



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE ODONTOLOGIA**

**“EFECTIVIDAD DEL USO DEL LÁSER EN DESINFECCIÓN DE CONDUCTOS  
RADICULARES”**

**Trabajo de Titulación para optar al título de odontólogo**

**Autor:**

Lescano Alvarado Jessenia Belen

**Tutor:**

Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Jessenia Belen Lescano Alvarado, con cédula de ciudadanía 2101127716, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: “Efectividad del uso del láser en desinfección de conductos radiculares”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación



---

Jessenia Belen Lescano Alvarado

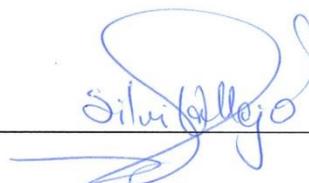
C.I: 2101127716

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “Efectividad del uso del láser en desinfección de conductos radiculares”, presentado por Jessenia Belen Lescano Alvarado, con cédula de identidad número 2101127716, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado  
**TUTOR**

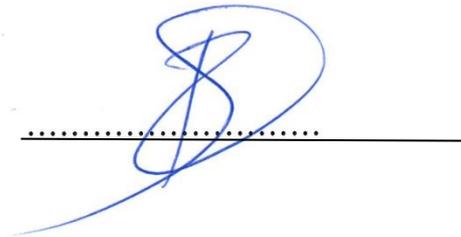


## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Efectividad del uso del láser en desinfección de conductos radiculares” presentado por Jessenia Belen Lescano Alvarado, con cédula de identidad número 2101127716, bajo la tutoría de Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 23 de abril del 2024

Dr. Raciél Jorge Sánchez Sánchez  
**Presidente del Tribunal de Grado**



Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara  
**Miembro del Tribunal de Grado**



Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar  
**Miembro del Tribunal de Grado**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID  
Ext. 1133

Riobamba 04 de abril del 2024  
Oficio N°019 -2023-2S TURNITIN-CID-2024

**Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado**  
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
UNACH  
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Carlos Alban Hurtado**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0815-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa TURNITIN, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Titulo del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% TURNITIN verificado	Validación	
					Si	No
1	0815-D-FCS-18-09-2023	Efectividad del uso del láser en desinfección de conductos radiculares	Lescano Alvarado Jessenia Belén	2	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo  
Delegado Programa TURNITIN  
FCS / UNACH  
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Tannya y Víctor por ser mis pilares de vida, gracias a su apoyo incondicional y sacrificios, por haberme inculcado el valor de la paciencia y perseverancia. Por enseñarme y criarme con respeto y humildad. A mi hermana Mishel, por ser mi inspiración y guía durante varias etapas de mi vida. A mis hermanos menores, Matías, Victoria y Dylan, por regalarme momentos de risas y alegrías. A mis amigos que han formado parte de mi etapa universitaria, en especial a Gabriela y Dayana por motivarme con su compañerismo y amistad.

Jessenia Belen Lescano Alvarado

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Chimborazo que me dio la bienvenida a esta carrera y hacer posible mi preparación profesional. A todos mis docentes por brindarme sus conocimientos y consejos para poder desarrollarme profesional y personalmente.

Agradezco especialmente a mi tutor, Dr. Carlos Alban por permitirme desarrollar este trabajo de investigación, gracias por su conocimiento, tiempo, dedicación y paciencia.

Jessenia Belen Lescano Alvarado

# ÍNDICE

DERECHO DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I ..... 14

1. INTRODUCCION..... 14

CAPÍTULO II ..... 16

2. MARCO TEORICO ..... 16

2.1. Endodoncia ..... 16

2.2. Desinfección de conductos radiculares..... 16

2.3. Terapias de desinfección convencionales, novedosas y avanzadas ..... 17

2.3.1. Soluciones irrigadoras ..... 17

2.3.2. Características de una solución irrigadora..... 17

2.3.2.1. Hipoclorito de sodio..... 17

2.3.2.2. Soluciones de biguanida..... 18

2.3.2.3. Agentes quelantes ..... 18

Ácido etilendiaminatetraacético ..... 19

Ácido cítrico..... 19

Etidronato..... 19

2.3.2.4. BioPure MTAD y Tetraclean ..... 19

2.3.2.5. Agua Ozonizada..... 20

2.3.2.6. Nanopartículas ..... 20

2.3.3. Técnicas de desinfección ..... 20

2.3.3.1. Irrigación Convencional.....	20
2.3.3.2. Irrigación dinámica manual.....	21
2.3.3.3. Irrigación Sónica.....	21
2.3.3.4. Irrigación Ultrasónica .....	21
2.3.3.5. Desinfección activada por luz.....	21
2.4. Laser .....	21
2.4.1. Laser en Odontología.....	22
2.4.1.1. Clasificación .....	22
2.4.1.2. Laser en Endodoncia.....	23
2.4.1.3. Tipos de láseres utilizados en la desinfección de conductos radiculares .....	24
CAPÍTULO III.....	28
3. METODOLOGIA. ....	28
3.1. Tipo de investigación.....	28
3.2. Formulación de la pregunta .....	28
3.3. Establecimiento de criterios de selección para limitar la búsqueda .....	29
3.3.1. Criterios de inclusión.....	29
3.3.2. Criterios de exclusión .....	29
3.4. Estrategia de búsqueda. ....	29
3.5. Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales .....	30
CAPÍTULO IV. ....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Resultados .....	32
4.2. Discusión .....	38
CAPÍTULO V.....	41
5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....	41
5.1. Conclusiones .....	41
5.2. Recomendaciones.....	42

BIBLIOGRAFÍA .....	43
ANEXOS.....	48

## **ÍNDICE DE TABLAS.**

Tabla 1. Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio .....	18
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la Clorhexidina.....	18
Tabla 3. Clasificación de los agentes quelantes .....	18
Tabla 4. Laser de alta y baja potencia en Odontología.....	23
Tabla 5. Elaboración de pregunta PICO.....	28
Tabla 6. Criterios de inclusión.....	29
Tabla 7. Recuperación de información .....	30
Tabla 8. Tipos de láseres utilizados en la desinfección de conductos .....	32
Tabla 9. Comparación del efecto antimicrobiano (reducción bacteriana) del láser de acuerdo con los parámetros del laser .....	33
Tabla 10. Comparación del alcance antimicrobiano del láser de acuerdo con las unidades formadoras de colonias.....	34
Tabla 11. Comparación del efecto antimicrobiano (reducción bacteriana) con el método láser y otros métodos .....	35
Tabla 12. Uso del láser como coadyuvante a sustancias irrigadoras. ....	36
Tabla 13. Comparación de técnicas usada con laser .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Usos del láser en endodoncia .....	24
Gráfico 2. Flujograma .....	31

## RESUMEN

La desinfección de conductos radiculares se establece mediante la preparación biomecánica junto con el uso de soluciones irrigadoras y la aplicación de técnicas activadoras, debido a la presencia de microorganismos persistentes y la complejidad de la anatomía radicular se han implementado nuevas tecnologías para mejorar la limpieza. El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de analizar la efectividad del uso del láser en desinfección de conductos radiculares, identificar los tipos de láseres que se utilizan en la desinfección, determinar el alcance antimicrobiano y establecer las técnicas de desinfección utilizados con irradiación, de acorde a una revisión bibliográfica sustentada de fuentes científicas indexadas en bases de datos como Pubmed, Scielo Science Direct, Lilacs y Google Académico, los artículos analizados fueron del periodo del 2013 al 2023, en el cual 14 fueron seleccionados para este proceso de revisión. Teniendo como resultado que el empleo del láser en la desinfección de conductos tiene efectos significativos en la reducción bacteriana mostrando una alta capacidad para penetrar a zonas profundas de la dentina, destacando que la tecnología láser se ha propuesto en la endodoncia para mejorar la eficacia de las soluciones de irrigación y la eliminación del barrido dentinario

**Palabras claves:** Laser, terapia laser, conductos radiculares, desinfección y endodoncia

## ABSTRACT

The present research work is about **“THE DISINFECTION OF ROOT CANALS STANDS BY THE BIOMECHANICAL PREPARATION WITH THE USE OF IRRIGATING SOLUTIONS AND THE APPLICATION OF ACTIVATING METHODS.** Because of the presence of persistent microorganisms and the complexity of the root anatomy, new technologies have been implemented to improve cleaning. The aim of this research work is to analyze the effectiveness of lasers in disinfection of root canals, identify the types of lasers used in disinfection, determine the antimicrobial scope, and establish the disinfection techniques used with irradiation, based on a bibliographic review supported by scientific sources indexed in databases such as Pubmed, Scielo, Science Direct, Lilacs, and Google Scholar. The articles analyzed were from the academic period 2013 , of which 14 were chosen for this review process. As a result, lasers are used in the disinfection of canal having significant effects on bacterial reduction, showing a high capacity to penetrate deep and superficial dentin. The laser technology has been proposed in endodontics to improve the effectiveness of irrigation solutions and removal of smear layer.

**Keywords:** Laser, laser therapy, root canals, disinfection, and endodontics.



Reviewed by: Mgs. Doris Valle V.

**ENGLISH PROFESSOR**

c.c 0602019697

## CAPÍTULO I.

### 1. INTRODUCCION.

El presente trabajo de investigación pretende explicar la efectividad del láser en la desinfección de conductos radiculares, uno de los factores más determinantes en el éxito final de la endodoncia(1). La reducción de microorganismos del sistema de conductos siempre ha sido un desafío para el clínico debido a la alta penetración de las bacterias en las regiones profundas y la complicada anatomía de estos. (1,2)(3)

El presente estudio es de interés educativo en vista de que ostenta información relevante sobre el uso del láser en la terapéutica endodóntica con ocasión de ser una nueva técnica que ha ido evolucionando se ha catalogado como novedosa e innovadora por los resultados efectivos que ha mostrado en otras áreas de la Odontología. La importancia de esta investigación fue explicar las nuevas modalidades propuestas en los últimos años de tratamiento alternativo que incluyen láseres de alta potencia y baja potencia en la desinfección de conductos radiculares.

El estudio se realizará de acorde a una revisión bibliográfica sustentado de fuentes científicas indexadas en bases de datos como Pubmed, Scielo, Science Direct, Lilacs y Google Académico, los artículos analizados serán durante el periodo del 2013 al 2023.

La búsqueda de nuevos dispositivos y tecnologías para procedimientos de endodoncia siempre ha sido un desafío. Rutinariamente la desinfección se establece mediante la preparación biomecánica junto con el uso de soluciones irrigadoras y la aplicación de técnicas activadoras, debido a la presencia de microorganismos persistentes y de difícil erradicación con la aplicación de técnicas convencionales, por lo que en los últimos años se han implementado nuevas tecnologías como la utilización de la irrigación sónica, ultrasónica o la desinfección activada por luz (3,4)

El láser es la amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación, que estimulan átomos o moléculas para emitir una longitud de onda con luz específica y amplificarla lo que da como resultado haces de luz coherentes. Esta tecnología se ha explorado como un medio para mejorar los resultados del tratamiento de varias maneras y

las últimas estrategias implican la mejora activa de las soluciones de irrigación mediante la transferencia de energía láser pulsada. (5,6)

La literatura indica que mejora capacidad de limpieza, la eliminación de residuos y la capa de barrillo de los conductos radiculares, mejorando así la descontaminación del sistema endodóntico. Existen tres métodos para lograr una desinfección activada por luz, la irrigación activada por láser, técnica directa y la terapia fotodinámica (PAD). (7,8)

La finalidad de este trabajo de investigación es analizar la efectividad del uso del láser en la desinfección de conductos radiculares, identificar los tipos de láseres que se utilizan en la desinfección, determinar el alcance antimicrobiano y establecer las técnicas de desinfección utilizados con irradiación.

## **CAPÍTULO II.**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. Endodoncia**

La endodoncia abarca el estudio de la etiología, diagnóstico, prevención, tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa dental junto con condiciones perirradiculares asociadas. Teniendo como objetivo la eliminación de los microorganismos que puedan estar presentes en los conductos radiculares(9,10)

Las bacterias desempeñan un papel crucial en la ocurrencia de fracasos en procedimientos endodónticos. Su establecimiento ocurre tras la necrosis pulpar, resultado de factores como caries, traumatismos, enfermedad periodontal, iatrogenia o después de tratamientos anteriores. Según diversos estudios, se ha señalado la presencia de alrededor de 500 especies distintas, incluyendo hongos y arqueas. Estas últimas pueden ser más prevalentes en dientes tratados que presentan enfermedad posterior al tratamiento. Entre las bacterias más comunes y abundantes en infecciones endodónticas, se identifican aquellas pertenecientes a cinco filos principales: Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroidetes y Fusobacterianos.(11,12)

Se han propuesto numerosas formas de disminuir microorganismos en el canal, incluyendo diferentes técnicas de instrumentación, soluciones de irrigación y varios medicamentos intracanales. Debido a que la anatomía del canal es complicada y no predecible han surgido nuevas técnicas y sustancias químicas necesarias para desinfectar el canal y destruir tantos microorganismos como sea posible (13,14)

#### **2.2.Desinfección de conductos radiculares**

La desinfección es la fase que actualmente tiene mayor atención durante el tratamiento endodóntico debido a que el éxito a largo plazo se define en la supresión de los microorganismos patógenos que han albergado el sistema de conductos radiculares. (15,16)

El proceso de desinfección implica la preparación mecánica del conducto radicular, irrigación química y, si es necesario, medicamentos intracanales. La preparación mecánica tiene como objetivo ampliar el canal para una irrigación más eficiente(17). Para la eliminación de estos

agentes patógenos existen medios y técnicas que se han venido utilizado a lo largo de la historia. (18)

## **2.3.Terapias de desinfección convencionales, novedosas y avanzadas**

### **2.3.1. Soluciones irrigadoras**

Los agentes de irrigación se emplean para eliminar los restos, proporcionar lubricación al conducto y contribuir a la erradicación de la infección en el sistema de conductos radiculares. (17,19)

### **2.3.2. Características de una solución irrigadora**

Las soluciones irrigadores deben ser fuertes para disolver el tejido necrótico o vital intracanal y eliminar las bacterias y lo suficientemente suave con los tejidos extraradiculares, es decir(17,20):

- No tóxico, no antigénico y no cancerígeno. (21)
- Eficaz en presencia de fluidos corporales.(21)
- No afectar a las propiedades físicas de la dentina.(21)
- Capaz de inactivar endotoxinas bacterias.(21)
- No manchar la estructura dental y actuar como lubricante.(21)
- Eliminar la capa de barro.(21)
- Ser rentable y fácil de usar.(21)

#### **2.3.2.1.Hipoclorito de sodio**

Es la solución más utilizada, eficaz agente antimicrobiano y proteolítico, considerado un agente oxidante e hidrolízate. En la literatura, se puede encontrar que el NaOCl se puede utilizar en concentraciones de 0,5 a 6 % considerando que, las concentraciones altas o bajas son igualmente de eficientes pero el efecto en la disolución está relacionado directamente con la concentración (9,17,22).

**Tabla 1. Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Capacidad disolvente de tejido	No sustancial
Lubricante	Toxico
Inicio rápido	Mal olor y corrosión
Actividad microbiana bien establecida	No disolvente de la capa inorgánica

Elaborado por: Jessenia Lescano

### **2.3.2.2.Soluciones de biguanida**

Estas soluciones son habituales en la estrategia de irrigación, como el digluconato de clorhexidina, es fácilmente soluble en agua y muy estable. La clorhexidina no disuelve los tejidos. Por lo tanto, el NaOCl todavía se considera la principal solución irrigante en endodoncia (17,22)

**Tabla 2. Ventajas y desventajas de la Clorhexidina**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Actividad antimicrobiana sustancial	Falta de capacidad de disolución de tejidos
Toxicidad discreta	

Elaborado: Jessenia Lescano

### **2.3.2.3.Agentes quelantes**

Los agentes quelantes se pueden clasificar en fuertes o débiles (22).

**Tabla 3. Clasificación de los agentes quelantes**

<b>Fuertes</b>	<b>Débiles</b>
Ácido etilendiaminatetraacético	Etidronato
Ácido Cítrico	

Elaborado por: Jessenia Lescano

### **Ácido etilenodiaminatetraacético**

Es un ácido aminopolicarboxílico, que se sugiere como irrigante por que puede quelar y eliminar la porción mineralizada de la capa de barrillo. Normalmente, el EDTA por sí solo no puede eliminar la capa de barrillo de manera eficaz; se debe agregar un componente proteolítico, como NaOCl, para eliminar los componentes orgánicos de la capa de barrillo (22,23)

El EDTA se utiliza normalmente en una concentración del 17 % y puede eliminar la capa de barrillo cuando está en contacto directo con la pared del conducto radicular durante menos de 1 minuto. Además de su capacidad de limpieza, los quelantes pueden desprender biopelículas adheridas a las paredes del conducto radicular (22,23)

### **Ácido cítrico**

El ácido cítrico también se puede utilizar para irrigar el conducto radicular y para eliminar la capa de barrillo. De manera similar al EDTA, la eliminación completa de la capa de barrillo también requiere irrigación con NaOCl antes o después de la irrigación con ácido cítrico. Se han utilizado concentraciones que oscilan entre el 1 y el 50% (22,24)

Se ha demostrado que el ácido elimina la capa de barrillo de manera más efectiva las cavidades apicales del extremo de la raíz que el ultrasonido. (22,24)

### **Etidronato**

Sustancia que previene la resorción ósea, se sugirió como un sustituto de los quelantes tradicionales por sus efectos menores sobre la dentina. Se considera el único quelante que se puede mezclar con el NaOCl sin interferir con su propiedad antimicrobiana (22,25)

#### **2.3.2.4. BioPure MTAD y Tetraclean**

Se han desarrollado dos nuevos irrigantes a base de una mezcla de antibióticos, ácido cítrico y un detergente. Estos irrigantes son capaces de eliminar tanto la capa de barrillo como el tejido orgánico del sistema de conductos radiculares infectado(22)

- MTAD: antibiótico (doxiciclina 150 mg/5 ml), detergente (Tween 80)(22,26)
- Tetraclean: Antibiótico (doxiciclina 50 mg/5 ml ), detergente de polipropilengicol. (26,27)
- MTAD se ha recomendado en la práctica clínica como enjuague final después de completar la preparación quimiomecánica convencional(22)

### **2.3.2.5. Agua Ozonizada**

Bactericida poderoso, el ozono en bajas concentraciones es capaz de inactivar las células bacterianas incluidas sus esporas. Aunque el agua ozonizada es un potente agente antimicrobiano contra bacterias, hongos, protozoos y virus, se ha prestado menos atención a la actividad antibacteriana del agua ozonizada en la biopelícula bacteriana y, por tanto, en la infección del conducto radicular. (22,28)

### **2.3.2.6. Nanopartículas**

Son partículas microscópicas con una longitud de 1 a 100 nm. Se descubrió que las nanopartículas tienen actividad antibacteriana de amplio espectro y a diferencia de los antibióticos, es menos probable que causen resistencia en los microorganismos.(22,29)

## **2.3.3. Técnicas de desinfección**

### **2.3.3.1. Irrigación Convencional**

La irrigación convencional está ampliamente aceptada, sin embargo, se ha argumentado que la sustancia irrigadora no llega a la región apical del conducto, ni a los túbulos dentinarios dando una persistencia de la biopelícula y de un número significativo de bacterias viables, incluso cuando la preparación apical es considerada “completa”(9,30).

### **2.3.3.2.Irrigación dinámica manual**

La agitación dinámica manual (MDA) utiliza un cono maestro de gutapercha bien ajustado en movimientos hacia arriba y hacia abajo de 2 a 3 mm para mejorar el desplazamiento y el intercambio de la solución. (19,22)

### **2.3.3.3.Irrigación Sónica**

Esta técnica permite un notable grado de limpieza del espacio endodóntico, pero es menos potente que la activación ultrasónica excepto que los tiempos de uso no son prolongados. Una de las ventajas de esta técnica es la menor extrusión de irrigante más allá del ápice(31,32).

### **2.3.3.4.Irrigación Ultrasónica**

Los ultrasonidos se basan en los principios de transmisión acústica (un fenómeno generado en un campo fluido formado por flujos de remolinos) y cavitación (un fenómeno cuando se generan burbujas en el líquido que implosiona debido a una fuerza colosal), creando un efecto de presión-vacío, aunque existe una incertidumbre sustancial en la literatura sobre si este último puede ser producido por instrumentos ultrasónicos del conducto radicular. (19,22)

### **2.3.3.5.Desinfección activada por luz**

Se dirige a células microbianas específicas utilizando un tinte fotosensibilizador no tóxico y una fuente de luz con longitudes de onda específica. Los fotosensibilizadores comunes incluyen azul de metileno, azul de toluidina, rosa de Bengala y verde de indocianina(19,22)

## **2.4.Laser**

El acrónimo “Laser” hace referencia a la amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación. Einstein identificó que un láser se promueve mediante la emisión de radiación como un proceso natural (33,34). Cuando un rayo de luz pasa a través de un medio específico

provocando la estimulación de los átomos dentro del medio para transferir la luz en una dirección específica, es decir, la misma dirección que el medio por la misma longitud de onda que la del rayo original, se produce un rayo láser (35,36).

La historia del láser se remonta a la física moderna después de los conceptos revolucionarios de Einstein y fue prácticamente introducido por Maiman con el primer prototipo de laser después de 43 años, el cual emitía un rayo de color rojo intenso a partir de cristal de rubí y han sido necesarios 20 años más para multiplicar las aplicaciones de los láseres.(13,37,38)

#### **2.4.1. Laser en Odontología**

La terapia con láser se ha convertido en uno de los estándares de oro del tratamiento en la práctica odontológica habitual, desde 1970 los láseres se han utilizado para tratar infecciones de la cavidad bucal, con la llegada de nuevos tipos de láseres su uso se ha extendido a prácticas terapéuticas específicas, como la endodoncia, periodoncia, ortodoncia, entre otras. (39,40).

Debido, precisamente por sus características de versatilidad, facilidad de uso y fiabilidad, el láser puede utilizarse como alternativa a los métodos convencionales. Las propiedades bioestimulantes de los rayos láser a nivel celular han permitido su uso en todas las ramas de la odontología.(32,41)

En tratamientos de endodoncia, el uso de láseres asegura la esterilización de los conductos radiculares tras su adecuada limpieza, la tecnología láser mejora la capacidad de limpieza, la eliminación de residuos y la capa de barrillo de los conductos radiculares, mejorando así la descontaminación del sistema endodóntico. (41,42)

##### **2.4.1.1. Clasificación**

Los láseres utilizados en la práctica odontológica se pueden clasificar mediante varios métodos: según el medio láser utilizado, como láser de gas y láser sólido; según la aplicabilidad del tejido, láseres para tejidos duros y tejidos blandos; según el rango de

longitud de onda y, por supuesto, el riesgo asociado con la aplicación del láser, pero la forma común de clasificarlos es de acuerdo a su potencia. Así pues, es frecuente referirse a dos grandes grupos de láseres(43,44):

- Láser de baja potencia: Estos láseres no tienen ningún efecto térmico sobre los tejidos y producen una reacción en las células a través de la luz, llamada fotobioestimulación o reacción fotobioquímica (45,46)
- Láser de alta potencia: Estos láseres aumentan la energía cinética de los tejidos y producen calor. Como resultado, dejan sus efectos terapéuticos a través de interacciones térmicas. Estos efectos incluyen necrosis, carbonización, vaporización, coagulación y desnaturalización(45,46)

**Tabla 4. Laser de alta y baja potencia en Odontología**

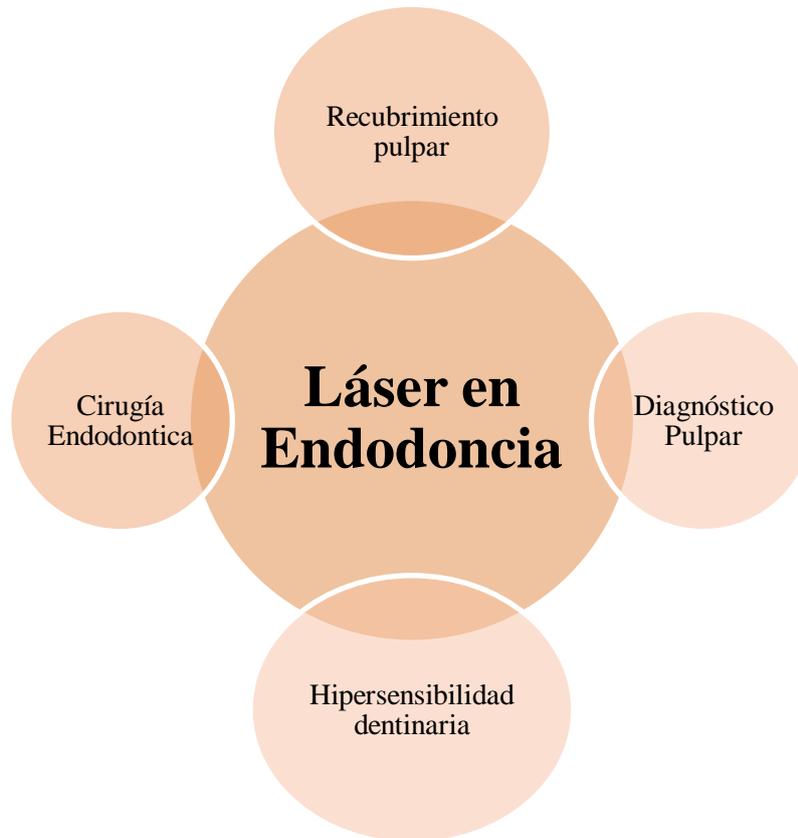
<b>Alta potencia</b>	<b>Baja potencia</b>
Argon	As, Ga
Diodo	As, Ga, Al
Nd: YAG	He Ne
Nd: Yap	
Ho: YAG	
Er,Cr:YSGG	
Er: YAG	
CO2	

Elaborado por: Jessenia Lescano

#### **2.4.1.2.Laser en Endodoncia**

La búsqueda de nuevos dispositivos y tecnologías para procedimientos de endodoncia siempre ha sido un desafío. La tecnología láser aplicada a la endodoncia, investigada inicialmente en 1971, se expandió en la década de 1990 con el desarrollo de los sistemas de entrega de fibra óptica y últimamente ha experimentado una evolución importante(4,47)

*Gráfico 1. Usos del láser en endodoncia*



Elaborado por: Jessenia Lescano

### **2.4.1.3. Tipos de láseres utilizados en la desinfección de conductos radiculares**

#### **Láser de diodo**

El láser de diodo es un tipo de láser de salida de baja potencia cuando se utiliza como método de tratamiento, generalmente se aplica a una longitud de onda de 810-980 nm. (34). Este dispositivo reduce la permeabilidad de la dentina, aunque no provoca su fusión. Su luz presenta un espectro que permite una mayor absorción por el agua que los tejidos dentales. Esta característica supone una mayor penetración de la luz láser con poca interacción sobre la dentina, permitiendo actuar sobre los microorganismos presentes en los túbulos dentinarios.(42,48)

A longitudes de onda de 810, 940 y 980 nm exhiben una alta transmisión de agua, lo que les permite interactuar con los microorganismos ubicados en las capas más profundas de los túbulos dentinario. Como resultado, puede ser eficaz en el tratamiento del conducto radicular para eliminar los microorganismos de los conductos radiculares y reducir el dolor endodóntico postoperatorio. (34,49)

## **Erbio**

La "familia" de láseres de erbio tiene dos longitudes de onda distintas, láseres Er, Cr: YSGG (granate de itrio, escandio, galio) y láseres Er: YAG (granate de itrio y aluminio). Los láseres de erbio se introdujeron en la odontología para la preparación de tejidos duros dentales, ya que su radiación se absorbe fácilmente en el agua. Las longitudes de onda de erbio tienen una alta afinidad por la hidroxiapatita y la mayor absorción de agua en cualquier longitud de onda del láser dental.(34,35)

El láser Er:YAG es eficaz en la ablación y la eliminación de tejidos duros durante el tratamiento de conductos radiculares, pulpotomía, etc. En consecuencia, es el láser de elección para el tratamiento de los tejidos duros dentales (35). La longitud de onda de los láseres Er,Cr:YSGG es de 2780 nm, que está muy cerca del pico de absorción del agua. Sus aplicaciones y limitaciones en el contexto del tratamiento endodóntico son similares a los láseres Er:YAG, ya que ambos pertenecen a la categoría de láseres de tipo erbio.(35,50)

## **CO2**

La longitud de onda del láser de CO2 tiene una afinidad muy alta por el agua, lo que resulta en una rápida eliminación de tejidos blandos y hemostasia con una profundidad de penetración muy baja. Debido al hecho de que puede controlar la hemorragia, el láser de CO2 se utiliza en el recubrimiento directo de la pulpa. Aunque posee la absorbancia más alta de cualquier láser, las desventajas del láser de CO2 son su tamaño relativamente grande y su alto costo y las interacciones destructivas de los tejidos duros. (34,35)

#### **2.4.1.4.TÉCNICAS LÁSER EN ENDODONCIA**

##### **La endodoncia láser tradicional o irradiación laser directa**

Implica el uso de puntas o fibras terminales, colocadas en el canal, 1 mm más cortas que la longitud de trabajo, que se irradian mientras se retira la fibra del canal. La reducción bacteriana asistida por láser requiere que los canales se preparen de la forma tradicional; la preparación apical se realiza con limas ISO 30/40, dependiendo del diámetro de la fibra láser utilizada. La irradiación se realiza al final del tratamiento de endodoncia tradicional, como procedimiento final para reducir las bacterias en el sistema endodóntico antes de la obturación. Se coloca una fibra óptica flexible de 200-300 micras de diámetro a 1 mm del ápice y se retira coronalmente con diferentes técnicas, como un movimiento vertical o helicoidal (a 1 o 2 mm/seg según diferentes procedimientos). Tradicionalmente esta técnica se realiza en canales secos y sin ningún tipo de riego. Esta técnica ha caído en desgracia debido a los efectos térmicos perjudiciales sobre la dentina radicular. (51,52)

##### **Terapia fotodinámica**

Es una estrategia antimicrobiana en la que se utiliza energía láser baja para activar un fotosensibilizador no tóxico. Ciertas sustancias químicas como el verde de indocianina, el azul de metileno, el azul de toluidina y el cloruro de tolonio se conocen como fotosensibilizadores que aumentan la sensibilidad de las bacterias a la irradiación óptica. Hay estudios que afirman que el uso de láseres de diodo era eficaz para producir oxígeno reactivo a través de una reacción fotoquímica en estos fotosensibilizadores exógenos(37,51)

Se descubrió que la acción antibacteriana mediante la desinfección fotoactivada (PAD) mejoraba con un aumento en la dosis de energía del láser. Se puede lograr la eliminación de muchos tipos de bacterias, pero algunos patógenos endodónticos que crecen como biopelículas de una sola especie son difíciles de erradicar(51,53)

La PAD tiene la ventaja de atacar específicamente a los microorganismos sin afectar al huésped. Existe la posibilidad de que este método mejore la resistencia de la dentina mediante el aumento de los enlaces cruzados en las fibras de colágeno (54,55).

## **Irrigación activada por laser**

La irrigación activada por láser (LAI) es un novedoso sistema de irrigación, basado en la absorción de la energía láser por parte del irrigante basa su mecanismo de acción en la generación de burbujas de vapor al interior de la solución. Las burbujas sufren una rápida expansión y compresión, fenómeno conocido como “cavitación” esto es particularmente relevante cuando se utilizan láseres de la familia Erbium (Er:YAG: 2980 nm – Er,Cr:YSGG: 2780 nm)(51,56,57).

Una vez las burbujas colapsan, implosionan generando ondas de presión que primero se desplazan a velocidad supersónica (ondas de choque) y luego a velocidad sónica (ondas acústicas), capaces de erradicar microorganismos persistentes, como el *Enterococcus faecalis*. El resultado es una solución de irrigación energizada, que se vuelve más reactiva, fluyendo y penetrando en el interior de la compleja red tridimensional del sistema de canales radiculares, mejorando el grado de limpieza y desinfección. Se ha demostrado que el LAI tiene efecto bactericida, mejorando la eliminación de la capa de barrillo de dentina y contribuyendo a la eliminación de residuos del tercio apical de la raíz(51,56).

## CAPÍTULO III.

### 3. METODOLOGIA.

La presente investigación se basará de una revisión de la literatura utilizando artículos científicos del campo odontológico indexados en bases de datos como Pubmed, Google Académico, y Scielo, durante el periodo 2013 hasta septiembre del 2023. Las variables de la investigación son Efectividad del uso del láser (independiente) en la desinfección de conductos radiculares (dependiente). Este estudio cumple con la Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis Statement (PRISMA)

#### 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación será de tipo revisión bibliográfica, descriptiva, no experimental, de enfoque cualitativo y de corte transversal

**Estudio descriptivo:** a través de este tipo de estudio, se recolectará, indagará y se analizará diferentes artículos que determinen la efectividad del láser en desinfección de conductos.

**Estudio transversal:** Toda la información recolectada fue en base a artículos científicos con valdes y publicados entre el periodo de 2013 y 2023.

#### 3.2. Formulación de la pregunta

Pregunta PICO: ¿Cuál es la efectividad del uso del láser en la desinfección de los conductos radiculares?

**Tabla 5. Elaboración de pregunta PICO**

<b>P</b>	Procedimiento de endodoncia
<b>I</b>	Uso de laser para la desinfección de conductos
<b>C</b>	Uso de dispositivos de irrigación manual o sónico para la desinfección de conductos radiculares
<b>O</b>	Eficacia de desinfección del láser y efecto antimicrobiano

**Elaborado por: Jessenia Lescano**

### 3.3. Establecimiento de criterios de selección para limitar la búsqueda

#### 3.3.1. Criterios de inclusión

**Tabla 6. Criterios de inclusión**

<b>Componente de estudio</b>	<b>Criterio</b>
Tipo de investigación	Estudios experimentales Estudios Observacionales
Idioma de publicación	Español e inglés
Tipo de artículos	Revisión sistemática Reporte de casos Ensayo clínico
Disponibilidad del texto	Textos completos y gratuitos
Tiempo de publicación	Últimos 10 años (2013-2023). En el caso que sea un artículo de relevancia y no esté en el rango se tomará en cuenta.

Elaborado por: Jessenia Lescano

#### 3.3.2. Criterios de exclusión

- Publicaciones sin textos completos y sin acceso gratuito
- Revisiones experimentales en animales
- Artículos de bases científicas sin validez
- Publicaciones con objetivos no alineados al interés investigativo

### 3.4. Estrategia de búsqueda.

Artículos científicos que cumplan con los criterios de inclusión, indexados en las bases de datos Pubmed, Google Scholar y Scielo. El nivel de impacto de los artículos y el conteo de citas fue fundamental para la selección de estos.

### 3.5. Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales

La búsqueda de documentos se realizará mediante las combinaciones de boléanos (OR, AND, NOT) con términos Mesh/Decs en las siguientes bases de datos

**Tabla 7. Recuperación de información**

<b>Bases de datos</b>	<b>Combinaciones</b>
<b>Pubmed</b>	(Laser) and (root canal disinfection) (Laser) and (endodontics)
<b>Google Academico</b>	(Laser therapy) and (endodontics))
<b>Scielo</b>	(endodontics)and (smear layer) (endodontics) or (root canal)
<b>ScienceDirect</b>	(Laser) and (endodontics)
<b>Scielo</b>	(Laser) and (endodontics)
<b>Lilacs</b>	(Laser therapy) and (endodontics)

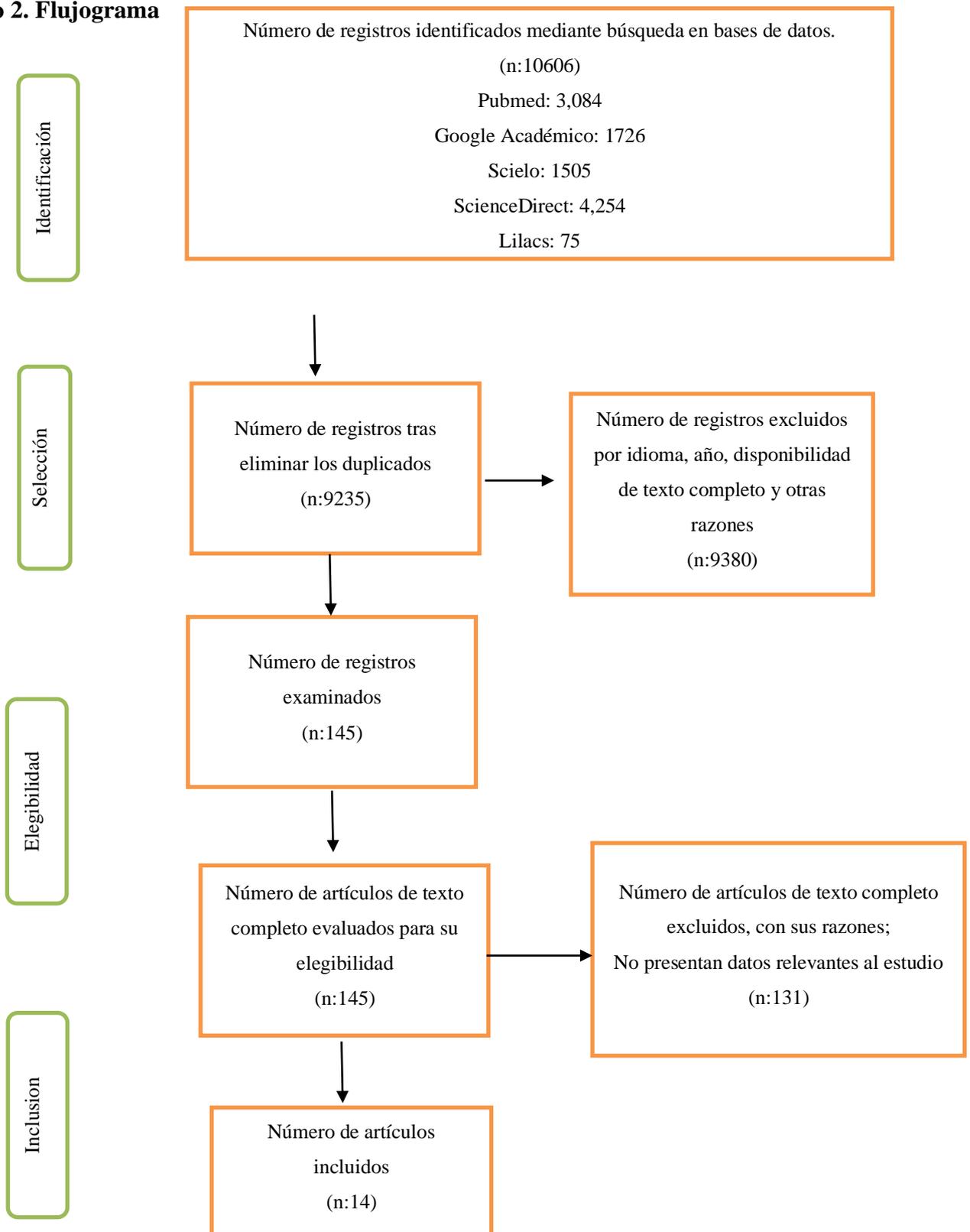
Elaborado por: Jessenia Lescano

En la búsqueda inicial se expuso un total de 10606 relacionados con el tema a tratar, en las distintas bases de datos, Pubmed, Google Academico y Scielo. Se aplicaron los operadores lógicos o booleanos para estrechar y ampliar la búsqueda con los términos descritos en la tabla 3.

Una vez aplicado los criterios de inclusión y exclusión y con la utilización de los conectores booleanos se obtuvieron 145 artículos, en cada base de datos se aplicaron los respectivos filtros. Se utilizó un gestor bibliográfico Mendeley para poder descartar los artículos repetidos.

Con la ayuda de Google Académico se valoró los artículos de acuerdo con el conteo de citas (Average Citation Count “ACC”) , descartando los artículos menores a 1,5 y de la misma forma se seleccionaron artículos utilizando el ranking SJR ( Scimago Journal Ranking ) para medir el factor de impacto de las revistas donde fueron publicados llegando a obtener un total de 14 artículos válidos, los cuales se implementarán para el estudio.

**Gráfico 2. Flujograma**



## CAPÍTULO IV.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

**Tabla 8. Tipos de láseres utilizados en la desinfección de conductos**

<b>Autor/año</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Tipo de laser</b>
<b>Ashofteh. Et al. (2014)(1)</b>	In vitro	Láser de diodo
<b>Mashalkar,et al. (2014)(3)</b>	In vivo	Láser de diodo
<b>Kaiwar,et al. (2013)(48)</b>	In vitro	Láser de diodo
<b>Tokuc,et al (2019)(58)</b>	Estudio Comparativo	Grupo 1: Er,Cr: YSSGG Grupo 2: Er,Cr: YSSGG+naocl Grupo 3: Er,Cr: YSSGG+Diode
<b>Asnaashari,et al. (2015)(2)</b>	In vitro	Laser de diodo
<b>Xhevdet, et al (2014)(59)</b>	In vitro	Laser de diodo
<b>Mathew, et al. (2014)(60)</b>	In vitro	Laser de diodo Laser Er, Cr:YSSG
<b>Kushwaha, et al. (2018)(61)</b>	In vitro	Nd: YAG Laser
<b>Sonarkar, et al. (2018)(37)</b>	In vivo	Laser de diodo
<b>Kushwah, et al. (2020)(62)</b>	Estudio Microbiológico	Laser de diodo
<b>Tilakchand, et al. (2018)(42)</b>	In vivo	Laser de diodo
<b>Betancourt, et al. (2019)(56)</b>	In vitro	Laser Er, Cr: YSSG
<b>Afkhami, etal. (2017)(54)</b>	In Vitro	Laser de diodo
<b>Abdelgewad, et al. (2020)(63)</b>	In vitro	Laser de diodo

Elaborado por: Jessenia Lescano

De acuerdo con la tabla 8 la mayor parte de los artículos seleccionados utilizaron el láser diodo como objeto de estudio. Ashofteh, et al.(64) manifiestan que el láser diodo posee propiedades antibacterianas favorables, Kaiwar, et al. (48) aseveran que este tipo de laser tiene una mayor penetración de la luz a través de la dentina permitiendo actuar sobre los microorganismos presentes en los túbulos dentinario. Tokuc,et al.(58) contrastan que el láser Er, Cr: YSGG posee una capacidad de ablación y el diodo tiene mejores alcances a nivel de profundidad.

**Tabla 9. Comparación del efecto antimicrobiano (reducción bacteriana) del láser de acuerdo con los parámetros del laser**

Autor/Año	Tipo laser	Parámetros					Reducción bacteriana
		de	Longitud de onda	Energía promedio	Tiempo exposición	de	
<b>Ashofteh, Et al(64). (2014)</b>	láser diodo	de	830 nm	1.5 w	50 ms en 4 ciclos con intervalos de 15 s	97,56 %	
<b>Mashalkar, et al. (3)(2014)</b>	láser diodo	de	980 nm	2,8 W	5s en 4 ciclos intervalos de 5 s	73,30	
<b>Xhevdet, et al(59) (2014)</b>	Laser diodo	de	660nm	N/a	Irradiación Grupo 1: 1 minuto Grupo 2: 3 minutos Grupo 3: 5 minutos	54,35% 69,45% 71,59%	
<b>Sonarkar, et al. (37)(2018)</b>	Laser diodo	de	810 nm	0.8 w	20 ms 4 ciclos intervalos de 20 s	62.81% 50.53%	
<b>Tilakchand, et al.(42) (2018)</b>	Laser diodo	de	940 nm	Grupo B: 1,05 W Grupo C: 1,5	15 s	25% 48,13% 72,3%	

				Grupo D: 1.95 w		
<b>Afkhami, et al.(54). (2017)</b>	Laser de diodo	de	810 nm	1W	10 s en 4 ciclos intervalo de 15 s	97 %

Elaborado por: Jessenia Lescano

Según la evidencia de la tabla 9, la versatilidad del comportamiento del láser y la longitud de onda logran tener efectos diferentes dependiendo de cómo se utilicen los parámetros diferenciales mostrando que los efectos provocados por la longitud varían de acuerdo con la potencia o la duración de la exposición. Xhevdet, et al.(59) determinaron que la reducción bacteriana tuvo mejores resultados cuando la duración de la exposición era mayor, reforzando esta afirmación Tilakchand, et al. (42) obtuvo una reducción 72,3 % en el grupo que se sometió a mayor potencia

**Tabla 10. Comparación del alcance antimicrobiano del láser de acuerdo con las unidades formadoras de colonias**

<b>Autor/Año</b>	<b>Tipo de laser</b>	<b>Longitud de onda</b>	<b>Energía promedio</b>	<b>Unidades formadoras de colonias</b>
<b>Kaiwar, et al. (48)(2013)</b>	láser de diodo	980 nm	Grupo B: 1,5W Grupo C:3W	Grupo B: UFC/mL 42x10 <sup>3</sup> Grupo C: 8x10 <sup>3</sup>
<b>Asnaashari, et al. (8)(2015)</b>	Laser de diodo	810 nm	0,2 W	5,49x10 <sup>1</sup>
<b>Mathew, et al.(60) (2014)</b>	Laser de diodo	940 nm	3,5 w	0,73 x10 <sup>6</sup>
<b>Afkhami, et al. (54) (2017)</b>	Laser de diodo	810 nm	1W	DL: 5x10 <sup>-1</sup> ICG/DL: 1.81x10 <sup>2</sup> AN/ICG/DL:2.5x10 <sup>-1</sup>

Elaborado por: Jessenia Lescano

Las UFC es el valor que determina el número de colonias individuales que se desarrollan en un medio. Con respecto a la tabla 10, Asnaashari, et al. (8) y Afkhami, et al. (54) obtuvieron a longitudes de onda de 810 una merma de UFC significativa. Mathew, et al. (60) declaran que el efecto bactericida superior de la irradiación con láser de diodo podría atribuirse a su mayor profundidad de penetración de hasta 1000  $\mu\text{m}$  en los túbulos dentinarios.

**Tabla 11. Comparación del efecto antimicrobiano (reducción bacteriana) con el método láser y otros métodos**

<b>Autor/Año</b>	<b>Tipo de laser</b>	<b>Efecto</b>	<b>Otro método</b>	<b>Efecto</b>		
<b>Ashofteh, et al.(64) (2014)</b>	láser de diodo	97,56 %	NaOCL	99,97 %		
			CH	99,65 %		
			MTAD	96,91 %		
<b>Mashalkar, et al.(3) (2014)</b>	láser de diodo	73,30 %	NaOCl	90 %		
<b>Xhevdet, al(59) (2014)</b>	Laser de diodo	71,59 %	NaOCl 2 %	70,77 %		
			PUI-NaOCl 2%	85,05 %		
<b>Tilakchand, et al. (42)(2018)</b>	Laser de diodo	77,78 %	NaOCl 3%	37,86 %		
<b>Afkhami, et al. (54)(2017)</b>	Laser de diodo					
			<i>DL</i>	97,41 %	<i>AgNPs</i>	94,42 %
			<i>ICG/DL</i>	68,47 %	<i>NaOCl</i>	94,61 %
			<i>AN/ICG/DL</i>	99,12 %		

<b>Abdelgewad, et al.(63) (2020)</b>	Lasers de diodo		Endo activador sonico	
	<i>AgNPs</i>	78.0514 %	<i>AgNPs</i>	72.9405 %
	<i>CHX</i>	71.8143 %	<i>CHX</i>	68.9947 %
	<i>H2O</i>	71.4565 %	<i>H2O</i>	62.7847 %
			SI	
			<i>AgNPs</i>	76.4703 %
			<i>CHX</i>	70.1782 %
			<i>H2O</i>	60,6 %

Elaborado por: Jessenia Lescano

Según evidencia la tabla 11, al comparar la reducción bacteriana con otros métodos refleja una mínima diferencia entre ambos grupos, Ashofteh, et al. (64) muestran mejores resultados al aplicar la técnica convencional en grupos NaOCl y CHx proponiendo a considerar al laser como técnica alternativa, mientras que Abdelgewad et al. (63) manifiestan la agitación con láser de diodo AgNps y clorhexidina fue más efectiva en la desinfección de conductos que las técnicas con Endo activador y aguja con ventilación lateral.

**Tabla 12. Uso del láser como coadyuvante a sustancias irrigadoras.**

	Tipo de laser	de CH	NaOCl	Nanoparticulas	solución Salina	Agua ICG
<b>Tokuc,et al (58)(2019)</b>	Er,Cr: YSSGG		X			
<b>Kushwaha, et al. ((61)2018)</b>	Nd: Laser	YAG		X		
<b>Tilakchand,</b>	Laser	de	x			

<b>et al.(42) diodo (2018)</b>					
<b>Betancourt, et al.(9) (2019)</b>	Laser Er, Cr: YSGG		X		x
<b>Afkhami, et al(54) (2017)</b>	Laser de diodo		X		x
<b>Abdelgewad, et al.(63) (2020)</b>	Laser de diodo	x	X		x

Elaborado por: Jessenia Lescano

Según refleja la tabla 12, el láser es utilizado con agentes antimicrobianos para lograr una desinfección de conductos deseada, de los artículos recolectados, el hipoclorito de sodio es la sustancia irrigadora más utilizada, Tokuc, et al.(58) y Betancourt, et al.(9) en sus estudios afirmaron que el efecto bactericida más exitoso se obtuvo de los grupos NaOCl coadyuvados con láser afirmando que esta mejora la eficacia química del irrigante. Kushwaha, et al(62), Afkhami et al(54). y Abdelgewad, et al(63). demuestran que las nanopartículas tienen una actividad similar a las de NaOCl.

**Tabla 13. Comparación de técnicas usadas con laser**

Autor/Año	LAI	PAD	DIRECTA
<b>Tokuc,et al(58) (2019)</b>	x		
<b>Asnaashari, et al. (2015(8))</b>		X	
<b>Xhevdet, et al(59) (2014)</b>		X	
<b>Mathew, et al. (60)(2014)</b>		X	X
<b>Kushwaha, et al. (61)(2018)</b>		X	
<b>Sonarkar, et al.(37) (2018)</b>			X

<b>Tilakchand, et al.(42) (2018)</b>	x		
<b>Betancourt, et al. (9)(2019)</b>	x		
<b>Afkhami, et al.(54) (2017)</b>		X	X
<b>Abdelgewad, et al.(63) (2020)</b>	X		

Elaborado por: Jessenia Lescano

Según evidencia la tabla 13, las técnicas LAI y PAD son las más utilizadas en la terapia laser. Tokuc, et al(58) y Tilakchand, et al(42). destacan a LAI como el mejor método al mejorar la capacidad de limpieza de las soluciones de irrigación siendo eficaz para la reducción de *Entereccocus Fecalis*. De igual manera, Asnaashari, et al(8) expone a la PAD como un método complementario para lograr la reducción de bacterias, en cambio Afkhami, et al. (54) relatan que mejores resultados se obtienen con la PAD modificada con nanopartículas.

## 4.2. Discusión

El objetivo del tratamiento de endodoncia es eliminar todos los tejidos vitales y necróticos, microorganismos y subproductos microbianos del sistema de conductos radiculares. Este objetivo se puede lograr mediante el desbridamiento químico y mecánico de los conductos radiculares, debido a que la anatomía del sistema de conductos es extremadamente compleja y variable, no siempre es posible una limpieza y desinfección efectiva.(65)

Según los autores(58) la tecnología láser se ha propuesto en la endodoncia para la desinfección de los conductos radiculares, mejorar la eficacia de las soluciones de irrigación y la eliminación del barrido dentinario. Ashofteh, et al.(64) y Mathew et al. (60)en sus estudios manifiestan el uso de laser diodo por las propiedades favorables, presentando una acción fotodisruptiva térmica en las partes inalcanzables de la dentina, lo que resulta en un efecto bactericida mejorado en la dentina. En cambio, Kushawa, et al(61), exponen que el láser Nd:YAG es probablemente uno de los más eficaces para la desinfección del conducto radicular infectado con *E. faecali*. Tokuc, et al. (58) declaran que del grupo de láseres erbio,

Er,Cr,YSGG combinado logra tener mejores resultados ya que aprovecha la capacidad de ablación del láser Er,Cr:YSGG y la profundidad de penetración del láser de diodo.

El alcance antimicrobiano del láser se midió de acuerdo con el porcentaje de reducción bacteriana y la cantidad de UFC de cada estudio, Kaiwar, et al(48). evidenciaron en su estudio in vivo que la irradiación con láser de diodo provocó un mayor nivel de desinfección, medida de UFC/ml de  $8 \times 10^3$ , que otro grupo sin desinfección con láser ( $126 \times 10^3$ ) mostrando una diferencia estadística significativa. De igual manera, Asnaashari, et al(2). declara una reducción significativa UFC/mL después de la irradiación con láser de  $5,49 \pm 0,71$ . En varios de los estudios evidencia una reducción bacteriana favorable luego de la aplicación de laser, Afkhami, et al(54). declaran haber obtenido un 97% de reducción, al igual que, Ashofteh et, al(64). En cambio, Xhevdet et, al(59). y Tilakchand et, al(42) muestran tener resultados diferentes llegando a la conclusión que la eficacia va a depender de la duración de la irradiación con láser, obteniendo mejores resultados cuando la duración de la exposición sea mayor.

Las investigaciones de los últimos años se han dirigido a producir tecnologías láser con impulsos de longitud reducida y disparo radial, así como técnicas que sean capaces de simplificar su uso y minimizar los efectos térmicos indeseables, así nacen la terapia fotodinámica o desinfección fotoactivada (PAD) y la irrigación activada por láser (LAI). La técnica tradicional o de irradiación directa no la definen como un método aplicable actualmente debido a los efectos perjudiciales a la dentina. (51)

Xhevdet, et al(59). en su estudio indican que la terapia fotodinámica es adecuada como agente desinfectante en un modelo de diente contaminado con *E. faecalis* o *C. albicans*, porque mostraron una reducción significativa en la viabilidad celular, sin embargo, no erradicó el microorganismo contaminante. Afkhami, et al (54)relata que mejores resultados se obtienen con la PAD modificada con nanopartículas dando una reducción bacteriana del 99% en su estudio. Por otra parte, Anaashari, et al(2). expone al PAD como un método complementario a la de desinfección convencional de conductos.

Bentacourt et, al(9). expone en su estudio que en LAI las ondas de choque expansivas contribuyen al efecto fotomecánico que facilita el acceso del irrigante al tercio apical de los conductos y a las áreas más profundas de la dentina por lo que mejora significativamente la

eficacia en la desinfección, difiriendo esta idea, la investigación de Tokuc, et al. (58) expresan que este método puede causar extrusión apical de la sustancia irrigadora e irritación de los tejidos periapicales. Los autores coinciden que la aplicación de la técnica LAI es una opción de tratamiento eficaz para la reducción de carga bacteriana en el sistema de conductos.

Mashalkar et al.(3) evidenciaron que el método convencional que utiliza hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno como soluciones de irrigación es muy eficaz para desinfectar el conducto radicular mostrando reducción del 90%, y para el grupo laser del 73, 30 %. Otros autores, de igual manera declaran en sus investigaciones que el NaOCl es la sustancia irrigadora que mejores resultados presenta y al combinarlo con irradiación laser potencializa su efecto, al igual que utilizar el suero salino mejora la eliminación de la capa de barrillo.

Los resultados de la investigación revelaron que hay una reducción significativa de bacterias. Se analizaron 14 estudios, 6 concluyeron en que si existe una eficacia de laser en la desinfección de conductos, 7 tuvieron buenos resultados pero no a la expectativas requeridas y 1 no evidencia al laser como técnica de desinfección única, sino alternativa.

No se puede deducir a partir de esta investigación si hay una eficacia del láser como herramienta en la desinfección de conductos, puesto que los estudios fueron analizados con diferentes parámetros y medios, pero si se puede inferir que la fase de desinfección conduce a una endodoncia favorable y que con el apoyo de nuevas tecnologías elevarían la tasa de éxito.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados, el empleo del láser en la desinfección de conductos tiene efectos significativos en la reducción bacteriana mostrando una alta capacidad para penetrar a zonas profundas de la dentina, pero su efectividad va a estar determinada a la técnica, al tipo y a los parámetros de láser utilizada.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los efectos provocados por la longitud onda varían con respecto a la potencia o la duración de la exposición, mejores resultados se presentan cuando la duración de la exposición es mayor.

También es posible concluir que, la energía laser al ser absorbida por las bacterias provoca un calentamiento supra fisiológico que conlleva a la pérdida de la viabilidad, por lo cual la irradiación utilizada como técnica de desinfección presentan un buen alcance microbiano.

En modo de cierre, se establece que son tres técnicas que se emplean para la desinfección de conductos, tradicional o directa, fotodinámica y la irrigación activada. Mejores resultados se reportan al usar el LAI con NaOCl ya que mejora las propiedades y capacidades de la sustancia de irrigación aumentando el efecto antibacteriano a bajas concentraciones permitiendo así trabajar de una forma más segura y eficaz.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda el uso del láser como técnica coadyuvante para la desinfección de conductos radiculares.

En base a la información obtenida, se recomienda más estudios clínicos in vivo para determinar la efectividad del láser.

Se sugiere no aplicar irradiación en un solo tiempo, sino con la aplicación de intervalos.

## BIBLIOGRÁFIA

1. Ashoffteh K, Sohrabi K, Chiniforush N. In vitro comparison of the antibacterial effect of three intracanal irrigants and diode laser on root canals infected with *Enterococcus faecalis*.
2. Asnaashari M, Sadeghian A, Hazrati P. The Effect of High-Power Lasers on Root Canal Disinfection: A Systematic Review. Vol. 13, *Journal of Lasers in Medical Sciences*. Laser Application in Medical Sciences Research Center; 2022.
3. Mashalkar S, Pawar MG, Kolhe S, Jain DT. Comparative evaluation of root canal disinfection by conventional method and laser: An in vivo study. *Niger J Clin Pract*. 2014 Jan;17(1):67–74.
4. Stabholz A, Sahar-Helfft S, Moshonov J. Lasers in endodontics. Vol. 48, *Dental Clinics of North America*. 2004. p. 809–32.
5. Al Omari T, El-Farraj H, Alzenate HM, Al Charabi N, Al Khatib R, Ateş AA. The usage of lasers in cleaning, shaping, and disinfection of root canal system. Vol. 12, *Saudi Endodontic Journal*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2022. p. 253–60.
6. Lukač N, Jezeršek M. Amplification of pressure waves in laser-assisted endodontics with synchronized delivery of Er:YAG laser pulses. *Lasers Med Sci*. 2018 May 1;33(4):823–33.
7. Kodical S, Attiguppe P, Siddalingappa RO, Mata DB. Laser Activation of Aquatine Endodontic Cleanser: A Novel Approach to Root Canal Disinfection. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2022 Nov 1;15(6):761–3.
8. Asnaashari M, Sadeghian A, Hazrati P. The Effect of High-Power Lasers on Root Canal Disinfection: A Systematic Review. Vol. 13, *Journal of Lasers in Medical Sciences*. Laser Application in Medical Sciences Research Center; 2022.
9. Betancourt P, Amabat-Domínguez J, Viñas M. Irrigación Activada por Láser en Endodoncia Laser Activated Irrigation in Endodontics. Vol. 15, *Int. J. Odontostomat*. 2021.
10. Roudsari RV, Jawad S, Taylor C, Darcey J, Qualtrough A. Modern endodontic principles part 8: The future of endodontics. *Dent Update*. 2016 Jun 1;43(5):430–41.
11. Siqueira JF, Rôças IN. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. Vol. 55, *International Endodontic Journal*. John Wiley and Sons Inc; 2022. p. 512–30.
12. Jhajharia K, Parolia A, Shetty Kv, Mehta L. Biofilm in endodontics: A review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2015;5(1):1.
13. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Sahebalam R, Kinoshita JI. Laser-based disinfection of the root canal system: An update. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2017;18(1):74–7.

14. Maiti N, Benedicenti S, Henna, Ambesh S, Gudapati S, Mustafa M, et al. Assessment of efficiency of diode laser in root canal disinfection: An original research. *J Pharm Bioallied Sci.* 2022;14(5):248.
15. Reyes-Carmona J. Irrigation Protocols Effects on Radicular Dentin: Cleaning, Disinfection and Remaining Ultrastructure. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences.* 2023 Jan 1;25(1):14–21.
16. Agrawal A. Root Canal Disinfection Potential of 5.25% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine and 810nm Diode Laser-A Comparative In vitro Antimicrobial Study. *International Journal of Oral and Craniofacial Science.* 2016 May 13;035–8.
17. Bukhari S, Babaeer A. Irrigation in Endodontics: a Review. Vol. 6, *Current Oral Health Reports.* Springer Science and Business Media B.V.; 2019. p. 367–76.
18. Wong J, Manoil D, Näsman P, Belibasakis GN, Neelakantan P. Microbiological Aspects of Root Canal Infections and Disinfection Strategies: An Update Review on the Current Knowledge and Challenges. Vol. 2, *Frontiers in Oral Health.* Frontiers Media SA; 2021.
19. Cheung AWT, Lee AHC, Cheung GSP. Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review. *Restor Dent Endod.* 2021;46(1).
20. Teves A, Blanco D, Casaretto M, Torres J, Alvarado D, Jaramillo DE. Effectiveness of different disinfection techniques of the root canal in the elimination of a multi-species biofilm. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(11):e978–83.
21. Sasser L. Endodontic Disinfection for Orthograde Root Canal Treatment in Veterinary Dentistry. *J Vet Dent.* 2020 Mar 1;37(1):35–40.
22. Mampilly J, Shetty V, Harish K, Shetty S. Endodontic Irrigating Solutions, Disinfection Devices and Techniques: A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)* e-ISSN [Internet]. 2020;19:1–11. Available from: [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)
23. George T, Brady MF. Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA).
24. Akhtar F, Paul B, Shivkumar M, Dube K, Kapur C, Singh N. Chelating Agents In Endodontics: An Overview [Internet]. *International Journal of Medical Science and Innovative Research.* 2019. Available from: [www.ijmsir.com](http://www.ijmsir.com)
25. Tartari T, Duarte Junior AP, Silva Júnior JOC, Klautau EB, Silva E Souza Junior MH, Silva E Souza P de AR. Etidronate from medicine to endodontics: Effects of different irrigation regimes on root dentin roughness. *Journal of Applied Oral Science.* 2013;21(5):409–15.
26. Kamberi B, Bajrami D, Stavileci M, Omeragiq S, Dragidella F, Koçani F. The Antibacterial Efficacy of Biopure MTAD in Root Canal Contaminated with *Enterococcus faecalis* . *ISRN Dent.* 2012 Sep 6;2012:1–5.
27. Mohammadi Z, Shalavi S, Giardino L, Palazzi F, Dent S. Randomized Controlled Trial. Vol. 80. 2014.

28. Goztas Z, Onat H, Tosun G, Sener Y, Hadimli HH. Antimicrobial effect of ozonated water, sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in primary molar root canals. *Eur J Dent.* 2014;8(4):469–74.
29. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Palazzi F. Recent advances in root canal disinfection: A review. Vol. 12, *Iranian Endodontic Journal*. Iranian Association of Endodontics; 2017. p. 402–6.
30. Susila A, Minu J. Activated irrigation vs. Conventional non-activated irrigation in endodontics – A systematic review. Vol. 4, *European Endodontic Journal*. Kare Publishing; 2019. p. 96–110.
31. Iandolo A, Pisano M, Buonavoglia A, Giordano F, Amato A, Abdellatif D. Traditional and Recent Root Canal Irrigation Methods and Their Effectiveness: A Review. Vol. 13, *Clinics and Practice*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023. p. 1059–72.
32. Eggmann F, Vokac Y, Eick S, Neuhaus KW. Sonic irrigant activation for root canal disinfection: Power modes matter! *BMC Oral Health.* 2020 Apr 10;20(1).
33. Kuzekanani M, Plotino G, Gutmann JL. Current applications of lasers in endodontics. Vol. 33, *Giornale Italiano di Endodonzia*. Ariesdue Srl; 2019. p. 13–23.
34. Huang Q, Li Z, Lyu P, Zhou X, Fan Y. Current Applications and Future Directions of Lasers in Endodontics: A Narrative Review. Vol. 10, *Bioengineering*. MDPI; 2023.
35. Verma S, Maheshwari S, Singh R, Chaudhari P. Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *Natl J Maxillofac Surg.* 2012;3(2):124.
36. Luke AM, Mathew S, Altawash MM, Madan BM. Lasers: A review with their applications in oral medicine. *J Lasers Med Sci.* 2019;10(4):324–9.
37. Sonarkar S, Singh S, Podar R, Kulkarni G, Purba R. An in vivo comparison of the antibacterial efficacy of photoactivated disinfection, diode laser, and 5% sodium hypochlorite in root canal disinfection. *Journal of Conservative Dentistry.* 2018;21(2):205.
38. Maheshwari S, Jaan A, Vyaasini CVS, Yousuf A, Arora G, Chowdhury C. Laser and its Implications in Dentistry: A Review Article. *Journal of Current Medical Research and Opinion.* 2020 Aug 14;3(08).
39. Rajan J, Muhammad U. Evolution and advancement of lasers in dentistry - A literature review. *International Journal of Oral Health Sciences.* 2021;11(1):6.
40. Gambhir R, Singh S, Singh Gambhir R, Kaur A, Singh G, Sharma S, et al. Dental Lasers: A Review of Safety Essentials [Internet]. Vol. 3, Review Article *Journal of Lasers in Medical Sciences.* 2012. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/264851221>
41. Malcangi G, Patano A, Trilli I, Piras F, Ciocia AM, Inchingolo AD, et al. Therapeutic and Adverse Effects of Lasers in Dentistry: A Systematic Review. Vol. 10, *Photonics*. MDPI; 2023.

42. Tilakchand M, Singh NN, Yeli MM, Naik BD. "Evaluation of the antibacterial efficacy of EZLASE diode LASER on the infected root canal system:" An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018 May 1;21(3):306–10.
43. Jesús A, Estomatólogo Profesor Aso- M. Aplicaciones del láser en Odontología España-Tost. Vol. 9, Aplicaciones del láser en Odontología. RCOE. 2004.
44. Bhatt A, Banarsi B. Lasers classification revisited [Internet]. 2015. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/276202391>
45. Khalighi HR, Anbari F, Jamileh •, Taheri B, Bakhtiari S, Namazi Z, et al. Effect of Low-power Laser on Treatment of Orofacial Pain [Internet]. Vol. 4, Dental Clinics, Dental Prospects J Dent Res Dent Clin Dent Prospect. 2010. Available from: <http://dentistry.tbzmed.ac.ir/joddd>
46. Srivastava A, Shrivastava R, Srivastava R, Goel D, Kumar Khatri R, Mathur S. International Journal of Medical Science and Education LASERS IN DENTISTRY [Internet]. Vol. 6, Int.J.Med.Sci.Educ. Available from: [www.ijmse.com](http://www.ijmse.com)
47. Anagnostaki E, Mylona V, Parker S, Lynch E, Grootveld M. Systematic review on the role of lasers in endodontic therapy: Valuable adjunct treatment? Vol. 8, *Dentistry Journal*. MDPI AG; 2020.
48. Kaiwar A, Usha H, Meena N, Ashwini P, Murthy C. The efficiency of root canal disinfection using a diode laser: In vitro study. *Indian Journal of Dental Research*. 2013 Jan;24(1):14–8.
49. Genc Sen O, Kaya M. Effect of root canal disinfection with a diode laser on postoperative pain after endodontic retreatment. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2019 Feb 1;37(2):85–90.
50. Schoop U, Moritz A, Kluger W, Patruta S, Goharkhay K, Sperr W, et al. The Er:YAG laser in endodontics: Results of an in vitro study. *Lasers Surg Med*. 2002;30(5):360–4.
51. Olivi G. SCIENTIFIC REVIEW Olivi 58 Laser Use in Endodontics: Evolution from Direct Laser Irradiation to Laser-Activated Irrigation. Vol. 21, *Journal of Laser Dentistry* | . 2013.
52. Attiguppe PR. Comparative Evaluation of Different Modes of Laser Assisted Endodontics in Primary Teeth: An In vitro Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. 2017;
53. Bonsor SJ, Nichol R, Reid TMS, Pearson GJ. An alternative regimen for root canal disinfection. *Br Dent J*. 2006 Jul 22;201(2):101–5.
54. Afkhami F, Akbari S, Chiniforush N. Entrococcus faecalis Elimination in Root Canals Using Silver Nanoparticles, Photodynamic Therapy, Diode Laser, or Laser-activated Nanoparticles: An In Vitro Study. *J Endod*. 2017 Feb 1;43(2):279–82.
55. Plotino G, Grande NM, Mercade M. Photodynamic therapy in endodontics. Vol. 52, *International Endodontic Journal*. Blackwell Publishing Ltd; 2019. p. 760–74.

56. Betancourt P, Sierra JM, Camps-Font O, Arnabat-Domínguez J, Viñas M. Er:YSGG laser-activation enhances antimicrobial and antibiofilm action of low concentrations of sodium hypochlorite in root canals. *Antibiotics*. 2019 Dec 1;8(4).
57. Olivi G, De Moor R, Divito E. Lasers in Endodontics.
58. Tokuc M, Ozalp S, Topcuoglu N, Kulekci G. Bactericidal Effect of 2780 nm Er,Cr:YSGG Laser Combined with 940 nm Diode Laser in *Enterococcus faecalis* Elimination: A Comparative Study. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2019 Aug 1;37(8):489–94.
59. Xhevdet A, Stubljar D, Kriznar I, Jukic T, Skvarc M, Veranic P, et al. The Disinfecting Efficacy of Root Canals with Laser Photodynamic Therapy. Vol. 5, Original Article *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 2014.
60. Mathew J, Emil J, Paulaiian B, John B, Raja J, Mathew J. Viability and antibacterial efficacy of four root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy. *Journal of Conservative Dentistry*. 2014 Sep 1;17(5):444–8.
61. Kushwaha V, Yadav RK, Tikku AP, Chandra A, Verma P, Gupta P, et al. Comparative evaluation of antibacterial effect of nanoparticles and lasers against Endodontic Microbiota: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2018 Dec 1;10(12):1155–60.
62. Kushwah J, Mishra R, Bhadauria V. Antibacterial efficacy of sodium hypochlorite, ozonated water, and 980 nm diode laser used for disinfection of root canal against *enterococcus faecalis*: A microbiological study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020 Nov 1;13(6):694–9.
63. Abdelgawad LM, Asmail N, Latif SA, Saafan AM. Efficacy of diode laser and sonic agitation of chlorhexidine and silver-nanoparticles in infected root canals. *Braz Dent Sci*. 2020 Jul 1;23(3):1–9.
64. Ashoffteh K, Sohrabi K, Chiniforush N. In vitro comparison of the antibacterial effect of three intracanal irrigants and diode laser on root canals infected with *Enterococcus faecalis*.
65. Topbas C, Adiguzel O. Endodontic Irrigation Solutions: A Review. *International Dental Research*. 2017 Dec 31;7(3):54.

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de clasificación de artículos

N	TÍTULO ARTICULO	N CITACIO	Año	Vida útil de Artico	ACC mayo 11	Revista	Factor de impacto	Cua	Rev. de d. d.	Area	Colección de datos	Tipo de estudio	Estudio	Participantes	País Estudio
1	In vitro comparison of the antibacterial effect of three irrigation irrigants and diode laser on root canal infected with Enterococcus faecalis	35	2014	10	3.39	Int J Endodent	0.33	03	Palenq	Immunología y microbiología	Cualitativo	Experimental	IN VITRO	Los canales de 135 dientes humanos uniradulares extraídos se prepararon utilizando instrumentos rotatorios. Los canales se contaminaron con Enterococcus faecalis durante 4 semanas y luego se dividieron en 4 grupos de 30 dientes en cada uno, un grupo de control positivo que contenía 10 dientes y un grupo de control negativo de 5 dientes	Vta
2	Comparative evaluation of root canal disinfection by conventional method and laser: An in vitro study	23	2014	10	2.30	Nigerian Journal of Clinical Practice	0.26	03	Palenq	Medicina	Cualitativo	Experimental	In vitro	Los canales del conducto bucal de 60 dientes uniradulares, que estaban infectados para tratamiento de conducto superior de coronas y transitorios dentales con coronas tenues. Estos poseían bacterias de crecimiento aerobio y anaerobio. Se dividieron aleatoriamente en 2 grupos, Grupo A (DQ dióxido) y Grupo B (DQ dióxido)	Nigeria
3	The efficacy of root canal disinfection using a diode laser: An in vitro study	61	2012	10	5.55	Indian journal of dental research	0.26	03		ODONTOLÓGIA	Cualitativo	Experimental	In vitro	Se realizaron un total de 38 preparaciones de canales de raíz en la cavidad coronaria. Los conductos de raíz de la cavidad de la raíz se prepararon con un filete de 1.25 mm de diámetro y se contaminaron con Enterococcus faecalis durante 4 semanas. Los dientes se dividieron aleatoriamente en 4 grupos: Grupo A (DQ dióxido), Grupo B (DQ dióxido), Grupo C (DQ dióxido) y Grupo D (DQ dióxido)	India
4	Evaluation of the efficacy of 2% of iodine preparations, 2% of chlorhexidine, MPAD and 5% diode laser treatment of root canal infected with Enterococcus faecalis	3	2013	10	0.75	Endodontologia	0.11	04	Sevilla, Andalucía, España	Cualitativo	Experimental			Se realizaron 80 preparaciones de canales de raíz en la cavidad coronaria. Los conductos de raíz se prepararon con un filete de 1.25 mm de diámetro y se contaminaron con Enterococcus faecalis durante 4 semanas. Los dientes se dividieron aleatoriamente en 4 grupos: Grupo A (DQ dióxido), Grupo B (DQ dióxido), Grupo C (DQ dióxido) y Grupo D (DQ dióxido)	India

## Anexo 2. Metaanálisis

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Metanálisis de Artículos	Tamaño de la muestra	Tipo de laser	Modo de emisi	Logitud de onda	Parámetros Energía promedio	Diámetro de la punta	Tiempo de exposición	Métodos complementarios de desinfección de canales	Resultado	Conclusión				
Ashofteh, Et al. (2014)	135	Láser de diodo	Pulsado	830 nm	1.5 w	200um	50 ms	Después se irriga con solución salina	Producción bacteriana del laser del 97.95% a 6.36%	Aunque la eliminación de residuos y la capa de biofilm es posible mediante el laser, es difícil limpiar todos los poros del conducto radicular por que la energía del laser se emite directamente hacia delante, lo que se hace imposible irradiar los paredes laterales del conducto.				
Mazhalkar, et al. (2014)	60	Láser de diodo		980 nm	2,8 w	N/A	5s en 4 ciclos intervalos de 5 s	Previs irrigación con laser	Se encontró una reducción en el crecimiento de microorganismos para todos los tipos de microorganismos. Sólo 8 muestras mostraron crecimiento después del tratamiento con laser.	No se puede concluir si el laser fue eficaz o no como herramienta para desinfectar el conducto radicular. De este estudio se puede decir que no se puede ignorar la importancia de la preparación biomecánica y el uso de la irrigación, que pueden ser medicamentos intracanal por un lado y tiempos se puede substituir la tecnología más nueva introducida en el campo de la endododencia.				
Koimar, et al. (2013)	30	Laser de diodo		980 nm	Grupo B: 1.5W Grupo C: 3W	N/A	5s en 4 ciclos intervalos de 10 s	Previs irrigación con Hipoclorito de Sodio al 2,5%	Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el Grupo B y el Grupo C con respecto a la media de UFC/ml (P < 0,001)	Los resultados de esta investigación muestran que el laser de diodo de 980 nm puede eliminar las bacterias que han migrado a la dentina, pudiendo así aumentar la tasa de éxito en la terapia endodóntica.				
Tobac, et al (2013)	35	Grupo 1: Er,Cr:YSGG Grupo 2: Er,Cr:YSGG+Nd:YAG Grupo 3: Er,Cr:YSGG+Diodo		Er, Cr:YSGG 2780nm Diodo: 840 nm	Grupo 1: 1,25 W Grupo 2: 1,25 W Grupo 3: Er: 1,25 W Diodo: 1,5 W	200um	10 s en 4 ciclos intervalos de 5 s	NONE/ posterior irrigación con solución salina	La eliminación bacteriana máxima se observó en el Er-Cr-Grupo Cr:YSGG + Nd:YAG	Todos los procedimientos de desinfección aplicados en este estudio se ha demostrado que fueron eficaces en la eliminación de E. faecalis.				
Assashtari, et al. (2015)	56	Laser de diodo		810 nm	0,2 w	200um	8 s en 4 ciclos intervalos de 10s	NONE	Reducción de la carga microbiana en el grupo LED fue significativamente mayor que el grupo laser (p = 0,021)	Los resultados del estudio revelaron que la TFD con laser de diodo 810 nm evidentemente podrían disminuir la cantidad de E. faecalis en la raíz canal. La lampara LED de 650 nm tuvo mejor función comparado con el laser de diodo de 810 nm, potencia de salida de 0,2 W, para PDT contra E. fae calis.				
Xhevdet, et al (2014)	156	Laser de diodo		660nm	N/A	N/A	Irradiación Grupo 1: 1 minuto Grupo 2: 3 minutos Grupo 3: 5 minutos	NONE	Al comparar los métodos de desinfección, la PDI fue significativamente más efectiva (p<0,001) en comparación con otros grupos, excepto de la irradiación con laser de 5 minutos, 3 minutos y la irrigación con NaOCl, mientras que el porcentaje más bajo de células muertas se detectó en el grupo de 1 grupo de irradiación laser diminuto.	Los resultados del estudio indican que la TFD se efectuó como agente desinfectante en un modelo de dientes contaminado con E. faecalis o C. albicans, porque mostraron una reducción significativa en la visibilidad celular.				