetrar más que las soluciones irrigantes por si solas, permitiendo así mejorar el tratamiento de conductos.⁵

Antecedentes

En el 2017 Bahrololoomi y colaboradores, realizaron un estudio donde se investigó el efecto antimicrobiano del láser de diodo en pulpectomía de órganos dentarios temporales y definieron las condiciones óptimas del láser de diodo en el conducto radicular. Se utilizaron órganos dentarios temporales unirradiculares, después de la limpieza tradicional de los conductos con hipoclorito de sodio, se dividieron en 2 grupos. A 65 muestras se les cultivó *Enterococcus faecalis* en los conductos radiculares los cuales se subdividieron en 3 grupos, limpieza tradicional irrigando con NaOCl al 0.5%, el segundo grupo se realizó la limpieza tradicional junto con el uso de láser de diodo a 1.5 W y al último grupo no se realizó ningún tratamiento. Las muestras se cultivaron y después del recuento de colonias bajo microscopio óptico se analizaron estadísticamente. El grupo de láser de diodo mostró la máxima reducción en el recuento de bacterias. Para 60 muestras se midió el aumento de temperatura de las partes apical y cervical de la superficie radicular externa utilizando dos termopares tipo K, la temperatura se tomó al momento de irradiar el conducto con el láser de diodo con 1.5 W, en el segundo experimento el aumento de temperatura promedio de la superficie de la raíz externa fue menos que el umbral de daño del ligamento periodontal.

En el 2019 Walia y colaboradores, evaluaron la diferencia en la eficacia antibacteriana de los conductos radiculares de órganos dentarios temporales, irrigados con clorhexidina, solución salina, hipoclorito de sodio o irradiados con láser diodo. A cada grupo se le tomó una muestra inicial con una punta de papel estéril y una muestra final después de realizar la desinfección para el conteo de Unidades Formadoras de Colonias. Las comparaciones entre grupos no mostraron diferencias significativas al

comparar los grupos clorhexidina, hipoclorito de sodio e irradiación láser. Sin embargo al comparar con el grupo de solución salina si mostró diferencia significativa. La clorhexidina al 2%, el hipoclorito de sodio al 1% y la irradiación láser lograron reducir las bacterias en el conducto radicular. Se concluyó que el láser diodo puede ser un posible complemento para los protocolos existentes para desinfectar el sistema de conductos radiculares.

En el 2018 Shanshan y colaboradores, evaluaron la capacidad desinfectante de un láser diodo en conductos radiculares de órganos dentarios temporales infectados experimentalmente. Se seleccionaron órganos dentarios anteriores inferiores temporales, se les inoculó la cepa *Enterococcus faecalis* durante 21 días. Las muestras se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos: sin tratamiento, NaOCl al 5.25%, láser de diodo y grupo láser de diodo irrigando con NaOCl. Las capacidades desinfectantes de los tratamientos se midieron mediante el número de bacterias. En el grupo de láser de diodo y NaOCl, la reducción bacteriana alcanzó casi el 100% en las superficies de los conductos radiculares, rara vez se observaron bacterias vivas, incluso en los túbulos dentinarios más profundos. El uso de láser diodo especialmente en combinación con hipoclorito de sodio mostró ser efectivo para desinfectar el sistema de conductos radiculares en órganos dentarios temporales.

En el 2018 Kivanc y colaboradores, evaluaron el efecto bactericida y el aumento de temperatura con láser diodo en órganos dentarios que prepararon químicamente e incubados con una suspensión de *Enterococcus faecalis*. Las muestras se dividieron aleatoriamente en tres grupos: irradiado con láser de diodo a 1.2 W, irradiado por láser

de diodo a 2 W, irradiado por láser de diodo a 3 W. Se contaron las bacterias cultivadas y se determinaron los números medios de cada tubo de ensayo. La temperatura se midió en el tercio apical externo de la raíz durante la aplicación del láser. No se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos de prueba en términos de recuento de colonias. De acuerdo al cambio de temperatura se observó diferencia significativa entre los grupos teniendo el mayor aumento de temperatura en el grupo de láser diodo a una potencia de 3W.

En el 2018 Mohammed y colaboradores evaluaron el efecto bactericida de láser diodo. Irradiaron los órganos dentarios con láser diodo 980 nm en 4 periodos de 15 segundos cada uno e irrigados con solución salina. El muestreo bacteriológico se llevó a cabo con una punta de papel estéril ingresada en el conducto radicular antes y después de la irradiación con láser diodo o la irrigación con clorhexidina. Al sembrar las muestras se identificaron las diferentes bacterias presentes. En la cepa *Enterococcus faecalis* mostró una diferencia significativa entre láser diodo y clorhexidina. Concluyendo que ambas técnicas de desinfección disminuyeron la cantidad de bacterias significativamente, sin embargo el grupo irradiado con láser diodo resultó ser más efectivo que clorhexidina al 2%.

Marco teórico

Caries dental

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define a la caries dental como un proceso localizado de origen multifactorial que inicia después de la erupción dentaria, logrando una desmineralización del tejido duro del órgano dental hasta formar una cavidad.

A nivel mundial, según la OMS, entre el 60% y el 90% de los niños de edad escolar presentan caries, a menudo acompañada de dolor o sensación de molestia. Las últimas cifras reportadas en México en el 2018, el 68.7% de los menores entre 2 y 4 años presentan lesiones cariosas, así como el 73.4% de los niños entre 5 y 9 años.¹

Una de las enfermedades más frecuentes que afectan la salud bucodental es la caries dental, enfermedad de progresión lenta, proceso multifactorial mediado por la presencia de una biopelícula que puede alojar bacterias cariogénicas cuyo metabolismo produce ácidos que disminuyen el pH y afectan el esmalte, causando la pérdida de mineral en la estructura dental; inicia con erosión de la capa externa del diente, el esmalte, producida tras la formación de una placa dentaria que en su inicio pudo ser una acumulación de azúcar u otros hidratos de carbono.⁶

En la dentición temporal, la mayor frecuencia de caries dental se encuentra en los primeros y segundos molares, seguidos de los caninos e incisivos superiores. Los incisivos inferiores raramente presentan lesiones cariosas ya que su relación con la lengua y los circuitos de distribución de la saliva favorece una defensa natural.

Inicialmente, la lesión cariosa puede verse como una zona opaca blanquecina, pero con la superficie íntegra. Son las llamadas “manchas blancas” que corresponden a la desmineralización sin cavitación macroscópica. La velocidad de progresión de la

lesión cariosa en los pacientes pediátricos es generalmente más rápida que en el adulto. La lesión cariosa puede avanzar hasta afectar la estructura interna del órgano dentario, la pulpa dental, por lo cual es necesario realizar el tratamiento indicado para esos casos.

Terapia pulpar

El objetivo principal de la terapia pulpar es mantener la integridad y la salud de los órganos dentarios y sus tejidos de soporte manteniendo la vitalidad pulpar del órgano dentario afectado por lesión cariosa, lesiones traumáticas u otras causas.

Las indicaciones, objetivos y tipos de terapia pulpar son basados en el estado de salud del tejido pulpar que se clasifica como:

Pulpa normal:

- Clínicamente está libre de síntomas y responde positivamente dentro de parámetros normales a las pruebas de sensibilidad.
- Radiográficamente sin alteración periapical.

Pulpitis reversible:

- Su diagnóstico clínico está basado en hallazgos subjetivos y objetivos en donde la pulpa vital inflamada retornará a la normalidad.
- No existen antecedentes de dolor espontáneo.
- Dolor transitorio de leve a moderado provocado por estímulos: frío, calor, dulce.
- Pruebas de sensibilidad positivas, térmicas y eléctricas.
- Obturaciones fracturadas, desadaptadas o caries.
- Radiográficamente no presenta cambios.

Pulpitis irreversible sintomática:

- Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos indicando que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse.
- Dolor a los cambios térmicos.
- Dolor referido, espontáneo de moderado a severo.
- El dolor permanece después de retirar el estímulo.
- Dolor a la percusión.
- Puede presentar lesión cariosa.
- Radiográficamente un posible ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal.

Pulpitis irreversible asintomática:

- Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos indicando que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse.
- No hay síntomas clínicos.
- Exposición pulpar por lesión cariosa, fractura coronal complicada sin tratamiento.
- Radiográficamente sin alteración periapical.
- Posible engrosamiento del espacio del ligamento periodontal.

Pulpectomía

Esta técnica consiste en la eliminación del tejido pulpar del órgano dentario, tanto la cámara pulpar coronal como de los conductos radiculares. Posteriormente se obtura el conducto radicular con materiales bacteriostáticos y bactericidas que puedan

reabsorberse al mismo tiempo que órgano dentario. El principal propósito de realizar pulpectomía es eliminar el material orgánico de los conductos radiculares.⁵

La guía de la American Academy of Pediatric Dentistry refiere que la pulpectomía está indicada en órganos dentarios primarios con lesiones cariosas acompañadas con exposiciones pulpares en las que después de realizar la eliminación de la pulpa coronal, la pulpa radicular presente signos clínicos de hiperemia o evidencia de necrosis de la pulpa radicular con o sin afectación de lesión cariosa.

La resistencia a realizar un tratamiento de conductos se basa en la dificultad para limpiar y dar forma a los conductos radiculares curvos de los molares temporales. La preparación del conducto radicular en molares temporales, a diferencia de los órganos dentarios permanentes, se basa principalmente en medios químicos en lugar de desbridamiento mecánico.

El tratamiento se considera exitoso si después de un período de seguimiento el órgano dental no tiene movilidad, permanece en función sin dolor, malestar o infección hasta que el órgano dentario permanente esté listo para erupcionar y cuando presenta reabsorción fisiológica. Radiográficamente el órgano dentario temporal debe presentar la ausencia o reducción en el tamaño de las lesiones radiolúcidas.

Indicaciones de pulpectomía

- Pulpitis irreversible
- Necrosis pulpar
- Dolor espontáneo
- Hiperemia pulpar después de pulpotomía
- Reabsorción radicular mínima o nula (menor a un tercio)

Contraindicaciones de pulpectomía

- Reabsorción radicular de más de dos tercios
- Lesión en furca
- Estructura dental sin capacidad de reconstruirse
- Cuando la salud bucal del paciente límite el éxito del tratamiento
- Pacientes con riesgo de infección recurrentes.

Objetivos de la pulpectomía

Este tratamiento persigue tres objetivos: vaciar, limpiar el sistema de conductos radiculares y sellarlo herméticamente. Todo lo cual debe conseguirse sin lesionar los tejidos periapicales, responsables de la recuperación definitiva.¹⁸

Anatomía del conducto radicular

Para comprender de una mejor manera los fenómenos que suceden en el conducto radicular es importante considerar la dentina y la pulpa como estructuras que desde un punto de vista embriológico, histológico y funcional como un mismo tejido.

Algunos autores utilizan el término “complejo dentino-pulpar” para enfatizar el contacto íntimo de ambas estructuras. Funcionalmente la pulpa mantiene la vitalidad de la dentina y al mismo tiempo la dentina encierra a la pulpa protegiéndola.

El origen embriológico de la dentina y la pulpa es el mismo, el ectomesénquima.

Dentina

La dentina, es el eje estructural del órgano dental y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronal está recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la región radicular está tapizada por cemento. Interiormente, la dentina delimita una cavidad, denominada cámara pulpar, que contiene dentro a la pulpa dental.

Químicamente está compuesta por un 70% de materia inorgánica, 18% de materia orgánica y 12% de agua; el componente principal de la materia inorgánica es la hidroxiapatita mientras que el colágeno lo es de la materia orgánica.

Pulpa

La pulpa es un tejido especializado laxo, de consistencia gelatinosa, vascularizado e innervado, delimitado por un entorno inextensible como es la dentina, esta compuesta por un 25% de sustancia orgánica y un 75% de agua, tiene circulación sanguínea terminal y con una zona de acceso circulatorio – periápice – de pequeño calibre, tiene odontoblastos que intervienen en la dentinogénesis y la formación de dentina reparadora y células defensivas del tipo de macrófagos – histiocitos – que representan la primera línea de defensa.^{11, 12} Todo ello, hace que la capacidad defensiva del tejido pulpar sea muy limitada ante las diversas agresiones que pueda sufrir. La pulpa se defiende de las lesiones con una respuesta inflamatoria.¹⁵

La pulpa reacciona a distintos irritantes externos como microbianos, térmicos, mecánicos y químicos mediante una respuesta inflamatoria rápida y que tiene características propias debido en gran manera a que se encuentra en un espacio totalmente cerrado. Es por eso que se produce un aumento de la presión interna que llega a afectar el sistema circulatorio de la pulpa hasta poder causar la necrosis del tejido pulpar.

La pulpa dentaria tiene una gran actividad biológica, siendo la parte del órgano dentario que tiene más funciones y que perduran durante toda la vida del órgano dentario, si éste no es lesionado.

La pulpa dental posee:

- Función formadora de dentina durante toda la vida del órgano dentario.
- Función nutritiva a partir de los nutrientes contenidos en el líquido tisular y que difundirán a la dentina por los odontoblastos y sus prolongaciones.
- Función sensorial por sus abundantes fibras nerviosas.
- Función defensiva, por formación de dentina reparadora cuando la intensidad del estímulo es pequeña o si éste es mayor, la respuesta no procederá de los odontoblastos, sino de las células defensivas, dando lugar a inflamación de la pulpa.

Formación radicular de los dientes temporales.

La raíz empieza a formarse cuando finaliza la formación del esmalte, lo que sucede aproximadamente a los 6 meses después del nacimiento. Las células del asa cervical aumentan el número de sus mitosis, profundizan en el mesénquima englobando cada vez más papila dental y pasan a formar la vaina radicular de Hertwig, que determina el tamaño, la forma o el número de raíces. El depósito de dentina radicular continúa y engloba a las células de la papila dental que constituirán la pulpa dental.²

La formación de tejidos duros radiculares comienza cuando las células mesenquimatosas entran en contacto con la dentina de la raíz (por la vaina de Hertwig) y se diferencian en cementoblastos, los cuáles fabrican una matriz que posteriormente se mineraliza y forma una delgada capa de hueso especializado o cemento sobre la dentina. Las fibras de colágeno que quedan incluidas en el cemento tras la calcificación forman parte de las fibras primitivas del ligamento periodontal.²

Conforme la raíz va creciendo, la vaina radicular se fragmenta y prácticamente desaparece. Fuera del cemento, el mesénquima que reviste el folículo dental va a originar el ligamento periodontal, junto con la matriz secretada por los cementoblastos y las criptas óseas donde se desarrollan los dientes y de donde erupcionan más tarde .¹⁰

Características morfológicas de molares temporales

Primer molar superior temporal.

El primer molar presenta tres raíces, palatina, mesiovestibular y distovestibular. La raíz palatina, se abre hacia palatino y se curva en dirección vestibular en el tercio medio. Es frecuente encontrar las raíces palatina y distovestibular fusionadas.

Segundo molar superior temporal.

La raíz mesiovestibular presenta una bifurcación o dos conductos que están separados. Las raíces palatinas y distovestibular pueden estar fusionadas. En estos casos puede existir un conducto en común, dos conductos diferentes o dos conductos con muchas ramificaciones entre ellos.

Primer molar inferior temporal.

Presenta dos raíces, una mesial y una distal. Las raíces son largas y delgadas y se ensanchan considerablemente en el tercio apical, la raíz distal es más redonda, más corta y se afina apicalmente. La raíz mesial tiene dos conductos en el 75% de los casos. La raíz distal, posee un conducto único radicular.

Segundo molar inferior temporal.

Presenta dos raíces y son casi el doble que la corona. La raíz mesial presenta generalmente dos conductos radiculares y la raíz distal presenta un solo conducto radicular. La raíz distal está aplanada en la cara distal y se estrecha en el extremo apical.

Infección endodóntica

Pueden encontrarse alrededor de 700 especies de bacterias en la cavidad oral, de las cuales cada persona en particular puede albergar entre 100 y 200 de estas bacterias. Cuando el sistema de conducto radicular es infectado coronalmente, la infección avanza hasta la zona apical en donde las bacterias estimulan los tejidos periapicales hasta lograr una periodontitis apical.¹⁵

Enterococcus faecalis ha sido identificado numerosas veces como la bacteria que se recupera con más frecuencia en los conductos radiculares sometidos a un nuevo tratamiento, en casos de un tratamiento de conductos fallida y con infecciones persistentes.¹⁶

Enterococcus faecalis

Son gram positivos y anaerobios facultativos. Son organismos intestinales normales que pueden habitar en la cavidad oral y en el surco gingival.

Cuando está presente *Enterococcus faecalis* en pequeñas cantidades, puede eliminarse fácilmente, pero si es una cantidad mayor es difícil de erradicar.

Cuenta con muchas características distintivas que lo convierten en un sobreviviente en el conducto radicular del órgano dental.

Pueden realizar lo siguiente:

- Vivir y persistir en un ambiente pobre en nutrientes.
- Sobrevivir en presencia de varios medicamentos e irrigantes como es el hidróxido de calcio y el hipoclorito de sodio.
- Formar biopelículas en conductos radiculares previamente medicados.
- Invaden y metabolizan fluidos dentro de los túbulos dentinarios.
- Adquirir resistencia a los antibióticos.

- Sobrevivir en ambientes extremos con bajo pH, alta salinidad y altas temperaturas.

Técnicas de desinfección del conducto radicular temporal

La desinfección de los conductos radiculares se basa realizándose con medios mecánicos, sustancias químicas y mediante la aplicación de medios físicos como por ejemplo algunos tipos de láser.

La infección del conducto radicular puede ocasionar lesiones en los tejidos periapicales del órgano dentario, por lo cual uno de los objetivos del tratamiento de conductos es la eliminación de microorganismos que se encuentran dentro del conducto radicular. La reducción del número de bacterias en el conducto radicular se lleva a cabo con la preparación del conducto mediante la instrumentación biomecánica, utilizando agentes químicos antimicrobianos en forma de irrigantes durante la instrumentación y mediante métodos físicos como los ultrasonidos y láser.

Irrigantes

Durante la instrumentación solo se puede eliminar parte del conducto radicular, ya que los instrumentos no pueden alcanzar las múltiples irregularidades de la anatomía interna radicular, conductos laterales, bifurcaciones, etc. Es a través de la irrigación que es posible realizar una correcta limpieza y desinfección de las paredes de los conductos.¹¹

Para Canalda son cuatro los objetivos básicos de la irrigación:

- Disolver los restos radiculares vitales o necróticos.
- Limpiar las paredes de los conductos para eliminar los residuos que las cubren.
- Disolver las bacterias y neutralizar sus productos y componentes antigénicos.
- Lubricar los instrumentos para facilitar su paso y su capacidad de corte.

Lo ideal en el tratamiento de conductos sería dejar el conducto sin ningún microorganismo vivo, pero es básicamente imposible mantener un conducto radicular totalmente aséptico o estéril.

Esto debido a las irregularidades anatómicas que tiene el conducto radicular y a sus túbulos dentinarios que alojan bacterias penetrando hasta 400 micras o más.

Algunos agentes irrigantes utilizados en el tratamiento de conductos son: hipoclorito de sodio, clorhexidina y solución salina.

Solución salina

La solución salina tiene como ingrediente el cloruro de sodio, algunos investigadores la recomiendan porque minimiza la irritación e inflamación de los tejidos. Produce desbridamiento y lubricación en el conducto radicular. Es susceptible a contaminarse con materiales biológicos extraños por una manipulación incorrecta.

La solución salina es un irrigante débil como para ser utilizado como irrigante principal, por lo que en la actualidad es utilizado como un irrigante auxiliar que se utiliza alternándose con otras soluciones y como solución irrigadora final cuando se desea eliminar los residuos de la solución anterior.

Clorhexidina

El gluconato de clorhexidina es usado desde hace 50 años para la prevención de caries dental, terapia periodontal y como enjuague bucal antiséptico, es utilizado gracias a su acción antibacteriana de amplio espectro y baja toxicidad. Debido a sus propiedades ha sido utilizado como irrigante del conducto radicular presentando ventajas sobre el hipoclorito de sodio como lo es la menor toxicidad, falta de olor y de mal sabor. Es incapaz de eliminar todas las bacterias del conducto radicular, no puede

disolver sustancias orgánicas ni tejidos necróticos presentes en el sistema de conducto radicular.

Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado en endodoncia debido a sus propiedades antibacterianas, lubricantes y disolvente de tejido. Las concentraciones clínicas varían entre 0.5% al 6%, teniendo un pH alcalino entre 10.7 y 12.2. Los beneficios que proporciona el hipoclorito de sodio como irrigante durante el tratamiento de conductos son: efectivos para eliminar el tejido vital y no vital, con un amplio efecto antibacteriano, destruyendo bacterias, hongos, esporas y virus. Es excelente lubricante y blanqueador, favoreciendo la acción de los instrumentos, posee una tensión superficial baja, vida media de almacenamiento prolongada y un bajo costo. La baja tensión superficial del hipoclorito permite su penetración a zonas de difícil acceso, como conductos laterales y túbulos dentinales. El hipoclorito de sodio por sí solo no remueve el barro dentinario, ya que sólo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y la predentina.

Es irritante para el tejido periapical y tejidos blandos, su sabor es inaceptable para los pacientes, no cumple con la propiedad de ser de baja toxicidad y eliminación de barrillo dentinario, es necesario combinarlo con agentes quelantes o diferentes soluciones irrigantes para lograr los objetivos de la desinfección del conducto radicular.

Láser

La palabra láser deriva del acrónimo Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Es un dispositivo que emite radiación electromagnética a través de un proceso de amplificación de luz basado en la emisión estimulada de fotones. La luz que emite un láser tiene los fotones en un estado coherente produciendo un efecto letal en

las bacterias. Las características de un láser dependen de la longitud de onda con la que cuenta, las cuales pueden ser emitidas en la parte ultravioleta del espectro electromagnético. Su eficacia dependerá de igual manera de la potencia en la que se utilice, la duración de la exposición láser, absorción de luz en el tejido, la anatomía del conducto radicular y la distancia entre la punta del láser y el objetivo.²⁰

Historia de láser

La emisión en que se basa el láser fue postulada en 1916 por Albert Einsten, basándose en las teorías del campo de la mecánica cuántica que fue formulada por el físico Bohr en el siglo XX.

En 1960 el físico Maiman Theodore construyó el primer láser basándose en estudios previos realizados por Townes y Schawlow. Maiman utilizó como medio activo el rubí, el láser construido por el físico emitía una luz de 694 nm de longitud de onda.

Las aplicaciones de láser en el área odontológica se iniciaron en 1963 en la Universidad de California en donde se estudiaron los efectos del láser de rubí sobre esmalte y dentina.

En 1964 Stern y Sogannaes investigaron los efectos producidos por un láser de CO₂ en el esmalte y la dentina y no fue hasta el año 1972 donde presentaron los primeros resultados de la aplicación del láser in vivo.¹⁷

Láser diodo

El láser de diodo es un semiconductor sólido que utiliza una combinación de galio, arseniuro, aluminio y/o indio como medio activo. La longitud de onda para uso dental oscila entre 800 y 1,064nm y emite en modo continuo de onda y modo cerrado de pulsación, utilizando una fibra óptica. Los láseres de diodo han ganado gran importancia en odontología debido a su diseño compacto y precio accesible. Las ventajas de este tipo de láser son una combinación de la eliminación del barrillo

dentinario, reducción bacteriana y disminución de las fugas apicales, que lo hacen adecuado para el tratamiento endodóntico. La principal acción del láser es fototérmica.²¹

Clasificación en función de láser diodo

En función de la potencia de los láseres diodo pueden clasificarse en dos grupos: de baja y alta potencia.

Los de baja potencia o también llamados láseres blandos, son de baja energía, con una potencia media de 1 a 100 mW. Sus aplicaciones se basan en sus efectos de bioestimulación de los tejidos y en su acción analgésica-antiinflamatoria.

Los de alta potencia son los que cuentan con potencia de 1 W hasta 15 W, con longitud de onda entre los 810 nm y 980 nm.²¹

Aplicaciones de láser diodo de alta potencia

Debido a su pequeño tamaño y precio accesible a diferencia de otros láseres es uno de los más utilizados en el área odontológica. Sus aplicaciones se relacionan con su efecto bactericida, con indicaciones específicas en periodoncia y endodoncia.

En endodoncia uno de los principales objetivos es lograr que el conducto radicular se encuentre libre de microorganismos, por lo cual se utilizan diferentes métodos de desinfección, siendo el láser diodo uno de ellos. Uno de los posibles efectos de la luz láser es su efecto térmico que conlleva una acción bactericida y por ello puede ser utilizado como un nuevo método de desinfección de los conductos radiculares.

En el área de periodoncia es utilizado para curetaje de los tejidos blandos, desbridamiento de las bolsas periodontales, en las incisiones y excisiones gingivales. De igual manera es utilizado para la descontaminación de las bolsas periodontales, pudiendo eliminar las bacterias anaeróbicas que contienen.

En cirugía el láser diodo es utilizado en tejidos blandos, indicado para recorte de encía, mucosa bucal y para obtener coagulación en los procedimientos quirúrgicos con excesivo sangrado. Las intervenciones quirúrgicas que se pueden realizar con láser diodo son: gingivectomía, biopsia de tejidos blandos, frenectomías y vestibuloplastías.¹⁹

Planteamiento del problema

En México aproximadamente 10 millones de niños entre los dos y cinco años padecen caries dental, lo que presenta un grave problema de salud bucal desde edades tempranas, según datos de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud.

Preservar el órgano dentario temporal es de gran importancia debido al mantenimiento de espacio, la masticación y la estética.²

Cuando la lesión cariosa es muy avanzada hasta llegar a la pulpa dental, no es posible realizar un tratamiento conservador, lo indicado es realizar tratamiento de conductos o también llamado en odontología pediátrica como pulpectomía.

La pulpectomía es un tratamiento conservador frente a la extracción. El objetivo principal de la pulpectomía es eliminar eficazmente las bacterias y los restos de tejido pulpar necrótico de los conductos radiculares con el fin de preservar el órgano dentario temporal. Aunque la mayoría de las bacterias se eliminan con la instrumentación mecánica, algunos microorganismos pueden permanecer viables, lo que ocasionará un resultado desfavorable de pulpectomía.

Además, una preparación biomecánica no es capaz de eliminar completamente los microorganismos presentes en los conductos radiculares, por lo que la desinfección del sistema de conductos radiculares tiene un papel importante en el éxito del tratamiento de pulpectomía.¹ El hipoclorito de sodio (NaOCl), es la solución irrigante más utilizada, debido a que tiene una amplia actividad antibacteriana con la muerte de bacterias, eliminación de biopelículas y la capacidad de disolver tejidos vitales o necróticos en el conducto radicular. Aunque NaOCl es un agente antibacteriano eficaz,

también es altamente tóxico para los tejidos pudiendo causar hemólisis, úlceras, migración de neutrófilos, destrucción de las células endoteliales y necrosis. Por lo cual utilizarlo de manera incorrecta puede causar situaciones inadecuadas.

Las soluciones irrigantes presentan su actividad antimicrobiana en contacto directo con las bacterias; sin embargo, la eficacia de las soluciones disminuye en la capa más profunda de la dentina del conducto radicular debido a la penetración insuficiente del irrigante.³ Numerosos estudios han demostrado que el efecto bactericida del láser de diodo se basa en propiedades térmicas; además, las bacterias no pueden desarrollar resistencia a la exposición al láser. Se ha utilizado láser diodo en varias áreas de la odontología con resultados de desinfección prometedores. Los estudios sobre la eficacia de los láseres en el tratamiento de conductos se han centrado principalmente en los órganos dentarios permanentes, mientras que los estudios sobre los órganos dentarios temporales pocas veces han sido informados. Debido a la complicada estructura de los conductos radiculares en órganos dentario temporales, la elección del protocolo de desinfección más eficaz para los dientes primarios infectados por la pulpa se vuelve particularmente importante.¹

De lo antes mencionado surge la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto bactericida del láser de diodo en *Enterococcus faecalis* de conductos radiculares temporales?

Justificación

Preservar los órganos dentarios temporales ayuda al correcto funcionamiento del sistema estomatognático como son la deglución, fonación, masticación al igual que mantener el espacio para la dentición permanente ya que sirven como guía de erupción.

Es necesario encontrar alternativas que mejoren el pronóstico al momento de realizar una pulpectomía como lo es la desinfección del conducto para obtener un tratamiento exitoso.

Las propiedades de la luz láser proporcionan un efecto bactericida en el conducto radicular que penetra más de 1 mm a través de la dentina, debido a que el grosor de esmalte y dentina es menor en órganos dentarios temporales, el láser puede ocasionar que la temperatura aumente más a diferencia de los órganos dentarios permanentes. Por lo que a través de esta investigación se pretende investigar acerca del efecto bactericida del láser diodo, así como el aumento de temperatura que tiene en los órganos dentarios temporales.

Hipótesis

Hipótesis de investigación.

El láser diodo presenta efecto bactericida en la cepa *Enterococcus faecalis* alojada en los conductos radiculares temporales.

Hipótesis nula.

El láser diodo no presenta efecto bactericida en la cepa *Enterococcus faecalis* alojada en los conductos radiculares temporales.

Objetivos

Objetivo general.

Evaluar de manera *in vitro* el efecto bactericida del láser diodo sobre *Enterococcus faecalis* en los conductos radiculares temporales.

Objetivos específicos.

- Comparar la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias antes y después de utilizar láser diodo en el sistema de conducto radicular temporal.
- Comparar la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias antes y después de utilizar hipoclorito de sodio al 0.5% en el sistema de conducto radicular temporal.
- Comparar el efecto bactericida utilizando el láser diodo en diferentes intervalos de tiempo.
- Evaluar el aumento de temperatura que genera el láser diodo sobre el conducto radicular temporal.

Materiales y métodos

Tipo de estudio y diseño general

Experimental, *in vitro*.

Universo de estudio

La muestra fue en 18 órganos dentarios temporales extraídos que cumplan con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

Criterios de inclusión:

- Órganos dentarios temporales extraídos que cumplan con formación radicular de 2/3.
- Órganos dentarios temporales extraídos uni o multirradicular.
- Órganos dentarios temporales extraídos sin calcificaciones.
- Órganos dentarios temporales extraídos sin tratamiento pulpar previo.

Criterios de exclusión:

- Órganos dentarios temporales que no cumplan con los criterios de inclusión.

Criterios de eliminación:

- Órganos dentarios temporales contaminados o mal procesados.

Variables

Nombre de la variable: efecto bactericida.

Definición: eliminación de *Enterococcus faecalis*.

Tipo de medición: cuantitativo.

Instrumento de medición: programa ImageJ

Escala: conteo de Unidades Formadoras de Colonias.

Uso: evaluar la disminución de Unidades Formadoras de Colonias posterior a la exposición de láser diodo.

Nombre de la variable: aumento de temperatura en conducto radicular temporal.

Definición: magnitud física que indica la energía en el conducto radicular temporal medida por un termómetro.

Tipo de medición: cuantitativo.

Instrumento de medición: sonda termopar y termómetro tipo K.

Escala: grados centígrados.

Uso: evaluar el aumento de temperatura a nivel apical, al momento de utilizar el láser diodo en el conducto radicular temporal.

Aspectos éticos

Procedimientos para mantener la identificación de los participantes

Colocados en diferentes refractarios con un número cada conducto radicular para identificarlos. Se llevó una hoja de control para cada conducto radicular.

Procedimientos para salvaguardar la integridad de los sujetos durante el estudio.

El procedimiento odontológico de rutina realizado en laboratorio bajo la supervisión de un especialista. No afectó a sujetos.

Cumplimiento a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Todos los derechos fueron tratados de manera indicada.

Proceso de selección o reclutamiento

Se recolectaron órganos dentarios temporales de la Clínica de Especialidad en Odontología Pediátrica, se les pidió permiso a los pacientes y padres de familia para donar su órgano dentario para la presente investigación.

Carta de derecho de los animales

No aplica

Alternativas terapéuticas

No aplica.

Riesgos potenciales de los sujetos de estudio y personal participante

El personal utilizó barreras de protección como lo son los lentes, careta, gorro, cubrebocas, guantes y bata para la protección personal.

Procedimientos para el manejo de riesgos

El material desechable como guantes y cubrebocas fueron colocados en la basura común. Los objetos punzocortantes fueron colocados en la caja de residuos punzo

cortantes que cuenta la clínica. Los instrumentos de laboratorio fueron desechos en bolsas de polietileno presentes en el laboratorio.

Beneficios potenciales

El beneficio fue evaluar el efecto bactericida del láser diodo en el sistema de conducto radicular temporal.

Margen riesgo- beneficio

Margen igualitario.

Financiamiento para el estudio

Beca Conacyt.

Impacto colateral en personal participante

No hay impacto colateral en el personal participante.

Declaración de conflicto de intereses

No se presentaron conflictos de intereses.

Uso de especies biológicas

Órganos dentarios temporales extraídos.

Confidencialidad

No aplica.

Procedimiento

El procedimiento del presente estudio consistió en recolectar órganos dentarios temporales extraídos que cumplieran con los criterios de inclusión.

Los órganos dentarios temporales fueron cortados a una misma longitud de 7 mm con una fresa de diamante TC-26 (Figura 1), se prepararon hasta la lima #40, irrigando con 1 ml de hipoclorito de sodio al 0.5% y solución salina (Figura 2 A,B), secando el conducto con puntas de papel #40, se colocó ionómero de vidrio en zona apical para realizar un sellado (Figura 3C). Posteriormente fueron esterilizados los conductos en autoclave a 121°C por 30 minutos (Figura 3A).

Se utilizaron 3 órganos dentarios para medir el aumento de temperatura que generó el láser diodo sobre el conducto radicular, se tomó la temperatura inicial, de tercio medio y apical con ayuda de una sonda termopar y termómetro digital tipo K. El mayor aumento obtenido fue de 33.8°C utilizando el láser diodo en dos periodos de tiempo de 5 segundos (Anexo 4).

Para evaluar el efecto bactericida se utilizaron 18 conductos que fueron divididos en 3 grupos:

- **Grupo 1:** láser diodo por 8 segundos
- **Grupo 2:** láser diodo por 10 segundos
- **Grupo 3 (control):** hipoclorito de sodio al 0.5%

El experimento se llevó a cabo en medio estéril, con un mechero Bunsen dentro de una campana de laboratorio. Se inició limpiando el área con jabón líquido y esponja, posteriormente se limpió el excedente con papel absorbente y se roció alcohol para desinfectar el área a utilizar. Se abrió la toma de gas para encender el mechero.

El área permitida para trabajar en medio estéril fue de 30 cm alrededor del mechero Bunsen, fue importante que la alumna conociera la forma de trabajar en medio estéril para evitar contaminaciones y sesgos en la investigación.

Todo lo que fue ingresado a la campana del laboratorio fue desinfectado previamente con alcohol y acercado a la llama del mechero.

Los conductos radiculares fueron colocados en una cámara húmeda realizado con un refractario de plástico con tapa, plastilina y algodón húmedo (Figura 3B), se colocaron verticalmente enumerados del 1 al 6 (Figura 3C), cada refractario correspondía a un grupo.

Se obtuvo una suspensión de la cepa de *Enterococcus faecalis* (ATCC 14506) en presentación líquida (Figura 4A), a cada conducto se le ingresó 10 microlitros de la suspensión de bacteria con una jeringa de insulina de 1 ml (Figura 4B), el recipiente fue cerrado con su tapa y se dejó incubando a 37°C durante 24 horas (Figura 4C).

Para los tres grupos se utilizaron viales de plástico estériles para tomar un muestreo inicial y uno final. Cada vial fue numerado del 1 al 6 acompañado de una letra específica para identificar fácilmente cada vial para cada conducto (Figura 5A). Para cada conducto se utilizaron dos viales donde cada uno tenía 1 ml de agua peptonada que contenía 5.0 g de cloruro de sodio y 10.0 g de peptona. (Figura 5B).

Grupo 1: se aspiró con una jeringa de insulina el excedente de bacteria que estuviera presente en el conducto radicular y se realizó un muestreo con punta de papel estéril antes de utilizar el láser diodo (Figura 6A). Se irrigó con 10 ml de solución salina, se utilizó láser diodo a una potencia de 1.8 W, en dos tiempos, el primero de 5 segundos, el segundo de 3 segundos con 10 segundos de reposo entre los dos tiempos (Figura 6C). Entre cada conducto la punta del láser fue desinfectada con un algodón y alcohol. Se realizó el muestreo final con punta de papel, trasladándose a un vial de plástico estéril con 1 ml de agua peptonada (Figura 7B,C).

Grupo 2: se aspiró con una jeringa de insulina el excedente de bacteria que estuviera presente en el conducto radicular y se realizó un muestreo con punta de papel estéril antes de utilizar el láser diodo. Se irrigó con 10 ml de solución salina y se utilizó láser diodo a una potencia de 1.8 W, en dos tiempos, el primero de 5 segundos, el segundo de 5 segundos con 10 segundos de reposo entre los dos tiempos. Entre cada conducto la punta del láser fue desinfectada con un algodón y alcohol. Se realizó el muestreo final con punta de papel, trasladándose a un vial de plástico estéril con 1 ml de agua peptonada.

Grupo 3: se aspiró con una jeringa de insulina el excedente de bacteria que se presentará en el conducto radicular y se realizó un muestreo con punta de papel estéril colocándola inmediatamente en un vial estéril con 1 ml de agua peptonada posteriormente se irrigó con 1 ml de hipoclorito de sodio al 0.5% (Figura 7A) y 1 ml de solución salina, se aspiró el excedente con una jeringa de insulina y se realizó el muestreo con una punta de papel #40 estéril y fue trasladada a un vial estéril de plástico con tapa que contenía 1 ml de agua peptonada (Figura 7C). Finalizando así con dos viales por cada conducto, un muestreo inicial y uno final.

Los viales fueron trasladados a una incubadora dejándolos por 24 horas a 37 °C, después se utilizaron cajas Petri con agar sangre, seleccionando una caja Petri para cada conducto. Del vial inicial se tomó 10 microlitros con un asa calibrada de metal (Figura 8A) y se trasladó a la caja Petri del lado izquierdo, el barrido se realizó con la misma asa calibrada de 10 microlitros (Figura 8B). Del lado derecho se realizó el barrido con el muestreo después de utilizar el láser o hipoclorito respectivamente.

Las cajas Petri de los grupos se incubaron por 24 horas a 37°C para posteriormente realizar conteo de bacterias antes y después (Figura 8C).

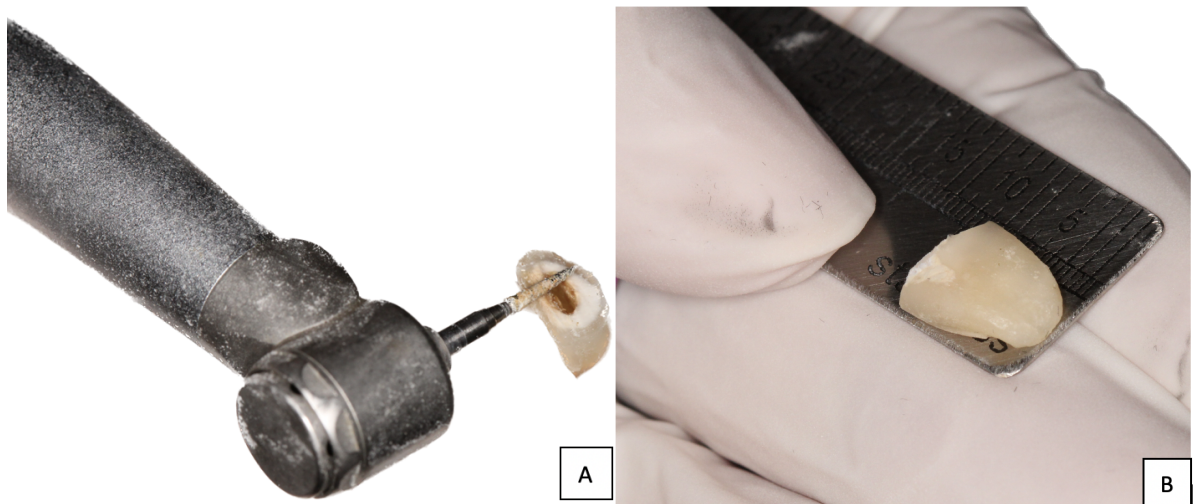


Figura 1. Preparación de órganos dentarios.
A) Se cortaron con fresa de diamante. B) Longitud de 7 mm



Figura 2. Preparación de órganos dentarios.
A) Se limó hasta lima #40. B) Se irrigó con NaClO al 0.5 % y solución salina. C) Colocación de ionómero de vidrio en apical.



Figura 3. Procedimiento de laboratorio.

A) Los conductos fueron esterilizados. B) Se creó una cámara húmeda con algodón, plastilina, refractario de plástico con tapa y alcohol etílico. C) Conductos radiculares colocados verticalmente sobre plastilina.

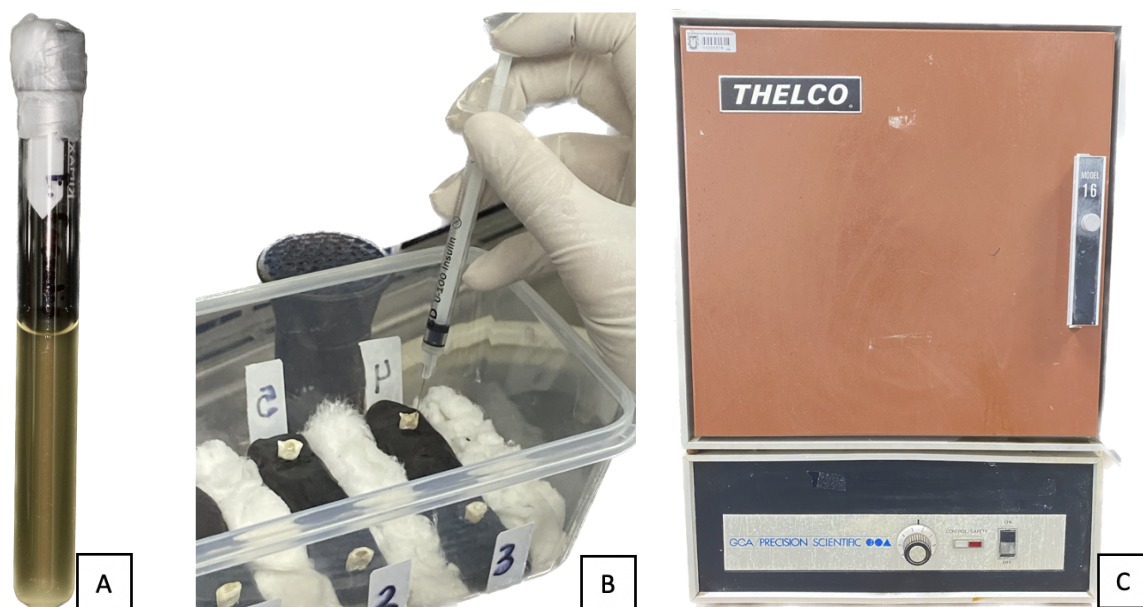


Figura 4. Inoculación de conductos.

A) *Enterococcus faecalis* en presentación líquida. B) Se le ingresó a cada conducto 10 microlitros de la cepa. C) Se inocularon durante 24 horas en incubadora Thelco.

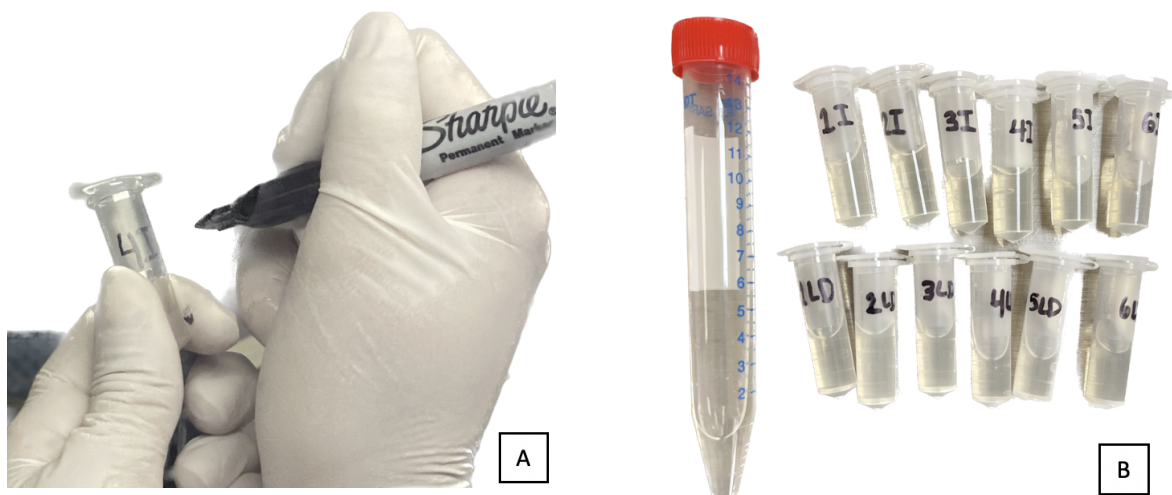


Figura 5. Enumeración de viales para muestras.

A) Se enumeró cada vial con un número e inicial. B) Viales con agua peptonada enumerados para muestreo inicial y final.

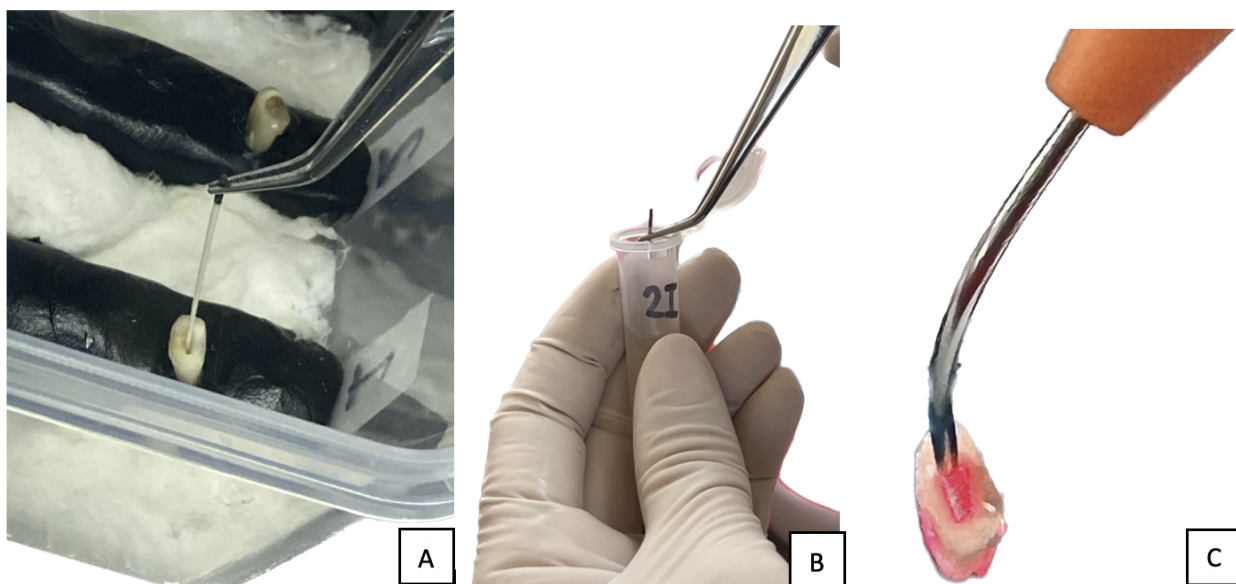


Figura 6. Toma de muestreo inicial y láser diodo.

A) Se tomó muestreo con punta de papel antes de utilizar el láser. B) Punta de papel ingresada a vial con agua peptonada. C) Grupo A y B: utilización de láser diodo en los conductos radiculares.

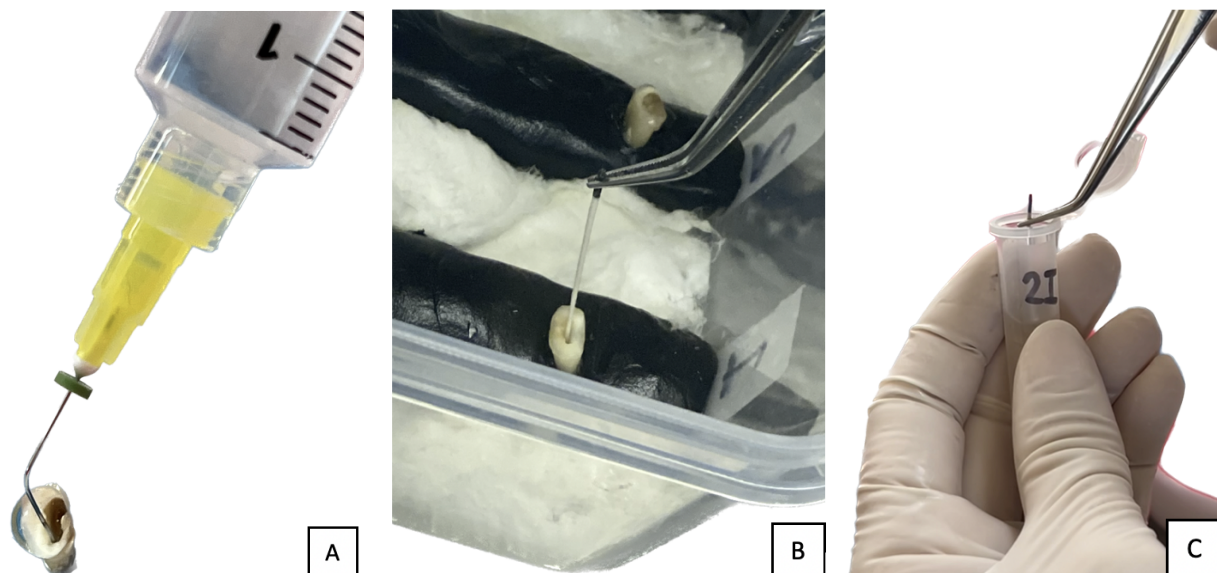


Figura 7. Grupo hipoclorito de sodio.

A) Se utilizó NaOCl al 0.5%. B) Toma de muestra final. C) Punta de papel ingresada a vial correspondiente.

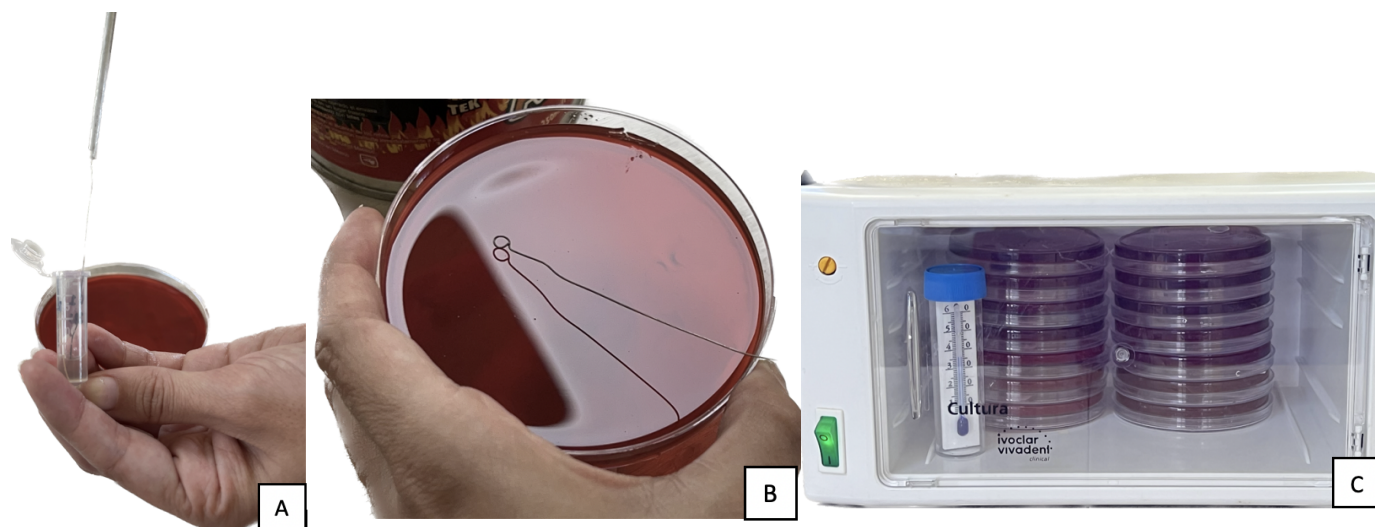


Figura 8. Incubación de muestras.

A) Toma de muestra con asa calibrada de 10 microlitros. B) Barrido de muestra sobre caja petri con agar sangre. C) Muestras incubadas durante 24 horas.

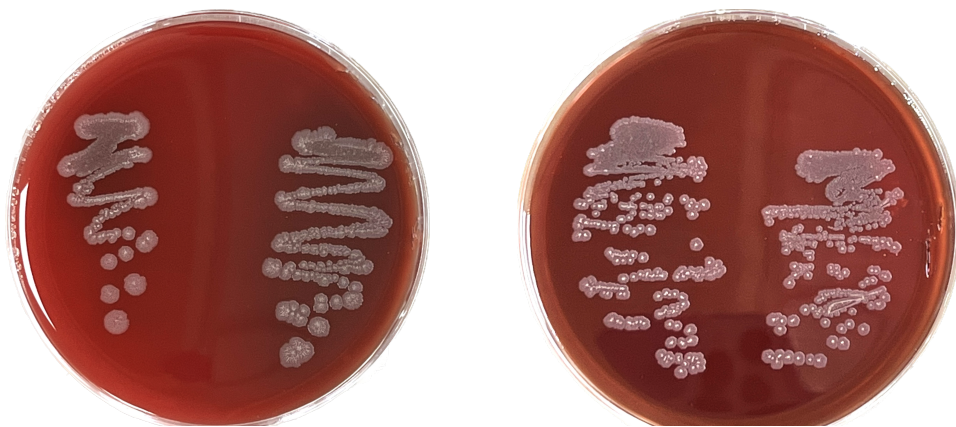


Figura 9. Resultados Grupo A: Láser diodo 8 segundos.

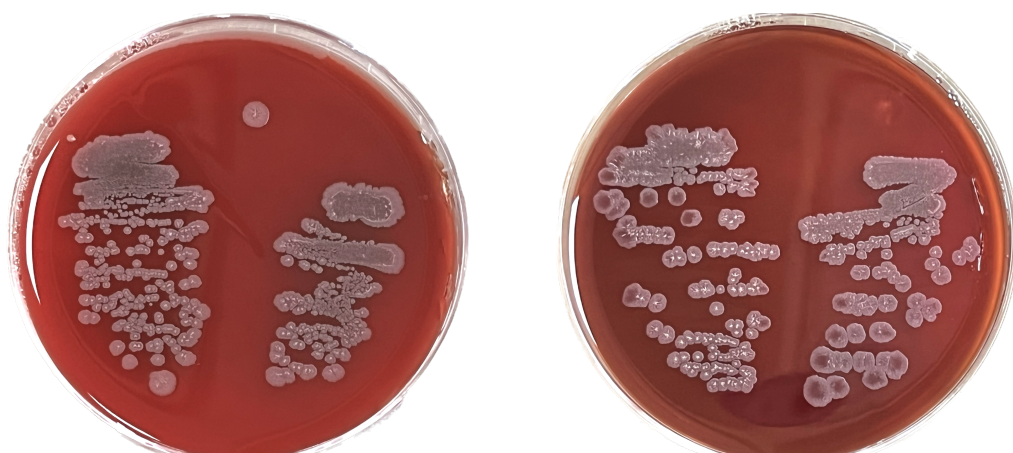
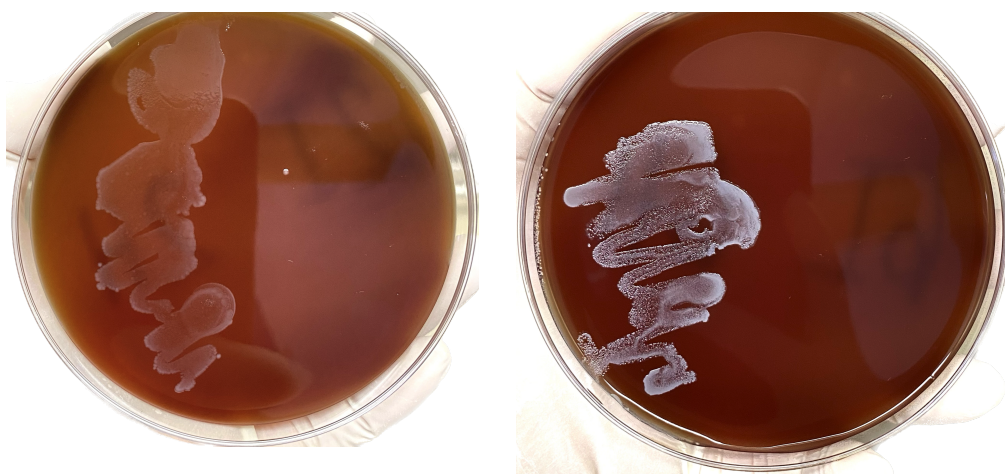


Figura 10. Resultados Grupo B: Láser diodo 10 segundos.



Método de análisis de datos

Con base en los datos obtenidos se completó el formato de recolección de datos en Microsoft Excel (Anexo 1, 2, 3), con la finalidad de conformar los tres grupos.

Grupos de estudio

Grupo A: láser diodo por 8 segundos.

Grupo B: láser diodo por 10 segundos.

Grupo C: hipoclorito de sodio al 0.5%.

De cada caja Petri se obtuvieron imágenes mediante un método estandarizado colocando la cámara con respecto a la caja Petri a una misma distancia.

Debido a la alta cantidad de Unidades Formadoras de Colonias, al ser imposible contarlas, se decidió utilizar el programa ImageJ para obtener el número de colonias en píxeles.

Se realizó estadística descriptiva en el programa GraphPad PRISM 9.4.1 para la obtención de la Media y desviación estándar de la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias para los 3 grupos.

La prueba t-Student pareada se realizó para comprobar si la Media entre el antes y el después fue igual o no a cero.

El análisis estadístico ANOVA de una vía prueba de Tukey fue utilizado para evaluar el porcentaje de disminución del gradiente bacteriano en cada grupo. Se estableció el nivel de significancia en $p \leq 0.05$.

Resultados

El presente estudio consistió en evaluar el efecto bactericida de láser diodo en el tratamiento de pulpectomía en conductos radiculares temporales con la cepa *Enterococcus faecalis*, en órganos dentarios extraídos que cumplieran con los criterios de inclusión, obteniendo un total de 18 especímenes.

Se dividieron en 3 grupos: grupo A: láser diodo durante 8 segundos, grupo B: láser diodo durante 10 segundos, grupo C: hipoclorito de sodio al 0.5% (n= 6 por grupo).

Se reportaron los resultados de los tres grupos sobre el antes y después del crecimiento bacteriano reportado en píxeles, en el grupo láser diodo por 8 segundos (n=6) la Media antes de utilizar el láser fue de 618.3 ± 172.9 , después de utilizar el láser diodo fue de 641 ± 263 (Tabla 1).

En el grupo dos, láser diodo por 10 segundos (n=6) la Media antes de utilizar el láser diodo fue de 360.3 ± 333.2 y después de 234.0 ± 205.4 (Tabla 1).

En el grupo tres, hipoclorito de sodio (n=6) la Media antes de la irrigación fue de 360.3 ± 333.2 y después de irrigación con hipoclorito de sodio 0.000 ± 0.000 (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de los grupos en el sistema de conducto radicular temporal sobre el crecimiento bacteriano reportado en píxeles.			
Grupo	Antes (Media, DS)	Después (Media, DS)	Valor P
Láser diodo 8 segundos	618.3 ± 172.9	$641 \pm 263.$	0.8707
Láser diodo 10 segundos	360.3 ± 333.2	234.0 ± 205.4	0.248
Hipoclorito de sodio	529.3 ± 162.7	0.000 ± 0.000	0.0074 **

Se calculó el porcentaje de disminución bacteriana por cada grupo, donde el grupo de láser diodo obtuvo un porcentaje de disminución del 11.67%, el grupo láser diodo por 10 segundos tuvo una disminución de 22.29% y el grupo hipoclorito de sodio presentó una disminución del 100% (Tabla 2, gráfica 4).

Tabla 2. Porcentaje de disminución de gradiente bacteriano		
Grupo	N	Porcentaje de disminución de crecimiento
Láser diodo 8 segundos	6	11.67%
Láser diodo 10 segundos	6	22.29%
Hipoclorito de sodio	6	100.0%

Se realizó análisis intragrupo de láser diodo por 8 segundos, sin diferencia significativa ($p=0.8707$) (Tabla 3). En el grupo de láser diodo por 10 segundos no presentó diferencia significativa ($p=0.2485$) (Tabla 4), el análisis intragrupo de hipoclorito de sodio presentó una diferencia muy significativa ($p=0.0074$) (Tabla 5).

Tabla 3. Análisis intragrupo de láser diodo por 8 segundos.	
Valor de P	0.8707
Valor de P resumen	ns
Diferencia significativa ($P < 0.05$)?	No

Tabla 4. Análisis intragrupo de láser diodo por 10 segundos.	
Valor de P	0.2485
Valor de P resumen	ns
Diferencia significativa ($P < 0.05$)?	No

Tabla 5. Análisis intragrupo de NaClO	
Valor de P	0.0074
Valor de P resumen	**
Diferencia significativa ($P < 0.05$)?	Si

Ns: no significativo.

****:** muy significativo.

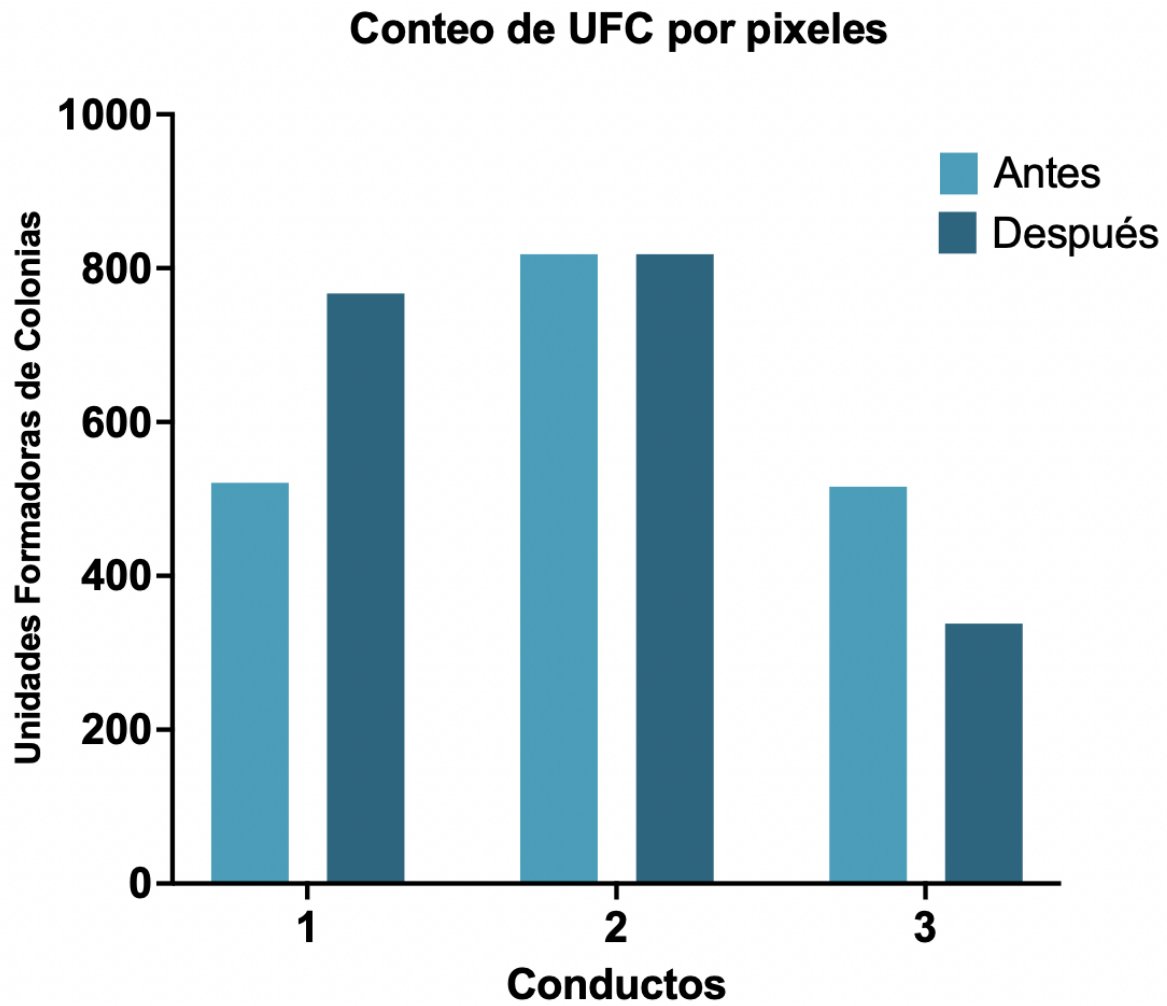
Se utilizó la prueba de comparación de Tukey para el análisis intergrupo entre el grupo NaClO, láser diodo 8 segundos y láser diodo 10 segundos. Al comparar el grupo láser diodo 8 segundos con respecto al láser diodo por 10 segundos la prueba arrojó que no hay diferencia significativa entre ellos ($p=0.7287$). En el grupo NaClO y láser diodo por 8 segundos la prueba arrojó que si hay diferencia muy significativa ($p=0.0016$). En el grupo de NaClO y láser diodo por 10 segundos se obtuvo también diferencia muy significativa ($p=0.0031$) (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación intergrupo de la disminución del gradiente bacteriano posterior al uso de láser diodo y NaClO.			
Método Tukey para comparación múltiple	Existe diferencia significativa?	Resumen	Valor de P
Láser diodo 10 seg. vs. 8 seg.	No	Ns	0.7287
NaClO vs. Láser diodo 8 seg.	Si	**	0.0016
NaClO vs. Láser diodo 10 seg.	Si	**	0.0031

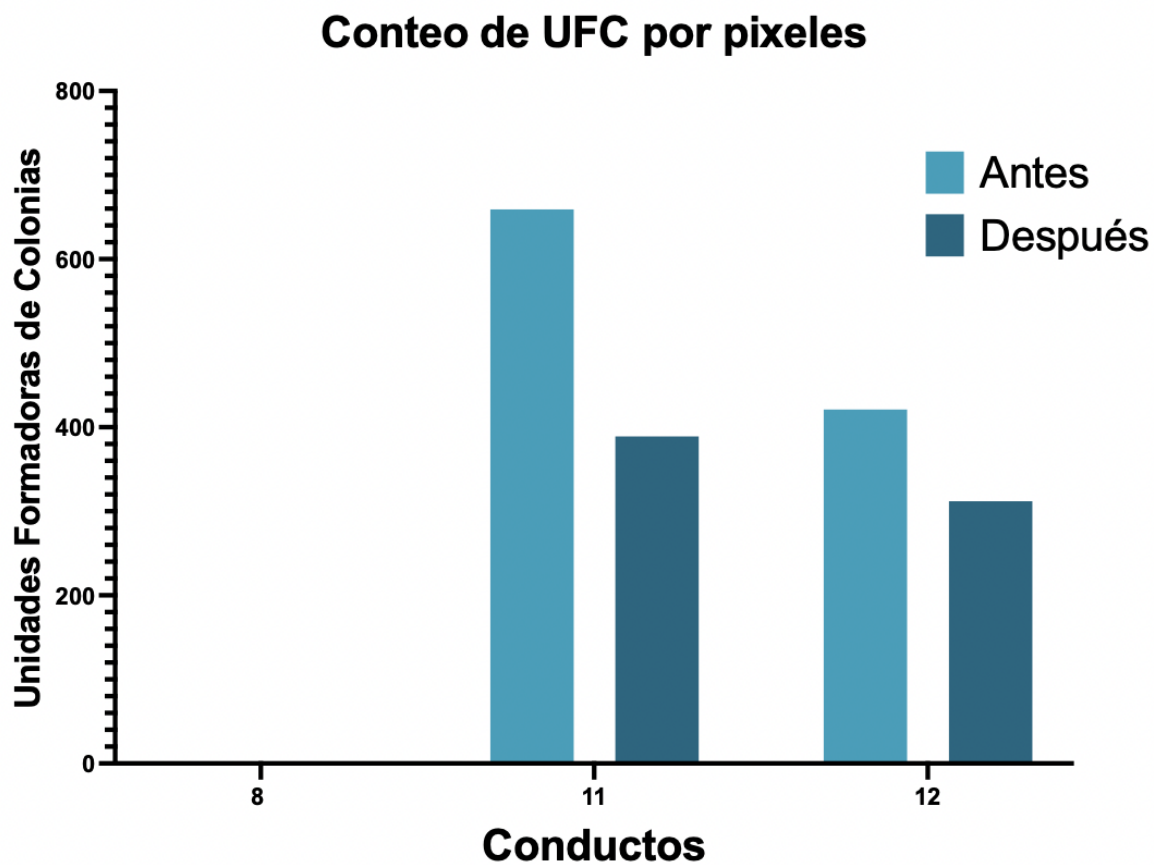
Ns: no significativo.

****:** muy significativo.

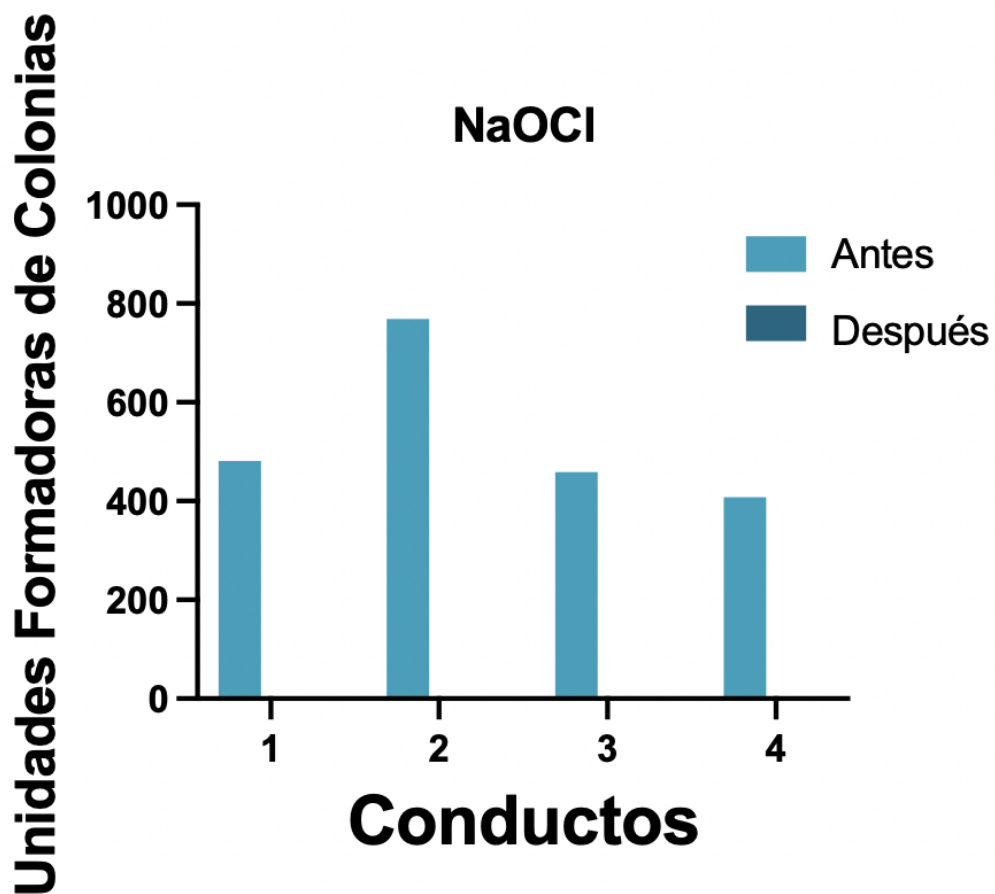
NaClO: hipoclorito de sodio.



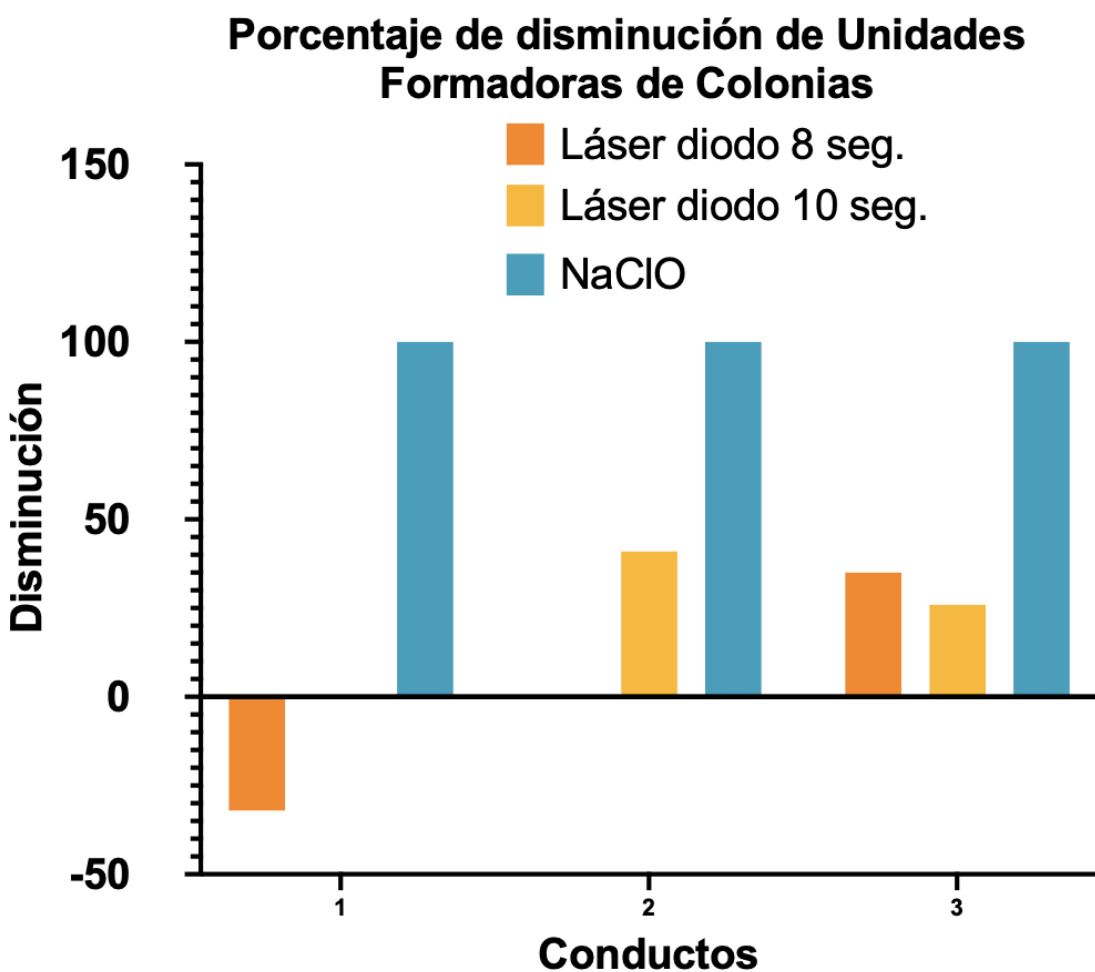
Gráfica 1. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias antes y después de utilizar láser diodo por 8 segundos.



Gráfica 2. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias antes y después de utilizar láser diodo por 10 segundos.



Gráfica 3. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias antes y después de utilizar hipoclorito de sodio al 0.5%.



Gráfica 4. *Análisis intergrupo de porcentaje de disminución de Unidades Formadoras de Colonias.*

Discusión

Bahrololoomi y colaboradores experimentaron con las posibles configuraciones de potencia y tiempo, del láser de diodo, seguras para los tejidos periapicales, al no incrementar la temperatura de nuestros tejidos, ellos determinaron segura la potencia de 1.5 W, con un tiempo de exposición total con un descanso de 10 segundos, con un aumento de 0°C y logrando una disminución del 90% de las Unidades Formadoras de Colonias, en comparación con nuestro estudio nuestros resultados fueron menos prometedores, obteniendo una disminución del 22% de las UFC, a pesar de haber utilizado una potencia de 1.8 W y el tiempo de exposición total de 10 segundos.

Kuvvetli y colaboradores en su estudio reportaron un mejor efecto bactericida en el grupo de NaOCl al 5.25% en comparación con el grupo de láser diodo, los resultados coinciden con nuestro estudio, ya que el grupo control presentó mejor efecto bactericida, a pesar de haber utilizado una concentración menor de 0.5% del NaOCl.

Walia y colaboradores evaluaron el efecto bactericida in vivo en 15 órganos dentarios temporales utilizando láser diodo en 4 periodos de 5 segundos obteniendo una disminución de Unidades Formadoras de Colonias del 84%, este resultado fue diferente de los resultados de este estudio, se presume que fue debido a la diferencia en el tiempo de exposición, pues de acuerdo de nuestros resultados, dos segundos de exposición incrementaron 11% el efecto bactericida, por lo que podríamos suponer, que al haber hecho el tiempo de exposición similar, obtendríamos resultados semejantes a Walia.

Por otra parte, Kivanc y colaboradores demostraron que utilizar láser diodo a 1.2 W no aumenta significativamente la temperatura en el conducto radicular y logra obtener disminución en el conteo bacteriano de *Enterococcus faecalis*.

ShanShan y colaboradores demostraron en un estudio in vitro en órganos dentarios temporales que utilizar láser diodo a una potencia de 2 W tienen efecto bactericida satisfactorio, en especial acompañado con hipoclorito de sodio al 5.25% sin embargo se considera un porcentaje muy riesgoso para utilizarlo en pacientes pediátricos debido a los efectos adversos que pudieran ocasionar.

Asimismo, en el estudio de Schoop y colaboradores, un láser de diodo de 810 nm a 1 y 1.5 W de potencia se utilizó. Los resultados mostraron una alta capacidad de desinfección para ambas salidas de potencia pero significativamente mayor con 1.5 W, por lo que había considerado que al aumentar la potencia a 1.8 W, podríamos obtener una disminución de bacterias similar o mejor que la potencia 1.5, incluso al tener menor tiempo de exposición. Por lo que, en base a nuestros resultados, la frecuencia y el tiempo de trabajo, parecen ser más eficientes en la disminución de bacterias que la potencia del láser de diodo.

Analizando los resultados obtenidos, la presencia del irrigante como el hipoclorito de sodio con respecto al láser diodo, independientemente de los tiempos de exposición se observó que el grupo de hipoclorito de sodio obtuvo mayor eficacia en el efecto bactericida, debido a que logra disolver materia orgánica.

Por su parte el grupo con solución salina, fue utilizado exclusivamente para evaluar el efecto bactericida que tenía el láser diodo por sí solo. En ambos grupos de láser diodo se mostró una disminución en el porcentaje bacteriano de *Enterococcus faecalis*, sin embargo, el mayor efecto bactericida se mostró en el grupo donde se utilizó

el láser diodo por más tiempo, indicando que la exposición, el tiempo y la distancia utilizada en el láser es de gran importancia para lograr el efecto bactericida deseado.

En este estudio el grupo de láser diodo si mostró disminución del porcentaje bacteriano de *Enterococcus faecalis*, sin embargo, fue un porcentaje bajo, lo que pudiera ocasionar un tratamiento fallido debido a que las bacterias se siguen reproduciendo en el sistema de conducto radicular temporal. Se requieren más estudios utilizando láser diodo en conjunto con solución salina para comparar el efecto bactericida que tiene en comparación con hipoclorito de sodio.

Conclusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto bactericida del láser diodo en *Enterococcus faecalis*. Mediante el presente estudio se concluyó que la aplicación de láser diodo a una potencia de 1.8 W en diferentes intervalos de tiempo, junto con solución salina no mejoran significativamente la eliminación de *Enterococcus faecalis* del sistema de conducto radicular temporal, por lo que pudiera requerir tratamientos subsecuentes, lo cual no es lo ideal en pacientes pediátricos.

Al usar el láser diodo por mayor tiempo, mostró una mayor disminución del gradiente bacteriano de *Enterococcus faecalis*, el factor tiempo se considera importante ya que a mayor tiempo de exposición, mayor efecto bactericida. Sin embargo no logró una erradicación total en los tiempos utilizados en este estudio a los 8 y 10 segundos.

La irrigación con hipoclorito de sodio al 0.5% mostró una eliminación total de *Enterococcus faecalis* en el sistema de conducto radicular temporal.

La combinación de láser diodo e hipoclorito de sodio podría ser un protocolo ideal para mejorar la tasa de éxito de la terapia pulpar y para la desinfección del sistema de conducto radicular temporal.

Se acepta la hipótesis de trabajo, el láser diodo presenta efecto bactericida en la cepa *Enterococcus faecalis* alojada en los conductos radiculares temporales.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudio aumentando el número de muestra, así como utilizar solo órganos dentarios temporales unirradiculares, ya que tiene una anatomía radicular más amplia.

Sería de gran importancia tener un grupo en donde solo se utilice solución salina sin láser, así como comparar el láser diodo utilizando diferentes irrigantes como clorhexidina.

Se recomienda realizarlo en paciente realizando pruebas bioquímicas para identificación de microorganismos y así evaluar el porcentaje de disminución de bacterias en cada grupo de microorganismos.

Al observar una disminución en el porcentaje bacteriano en el grupo donde se aumenta el tiempo del láser, se recomienda utilizarlo aumentando el tiempo de trabajo para lograr el efecto bactericida deseado.

Caso clínico

Desinfección del Sistema de Conductos Radiculares Temporales con Láser Diodo

Resumen

Introducción: la pulpectomía es la eliminación total del tejido pulpar, seguido de la obturación del conducto radicular con materiales bacteriostáticos y bactericidas que puedan reabsorberse al mismo tiempo que el órgano dental temporal. La desinfección completa del espacio pulpar se considera un requisito importante para el éxito de los tratamientos pulpares. El uso de láser para la desinfección de conductos es un avance reciente. Las propiedades inherentes de la irradiación láser, como la mejora de la intensidad local, dispersión y la atenuación de la luz permiten una penetración más profunda de la luz en los túbulos dentinarios. Esta penetración de luz más profunda es responsable del efecto bactericida dentro del conducto radicular. El objetivo fue presentar la desinfección del Sistema de conductos radiculares temporales con láser diodo. **Reporte de caso:** paciente femenino de 9 años de edad, con diagnóstico de pulpitis irreversible sintomática y periodontitis apical sintomática, se realizó pulpectomía con láser diodo y corona acero cromo. Toma de muestra inicial bacteriológica con una punta de papel estéril que fue transferida a un vial con agua peptonada. Se colocó el láser diodo de marca Picasso en dos conductos en dos tiempos: 5 segundos y 3 segundos con descanso intermedio de 10 segundos, posterior a la utilización del láser se tomó un segundo muestreo bacteriológico. Fueron sembradas las muestras en cajas Petri con agar sangre para comparar las Unidades Formadoras de Colonias, se mostró una mínima disminución de gradiente bacteriano. **Discusión:** la irrigación en conjunto con láser de diodo potencializa el efecto bactericida en el sistema de conductos de

acuerdo con Bahrololoomi y cols. **Conclusión:** la desinfección del sistema de conductos radiculares temporales con láser diodo fue eficaz, se observó una disminución de Unidades Formadoras de Colonias.

Palabras claves: pulpectomía, láser diodo, desinfección de conductos.

Disinfection of Temporary Root Canal System with Diode Laser

Summary

Introduction: pulpectomy is the total removal of pulp tissue, followed by obturation of the root canal with bacteriostatic and bactericidal materials that can be reabsorbed at the same time as the temporary tooth. Complete disinfection of the pulp space is considered an important requirement for successful pulp treatment. The use of lasers for disinfection of canals is a recent development. The inherent properties of laser irradiation, such as enhanced local intensity, scattering and attenuation of light allow deeper penetration of light into the dentinal tubules. This deeper light penetration is responsible for the bactericidal effect inside the root canal. The objective was to present the disinfection of the temporary root canal system with diode laser. **Case report:** 9-year-old female patient with a diagnosis of symptomatic irreversible pulpitis and symptomatic apical periodontitis, pulpectomy with diode laser and chrome steel crown was performed. Initial bacteriological sample was taken with a sterile paper point and transferred to a vial with peptonized water. The Picasso diode laser was placed in two root canals in two times: 5 seconds and 3 seconds with an intermediate rest of 10 seconds, after the use of the laser a second bacteriological sample was taken. The samples were planted in Petri plate with blood agar to compare the Colony Forming Units, showing a minimal decrease in the bacterial gradient. **Discussion:** irrigation with diode laser potentiates the bactericidal effect in the root canal system according to Bahrololoomi et al. **Conclusion:** disinfection of the temporary root canal system with diode laser was effective, a decrease of Colony Forming Units was observed.

Key words: pulpectomy, diode laser, disinfection of canals.

Introducción

La caries dental es definida por la Organización Mundial de la Salud como un proceso localizado de origen multifactorial que inicia después de la erupción dentaria, esta consiste en la desmineralización del tejido duro del órgano dental hasta formar una cavidad. El objetivo principal de la terapia pulpar es mantener en el arco el órgano dental temporal con lesión cariosa profunda para mantener el espacio para el órgano dental permanente, lograr las funciones masticatorias, de fonación y prevenir la pérdida prematura del órgano dental temporal.¹

La pulpectomía se define como la eliminación total del tejido pulpar, seguido de la obturación del conducto radicular con materiales bacteriostáticos y bactericidas que puedan reabsorberse al mismo tiempo que el órgano dental temporal. Se indica en pulpitis irreversible, dolor espontáneo e hiperemia pulpar después de realizar pulpotomía.

No está indicada en casos con reabsorción radicular de más de 2/3, lesión en furca y cuando la estructura dental no tiene la capacidad para reconstruirse.

La desinfección completa del espacio pulpar se considera un requisito importante para el éxito de los tratamientos pulpares. Incluso después de una preparación mecánica meticulosa, el tejido pulpar residual, los restos de dentina y las bacterias pueden permanecer dentro de las irregularidades de los conductos radiculares de los órganos dentarios temporales.²

El tratamiento endodóntico de los órganos dentarios temporales es un verdadero desafío debido a las complejidades anatómicas como los conductos accesorios. Teniendo en cuenta las complejidades anatómicas de los dientes y la microbiota del

conducto radicular, la irrigación de los conductos radiculares es una adición extremadamente importante para la preparación mecánica.³

Los irrigantes ayudan a desalojar los desechos sueltos y suspendidos en el espacio del conducto radicular y a disolver los componentes orgánicos e inorgánicos del barrillo dentinario sin embargo no son capaces de desinfectar completamente el conducto ya que no penetra completamente en los túbulos dentinarios.⁴

El uso de láser para la desinfección de conductos es un avance reciente. Las propiedades inherentes de la irradiación láser, como la mejora de la intensidad local, dispersión y la atenuación de la luz permiten una penetración más profunda de la luz en los túbulos dentinarios. Esta penetración de luz más profunda es responsable del efecto bactericida dentro del conducto radicular.

El láser de diodo dental es un dispositivo compacto y portátil que se utiliza en diversas áreas de la odontología. El láser de diodo emite radiación dentro del rango visible (principalmente 660 nm) e infrarrojo (810 a 980 nm) del espectro electromagnético. Moritz y colaboradores introdujeron su uso para desinfectar el sistema del conducto radicular con la ayuda de una fibra delgada y flexible. Los finos diámetros de las fibras ópticas (200-320 μm) permiten una distribución eficaz de la luz láser en el sistema del conducto radicular para ayudar a reducir la cantidad de bacterias. Las propiedades de la luz láser proporcionan un efecto bactericida que penetra más de 1 mm a través del espesor de la dentina.

En investigaciones previas Bahrololoomi y cols. en 2017 realizaron un estudio in vitro en órganos dentarios temporales en donde compararon el efecto bactericida de láser diodo e hipoclorito de sodio al 0.5% con hipoclorito de sodio al 0.5%, en donde se demostró

que tiene un mayor efecto bactericida el utilizar láser diodo junto con hipoclorito de sodio.

En 2018 ShanShan y colaboradores realizaron un estudio en órganos dentarios temporales extraídos en donde compararon el efecto bactericida en 3 grupos: hipoclorito de sodio al 0.5%, láser diodo junto con solución salina y láser diodo e hipoclorito de sodio. Obteniendo como resultado que el láser diodo en conjunto con hipoclorito de sodio eliminó el 99.7% de las bacterias en el sistema de conductos radiculares.

El objetivo fue presentar caso clínico de desinfección del sistema de conductos radiculares temporales con láser diodo.

Caso clínico

Se presentó a la Clínica de Especialidad en Odontología Pediátrica paciente femenino de 9 años de edad (Figura 1), acompañada de su abuela, sin antecedentes patológicos, con motivo de consulta: “dolor en una muela”. A la exploración extraoral se observó dentición mixta, línea media simétrica, restauraciones previas con coronas acero cromo, restauraciones temporales y múltiples lesiones cariosas (Figura 2).



Figura 1. Fotografía extraoral.

Se utilizó la nemotecnia Alicia para la semiología del dolor en donde la paciente refirió dolor con antigüedad de dos semanas, localizado en órgano dental 75, no irradiado, de carácter espontáneo y pulsátil, intensidad severa y agravante al frío.

Se observó clínicamente pérdida de estructura de la cresta mesial con coloración marrón extendiéndose a esmalte y dentina. Radiográficamente se observó zona radiolúcida en esmalte, dentina con extensión a tejido pulpar y espacio de ligamento periodontal ensanchado (Figura 3).

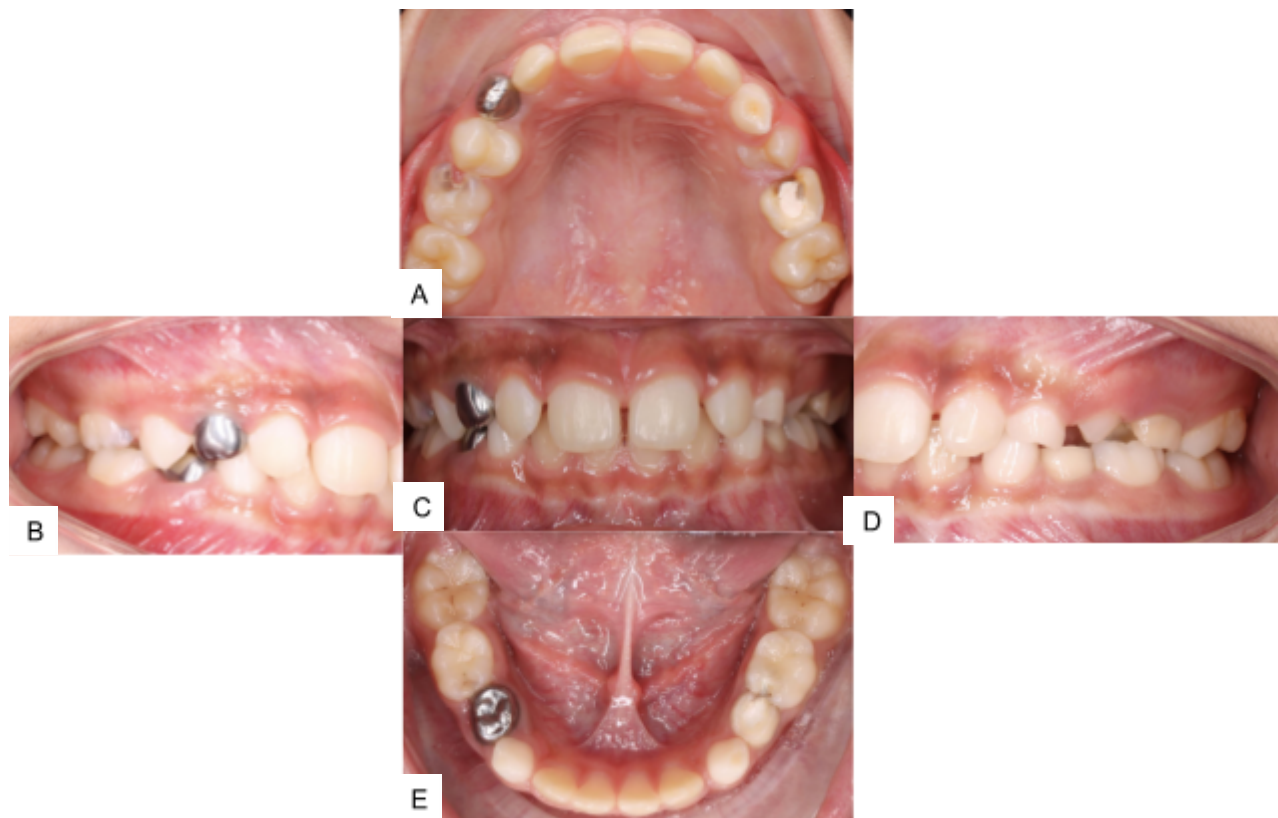


Figura 2. Fotografías intraorales.

A) Oclusal superior. B) Lateral derecha. C) Frente. D) Lateral izquierda. E) Oclusal inferior.

Como diagnóstico una Lesión Cariosa Grupo II grado 4, produciendo una pulpitis irreversible sintomática y periodontitis apical sintomática, de acuerdo con la clasificación de la Asociación Americana de Endodoncia del 2009.

El plan de tratamiento consistió en pulpectomía en conjunto con láser diodo y corona acero cromo.

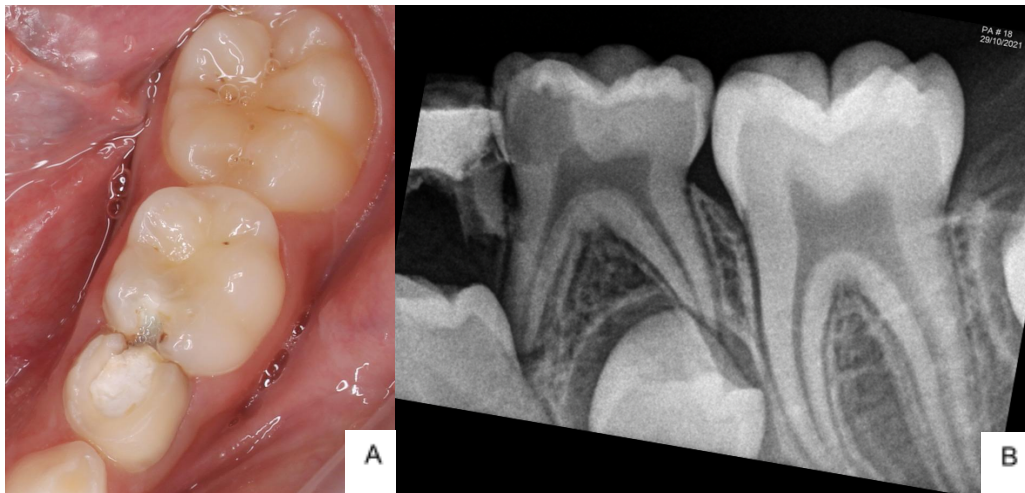


Figura 3. Exploración intrabucal inicial
A) Aspecto clínica B) Aspecto radiográfico

Se inició realizando técnica de anestesia dentaria inferior con anestesia Scandonest 2% Special, aislamiento absoluto con grapa 14A, acceso con fresa de carburo 330 (Figura 4A), al observar la entrada de los conductos radiculares se tomó una muestra con una punta de papel estéril en los conductos mesio vestibular y disto vestibular dejándola durante 5 segundos (Figura 4B). La punta de papel fue transferida a un vial estéril de plástico que contenía 1 ml de agua peptonada (Figura 4C) que tiene como función ser medio de cultivo para las bacterias. Se realizó pulpectomía con endomotor Eighteenth y limas endodónticas pediátricas M3 Immatural files de UDG Dental irrigando con solución salina con agujas Endo Eze (Figura 4E).

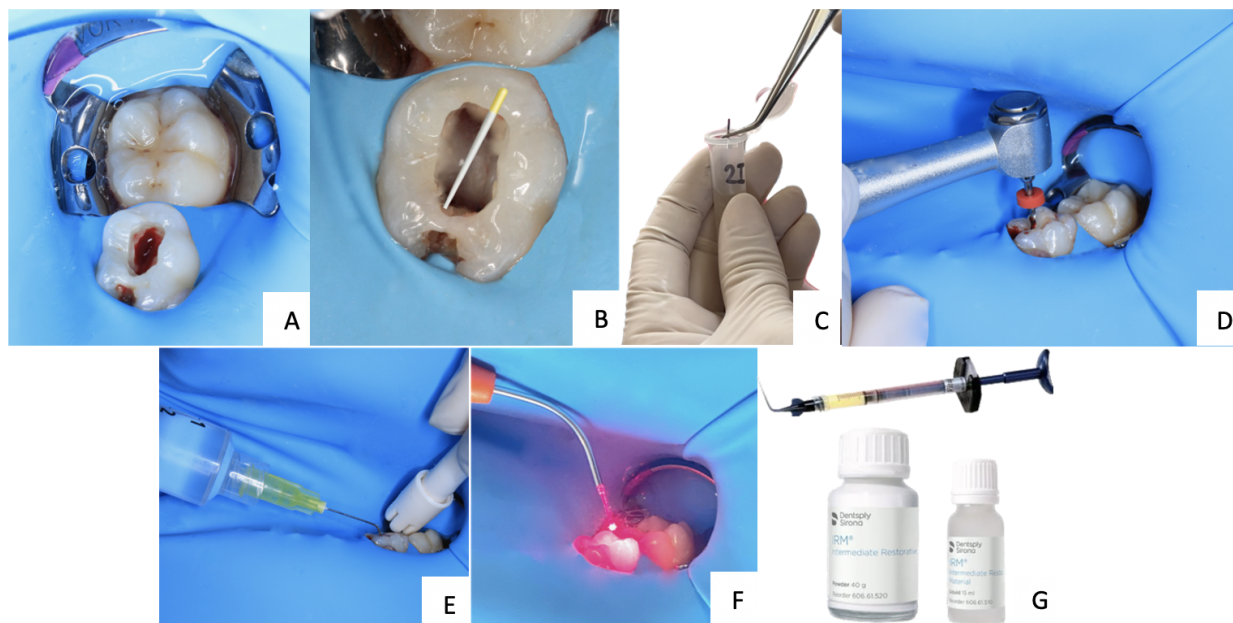


Figura 4. Procedimiento clínico

A) Aislamiento absoluto y acceso. B) Toma de muestra inicial. C) Punta de papel ingresada a vial estéril con agua peptonada. D) Pulpectomía con endomotor Eighteeth y limas UDG. E) Irrigación con solución salina con puntas Endo Eze. F) Láser diodo utilizado a 1.8W por dos tiempos de 5 y 3 segundos. G) Obturación con Vitapex.

Se colocó el láser diodo de marca Picasso de AMD láser (Figura 4F) en los cuatro conductos en dos tiempos, el primer tiempo de 5 segundos y el segundo tiempo de 3 segundos con un descanso intermedio de 10 segundos, posterior a la utilización del láser se tomó un segundo muestreo con punta de papel estéril realizado con la misma técnica mencionada anteriormente.

Los conductos fueron obturados con Vitapex, se colocó IRM, se preparó y colocó corona de acero cromo número 4 (Figura 4G).

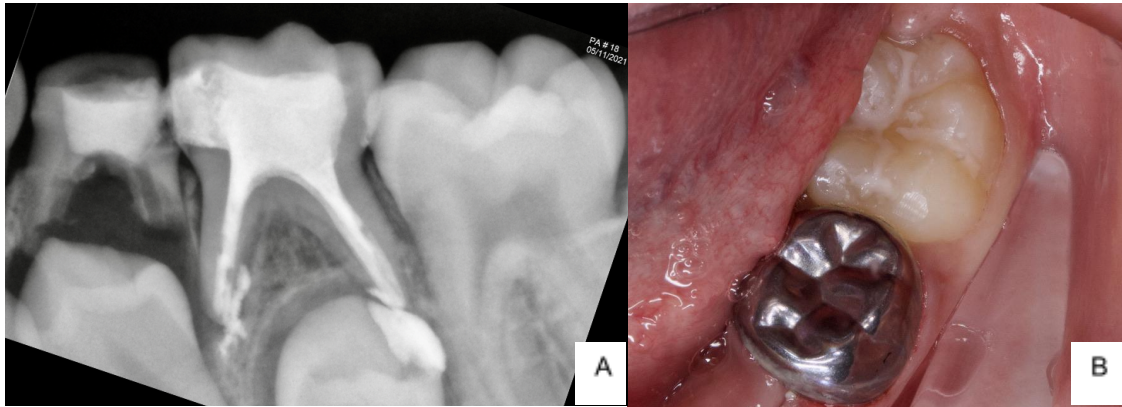


Figura 5. Exploración intrabucal final.
A) Aspecto clínica B) Aspecto radiográfico

Los cuatro viales con las muestras fueron incubados durante 24 horas, después se sembraron en cajas Petri con agar sangre y de igual manera fueron incubadas por 24 horas para posteriormente realizar conteo de Unidades Formadoras de Colonias (Figura 6).

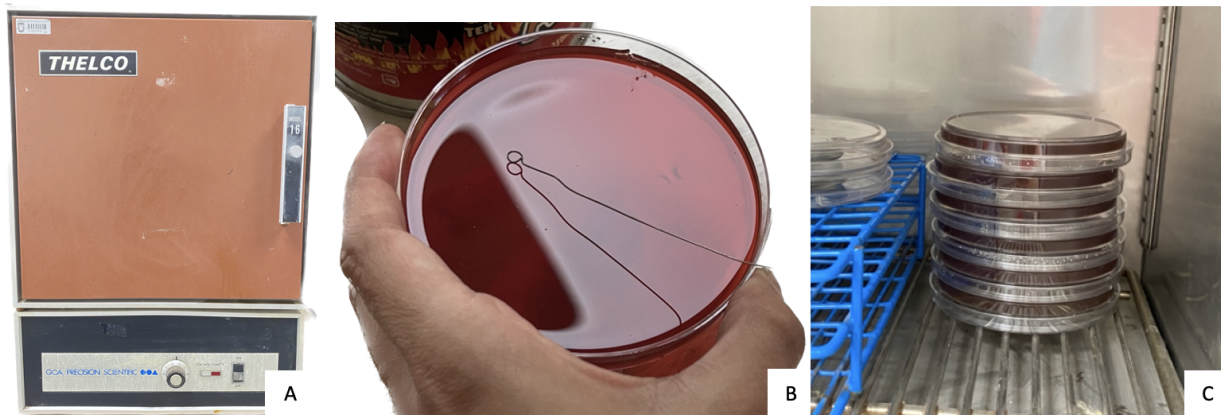


Figura 6. Procedimiento de laboratorio.

A) Muestras incubadas por 24 horas. B) Sembrado en cajas petri. C) Cajas petri incubadas.

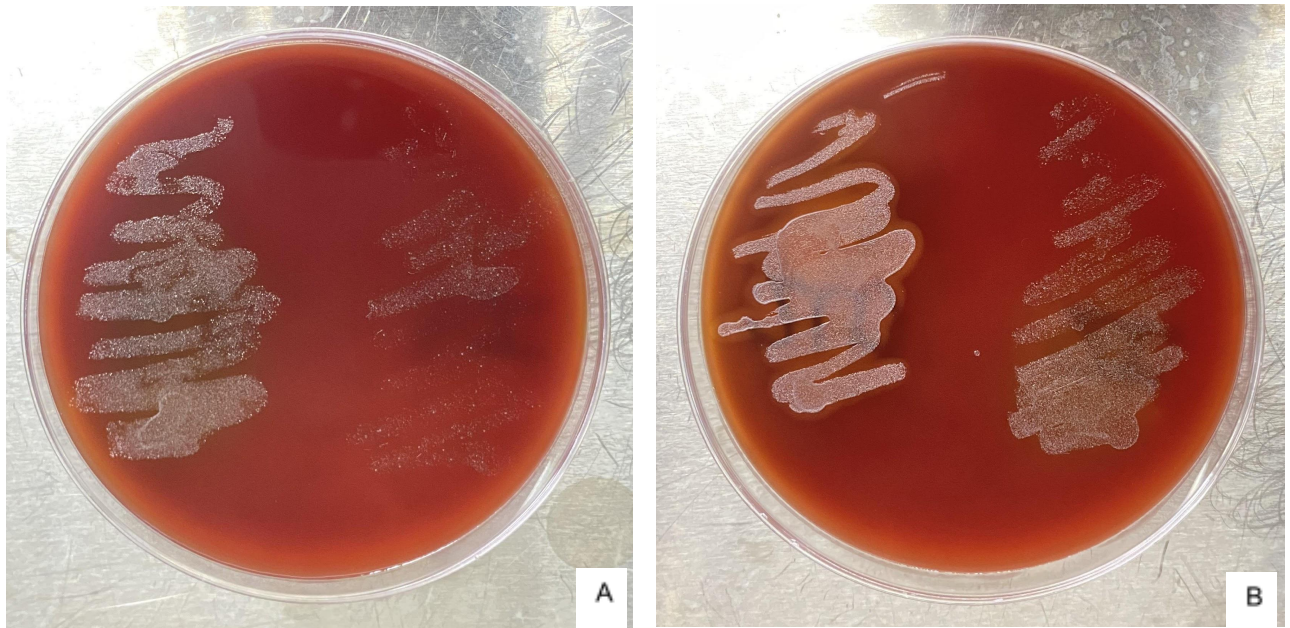


Figura 7. Unidades Formadoras de Colonias
A) Conducto mesio vestibular. B) Conducto disto vestibular.

Las dos cajas Petri fueron divididas en dos, en donde el lado izquierdo se utilizó para sembrar el muestreo inicial antes de utilizar el láser y el lado derecho el muestreo final después de utilizar el láser (Figura 7). No se realizó un conteo como tal debido a la gran cantidad de bacterias, pero notablemente se pudo observar que después de utilizar el láser diodo si se presentó disminución en la cantidad de bacterias del conducto radicular.

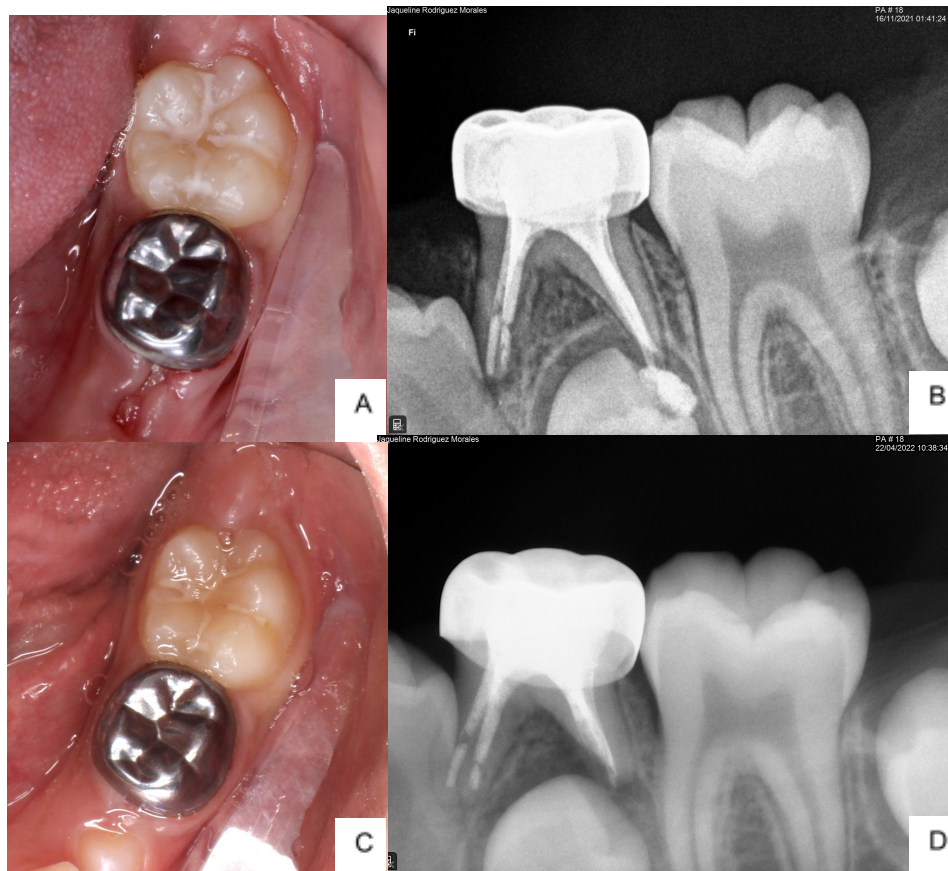


Figura 8. Seguimiento.
A,B) Seguimiento a 12 días. C,D) Seguimiento a 5 meses.

En el seguimiento a 12 días y 5 meses la paciente refirió no tener sintomatología, radiográficamente se observó una reabsorción del material sobreobturado (Figura 8).

Discusión

Existen diferentes irrigantes para la desinfección en el tratamiento de conductos, la irrigación en conjunto con láser de diodo potencializa el efecto bactericida en el sistema de conductos de acuerdo con Bahrololoomi y cols.

Conclusión

La desinfección del sistema de conductos radiculares temporales con láser diodo fue eficaz, se observó una disminución de Unidades Formadoras de Colonias.

Referencias bibliográficas

1. Bahrololoomi Z, Fekrazad R, Zamaninejad S. Antibacterial effect of diode laser in pulpectomy of primary teeth. J Lasers Med Sci [Internet]. 2017;8(4):197–200.
2. Bahrololoomi Z, Poursina F, Birang R, Foroughi E, Yousefshahi H. The effect of Er:YAG laser on *Entrococcus faecalis* bacterium in the pulpectomy of anterior primary teeth. J Lasers Med Sci. 2017;8(4):166–71.
3. Walia V, Goswami M, Mishra S, Walia N, Sahay D. Comparative evaluation of the efficacy of chlorhexidine, Sodium hypochlorite, the diode laser and saline in reducing the microbial count in primary teeth root canals - an in vivo study. J Lasers Med Sci. 2019;10(4):268–74.
4. Sarda RA, Shetty RM, Tamrakar A, Shetty SY. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens. Photodiagnosis Photodyn Ther [Internet]. 2019;28(June):265–72.
5. Kuvvetli SS, Sandalli N, Topcuoglu N, Kulekci G. Antibacterial efficacy of diode and Er:YAG laser irradiation in experimentally contaminated primary molar root canals. J Clin Pediatr Dent. 2009;34(1):43–8.
6. Kivanç BH, Arisu HD, Sağlam BC, Akça G, Gürel MA, Görgül G. Evaluation of antimicrobial and thermal effects of diode laser on root canal dentin. Niger J Clin Pract. 2017;20(12):1527–30.
7. Dai S, Xiao G, Dong N, Liu F, He S, Guo Q. Bactericidal effect of a diode laser on *Enterococcus faecalis* in human primary teeth-an in vitro study. BMC Oral Health. 2018;18(1):1–8.

8. Yılmaz S, Calikoglu EO, Kosan Z. Antibacterial Effect of Diode Laser on Different Cariogenic Bacteria: an In-vitro Study. *Niger J Clin Pract.* 2019;22:1070–7.
9. Masuda Y, Sakagami H, Horiike M, Kadokura H, Yamasaki T, Klokkevold PR, et al. Photodynamic therapy with pyoktanin blue and diode laser for elimination of enterococcus faecalis. *In Vivo (Brooklyn).* 2018;32(4):707–12.
10. Asnaashari M, Mojahedi SM, Asadi Z, Azari-Marhabi S, Maleki A. A comparison of the antibacterial activity of the two methods of photodynamic therapy (using diode laser 810 nm and LED lamp 630 nm) against *Enterococcus faecalis* in extracted human anterior teeth. *Photodiagnosis Photodyn Ther [Internet].* 2016;13:233–7.
11. Mohammed A, El-Bayoumy Y, Barakat F. Comparative evaluation between chlorhexidine and laser in root canal sterilization in pulpectomy of primary teeth. *Al-Azhar J Dent Sci.* 2018;21(5):475–9.
12. Khaleel HI, Abbas H. Clinical Assessment of Microbial Count in Laser-Assisted Endodontic Therapy of Dual Wavelengths in Ga as Diode Laser (Randomized Clinical Trial). 2021;25(6).
13. Sohrabi K, Sooratgar A, Zolfagharnasab K, Kharazifard MJ, Afkhami F. Antibacterial activity of diode laser and sodium hypochlorite in enterococcus faecalis-contaminated root canals. *Iran Endod J.* 2016;11(1):8–12.
14. Gutknecht N, Van Gogswaardt D, Conrads G, Apel C, Schubert C, Lampert F. Diode laser radiation and its bactericidal effect in root canal wall dentin. *J Clin Laser Med Surg.* 2000;18(2):57–60.
15. Moskovitz M, Sammara E, Holan G. Success rate of root canal treatment in primary molars. *J Dent.* 2005;33(1):41–7.

16. Afkhami F, Akbari S, Chiniforush N. Enterococcus faecalis Elimination in Root Canals Using Silver Nanoparticles, Photodynamic Therapy, Diode Laser, or Laser-activated Nanoparticles: An In Vitro Study. J Endod [Internet]. 2017;43(2):279–82.
17. Mohammadi Z, Iran Hamedan. Laser applications in endodontics: an update review. Int Dent J. 2009;59(1):35-46.
18. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth-Latest Revision. Ref Man Pediatr Dent. 2020;399–407.
19. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. Periodontol 2000. 2004;36(5):59–97.
20. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: A review. Int Endod J. 2000;33(3):173–85.
21. Larrea-Oyarbide N, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C. Aplicaciones del láser de diodo en Odontología. Rcoe. 2004;9(5):529–34.
22. Shehab NF, Zakarea NA. Efficiency of Diode Laser as Root Canal Disinfectant Against Enterococcus International Journal of Sciences : Efficiency of Diode Laser as Root Canal Disinfectant Against Enterococcus faecalis : An in Vitro Study. 2018;14–23.

Anexos

Anexo 1

Láser diodo 8 segundos

Conducto	Antes	Después
1	521	767
2		818
3	516	338
4	Sin crecimiento	Sin crecimiento
5	Sin crecimiento	Sin crecimiento
6	Sin crecimiento	Sin crecimiento

Anexo 2

Láser diodo 10 segundos

Conducto	Antes	Después
7	Sin crecimiento	Sin crecimiento
8	1	1
9	Sin crecimiento	Sin crecimiento
10	Sin crecimiento	Sin crecimiento
11	659	389
12	421	312

Anexo 3

Hipoclorito de sodio

Conducto	Antes	Después
1	481	0
2	769	0
3	459	0
4	408	0
5	470	0
6	421	0

Anexo 4

Aumento de temperatura

Número de órgano dental	Periodo de tiempo de láser diodo	Temperatura inicial	Temperatura tercio medio	Temperatura tercio apical
1	5 segundos- 5 segundos	23.2°C	25.6°C	23.4°C
2	5 segundos- 5 segundos	23.4°C	33.8°C	23.6°C
3	5 segundos- 3 segundos	23.9°C	24.3°C	24.2°C