

Efecto del uso de láser diodo como coadyuvante en pacientes con periodontitis
estadio III del posgrado de periodoncia UNICOC Bogotá

AUTORES

Manuel Fernando Silva Puentes
Daniel Andrés Rincón Ulloa

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
UNICOC**

**ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSGRADO EN PERIODONCIA**

BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2025

Efecto del uso de láser de diodo como coadyuvante en pacientes con periodontitis
estadio III del posgrado de periodoncia Unicoc Bogotá

AUTORES

Manuel Silva
Daniel Rincon Ulloa

ASESOR CIENTÍFICO

Dr. Wilmer González Duarte
Odontólogo, Especialista en periodoncia
Institución Universitaria Colegios de Colombia
UNICOC, Bogotá D.C., Colombia

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Hernán Santiago Garzón Vergara
Odontólogo, Especialista en Periodoncia
Universidad Nacional de Colombia
Especialista en pedagogía. Universidad Pedagógica Nacional.
Magíster en Bioingeniería. Pontificia Universidad Javeriana.
Candidato a Doctor en Ingeniería. Pontificia Universidad Javeriana.

ASESOR ESTADÍSTICO

Dr. Camilo Andrés Romo Pérez
Odontólogo, Universidad del Magdalena
Magister en Epidemiología, Universidad del Magdalena

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSGRADO EN PERIODONCIA

BOGOTA, NOVIEMBRE DE 2025

PAGINA DE ACEPTACIÓN

El Trabajo de grado “**EFFECTO DEL USO DE LÁSER DE DIODO COMO COADYUVANTE EN PACIENTES CON PERIODONTITIS ESTADIO III DEL POSGRADO DE PERIODONCIA UNICOC BOGOTÁ**”. Fue elaborado por Manuel Silva y Daniel Andrés Rincon Ulloa, como requisito para optar por el título de especialista en **Periodoncia**.

La sustentación se llevó a cabo 26 de junio de 2026

Dr. Wilmer Gonzalez Duarte
Asesor Científico

Dr. Hernán Santiago Garzón
Asesor Metodológico

Dr. Camilo Andrés Romo Pérez
Director Centro de Investigación
Colegio Odontológico – CICO (Bogotá)

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas
Directora de Investigación y Gestión del Conocimiento
Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, quienes con su amor, comprensión y apoyo incondicional nos han acompañado a lo largo de este camino. A ellos, que han sido nuestro motor en los momentos de esfuerzo, cansancio y perseverancia, les ofrecemos el fruto de este logro con profundo agradecimiento.

También dedicamos esta monografía a nuestros docentes y mentores, por compartir su conocimiento con generosidad y guiarnos con exigencia y vocación durante nuestra formación como especialistas.

Finalmente, nos la dedicamos a nosotros mismos, por no rendirnos, por creer en este proyecto, y por el compromiso compartido que hizo posible llevarlo a término.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

A nuestros docentes y asesores, por brindarnos sus conocimientos, orientación y valiosos aportes durante todo el proceso académico e investigativo. Su guía fue fundamental para el desarrollo riguroso y ético de esta monografía.

A la institución que nos acogió durante nuestra formación, por proporcionarnos los espacios, recursos y herramientas necesarias para nuestro crecimiento profesional y personal.

Agradecemos especialmente a los pacientes que, con confianza y disposición, participaron en este proyecto, permitiéndonos avanzar en la construcción de conocimiento clínico aplicable.

A nuestras familias, por su comprensión, paciencia y constante aliento. Su presencia en cada etapa de este proceso ha sido nuestro pilar más firme.

Y, por supuesto, a quienes trabajamos juntos en este proyecto, por la colaboración, el compromiso y la dedicación mutua que hicieron posible este logro compartido.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	15
INTRODUCCIÓN	17
1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2 JUSTIFICACIÓN	23
1.5 MARCO TEÓRICO.....	29
1.6 OBJETIVOS.....	37
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	38
3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	53
4. ASPECTOS ÉTICOS.....	55
5. RESULTADOS.....	56
6. DISCUSIÓN	63
7. CONCLUSIONES	68
8. RECOMENDACIONES	69
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.	72
ANEXO A.....	72
ANEXO B.....	78

GLOSARIO

Biopelícula bacteriana: Comunidad organizada de bacterias adheridas a una superficie, embebida en una matriz extracelular, responsable de la iniciación y progresión de la periodontitis.

Bolsa periodontal: Espacio patológico formado entre la superficie radicular y la encía debido a la destrucción del ligamento periodontal y hueso alveolar.

Curetaje / Instrumentación periodontal: Procedimiento mecánico mediante el cual se eliminan depósitos de cálculo y biopelícula adherida en la superficie dental, mediante el uso de curetas y ultrasonido.

Edentulismo: Pérdida total o parcial de dientes.

ENSAB IV: Encuesta Nacional de Salud Bucal realizada en Colombia, que reporta la prevalencia de enfermedades orales en la población.

Estadio de periodontitis: Clasificación clínica que describe la severidad y complejidad de la enfermedad periodontal (estadio I a IV).

Grado de periodontitis: Clasificación que indica la velocidad de progresión de la enfermedad y factores de riesgo modificadores (grado A, B o C).

Láser de diodo: Dispositivo terapéutico que emite energía lumínica en longitudes de onda entre 800–980 nm, usado como coadyuvante en periodoncia por su efecto bactericida, antiinflamatorio y de bioestimulación tisular.

LANAP (Laser Assisted New Attachment Procedure): Protocolo quirúrgico que emplea láser Nd:YAG para eliminar bacterias, remover tejido inflamado y favorecer la regeneración periodontal.

Ligamento periodontal: Tejido conectivo que une el diente con el hueso alveolar, fundamental para el soporte y la función masticatoria.

Microbiota subgingival: Conjunto de bacterias que habitan en el surco o bolsa periodontal, incluyendo patógenos periodontales como *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* y *Treponema denticola*.

PBM (Photobiomodulation): Efecto del láser a baja intensidad que promueve la reparación de tejidos mediante estimulación celular sin causar daño térmico.

RAR (Raspado y alisado radicular): Procedimiento periodontal que busca eliminar biopelícula, cálculo y endotoxinas de la superficie radicular.

Resolución 8430 de 1993: Normativa del Ministerio de Salud de Colombia que regula la investigación en salud con seres humanos, clasificando los niveles de riesgo.

Split-mouth: Diseño de investigación clínica en el cual la boca del paciente se divide en dos hemiarcadas, asignando diferentes tratamientos a cada lado para reducir el sesgo interindividual.

Sondaje periodontal: Técnica clínica que mide la profundidad del surco o bolsa periodontal con una sonda milimetrada.

INTRODUCCIÓN

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica de alta prevalencia a nivel mundial, considerada una de las principales causas de pérdida dental en adultos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), afecta a más de mil millones de personas, con una prevalencia de periodontitis en estadios avanzados (estadios III y IV) severa que oscila entre el 10% y el 15% en adultos mayores de 30 años ¹. En Colombia, la Encuesta Nacional de Salud Bucal (ENSAB IV) reporta que cerca del 30% de los adultos mayores de 35 años presentan periodontitis en estadios III y IV, lo que resalta su impacto en la salud pública². Esta enfermedad, caracterizada por la destrucción progresiva de los tejidos de soporte dental, no solo compromete la funcionalidad masticatoria y estética, sino que también se asocia con condiciones sistémicas como diabetes y enfermedades cardiovasculares, afectando significativamente la calidad de vida de los pacientes³.

El tratamiento convencional de la periodontitis estadio III, basado en la instrumentación periodontal supra y subgingival, ha demostrado ser efectivo para reducir la inflamación y la carga bacteriana en las bolsas periodontales. Sin embargo, presenta limitaciones en casos avanzados, donde la eliminación completa de patógenos periodontales, como *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola* y *Tannerella forsythia* (complejo rojo), resulta desafiante debido a factores como la anatomía dental compleja y la profundidad de las bolsas⁴. Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de terapias coadyuvantes que mejoren los resultados clínicos y microbiológicos, siendo el láser de diodo una alternativa prometedora por sus efectos bactericidas, antiinflamatorios y su capacidad para promover la cicatrización^{5,6}.

A pesar de los avances en el uso de láseres en periodoncia, la evidencia sobre la efectividad del láser de diodo como coadyuvante en el tratamiento de la periodontitis estadio III sigue siendo inconsistente. En comparación con la terapia periodontal convencional no asistida por láser, algunos estudios reportan mejoras significativas en parámetros clínicos —como la reducción de la profundidad al sondaje y la ganancia de inserción clínica—, mientras que otros no encuentran diferencias

estadísticamente relevantes^{7,8}. Esta disparidad de resultados pone de manifiesto la necesidad de investigaciones adicionales que permitan establecer con mayor claridad el papel del láser de diodo en el tratamiento periodontal. En este sentido, la población de estudio del posgrado de periodoncia de UNICOC en Bogotá ofrece un escenario particular, dado que se caracteriza por pacientes con periodontitis en estadios avanzados que acuden a una institución universitaria de referencia, donde los protocolos de diagnóstico y tratamiento se realizan bajo estricta supervisión académica y clínica. Estas condiciones difieren de otros contextos clínicos y permiten generar evidencia aplicable tanto a la práctica local como a la comparación con poblaciones internacionales.

El presente estudio tiene como propósito evaluar la efectividad del láser de diodo como coadyuvante en la terapia periodontal convencional en pacientes con periodontitis estadio III, considerando de manera integral tanto los parámetros clínicos (profundidad de sondaje, ganancia de inserción clínica, sangrado al sondaje) como los microbiológicos (reducción de la carga bacteriana). Esta aproximación combinada responde al diseño del estudio, que contempla la valoración de la cicatrización periodontal y, simultáneamente, el análisis microbiológico de las muestras subgingivales. Se espera que los hallazgos aporten evidencia científica aplicable al ámbito clínico, contribuyendo a optimizar los protocolos de tratamiento y a fortalecer el conocimiento sobre la utilidad del láser de diodo en el contexto colombiano, donde la alta prevalencia de periodontitis continúa representando un desafío para la salud pública.

1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enfermedad periodontal es una enfermedad multifactorial que afecta a la mayoría de las poblaciones del mundo. Se caracteriza por la destrucción de tejidos y la progresión de la enfermedad como resultado de interacciones complejas entre microorganismos, factores ambientales y los tejidos del huésped⁴. Se ha establecido que las bacterias pertenecientes al complejo rojo, como *Porphyromonas gingivalis* (*P.g.*), *Treponema denticola* (*T.d.*) y *Tannerella forsythia* (*T.f.*), son las principales especies microbianas asociadas con la progresión de la enfermedad periodontal. Estas bacterias están involucradas en la profundización de las bolsas periodontales, el sangrado y la destrucción significativa del tejido periodontal. Diversos estudios que han evaluado el tratamiento de la periodontitis han encontrado que el éxito terapéutico está estrechamente relacionado con la eliminación o reducción de estas bacterias patógenas en las bolsas periodontales. Sin embargo, conseguir una disminución significativa de estas bacterias del complejo rojo sigue siendo uno de los mayores desafíos en el tratamiento de la enfermedad periodontal¹⁰.

El objetivo del tratamiento periodontal es erradicar las biopelículas tanto en la zona supragingival como en la subgingival¹¹. Los estudios han demostrado que modificar la biopelícula bacteriana es crucial para el tratamiento efectivo de la periodontitis¹². La terapia periodontal no quirúrgica (TPN), que incluye procedimientos como el raspado, alisado radicular y pulido, constituye la base del manejo de la enfermedad periodontal. Sin embargo, la TPN presenta limitaciones en cuanto a la eliminación total de los patógenos periodontales y puede conducir a la persistencia o recurrencia de la infección a nivel clínico y microbiológico. Estas limitaciones se deben a factores como la anatomía dental compleja, la presencia de defectos intraóseos, el acceso restringido por el tamaño de los instrumentos y la penetración de los patógenos en los tejidos blandos circundantes⁹. Además, la TPN solo induce

cambios transitorios en la composición de la microbiota subgingival, sin lograr la erradicación completa de las bacterias periodontopáticas, lo que genera riesgo de recolonización en las áreas tratadas¹¹.

La falta de resultados satisfactorios a largo plazo con el tratamiento de la terapia periodontal no quirúrgica (TPN) en ciertos casos de periodontitis ha subrayado la importancia de explorar enfoques terapéuticos complementarios⁷. En este contexto, los láseres dentales han mostrado diversas aplicaciones en periodoncia, tanto en procedimientos quirúrgicos de tejidos blandos y estructuras óseas, como en intervenciones no quirúrgicas orientadas a la reducción de patógenos, la eliminación de depósitos superficiales y la fotobiomodulación^{13,14}. El mecanismo de acción del láser consiste en la transmisión de energía hacia el área objetivo; durante su aplicación, la interacción con los tejidos puede incluir reflexión, transmisión, dispersión y absorción. La transmisión se produce a través del líquido crevicular en la bolsa periodontal, el cual no absorbe la luz láser, mientras que en los tejidos biológicos la energía absorbida se dispersa en profundidad, transformándose en calor y generando un incremento localizado de la temperatura¹⁵.

Tradicionalmente, en los casos de periodontitis en los que la terapia periodontal no quirúrgica (TPN) presenta limitaciones, se han empleado antibióticos sistémicos y locales como coadyuvantes en el control de la infección. Estos fármacos pueden reducir temporalmente la carga bacteriana, pero presentan inconvenientes importantes, como el riesgo de resistencia antimicrobiana, efectos adversos gastrointestinales y una eficacia limitada en la erradicación de patógenos periodontales ubicados en tejidos profundos o biofilm maduro¹³. Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de terapias alternativas o complementarias que potencien los resultados de la TPN.

En este contexto surge el LANAP (Laser Assisted New Attachment Procedure), que emplea el láser Nd:YAG para eliminar bacterias periodontales y tejidos inflamados, preservando las estructuras sanas. Este protocolo consta de varias etapas que

incluyen la eliminación del epitelio enfermo, la formación de un coágulo de fibrina y el ajuste oclusal, creando un ambiente óptimo para la regeneración periodontal¹⁴. La evidencia disponible muestra que el LANAP favorece la regeneración del cemento radicular y del ligamento periodontal; por ejemplo, se ha reportado la formación de nuevo tejido óseo en pacientes tratados bajo este protocolo¹⁵. De esta manera, el LANAP representa un avance significativo en el tratamiento de la periodontitis, al combinar la tecnología láser con un enfoque regenerativo mínimamente invasivo. Aunque requiere inversión inicial y capacitación especializada, sus beneficios clínicos lo posicionan como una herramienta prometedora para pacientes con necesidades periodontales complejas¹⁵.

En los últimos años, se han explorado múltiples terapias coadyuvantes con el fin de optimizar los resultados del tratamiento periodontal. Si bien la terapia periodontal convencional —basada en el raspado y alisado radicular— es eficaz en la reducción inicial de la inflamación y la mejora clínica, presenta limitaciones importantes, como la dificultad de acceso a áreas anatómicas complejas, la incapacidad de eliminar por completo los patógenos periodontales y la tendencia a la recolonización bacteriana, lo que puede comprometer la estabilidad de los resultados a largo plazo^{11,12}. El uso de antimicrobianos sistémicos y locales ha sido propuesto como estrategia complementaria; sin embargo, estos también muestran restricciones derivadas de la resistencia bacteriana, efectos adversos y resultados clínicos variables¹³.

En este contexto, el láser de diodo ha surgido como una alternativa prometedora gracias a sus potenciales efectos bactericidas, antiinflamatorios y de estimulación de la cicatrización de los tejidos periodontales^{5,6}. A pesar de ello, la evidencia sobre su efectividad clínica y microbiológica sigue siendo inconsistente: mientras algunos estudios reportan beneficios en la reducción de bacterias periodontales y en la mejora de parámetros clínicos, otros no encuentran diferencias significativas frente al tratamiento convencional^{7,8}. Estas controversias justifican la necesidad de

investigar con mayor rigor el impacto del láser de diodo como coadyuvante en el tratamiento de la periodontitis estadio III.

Este estudio pretende cubrir una brecha en la literatura actual evaluando la efectividad del láser de diodo como complemento en la terapia periodontal, tanto desde una perspectiva clínica como microbiológica. Si se demuestra que el láser de diodo ofrece beneficios adicionales sobre la terapia convencional, como una mayor reducción de la carga bacteriana o una mejor cicatrización de los tejidos periodontales, podría mejorar significativamente el manejo de la periodontitis estadio III y reducir la necesidad de intervenciones más invasivas a largo plazo^{5,6}.

1.2 JUSTIFICACIÓN

A nivel global, la periodontitis en estadios avanzados (III y IV) es una de las principales causas de edentulismo y afecta aproximadamente al 11% de la población adulta, con prevalencias más altas en personas mayores de 65 años¹. En Colombia, un estudio nacional de salud bucal reportó que entre el 38% y el 50% de la población adulta presenta algún grado de periodontitis, siendo más frecuente en las zonas rurales y en personas con acceso limitado a los servicios odontológicos². Esta elevada prevalencia de la enfermedad periodontal y su impacto negativo en la calidad de vida subrayan la necesidad de fortalecer y optimizar los enfoques terapéuticos actuales.

El tratamiento convencional de la periodontitis estadio III incluye la terapia no quirúrgica con instrumentación periodontal supra y subgingival, que busca reducir la inflamación y la carga bacteriana en las bolsas periodontales³. Sin embargo, este enfoque tiene limitaciones, especialmente en casos avanzados, donde la eliminación completa de los patógenos periodontales no siempre se logra⁴. En este contexto, se han propuesto tecnologías coadyuvantes como el láser de diodo para mejorar la efectividad de la terapia periodontal convencional. El láser de diodo ha demostrado efectos bactericidas y antiinflamatorios, lo que podría potenciar los resultados clínicos, promoviendo una mayor reducción de la profundidad de las bolsas periodontales y una mejoría en la ganancia de inserción clínica^{5,6}.

Aunque varios estudios han sugerido beneficios adicionales del uso de láser en la terapia periodontal, la evidencia científica no es concluyente. Algunos ensayos han mostrado mejoras significativas en los resultados clínicos y microbiológicos con el uso del láser de diodo, mientras que otros no han encontrado diferencias relevantes en comparación con la terapia convencional^{7,8}. Por tanto, se requiere más investigación para determinar si el láser de diodo ofrece beneficios clínicos y microbiológicos sostenibles a largo plazo, especialmente en pacientes con periodontitis avanzada.

Este estudio se justifica por la necesidad de optimizar los enfoques terapéuticos en la periodontitis estadio III, una condición prevalente tanto en Colombia como a nivel mundial, con un alto impacto en la calidad de vida de los pacientes y en los costos del sistema de salud. Evaluar la efectividad del láser de diodo como coadyuvante en la terapia periodontal convencional podría ofrecer beneficios clínicos relevantes, tales como mayor reducción de la profundidad de sondaje, mejor ganancia de inserción clínica, disminución del sangrado al sondaje y reducción significativa de la carga bacteriana subgingival. Para el paciente, esta tecnología representa ventajas como procedimientos menos invasivos, reducción del dolor y la inflamación postoperatoria, menor necesidad de fármacos adyuvantes y una recuperación más rápida, lo cual contribuye a mejorar la adherencia al tratamiento. Desde la perspectiva del sistema de salud, su implementación podría reducir el número de sesiones requeridas, optimizar los recursos disponibles y disminuir la probabilidad de complicaciones y tratamientos más complejos, generando así un impacto positivo tanto en la eficiencia clínica como en la sostenibilidad económica del manejo periodontal.

1.3 PROPÓSITO

Este estudio busca evaluar la efectividad del láser de diodo como coadyuvante en la terapia periodontal convencional en pacientes con periodontitis estadio III, midiendo específicamente los cambios en la profundidad de sondaje, la ganancia de inserción clínica, el sangrado al sondaje y la reducción de la carga bacteriana subgingival.

1.4 ANTECEDENTES

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica multifactorial que compromete los tejidos de soporte del diente, y constituye una de las principales causas de pérdida dental en adultos a nivel mundial. Según estimaciones de la OMS, más de mil millones de personas padecen alguna forma de enfermedad periodontal, siendo la periodontitis avanzada responsable de más del 60% de los casos de edentulismo en adultos mayores. En Colombia, estudios como la ENSAB IV revelan una prevalencia cercana al 30% en adultos mayores de 35 años, con una incidencia aún mayor en zonas rurales y poblaciones con limitado acceso a atención odontológica².

La etiopatogenia de la periodontitis se relaciona principalmente con la acumulación de biopelículas bacterianas subgingivales, dentro de las cuales el complejo rojo — compuesto por *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* y *Treponema denticola*— ha sido identificado como el conjunto de patógenos más agresivos y relacionados con la progresión destructiva de la enfermedad. No obstante, la mera presencia de estos microorganismos no explica completamente el desarrollo de la enfermedad, ya que factores sistémicos como la diabetes mellitus, el tabaquismo y la predisposición genética también modulan la respuesta inmunitaria del huésped y, por ende, la gravedad del daño periodontal.

Es por esto por lo que los tratamientos establecidos en las guías terapéuticas para el manejo de la periodontitis incluyen la instrumentación supragingival y subgingival, cuyo alcance es el de eliminar la biopelícula y cálculo adherido. Sin embargo, en los casos más avanzados de la enfermedad no llega a ser completamente efectivo, por factores como la anatomía radicular, los defectos óseos en los maxilares y la patogénesis de la enfermedad, por lo que existe una gran probabilidad que la enfermedad periodontal persista sin alguna mejora tanto a nivel clínico como microbiológico.

Por lo anterior y por la evidencia clínica, se han propuesto diferentes terapias usadas como complemento y que han mostrado potencializar las terapias iniciales; entre las cuales se encuentra el uso del laser de diodo que tiene el potencial para combatir bacterias de la cavidad oral, reducir la inflamación y estimular la reparación de los tejidos.

En algunos estudios se ha evidenciado que también puede ofrecer cambios en la reducción de la profundidad de las bolsas periodontales y mejoría en la inserción clínica; sin embargo algunos estudios controlados aleatorizados no han encontrado diferencias significativas en comparación con el tratamiento convencional. En otras palabras, aún no hay suficiente evidencia sólida para confirmar su beneficio en casos avanzados.

La terapia periodontal no quirúrgica basada en instrumentación supra y subgingival (raspado y alisado radicular) es el pilar del manejo de la periodontitis; sin embargo, su eficacia puede verse limitada en sitios profundos y anatomías complejas, favoreciendo la persistencia de biopelículas subgingivales patógenas y la recidiva clínica y microbiológica en el seguimiento^{9,11,15}. En ese contexto, se han propuesto láseres como coadyuvantes con el propósito de mejorar el control bacteriano, modular la inflamación y favorecer la cicatrización^{10,13,25}.

La evidencia disponible muestra resultados heterogéneos. Dos metaanálisis señalan que el láser de diodo (800–980 nm), añadido al raspado y alisado radicular, puede asociarse a mejoras adicionales modestas en parámetros clínicos (profundidad de sondaje y ganancia de inserción clínica) frente a la terapia convencional, aunque con alta variabilidad entre estudios por diferencias en longitudes de onda, potencias, modos de emisión, número de sesiones y tiempos de reevaluación^{1,3,5}. Por su parte, una revisión sistemática más reciente sobre el papel de los láseres en la fase inicial de terapia periodontal concluye que no existe consenso definitivo respecto al beneficio clínico consistente del láser de diodo como

adyuvante, e insiste en la necesidad de ensayos con protocolos estandarizados y desenlaces microbiológicos bien definidos⁶.

Cuando se analizan otras plataformas láser, los resultados también son dispares: con Nd:YAG (en protocolos como LANAP) se han comunicado mejoras clínicas y signos de nueva inserción en series clínicas y evaluaciones retrospectivas, pero la evidencia controlada sigue siendo limitada para establecer superioridad frente al estándar de cuidado^{7,8,11}. En contraste, ensayos controlados con Er:YAG no han mostrado ventajas consistentes al añadirse a la terapia no quirúrgica, subrayando que el efecto coadyuvante depende del tipo de láser y de su parámetro de aplicación¹². De forma transversal, revisiones clásicas y actualizadas en periodoncia láser coinciden en que la biología del tejido periodontal y la interacción luz-tejido (absorción, dispersión y conversión térmica) condicionan el resultado clínico y demandan protocolos reproducibles y control de confusores^{10,13,25}.

En suma, los antecedentes muestran una controversia real: hay reportes de beneficios adicionales con láser de diodo, pero la consistencia y magnitud clínica del efecto siguen siendo inciertas, especialmente cuando se exigen desenlaces combinados clínicos y microbiológicos con seguimientos de 3 a 6 meses. Esto justifica realizar un ensayo aleatorizado con diseño “split-mouth” en periodontitis estadio III, con parámetros de aplicación del láser claramente definidos y medición estandarizada de profundidad de sondaje, inserción clínica, sangrado al sondaje y carga bacteriana subgingival^{1,3,5,6,7,8,9,10,13,15,25}.

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 Periodontitis

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria multifactorial crónica que afecta los tejidos de soporte del diente, incluyendo la encía, el ligamento periodontal y el hueso alveolar. El desarrollo de la periodontitis implica la interacción de factores microbianos, la respuesta inmunitaria del hospedador y factores de riesgo sistémicos y ambientales. La progresión de la enfermedad conlleva la destrucción de estos tejidos, lo que puede conducir a la pérdida dental si no es tratada adecuadamente¹⁶. La periodontitis, en su forma avanzada, es una de las principales causas de pérdida dental en adultos, lo que afecta gravemente la calidad de vida de los pacientes debido a la disminución de la funcionalidad masticatoria, problemas estéticos, y la necesidad de costosos tratamientos odontológicos rehabilitadores¹⁷.

El estadio III de la periodontitis corresponde a una etapa avanzada de la enfermedad. Según la clasificación revisada de 2017 por la Asociación Americana de Periodoncia (AAP) y la Federación Europea de Periodoncia (EFP), el estadio III de la periodontitis se caracteriza por una severa pérdida de inserción clínica (mayor de 5 mm), destrucción ósea que afecta a más de un tercio de las raíces y posible pérdida de dientes debido a la destrucción periodontal¹². En estos casos, la severidad de la afectación periodontal no solo compromete la estabilidad del diente, sino que aumenta el riesgo de pérdida dental sin un manejo clínico adecuado.

1.5.2 Etiología de la periodontitis

El principal factor etiológico de la periodontitis es la acumulación de biopelícula bacteriana en la superficie de los dientes y en el surco gingival. Los estudios microbiológicos han identificado una serie de patógenos periodontales que juegan un rol crucial en el inicio y progresión de la enfermedad que hacen parte del "complejo rojo", un grupo de bacterias altamente patógenas asociadas con la destrucción avanzada de los tejidos periodontales¹⁸.

Sin embargo, la sola presencia de estos patógenos no es suficiente para explicar la progresión de la enfermedad. Los factores de riesgo sistémicos, como el tabaquismo, la diabetes mellitus y los antecedentes familiares, también juegan un papel determinante en la susceptibilidad del individuo a la periodontitis³. De hecho, los pacientes con diabetes mal controlada tienen un riesgo tres veces mayor de desarrollar periodontitis avanzada debido a la alteración en los mecanismos de reparación tisular y en la respuesta inflamatoria¹⁹.

La etiopatogenia de la periodontitis implica una compleja interacción entre los patógenos periodontales y la respuesta inmunoinflamatoria del hospedador. En las fases iniciales de la enfermedad, la biopelícula subgingival induce una respuesta inflamatoria en los tejidos gingivales, caracterizada por la liberación de citoquinas proinflamatorias como la interleucina-1 β (IL-1 β), el factor de necrosis tumoral-alfa (TNF- α) y las prostaglandinas, que median la destrucción tisular y ósea²⁰

En los pacientes con periodontitis estadio III, el proceso inflamatorio se intensifica, resultando en una destrucción extensa del hueso alveolar debido a la activación de los osteoclastos a través de la vía RANK/RANKL. Este proceso es clave en la reabsorción ósea característica de las fases avanzadas de la enfermedad²⁰. La continua activación del sistema inmune del hospedador perpetúa el ciclo inflamatorio, lo que conduce a la formación de bolsas periodontales profundas, pérdida de inserción clínica y, en algunos casos, movilidad dental. A diferencia del

estadio IV, que comparte estos hallazgos pero se acompaña de un compromiso funcional más severo —como pérdida dental significativa, colapso de la oclusión y necesidad frecuente de rehabilitación compleja con implantes o prótesis—, el estadio III se caracteriza principalmente por la destrucción avanzada del soporte periodontal en múltiples dientes, sin que necesariamente exista aún una afectación marcada de la función masticatoria o de la estabilidad oclusal.

Tabla 1 Diferencias entre periodontitis estadio III y estadio IV (Clasificación AAP/EFP 2018)

Característica	Estadio III	Estadio IV
Pérdida de inserción clínica (CAL)	≥5 mm	≥5 mm
Pérdida ósea radiográfica	Extendiéndose al tercio medio o apical de la raíz	Extendiéndose al tercio medio o apical de la raíz
Pérdida dentaria asociada a periodontitis	≤4 dientes perdidos por la enfermedad	≥5 dientes perdidos por la enfermedad
Profundidad de sondaje	≥6 mm en múltiples sitios	≥6 mm en múltiples sitios
Defectos óseos	Frecuentes defectos verticales e involucración de furcas grado II o III	Defectos óseos severos, furcas grado II o III más extensas
Complejidad de manejo	Alta: necesidad de tratamiento interdisciplinario (periodoncia y posiblemente cirugía regenerativa)	Muy alta: necesidad de rehabilitación compleja (implantes, prótesis, manejo multidisciplinario)
Compromiso funcional	Generalmente conservada, aunque con riesgo de movilidad localizada	Marcadamente alterada: movilidad patológica, migración dental, colapso oclusal, pérdida de función masticatoria
Objetivo terapéutico principal	Detener progresión, preservar la dentición y estabilidad periodontal	Restaurar función masticatoria, controlar progresión y rehabilitar complejidad protésica/implantes

Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. J Clin Periodontol. 2018;45(Suppl 20):S149–S161. doi:10.1111/jcpe.12945.

1.5.3 Prevalencia en Colombia

En Colombia, la prevalencia de periodontitis es significativamente alta en comparación con otros países de la región. Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud Bucal (ENSAB IV), cerca del 30% de los adultos mayores de 35 años presentan periodontitis en estadios avanzados². Los factores que contribuyen a esta alta prevalencia incluyen el bajo acceso a servicios de salud bucal en áreas rurales, el limitado conocimiento sobre la prevención de enfermedades bucales y la alta prevalencia de factores de riesgo como el tabaquismo y la diabetes no controlada².

En las zonas urbanas, la prevalencia de periodontitis está relacionada con el nivel socioeconómico y educativo. Los estudios indican que la población con menores recursos tiende a tener un acceso limitado a cuidados odontológicos preventivos, lo que facilita el avance de la enfermedad periodontal sin detección temprana². En contraste, en las zonas rurales de Colombia, la prevalencia puede ser aún mayor debido a la falta de acceso a profesionales de salud bucal y la escasa implementación de programas de promoción de la salud.

1.5.4 Tratamiento de la periodontitis

Terapia Convencional: Instrumentación periodontal supra y subgingival

El tratamiento de la periodontitis ha evolucionado de acuerdo con la comprensión progresiva de la etiopatogenia de la enfermedad. Inicialmente, se consideraba un proceso estrictamente infeccioso, lo que llevó al desarrollo de enfoques centrados en la eliminación mecánica de los depósitos bacterianos mediante la instrumentación periodontal supragingival y subgingival. Este procedimiento no quirúrgico, que incluye el raspado y alisado radicular, sigue siendo el pilar fundamental en el control de la inflamación gingival y en la mejoría de parámetros clínicos como la profundidad de sondaje y el sangrado al sondaje²¹.

No obstante, al comprender que la periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica de origen multifactorial, se han propuesto terapias adicionales que complementan la instrumentación convencional. Dentro de estas se incluyen el uso de antibióticos sistémicos o locales para modular la microbiota subgingival, el empleo de antisépticos como la clorhexidina, y en fases más avanzadas, la cirugía periodontal orientada a mejorar el acceso a las superficies radiculares y favorecer la regeneración de los tejidos de soporte⁴.

A pesar de estas estrategias, en estadios avanzados como el III, el tratamiento convencional puede presentar limitaciones debido a la profundidad de las bolsas periodontales, la complejidad anatómica de las raíces y la presencia de defectos óseos. Estas dificultades han motivado la búsqueda de enfoques coadyuvantes innovadores, entre los cuales se destacan las terapias con láser, por su potencial de reducir la carga bacteriana, modular la inflamación y promover la cicatrización tisular.

1.5.4.1 Terapia Coadyuvante: Láser de Diodo

Láser en periodoncia: evolución, tipos y funciones

La incorporación de láseres a la periodoncia surgió como respuesta a las limitaciones del raspado y alisado radicular (RAR) para erradicar completamente biopelículas en bolsas profundas y anatomías complejas. Desde finales de los años 80, diferentes longitudes de onda se han evaluado para descontaminación subgingival, cirugía de tejidos blandos, desepitelización de bolsa, modulación inflamatoria y fotobiomodulación^{13,10,25}. En términos fotoquímicos, los láseres de

diodo (810–980 nm) y Nd:YAG (1064 nm) se absorben sobre todo en melanina y hemoglobina, lo que favorece la coagulación y la bactericidia en tejidos blandos; mientras que los Er:YAG (2940 nm) y Er,Cr:YSGG (2780 nm) se absorben fuertemente en agua e hidroxiapatita, permitiendo ablación/derretimiento superficial de cálculo y desbridamiento radicular con mínima penetración térmica. El CO₂ (10 600 nm) se usa principalmente en cirugía de tejidos blandos por su alta absorción en agua^{13,10,25}.

En la evidencia clínica, revisiones y metaanálisis muestran resultados heterogéneos. Para diodo como coadyuvante al RAR, varias síntesis reportan beneficios modestos a corto plazo en profundidad de sondaje (PS) y sangrado al sondaje (BOP), con inconsistencia en la ganancia de inserción clínica (CAL) y en la durabilidad del efecto^{3,5,1,6}. Con Nd:YAG, protocolos como LANAP han comunicado mejorías clínicas y hallazgos radiográficos compatibles con remodelación/neoformación, aunque persiste debate metodológico y necesidad de ensayos controlados robustos^{11,8,16}. Los láseres Erbium muestran capacidad para remover cálculo y biopelícula, pero ensayos “split-mouth” no siempre demuestran ventaja clínica adicional sobre el RAR convencional^{12,10,25}. En conjunto, las guías contemporáneas recomiendan interpretar el uso de láser como coadyuvante y no como reemplazo del desbridamiento mecánico^{16,6}.

Tabla 2. Comparación de láseres utilizados en periodoncia

Láser	Longitud de onda	Cromóforos clave	Usos periodontales típicos	Potenciales efectos/ventajas	Limitaciones y riesgos	Evidencia resumida
Diodo	810–980 nm	Melanina, hemoglobina	Descontaminación subgingival, hemostasia, fotobiomodulación; coadyuvante de RAR	Reducción bacteriana, disminución BOP; manejo hemostático; equipo compacto	Penetración térmica en tejidos blandos; parámetros sensibles; efecto a largo plazo incierto	Metaanálisis reportan beneficios modestos y no siempre sostenidos en PS/BOP; CAL inconsistente ^{3,5,1,6} .
Nd:YAG	1064 nm	Melanina, hemoglobina	Desepitelización de bolsa, coagulación, LANAP	Bactericida, coagulación eficaz; posible nueva inserción en series clínicas	Riesgo de sobrecalentamiento si mal parametrizado; evidencia mixta en ECA	LANAP con mejorías clínicas en series/casos; necesidad de ECA robustos ^{11,8,16} .
Er:YAG	2940 nm	Agua, hidroxiapatita	Remoción de cálculo/biopelícula; desbridamiento radicular	Alta precisión en ablación con mínima penetración térmica	Curva de aprendizaje; costos; no siempre supera RAR	Ensayos split-mouth sin beneficio adicional consistente vs. RAR ^{12,10,25} .
Er,Cr:YSGG	2780 nm	Agua, hidroxiapatita	Remoción de cálculo; cirugía mínimamente invasiva	Similar a Er:YAG; versátil en tejidos duros/blandos	Equipos costosos; evidencia periodontal aún limitada	Hallazgos favorables in vitro/in vivo; resultados clínicos variables ^{10,25} .
CO ₂	10 600 nm	Agua	Cirugía de tejidos blandos (frenectomías, gingivectomías)	Corte/coagulación superficial eficiente	Uso subgingival limitado; riesgo térmico superficial	Soporte principalmente en cirugía de tejidos blandos ^{13,10} .

Nota: La selección del láser y parámetros depende del objetivo clínico (descontaminación vs. ablación), biotipo, profundidad de bolsa y control térmico.

En todos los casos, el láser no sustituye la instrumentación mecánica; actúa como coadyuvante (16,6).

1.5.4.2 Diagnóstico Clínico y Microbiológico

El diagnóstico clínico de la periodontitis implica la evaluación de múltiples parámetros, entre ellos la profundidad de sondaje, la pérdida de inserción clínica y la movilidad dental. El examen radiográfico también es fundamental, ya que permite la visualización de la pérdida ósea alrededor de los dientes afectados²³.

En la periodontitis estadio III, las bolsas periodontales pueden alcanzar profundidades superiores a los 6 mm, y la pérdida de hueso alveolar afecta a más de un tercio de la longitud de la raíz. La movilidad dental es un signo clínico común en este estadio, debido a la pérdida severa de soporte periodontal¹⁶.

Además del diagnóstico clínico, el análisis microbiológico puede proporcionar información crucial sobre la presencia de patógenos periodontales específicos. La identificación de bacterias como *P. gingivalis* y *T. forsythia* a través de métodos de biología molecular, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), puede ayudar a personalizar el tratamiento periodontal en función del perfil microbiológico del paciente⁴.

El diagnóstico de periodontitis estadio III se estableció siguiendo los criterios clínicos y radiográficos de la clasificación de 2018, que incluyen bolsas periodontales ≥ 6 mm, pérdida ósea que compromete más de un tercio de la raíz y, en algunos casos, movilidad dental. Para este estudio, además de los parámetros clínicos, se consideró el análisis microbiológico mediante PCR para identificar patógenos periodontales relevantes, lo cual permitirá correlacionar los cambios clínicos con el perfil bacteriano de cada paciente.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Comparar la efectividad de la instrumentación periodontal supra y subgingival sola frente a la misma instrumentación combinada con láser de diodo (810–980 nm, 1–2 W, aplicada en dos sesiones: día 0 y día 7) en pacientes con periodontitis estadio III, mediante la evaluación de parámetros clínicos (profundidad de sondaje, ganancia de inserción clínica y sangrado al sondaje) y microbiológicos (reducción de la carga subgingival de *P. gingivalis*, *T. forsythia* y *T. denticola* por PCR), con reevaluaciones en la semana 4 y el mes 3 posteriores al tratamiento.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Comparar la reducción de los parámetros clínicos (profundidad de sondaje, ganancia de inserción clínica, sangrado al sondaje) en los sitios tratados con ambas técnicas.
- Analizar los cambios en la composición de la microbiota en las bolsas periodontales de los pacientes tras la aplicación del láser de diodo, utilizando técnicas de cultivo y análisis molecular.
- Identificar la relación entre la variación de la microbiota y la respuesta clínica al tratamiento con láser de diodo, con el fin de establecer posibles correlaciones entre los cambios microbiológicos y los resultados clínicos.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Tipo de estudio.

El presente estudio es de tipo experimental, con diseño split-mouth.

2.2 Hipótesis operativas.

Hipótesis nula (H0): No hay diferencias significativas en los resultados clínicos y microbiológicos entre la instrumentación periodontal supra y subgingival y el tratamiento convencional más láser de diodo en pacientes con periodontitis estadio III.

Hipótesis alterna (H1): El uso de láser de diodo como coadyuvante en el tratamiento convencional mejora significativamente los resultados clínicos (reducción de bolsas periodontales, ganancia de inserción clínica) y microbiológicos (reducción de patógenos presentes en las bolsas periodontales) en comparación con el tratamiento convencional solo.

2.3 Objeto de estudio.

El objeto de estudio es la efectividad del láser de diodo como coadyuvante en el tratamiento de la periodontitis estadio III, medido a través de parámetros clínicos (profundidad de sondaje, ganancia de inserción clínica, índice de sangrado al sondaje) y microbiológicos (reducción de patógenos presentes en las bolsas periodontales).

2.4 Población de estudio

Población: La población objeto de estudio está conformada por pacientes adultos diagnosticados con periodontitis estadio III, atendidos en la clínica de posgrados de Unicoc. Estos pacientes cumplen con los criterios diagnósticos establecidos por la clasificación de enfermedades periodontales de la Federación Europea de Periodoncia (EFP) y la Academia Americana de Periodoncia (AAP) del año 2018.

2.5 Unidad de observación

Este estudio se desarrolla bajo un diseño clínico split-mouth, en el cual cada paciente actúa como su propio control. Por tanto, la unidad de observación está constituida por los sitios periodontales seleccionados dentro de cada hemiarcada, asignados aleatoriamente a dos grupos: un grupo intervención, en el que se aplicará terapia periodontal convencional más láser de diodo; y un grupo control, en el que se realizará únicamente la terapia periodontal convencional.

La comparación de los resultados clínicos y microbiológicos entre los dos grupos permitirá evaluar el efecto coadyuvante del láser de diodo en la terapia periodontal no quirúrgica.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

3.1 Muestra y muestreo

La muestra estará conformada por 10 pacientes adultos diagnosticados con periodontitis en estadio III, que cumplan con los criterios de inclusión y acepten participar mediante la firma del consentimiento informado.

El tamaño de la muestra se determinó mediante un cálculo estadístico basado en una potencia del 80%, un nivel de confianza del 95%, una diferencia clínicamente significativa esperada de 1 mm en la profundidad de sondaje, y una desviación estándar de ± 1 mm, según reportes previos en estudios similares. Dado el diseño split-mouth, en el cual cada paciente aporta un sitio control y un sitio experimental, se determinó que con 22 pacientes se logra la potencia estadística requerida.

El tipo de muestreo será no probabilístico por conveniencia, dado que la selección de los participantes dependerá del cumplimiento de los criterios de inclusión, la disponibilidad de los pacientes y su asistencia regular a los controles clínicos establecidos.

Cada paciente aportará sitios periodontales en ambas hemiarcadas, los cuales serán asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento: grupo control (instrumentación periodontal convencional) y grupo experimental (instrumentación periodontal convencional más aplicación de láser de diodo). Esta metodología permite reducir el sesgo interindividual y mejorar la validez interna del estudio.

3.2 Criterios de selección

3.2.1 Criterios de inclusión.

- Pacientes mayores de 18 años que acudan a la clínica de posgrados en periodoncia de UNICOC.
- Diagnóstico clínico de periodontitis estadio III, según la clasificación de la AAP/EFP 2018.
- Presencia de al menos tres dientes por cuadrante, con bolsas periodontales ≥ 5 mm y sangrado al sondaje, distribuidos simétricamente para permitir el diseño split-mouth.
- Ausencia de tratamiento periodontal en los últimos seis meses.
- Pacientes que acepten participar en el estudio y firmen el consentimiento informado.

3.2.2 Criterios de exclusión.

- Presencia de cualquier enfermedad sistémica que pueda alterar la respuesta periodontal o la cicatrización, aun si se encuentra controlada (ej. diabetes mellitus, inmunodeficiencias, enfermedades hematológicas, entre otras). Solo se incluirán pacientes sistémicamente sanos.
- Uso actual o reciente (menos de tres meses) de medicamentos que puedan interferir con la respuesta inflamatoria o cicatrización periodontal (antibióticos, antiinflamatorios no esteroideos, corticoides, inmunosupresores).
- Pacientes fumadores activos.

- Pacientes con contraindicaciones para el uso de láser.
- Pacientes en embarazo.
- Imposibilidad para realizar el protocolo completo por razones clínicas o logísticas.

3.3 Procedimiento.

Los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión fueron citados en la Clínica de Periodoncia del Posgrado del Colegio Odontológico de la Fundación Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC, Bogotá). En esta primera cita se les explicó el objetivo del estudio y se solicitó la firma del consentimiento informado por escrito de todos los participantes, aprobado por el comité de investigación institucional el 25 de febrero de 2025 según el acta CE25022025-01.

Posteriormente, se tomaron los registros clínicos iniciales mediante la realización de un periodontograma completo utilizando una sonda periodontal milimetrada tipo Carolina del Norte (Hu-Friedy®), siguiendo el protocolo estándar con mediciones en seis sitios por diente (mesiovestibular, vestibular, distovestibular, mesiolingual, lingual y distolingual).

Figura 1. Medición clínica de profundidad de sondaje periodontal mediante sonda periodontal milimetrada en un sitio interproximal posterior, utilizada para la evaluación basal y de reevaluación de los parámetros periodontales.



El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental tipo split-mouth, en el cual se dividió la boca del paciente en dos hemiarcadas de forma aleatoria. Una hemiarcada fue tratada únicamente con instrumentación periodontal convencional, consistente en instrumentación supra y subgingival realizado con curetas Gracey (Hu-Friedy®) y apoyo de un equipo de ultrasonido Scaler Ultrasónico U6 LED (Woodpecker®), con puntas estándar. La hemiarcada contralateral recibió el mismo tratamiento convencional, adicionando la aplicación de láser de diodo Gemini® 810 + 980 nm (Ultradent, pieza de mano PBM, fibra óptica de 300 µm, en modo continuo, 1 W de potencia, aplicada con movimientos horizontales de barrido durante 20 segundos por sitio) como terapia coadyuvante.

Figura 2. Hu-Friedy Group. Scalers & curettes – Gracey [Internet]. Chicago: Hu-Friedy Group; [citado 2026 May 4]. Disponible en: <https://www.hufriedygroup.com/en/scalers/gracey>

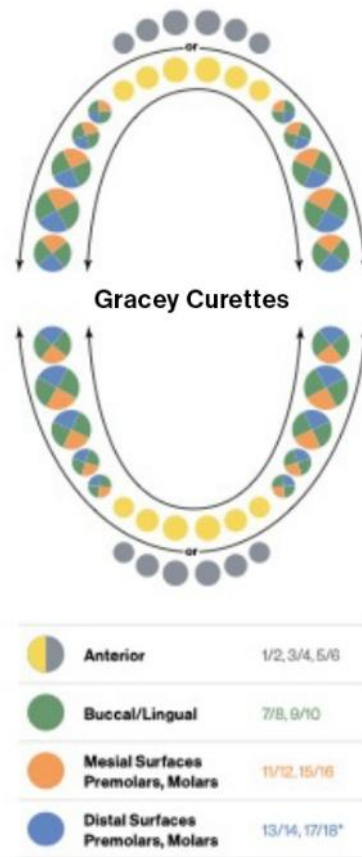


Figura 3. Instrumental y aplicación clínica utilizados durante la intervención periodontal. (a) Curetas Gracey utilizadas para la instrumentación periodontal supra y subgingival. (b) Equipo de láser de diodo de 980 nm y gafas de protección utilizadas durante la irradiación subgingival. (c) Aplicación clínica intracrevicular del láser de diodo posterior a la instrumentación periodontal no quirúrgica. (d) Pieza de mano/fibra óptica utilizada para la aplicación subgingival del láser de diodo.



(a)



(b)



(c)



(d)

La instrumentación periodontal se realizó en una sola sesión para ambas hemiarquadas. Posteriormente, se esperó un período de cicatrización de cuatro semanas, tras el cual se efectuó la primera reevaluación clínica y la toma de muestras microbiológicas. Para el registro clínico se repitió el periodontograma con la misma sonda periodontal mencionada. Las muestras microbiológicas se obtuvieron mediante la inserción de puntas de papel estériles en los sitios seleccionados durante 30 segundos, que posteriormente fueron almacenadas en viales con medio de transporte y remitidas a un laboratorio de microbiología oral para su procesamiento (Figura 4).

Figura 4. (a) Frasco estéril con medio de transporte VMGA III utilizado para preservar la viabilidad de microorganismos anaerobios y facultativos. (b) Tira de papel absorbente estéril empleada para la recolección de la muestra subgingival. (c) Inserción de la tira absorbente en el surco gingival/bolsa periodontal del sitio seleccionado para la toma microbiológica. (d) Transferencia inmediata de la tira

contaminada al medio de transporte VMGA III para su conservación y posterior procesamiento microbiológico.



(a)

(b)

(c)

(d)



Variables clínicas

Se evaluaron PS (mm), NIC (mm) y SS (presencia/ausencia) en el período basal y en la reevaluación. El análisis incluyó tanto el análisis global por cuadrante como un análisis desagregado por sitio de medición: cara mesial (M), cara media (MD) y cara distal (D).

Muestreo microbiológico

Las muestras microbiológicas subgingivales fueron obtenidas del sitio con mayor profundidad al sondaje en cada uno de los cuadrantes seleccionados para el

estudio, tanto en el grupo experimental como en el grupo control. Previo a la toma de la muestra, los pacientes fueron instruidos para abstenerse de realizar higiene oral el día del procedimiento, evitar el consumo de alimentos o bebidas durante las 12 horas previas y no fumar al menos 1–2 horas antes de la recolección, con el fin de minimizar factores que pudieran alterar la composición microbiológica subgingival.

El protocolo de toma de muestras se realizó siguiendo la metodología descrita por Mulder-van Staden et al.(10), con modificaciones adaptadas al procesamiento microbiológico del laboratorio receptor.

El procedimiento inició con el aislamiento relativo del área mediante rollos de algodón, seguido de la remoción cuidadosa del biofilm supragingival para evitar la contaminación de la muestra. Posteriormente, se introdujeron tres puntas de papel absorbente de calibre 40 (Newstetic®, Medellín, Colombia) en el surco gingival durante 30 segundos. Las puntas fueron transferidas de inmediato a un tubo estéril con 2,0 mL de medio de transporte VMGA III y transportadas al laboratorio en un tiempo máximo de 24 horas, garantizando la viabilidad de los microorganismos anaerobios estrictos y facultativos.

Una vez retiradas, las tiras fueron inmediatamente transferidas a tubos estériles que contenían 2,0 ml de medio de transporte VMGA III (Viability Medium Göteborg Anaerobically), formulado para preservar la viabilidad de microorganismos anaerobios estrictos y facultativos sin favorecer su proliferación durante el transporte. Cada muestra fue debidamente rotulada y almacenada hasta su envío. Las muestras fueron remitidas a la Unidad de Investigación Básica Oral (UIBO) de la Universidad El Bosque en un periodo no mayor a 24 horas posteriores a la recolección, garantizando la estabilidad microbiológica y disminuyendo el riesgo de pérdida de viabilidad bacteriana, a temperatura ambiente, la muestra empacada en un embalaje proporcionado por el laboratorio.

En el laboratorio, las muestras fueron procesadas mediante técnicas microbiológicas de cultivo anaerobio. A partir del medio de transporte se realizaron diluciones seriadas en base 10 y posterior siembra en agar Brucella sangre enriquecido con hemina y menadiona para el aislamiento de bacterias periodontopatógenas anaerobias. Las placas fueron incubadas a 36–37 °C en atmósfera de anaerobiosis durante siete días. Adicionalmente, para el aislamiento de bacilos entéricos Gram negativos, se realizó siembra en agar MacConkey e incubación en aerobiosis durante 24–48 horas.

Posteriormente, se efectuó el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) de microorganismos periodontopatógenos de interés, incluyendo especies asociadas al complejo rojo y otros patógenos periodontales relevantes, tales como *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium spp.*, *Capnocytophaga spp.*, *Actinomyces spp.*, *Parvimonas micra* y *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, entre otros. Estos resultados fueron utilizados para

evaluar el comportamiento microbiológico posterior a las intervenciones terapéuticas.

Recolección de datos

Los datos clínicos fueron registrados en un formato estandarizado diseñado para el estudio. Con el fin de garantizar la reproducibilidad y confiabilidad de las mediciones clínicas, el examinador encargado de la recolección de datos fue sometido a un proceso de calibración previamente al inicio del estudio. Este proceso se llevó a cabo con una fase de entrenamiento. Durante esta fase de entrenamiento, el examinador realizó mediciones de profundidad de sondaje (PS), nivel de inserción clínica (NIC) y sangrado al sondaje (SS) en pacientes con periodontitis no incluidos en el estudio, bajo la supervisión de un periodoncista con experiencia. Se estandarizó la técnica de sondaje, la presión de inserción (aproximadamente 0,2 N), el ángulo de inserción de la sonda y la lectura de los valores en milímetros al entero más cercano, de acuerdo con los criterios establecidos por la Asociación Americana de Periodoncia (AAP).

Seguimiento y reevaluación

La reevaluación clínica se realizó a las 4 semanas posteriores a la intervención, registrando nuevamente los parámetros clínicos establecidos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS Statistics IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). El nivel de significancia se estableció en $\alpha = 0,05$ para todas las pruebas.

En primer lugar, se calculó la estadística descriptiva para todas las variables clínicas. Las variables continuas (PS y NIC) se expresaron como mediana con rango intercuartílico (IQR) y como media $\pm$ desviación estándar (DE), dado que su distribución fue evaluada previamente. La variable categórica de sangrado al sondaje (SS) se expresó como frecuencia absoluta y proporción porcentual.

La normalidad de las distribuciones de las variables continuas se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, apropiada para muestras de tamaño reducido ($n \leq 50$). Dado que algunas variables no cumplieron el supuesto de normalidad, se optó por emplear de forma consistente pruebas no paramétricas en la totalidad de los análisis comparativos, garantizando así la homogeneidad metodológica.

La comparabilidad entre los sitios experimental y control en la medición basal se evaluó mediante la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, aplicada a las variables PS y NIC. Para la comparación intragrupo entre los valores basales y los de reevaluación se empleó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, tanto en los sitios experimentales como en los controles. La comparación entre sitios en la reevaluación (tanto en los valores absolutos como en la magnitud del cambio obtenido (Δ basal – reevaluación)) se realizó igualmente mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Para la variable sangrado al sondaje, el cambio intragrupo entre la medición basal y la reevaluación se analizó mediante la prueba de McNemar, diseñada para datos dicotómicos apareados. La comparación entre sitios en la reevaluación se realizó con la prueba exacta de Fisher, considerando el tamaño reducido de la muestra y la naturaleza categórica de la variable.

Adicionalmente, se realizó un análisis exploratorio mediante la prueba U de Mann-Whitney para evaluar si los sitios con presencia de sangrado al sondaje en la reevaluación presentaban valores de PS y NIC significativamente distintos a los sitios sin sangrado, con el fin de determinar si la persistencia del sangrado guardaba relación con la magnitud del cambio dimensional obtenido.

3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE	RELACION ENTRE LAS VARIABLES
Profundidad de sondaje	Distancia desde el margen gingival hasta la base de la bolsa periodontal.	Cuantitativa Continua	Medida en mm antes y después del tratamiento.	Razón	Dependiente	Se espera una reducción mayor con uso de láser.
Ganancia de inserción clínica	Diferencia en la inserción de la encía al diente antes y después del tratamiento.	Cuantitativa Continua	Medida en mm con comparación pre y postratamiento.	Razón	Dependiente	Se espera mayor ganancia en el grupo con láser.
Índice de sangrado al sondaje	Presencia o ausencia de sangrado tras el sondaje periodontal.	Cualitativa Dicotomica	Evaluación en cada sitio tratado (presencia/ausencia).	Nominal	Dependiente	Se espera una mayor reducción con láser.
Reducción de carga bacteriana	Disminución en la cantidad de microorganismos patógenos en las bolsas periodontales.	Cuantitativa discreta	Conteo de UFC/mL de patógenos antes y después del tratamiento.	Razón	Dependiente	Se compara entre hemiarcadas con y sin láser.
Uso de láser de diodo	Aplicación del láser de diodo como coadyuvante en	Cualitativa Dicotómica	Aplicación en un cuadrante vs. no aplicación en el otro.	Nominal	Independiente	Se analiza su efecto sobre las variables

	el tratamiento periodontal.					clínicas y microbiológicas.
Edad	Años cumplidos del paciente.	Cuantitativa Discreta	Valor reportado por el paciente.	Razón	Control	Puede influir en la respuesta al tratamiento.
Sexo	Género biológico del paciente.	Cualitativa Dicotómica	Masculino/Femenino.	Nominal	Control	Se considera para análisis demográfico.
Tabaquismo	Consumo habitual de tabaco.	Cualitativa Dicotómica	Fumador/No fumador.	Nominal	Control / Criterio de exclusión	Puede alterar la respuesta al tratamiento.
Diabetes mellitus	Diagnóstico previo de diabetes.	Cualitativa Dicotómica	Presencia/Ausencia.	Nominal	Control / Criterio de exclusión	Puede afectar la cicatrización y microbiota.

4. ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en sesión ordinaria celebrada el 25 de febrero de 2025, según acta CE25022025-01. Se garantizará el cumplimiento de los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

De acuerdo con esta normativa, el presente estudio se clasifica como una investigación con riesgo mayor que el mínimo, dado que implica procedimientos como la toma de muestras microbiológicas subgingivales y el uso de tecnología médica como el láser de diodo, el cual puede generar efectos térmicos en los tejidos.

Todos los participantes recibirán información detallada sobre los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios del estudio. La participación será voluntaria, y se solicitará el diligenciamiento y firma del consentimiento informado antes de iniciar cualquier procedimiento. Se garantizará la confidencialidad de los datos personales y clínicos, mediante la codificación de la información y el almacenamiento seguro de los registros.

Asimismo, se respetará el principio de beneficencia, asegurando que todos los pacientes reciban tratamiento periodontal convencional y seguimiento clínico adecuado, independientemente del grupo al que pertenezcan dentro del diseño a boca partida (split-mouth). Los participantes tendrán derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin que ello afecte su atención clínica.

5. RESULTADOS

Resultados Clínicos

La muestra estuvo conformada por 10 pacientes diagnosticados con periodontitis estadio III, con una media de edad de 44 ± 64 años. El 50% correspondió al sexo femenino y el 50% al masculino. Ninguno de los participantes reportó antecedente de tabaquismo y ninguno presentó diabetes mellitus no controlada.

Características clínicas basales

Los sitios experimentales y controles fueron estadísticamente comparables en todos los parámetros clínicos al inicio del estudio. La profundidad de sondaje basal presentó una media de $5,87 \pm 0,69$ mm en ambos sitios, con una mediana de 6,0 mm (IQR 5,3–6,3 mm; $U=50,0$; $p=1,000$). El nivel de inserción clínica basal fue de $6,30 \pm 2,63$ mm (mediana 6,5 mm, IQR 4,5–8,0 mm) en los sitios experimentales y de $5,80 \pm 1,99$ mm (mediana 6,0 mm, IQR 5,0–6,8 mm) en los controles ($U=58,0$; $p=0,566$). El 83,3% de los sitios (10/12) presentó sangrado al sondaje en la medición basal en ambos grupos. Estos hallazgos confirman la homogeneidad de la muestra y la validez del diseño split-mouth empleado.

1. Profundidad del sondaje

Ambos sitios mostraron reducción estadísticamente significativa de la profundidad de sondaje a las cuatro semanas. Los sitios experimentales pasaron de una media de $5,87 \pm 0,69$ mm a $4,00 \pm 1,25$ mm, con reducción mediana de 2,33 mm (mediana basal 6,0 mm; mediana reevaluación 3,5 mm, IQR 3,0–4,8 mm; Wilcoxon $W=0,0$; $p=0,004$). Los sitios control descendieron de $5,87 \pm 0,69$ mm a $3,70 \pm 1,34$ mm, con reducción mediana idéntica de 2,33 mm ($W=1,0$; $p=0,004$). La comparación entre grupos no reveló diferencias significativas en los valores de reevaluación ($U=45,5$; $p=0,739$) ni en la magnitud del cambio ($U=44,5$; $p=0,699$).

El análisis desagregado por sitio de medición —cara mesial (M), cara principal central (MD) y cara distal (D)— evidenció un patrón diferencial entre los grupos que no fue detectado en el análisis global de medianas (Tabla 1). Las caras mesial y distal corresponden a las superficies interproximales del diente, mientras que el sitio medio (MD) representa el punto de mayor profundidad al sondaje en la cara principal —vestibular, lingual o palatina— del diente evaluado, la cual varió según el paciente de acuerdo con la distribución de la enfermedad.

En los sitios experimentales (IPSS + láser de diodo), la reducción de PS fue estadísticamente significativa en los tres sitios de medición: cara mesial ($Z=-2,041$; $p=0,041$; 8/10 rangos negativos), cara media ($Z=-2,059$; $p=0,040$; 8/10 rangos negativos) y cara distal ($Z=-2,519$; $p=0,012$; 8/10 rangos negativos). La tasa de mejoría fue uniforme —80% en los tres sitios— lo que refleja un efecto terapéutico consistente a lo largo de todas las superficies evaluadas.

En los sitios control (IPSS sola), la reducción fue significativa en la cara mesial —con la respuesta más robusta del grupo, 10/10 rangos negativos ($Z=-2,814$; $p=0,005$)— y en la cara distal ($Z=-2,202$; $p=0,028$; 8/10 rangos negativos). Sin embargo, la cara media (MD) no presentó reducción estadísticamente significativa ($Z=-1,502$; $p=0,133$), con 7/10 rangos negativos y —notablemente— 3 sitios en los que la PS aumentó en la reevaluación. Mientras que el grupo experimental mostró una respuesta uniforme del 80% en los tres sitios, el grupo control presentó 100% de mejoría en la cara mesial, 80% en la distal y solo 70% en la cara media, con mayor variabilidad interna en esta última.

Tabla 3. Profundidad al sondaje (mm) por sitio, basal y reevaluación a 4 semanas. E = sitio experimental (IPSS + láser); C = sitio control (IPSS). M: mesial; MD: mediodistal; D: distal.

Paciente	Diente	Sitio	PS Basal — M / MD / D (mm)	PS Reevaluación — M / MD / D (mm)
1 (E)	16	V	6 / 7 / 4	4 / 6 / 2
1 (C)	27	V	7 / 6 / 6	5 / 4 / 4
2 (E)	17	P/L	6 / 5 / 7	5 / 4 / 6
2 (C)	46	P/L	5 / 5 / 6	3 / 3 / 3
3 (E)	26	V	4 / 4 / 8	3 / 3 / 5
3 (C)	16	V	7 / 7 / 5	4 / 4 / 3
4 (E)	42	P/L	5 / 5 / 6	3 / 3 / 3
4 (C)	31	P/L	6 / 4 / 6	3 / 3 / 3
5 (E)	35	V	7 / 8 / 7	7 / 6 / 5
5 (C)	14	P/L	6 / 6 / 6	2 / 2 / 2
6 (E)	27	V	5 / 5 / 4	3 / 3 / 2
6 (C)	46	V	7 / 3 / 6	4 / 3 / 2
7 (E)	27	V	8 / 6 / 5	4 / 3 / 3
7 (C)	46	P/L	6 / 6 / 8	3 / 3 / 2
8 (E)	16	V	8 / 7 / 6	5 / 5 / 3
8 (C)	26	V	6 / 5 / 7	6 / 5 / 7
9 (E)	16	V	8 / 4 / 3	4 / 4 / 3
9 (C)	17	V	9 / 2 / 3	5 / 2 / 2
10 (E)	27	V	7 / 5 / 7	3 / 5 / 7
10 (C)	43	P/L	6 / 4 / 6	6 / 4 / 6

2. Nivel de inserción clínica (NIC)

La ganancia de inserción clínica fue estadísticamente significativa en ambos sitios en la reevaluación. Los sitios experimentales presentaron una ganancia mediana de 4,50 mm: la media del NIC descendió de $6,30 \pm 2,63$ mm a $2,40 \pm 2,01$ mm (mediana basal 6,5 mm; mediana reevaluación 2,0 mm, IQR 1,2–3,5 mm; Wilcoxon $W=3,0$; $p=0,010$). Los sitios control mostraron una ganancia mediana de 3,50 mm: la media pasó de $5,80 \pm 1,99$ mm a $2,90 \pm 1,73$ mm (mediana basal 6,0 mm; mediana reevaluación 2,5 mm, IQR 2,0–3,8 mm; $W=3,5$; $p=0,023$). La comparación entre grupos no arrojó diferencias significativas en los valores de reevaluación ($U=60,5$; $p=0,436$) ni en la magnitud de la ganancia ($U=60,5$; $p=0,445$).

El análisis del NIC por sitio reprodujo y amplió el patrón observado para la PS (Tabla 1). El grupo experimental fue significativo en los tres sitios: cara mesial ($Z=-2,809$; $p=0,005$; 10/10 rangos negativos —mejoría en la totalidad de los sitios—), cara media ($Z=-2,502$; $p=0,012$; 9/10 rangos negativos) y cara distal ($Z=-2,196$; $p=0,028$; 9/10 rangos negativos). En conjunto, el grupo experimental presentó una ganancia de NIC estadísticamente significativa en los seis parámetros evaluados (tres sitios por dos variables), con tasas de mejoría entre el 90% y el 100%.

En el grupo control, las caras mesial y distal mostraron ganancias altamente consistentes —10/10 rangos negativos en ambos casos (mesial: $Z=-2,825$; $p=0,005$; distal: $Z=-2,825$; $p=0,005$)—. La cara media presentó 9/10 rangos negativos, pero con un resultado en el límite de la significancia estadística ($Z=-1,899$; $p=0,058$) que no alcanzó el umbral de $p<0,05$. La magnitud del cambio en esa cara fue menor y más heterogénea que en las caras interproximales, lo que impidió alcanzar significancia a pesar de que la mayoría de los sitios mejoró.

El hallazgo más relevante del análisis por sitio es la diferencia en el comportamiento de la cara media (MD) entre los dos grupos. El grupo experimental mostró mejoras significativas en PS ($p=0,040$) y NIC ($p=0,012$) en ese sitio. El grupo control no alcanzó significancia en ninguna de las dos variables (PS: $p=0,133$; NIC: $p=0,058$). En términos de consistencia de la respuesta, el grupo experimental presentó 6/6 comparaciones significativas, mientras que el grupo control logró 4/6, con las dos excepciones concentradas en la cara media. Este patrón no fue detectado en el análisis global de medianas —donde ambos grupos mostraron reducciones equivalentes— y emerge exclusivamente al desagregar los resultados por sitio de medición (Tabla 2).

Tabla 4. Nivel de inserción clínica (mm) por sitio, basal y reevaluación a 4 semanas. E = sitio experimental; C = sitio control. M: mesial; MD: mediodistal; D: distal.

Paciente	Diente	Sitio	Sitio muestra	NIC Basal — M / MD / D (mm)	NIC Reevaluación — M / MD / D (mm)
1 (E)	16	V	M-D	8 / 9 / 6	6 / 8 / 4
1 (C)	27	V	M-D	5 / 8 / 8	2 / 2 / 2
2 (E)	17	P/L	D-M	7 / 6 / 8	2 / 2 / 2
2 (C)	46	P/L	D-M	6 / 6 / 7	0 / 0 / 4
3 (E)	26	V	D-M	6 / 6 / 8	1 / 1 / 2

3 (C)	16	V	M-D	6 / 6 / 4	3 / 2 / 2
4 (E)	42	P/L	M-D	6 / 6 / 7	2 / 2 / 2
4 (C)	31	P/L	M-D	8 / 6 / 8	3 / 1 / 2
5 (E)	35	V	M-D	9 / 10 / 9	5 / 3 / 5
5 (C)	14	P/L	M-D	5 / 5 / 5	3 / 2 / 3
6 (E)	27	V	M-D	3 / 3 / 2	2 / 2 / 1
6 (C)	46	V	M-D	6 / 2 / 5	3 / 3 / 1
7 (E)	27	V	M-D	6 / 4 / 3	4 / 5 / 2
7 (C)	46	P/L	D	4 / 4 / 6	2 / 2 / 2
8 (E)	16	V	D	10 / 9 / 8	6 / 4 / 6
8 (C)	26	V	D	7 / 6 / 8	0 / 0 / 0
9 (E)	16	V	M	6 / 2 / 1	2 / 4 / 6
9 (C)	17	V	M	8 / 1 / 2	4 / 5 / 6
10 (E)	27	V	M-D	11 / 9 / 10	2 / 6 / 2
10 (C)	43	P/L	M	6 / 4 / 6	0 / 0 / 0

3. Sangrado al sondaje (SS)

En la medición basal, 10 de 12 registros presentaron sangrado al sondaje en cada grupo (83,3%). En la reevaluación, con 10 sitios con datos completos por grupo, la proporción de sitios positivos fue del 70% en ambos (7/10), lo que representa un descenso de 13,3 puntos porcentuales. El cambio intragrupo no fue estadísticamente significativo en ningún sitio (McNemar: $\chi^2=1,333$; $p=0,248$), ni se encontraron diferencias entre grupos en la reevaluación (prueba exacta de Fisher, OR=1,0; $p=1,000$).

La persistencia del sangrado en algunos sitios, a pesar de las mejoras obtenidas en PS y NIC, refleja la complejidad de la respuesta inflamatoria periodontal. El sangrado al sondaje es un indicador sensible, pero de baja especificidad para la resolución completa de la inflamación, y su persistencia puede estar relacionada con inflamación residual del tejido conectivo o con factores individuales del huésped que trascienden el alcance de la instrumentación subgingival (Tabla 3).

Tabla 5. Sangrado al sondaje por sitio, basal y reevaluación a 4 semanas. 1 = presencia; 0 = ausencia. E = sitio experimental; C = sitio control.

Paciente	Diente	Sitio	Sitio muestra	SS Basal (1/0)	SS Reevaluación (1/0)
1 (E)	16	V	M-D	1	1
1 (C)	27	V	M-D	1	1
2 (E)	17	P/L	D-M	1	1
2 (C)	46	P/L	D-M	1	0
3 (E)	26	V	D-M	1	1
3 (C)	16	V	M-D	1	1
4 (E)	42	P/L	M-D	1	0
4 (C)	31	P/L	M-D	1	1
5 (E)	35	V	M-D	1	1
5 (C)	14	P/L	M-D	1	0
6 (E)	27	V	M-D	1	0
6 (C)	46	V	M-D	1	1
7 (E)	27	V	M-D	1	1

7 (C)	46	P/L	D	1	0
8 (E)	16	V	D	1	1
8 (C)	26	V	D	1	1
9 (E)	16	V	M	1	1
9 (C)	17	V	M	1	0
10 (E)	27	V	M-D	1	1
10 (C)	43	P/L	M	1	1

4. Análisis global de los parámetros clínicos

En conjunto, los resultados muestran que la terapia periodontal no quirúrgica produjo mejoría estadísticamente significativa en los tres parámetros clínicos evaluados, independientemente del enfoque terapéutico empleado. La reducción de PS fue de 2,33 mm (mediana) en ambos sitios ($p=0,004$). La ganancia de NIC fue de 4,50 mm en los sitios experimentales ($p=0,010$) y de 3,50 mm en los sitios control ($p=0,023$). El SS disminuyó en ambos sitios del 100% al 70%, aunque sin alcanzar significancia estadística ($p=0,248$). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre sitios experimentales y controles en ninguno de los parámetros evaluados (PS: $p=0,739$; NIC: $p=0,436$; SS: $p=1,000$), lo que indica que el láser de diodo como coadyuvante no produjo un beneficio clínico adicional medible a las cuatro semanas de seguimiento en la muestra estudiada.

Resultados Microbiológicos

Los cultivos subgingivales presentaron comportamiento heterogéneo. La mediana del recuento total en los sitios experimentales descendió de 104.014 UFC/mL (IQR 0–366.250) a 63.500 UFC/mL (IQR 30.500–128.250), sin alcanzar significancia (Wilcoxon $W=19,0$; $p=0,432$). En los sitios control, la mediana basal de 163.000 UFC/mL resultó en 191.000 UFC/mL en la reevaluación ($W=27,0$; $p=1,000$). La comparación entre grupos no evidenció diferencias significativas (Prueba de mediana: p exacta=0,656; Mann-Whitney $U=62,5$; p exacta=0,353). Una paciente del grupo control presentó un aumento de 280.000 a 8.200.000 UFC/mL, valor extremo que se discute en el apartado correspondiente.

Porphyromonas gingivalis estuvo presente en 1/10 sitios experimentales y 3/10 controles al basal. En reevaluación, el grupo control redujo a 1 sitio positivo; el experimental pasó a 2, incluyendo una detección *de nova*. Los cambios no fueron significativos (McNemar: Grupo A $p=1,000$; Grupo B $p=0,617$). *Tannerella forsythia* fue detectada en 2/10 sitios

control al basal, con eliminación completa en reevaluación y un caso de nova en el experimental. *Treponema denticola* no fue evaluable por cultivo convencional (10).

El análisis comparativo de siete microorganismos en la reevaluación, mediante prueba de mediana, U de Mann-Whitney y estimador de Hodges-Lehmann con IC del 95%, permitió cuantificar la diferencia entre tratamientos para cada organismo (Tabla 4).

Ningún microorganismo presentó diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la reevaluación. Para *Streptococcus viridans* (n=17), la diferencia estimada por Hodges-Lehmann fue de -3.500 UFC/mL a favor del grupo experimental (IC 95%: -71.000 a 20.000; U=38,5; p=0,815). Para *Actinomyces spp.*, la diferencia fue de -1.500 UFC/mL (IC 95%: -92.000 a 12.000; U=57,5; p=0,579). Para *Fusobacterium spp.*, de -2.500 UFC/mL (IC 95%: -20.000 a 6.000; U=60,0; p=0,481). Para *Prevotella intermedia/nigrescens*, de -1.500 UFC/mL (IC 95%: -16.000 a 1.000; U=62,5; p=0,353). En todos los casos el signo negativo indica menores recuentos en el grupo experimental, pero todos los intervalos de confianza incluyeron el cero, confirmando la ausencia de diferencias estadísticamente significativas.

Para *Staphylococcus spp.* (n=19), la mediana fue de 0 UFC/mL en ambos grupos en la reevaluación, con diferencia de Hodges-Lehmann de 0 (IC 95%: 0 a 0; U=31,5; p=0,278), lo que indica que ambos tratamientos lograron la eliminación completa o casi completa de este microorganismo. Para *Capnocytophaga spp.*, la diferencia fue de 1.500 UFC/mL (IC 95%: -42.000 a 9.000; U=46,0; p=0,796), sin tendencia en ninguna dirección.

Tabla 6. Análisis refinado por microorganismo en la reevaluación: comparación entre grupos mediante prueba de mediana, U de Mann-Whitney y estimador de Hodges-Lehmann (IC 95%).

Microorganismo	Prueba mediana (p exacta)	U Mann-Whitney (p exacta)	Diferencia Hodges-Lehmann (UFC/mL)	IC 95%
<i>Streptococcus viridans</i>	NS	0,815	-3.500	-71.000 a 20.000
<i>Actinomyces spp.</i>	NS	0,579	-1.500	-92.000 a 12.000
<i>Fusobacterium spp.</i>	NS	0,481	-2.500	-20.000 a 6.000
<i>Prevotella intermedia/nigrescens</i>	NS	0,353	-1.500	-16.000 a 1.000
<i>Staphylococcus spp.</i>	NS	0,278	0	0 a 0
<i>Capnocytophaga spp.</i>	NS	0,796	+1.500	-42.000 a 9.000
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	NS (McNemar)	—	—	—

Los bacilos entéricos gramnegativos no fueron incluidos en el análisis estadístico comparativo entre grupos dado que todos los sitios de ambos grupos registraron recuentos de cero en la reevaluación, eliminando la variabilidad necesaria para la prueba. Su desaparición uniforme —desde recuentos de hasta valores incontables al basal— constituyó el hallazgo microbiológico de mayor consistencia del estudio, con relevancia clínica directa independientemente del tipo de intervención.

Actinomyces spp., *Fusobacterium spp.* y *Capnocytophaga spp.* aumentaron su detección en la reevaluación en ambos grupos, patrón coherente con la reorganización microbiana esperada tras la perturbación del biofilm subgingival por la instrumentación ¹¹.

6. DISCUSIÓN

Los resultados del presente ensayo clínico aleatorizado con diseño split-mouth muestran que tanto la instrumentación periodontal no quirúrgica supra y subgingival (IPSS) como su combinación con láser de diodo de 980 nm produjeron mejoras estadísticamente significativas en profundidad de sondaje y nivel de inserción clínica a las cuatro semanas de seguimiento. El análisis global no detectó diferencias entre grupos, pero el análisis desagregado por sitio de medición reveló un hallazgo clínicamente relevante: el grupo experimental obtuvo mejoras significativas en la totalidad de los sitios evaluados —cara mesial, cara media y cara distal, para ambas variables—, mientras que el grupo control no alcanzó significancia en la cara media (MD) ni para PS ($p=0,133$) ni para NIC ($p=0,058$).

La mejoría observada en ambos grupos confirma la efectividad del tratamiento periodontal no quirúrgico como pilar terapéutico en la periodontitis estadio III ⁴. Las reducciones de PS de 2,33 mm y las ganancias de NIC de 3,50–4,50 mm a las cuatro semanas son clínicamente significativas y se encuentran dentro del rango esperado para este tipo de intervención ^{7,11}. Aplicando el criterio treat-to-target de Feres et al. (2020), ambos grupos lograron que 7 de 10 sitios alcanzaran valores de PS menores de 5 mm en la reevaluación, lo que refleja una respuesta terapéutica favorable con independencia del enfoque empleado.

A diferencia de las caras mesial y distal —superficies interproximales anatómicamente definidas y consistentes entre pacientes—, la cara media (MD) en este estudio corresponde al punto de mayor profundidad al sondaje en la cara principal del diente: vestibular, lingual o palatina según la distribución de la enfermedad en cada paciente. Esta variabilidad en la orientación de la superficie medida es un factor clave para entender por qué la respuesta a la IPSS convencional fue heterogénea en este sitio.

La instrumentación periodontal no quirúrgica convencional está estandarizada para las superficies interproximales mediante curetas de diseño específico (Grace 1/2 para mesial, 13/14 y 15/16 para distal), lo que explica la respuesta altamente consistente del grupo control en las caras mesial (10/10, $p=0,005$) y distal (8/10, $p=0,028$). En la cara principal del diente, sin embargo, la accesibilidad instrumental varía en función de la orientación de la superficie: las caras vestibulares son generalmente las más accesibles, mientras que las caras palatinas de los molares superiores —dientes predominantes en la muestra (16, 17, 26, 27)— y las caras linguales de los molares inferiores presentan mayor dificultad por el grosor del tejido gingival, la curvatura del arco y las limitaciones de angulación de los instrumentos ^{4,18}. En los pacientes en quienes la cara más profunda correspondió a la superficie palatina o lingual, la instrumentación convencional puede haber sido menos efectiva, generando la variabilidad observada: tres sitios del grupo control mostraron aumento de PS en la reevaluación de la cara media, comparado con cero aumentos en la cara mesial y dos en la distal.

El láser de diodo, en contraste, entrega su efecto bactericida y biomodulador mediante una fibra óptica de pequeño calibre que se introduce directamente en la bolsa periodontal y puede orientarse en cualquier dirección con movimientos de barrido apico-coronal, sin las restricciones de angulación propias de los instrumentos manuales o ultrasónicos ^{5,21}. Esta característica le permite actuar de manera consistente tanto en superficies vestibulares como palatinas o linguales, lo que podría explicar la uniformidad de la respuesta del grupo experimental en los tres sitios de medición, con tasas de mejoría del 80% en PS y entre el 90% y 100% en NIC independientemente de la cara evaluada.

Comparado con el protocolo de Mulder-van Staden et al. (2020) —referencia metodológica del presente estudio—, que empleó 810 nm a 1 W en modo continuo con una sola sesión y diseño split-mouth, el presente trabajo utilizó una longitud de onda superior (980 nm) y mayor potencia (2 W), parámetros que determinan mayor absorción por agua y oxihemoglobina y, en teoría, mayor efecto bactericida en el entorno subgingival ^{5,24}. Mulder-van Staden et al., (2020) no encontraron diferencias clínicas significativas entre grupos, con excepción del sangrado al sondaje, resultado que no se reprodujo en el presente estudio. Las diferencias en parámetros del láser, período de seguimiento (6 vs 4 semanas) y población estudiada podrían explicar estas discrepancias.

La evidencia disponible sobre el láser de diodo como coadyuvante sigue siendo heterogénea. Algunas revisiones sistemáticas y metaanálisis han reportado beneficios adicionales de 0,4 a 0,7 mm en PS respecto al IPSS convencional ^{7,11}, mientras que otros estudios no han encontrado diferencias significativas entre grupos ^(8, 9, 13). Los resultados globales del presente estudio se alinean con este segundo grupo, pero el análisis por sitio introduce un matiz importante: la ausencia de diferencia entre grupos en el análisis global coexiste con una diferencia específica y anatómicamente coherente en la cara media. Este hallazgo podría contribuir a explicar parte de la heterogeneidad de la literatura, en la que los estudios que no analizan por sitio de medición pueden enmascarar diferencias focales que sí existen en ciertas superficies.

La reducción del sangrado al sondaje del 83,3% al 70% en ambos grupos no alcanzó significancia estadística. El sangrado es un indicador sensible pero de baja especificidad para la resolución completa del proceso inflamatorio periodontal ⁽³⁾: puede persistir por inflamación residual del tejido conectivo incluso cuando la PS y el NIC han mejorado. La distribución idéntica entre grupos en ambos momentos confirma la ausencia de efecto diferencial del láser sobre este parámetro en el período evaluado, hallazgo consistente con el de Mulder-van Staden et al. y otros estudios con protocolos de sesión única ²⁴.

Dado el uso de cultivo convencional como única técnica, la alta variabilidad interindividual y el tamaño muestral reducido. Ninguno de los grupos mostró reducción significativa en el recuento total de UFC ($p=0,432$ y $p=1,000$, respectivamente), ni se detectaron diferencias entre grupos ($p=0,734$). Estos hallazgos son coherentes con lo reportado por

estudios similares que tampoco encontraron diferencias microbiológicas a corto plazo con protocolos de sesión única de láser ^{8,9,24}.

La baja prevalencia de *P. gingivalis* y *T. forsythia* en la muestra limitó la capacidad de evaluar el efecto bactericida diferencial del láser sobre los patógenos del complejo rojo ¹⁰. Estudios que han reportado mayor reducción de estas especies con láser de diodo típicamente incluyeron pacientes con cargas basales más elevadas o emplearon técnicas moleculares —PCR cuantitativa o secuenciación de nueva generación— significativamente más sensibles que el cultivo convencional ^{10,24}. La exclusión de *T. denticola* del análisis, por ser un anaerobio estricto no cultivable, deja incompleto el perfil del complejo rojo y constituye una limitación metodológica relevante.

El hallazgo microbiológico de mayor consistencia fue la eliminación completa de bacilos entéricos gramnegativos en la reevaluación en ambos grupos. Estos microorganismos, asociados con periodontitis refractaria y mayor resistencia antimicrobiana, desaparecieron de todos los sitios evaluados a las cuatro semanas, independientemente del tipo de intervención. Este resultado refuerza la efectividad de la instrumentación mecánica como elemento central del tratamiento periodontal y tiene relevancia clínica directa para el pronóstico de estos pacientes.

El incremento en la detección de *Actinomyces spp.*, *Fusobacterium spp.* y *Capnocytophaga spp.* en la reevaluación en ambos grupos representa un fenómeno esperado de reorganización microbiana post-tratamiento: tras la perturbación de la biopelícula, organismos comensales de menor virulencia recolonizan los nichos vacíos dejados por las especies patógenas eliminadas ¹⁸. Este proceso es compatible con la mejoría clínica simultánea y no debe interpretarse como deterioro. En uno de los casos, con un aumento de 29 veces en el recuento del grupo control (280.000 → 8.200.000 UFC/mL), constituye un valor extremo que requiere análisis de sensibilidad; las posibles causas incluyen fallo en el control de placa supragingival, variabilidad técnica en el muestreo o algún evento intercurrente no registrado.

Las principales limitaciones del presente estudio son el tamaño muestral reducido (n=10), que limita la potencia estadística para detectar diferencias entre grupos; el período de seguimiento de cuatro semanas, insuficiente para la estabilización microbiológica completa y para la expresión sostenida de los efectos biomoduladores del láser ^{21, 22}; y el uso exclusivo de cultivo convencional como técnica microbiológica. El diseño *split-mouth* asume independencia entre cuadrantes del mismo paciente, supuesto que puede verse comprometido por transferencia bacteriana entre sitios adyacentes.

El protocolo empleado (980 nm, 2 W, modo continuo, 30 s/sitio, sesión única) entrega 60 J por sitio, situándose en el rango superior de los protocolos no quirúrgicos reportados. La longitud de 980 nm presenta mayor absorción por agua y oxihemoglobina que los 810 nm de Mulder-van Staden et al. (2020), referencia metodológica de este estudio, lo que implica mayor profundidad de penetración y potencial bactericida en el entorno

subgingival ^(5, 24). Mulder-van Staden et al. no encontraron diferencias clínicas entre grupos en PS o NIC, con excepción del SS, resultado que tampoco se replicó en el presente estudio. Las diferencias en parámetros del láser, período de seguimiento (6 vs 4 semanas) y características de la muestra explican parcialmente esta discrepancia ⁽²⁴⁾. La evidencia global sigue siendo heterogénea, con algunos metaanálisis que reportan beneficios adicionales de 0,4–0,7 mm ^{7,11} y otros que no detectan diferencias ^{8,9,13}. Los resultados del presente estudio se alinean con el segundo grupo en el análisis global, pero el análisis por sitio introduce el matiz de que la equivalencia global coexiste con una diferencia anatómicamente específica.

La reducción del SS del 83,3% al 70% en ambos grupos no alcanzó significancia estadística, resultado consistente con la naturaleza sensible pero poco específica del SS como indicador de resolución inflamatoria completa a corto plazo ³. La distribución idéntica entre grupos confirma la ausencia de efecto diferencial del láser sobre este parámetro en el período evaluado, hallazgo común en estudios con protocolos de sesión única ²⁴.

El análisis microbiológico que incluyó prueba de mediana, Mann-Whitney y estimadores de Hodges-Lehmann con IC 95% para siete organismos específicos, confirmó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la reevaluación para todos los microorganismos evaluados. Este resultado es coherente con la literatura sobre protocolos de sesión única de láser de diodo ^{8, 9, 24} y con el hecho de que el fundamento bactericida del láser —desnaturalización proteica por efecto térmico y fotobiomodulación ^{5, 21}— puede no ser suficiente para producir un efecto diferencial medible a las cuatro semanas cuando se aplica en una sola sesión.

No obstante, el análisis revela una tendencia consistente, aunque no significativa, hacia menores recuentos en el grupo experimental para cuatro microorganismos: *Streptococcus viridans* (diferencia de Hodges-Lehmann: –3.500 UFC/mL), *Actinomyces spp.* (–1.500), *Fusobacterium spp.* (–2.500) y *Prevotella intermedia/nigrescens* (–1.500). La dirección consistente de estas diferencias —todas favorables al grupo experimental— es de interés biológico, aunque los amplios intervalos de confianza reflejan la alta variabilidad interindividual y el tamaño muestral reducido. El láser de diodo podría ejercer un efecto bacteriostático o bactericida parcial sobre la microbiota comensal subgingival que no alcanza significancia con n=10, pero que podría ser detectable en estudios con mayor potencia estadística ^{5, 21}.

La eliminación completa de *Staphylococcus spp.* en ambos grupos —con mediana de 0 UFC/mL en la reevaluación— y la desaparición de los bacilos entéricos gramnegativos en todos los sitios sin excepción son los hallazgos microbiológicos de mayor consistencia del estudio. Ambos resultados refuerzan la eficacia de la instrumentación mecánica como intervención fundamental, con independencia del uso coadyuvante del láser. La eliminación de los bacilos entéricos tiene especial relevancia clínica dado su vínculo con periodontitis refractaria y mayor resistencia antimicrobiana.

El incremento de *Actinomyces spp.*, *Fusobacterium spp.* y *Capnocytophaga spp.* en ambos grupos en la reevaluación representa la reorganización microbiana esperable tras

la perturbación del biofilm ¹⁸, compatible con la mejoría clínica simultánea. El caso de con aumento de 29 veces en el recuento del grupo control— requiere análisis de sensibilidad en interpretaciones futuras, dado su impacto sobre las medianas grupales. Las limitaciones del cultivo convencional —especialmente la exclusión de *T. denticola* y la menor sensibilidad respecto a técnicas moleculares ^{10, 24} limitan la profundidad del análisis microbiológico del estudio.

A pesar de estas limitaciones, el estudio aporta evidencia clínica original en una población colombiana con periodontitis estadio III e introduce el análisis por sitio de medición como herramienta que permite identificar diferencias terapéuticas focales no visibles en el análisis global. Los resultados justifican estudios con mayor potencia estadística, múltiples sesiones de láser, seguimiento a mediano plazo y técnicas moleculares de análisis microbiológico, que permitan esclarecer el rol del láser de diodo como coadyuvante en el manejo de esta enfermedad.

Limitaciones

Las principales limitaciones son el tamaño muestral (n=10), el seguimiento de cuatro semanas, el uso exclusivo de cultivo convencional y los supuestos del diseño split-mouth sobre independencia entre cuadrantes. Estas limitaciones deben considerarse en la extrapolación de los resultados y son el punto de partida de las recomendaciones para investigaciones futuras.

A pesar de ellas, el estudio aporta evidencia clínica y microbiológica original en una población colombiana con periodontitis estadio III, introduce el análisis por sitio de medición como estrategia analítica que detecta diferencias focales no visibles en el análisis global, y genera hipótesis específicas y verificables sobre el rol coadyuvante del láser de diodo en superficies de orientación variable.

7. CONCLUSIONES

El presente estudio permite concluir que tanto la instrumentación periodontal no quirúrgica supra y subgingival sola como su combinación con láser de diodo de 980 nm son intervenciones clínicamente efectivas para el manejo de la periodontitis estadio III, al producir reducciones significativas de la profundidad de sondaje —2,33 mm en ambos grupos— y ganancias de inserción clínica —4,50 mm en el grupo experimental y 3,50 mm en el control— a las cuatro semanas de seguimiento. El análisis global no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los enfoques terapéuticos.

El tratamiento combinado con láser mostró mejoras significativas en la totalidad de los seis parámetros evaluados, con tasas de mejoría uniformes del 80% al 100%.

El sangrado al sondaje se redujo del 83,3% al 70% en ambos grupos sin alcanzar significancia estadística, y no se evidenciaron diferencias entre grupos en este parámetro.

El análisis microbiológico refinado, basado en prueba de mediana, Mann-Whitney y estimadores de Hodges-Lehmann con IC 95% para siete organismos específicos en la reevaluación, confirmó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos para todos los microorganismos evaluados. Se observó una tendencia no significativa hacia menores recuentos en el grupo experimental para *Streptococcus viridans* (–3.500 UFC/mL), *Actinomyces spp.* (–1.500), *Fusobacterium spp.* (–2.500) y *Prevotella intermedia/nigrescens* (–1.500), con todos los IC 95% incluyendo cero. *Staphylococcus spp.* presentó mediana de 0 en ambos grupos en la reevaluación, indicando eliminación completa por ambos tratamientos. Los bacilos entéricos gramnegativos, presentes en hasta recuentos incontables al basal, desaparecieron de todos los sitios de ambos grupos en la reevaluación —sin posibilidad de comparación estadística por ausencia de variabilidad—, constituyendo el hallazgo microbiológico de mayor consistencia clínica del estudio.

8. RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos del presente estudio y sus limitaciones, se formulan las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones y para la práctica clínica.

Se recomienda el diseño de ensayos clínicos con tamaños de muestra calculados específicamente para detectar diferencias en el análisis por sitio de medición. El análisis global de medianas puede enmascarar hallazgos clínicamente relevantes que solo emergen al desagregar por superficie; su incorporación como estrategia analítica primaria permitiría una evaluación más sensible y precisa del efecto coadyuvante del láser.

Se recomienda evaluar protocolos de múltiples sesiones de láser —al menos dos aplicaciones separadas por una semana— dado que la sesión única puede ser insuficiente para producir un efecto diferencial medible y sostenido. El seguimiento debería extenderse a tres y seis meses para evaluar la estabilidad clínica a mediano plazo y la estabilización del microbioma subgingival, cuya reorganización requiere al menos seis semanas ^(18, 21).

En el componente microbiológico, el uso de técnicas moleculares —PCR cuantitativa o secuenciación del gen 16S ARNr— es prioritario para estudios futuros. Estas técnicas permitirían detectar *Treponema denticola* y caracterizar con mayor precisión los cambios en la composición del microbioma subgingival, superando las limitaciones del cultivo convencional empleado en el presente estudio ^(10, 24). Dado que se observó una tendencia no significativa hacia menores recuentos de cuatro organismos en el grupo experimental, el estudio de esta hipótesis con mayor sensibilidad analítica y mayor tamaño muestral es una pregunta de investigación directamente derivada de estos resultados.

Desde la perspectiva clínica, los resultados sugieren que el láser de diodo podría ser especialmente útil como coadyuvante en pacientes con periodontitis estadio III con bolsas profundas en superficies palatinas de molares superiores y linguales de molares inferiores, donde la instrumentación convencional tiene mayor dificultad de acceso. Esta indicación específica requiere confirmación en estudios diseñados para explorarla.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jacob S. GLOBAL PREVALENCE OF PERIODONTITIS: A LITERATURE REVIEW. 3(1).
2. ENSAB-IV-Situacion-Bucal-Actual.pdf.
3. Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. Nat Rev Dis Primer. 22 de junio de 2017;3(1):17038.
4. Heitz-Mayfield LJA, Lang NP. Surgical and nonsurgical periodontal therapy. Learned and unlearned concepts. Periodontol 2000. junio de 2013;62(1):218-31.
5. Romanos G, Nentwig GH. Diode Laser (980 nm) in Oral and Maxillofacial Surgical Procedures: Clinical Observations Based on Clinical Applications. J Clin Laser Med Surg. octubre de 1999;17(5):193-7.
6. Schwarz F, Aoki A, Becker J, Sculean A. Laser application in non-surgical periodontal therapy: a systematic review. J Clin Periodontol. septiembre de 2008;35(s8):29-44.
7. Qadri T, Javed F, Johannsen G, Gustafsson A. Role of Diode Lasers (800–980 Nm) as Adjuncts to Scaling and Root Planing in the Treatment of Chronic Periodontitis: A Systematic Review. Photomed Laser Surg. noviembre de 2015;33(11):568-75.
8. Rotundo R, Nieri M, Cairo F, Franceschi D, Mervelt J, Bonaccini D, et al. Lack of adjunctive benefit of Er:YAG laser in non-surgical periodontal treatment: a randomized split-mouth clinical trial. J Clin Periodontol. junio de 2010;37(6):526-33.
9. Cheng Y, Chen JW, Ge MK, Zhou ZY, Yin X, Zou SJ. Efficacy of adjunctive laser in non-surgical periodontal treatment: a systematic review and meta-analysis. Lasers Med Sci. enero de 2016;31(1):151-63.
10. Holt SC, Ebersole JL. *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola*, and *Tannerella forsythia*: the 'red complex', a prototype polybacterial pathogenic consortium in periodontitis. Periodontol 2000. junio de 2005;38(1):72-122.
11. Sgolastra F, Severino M, Gatto R, Monaco A. Effectiveness of diode laser as adjunctive therapy to scaling root planning in the treatment of chronic periodontitis: a meta-analysis. Lasers Med Sci. septiembre de 2013;28(5):1393-402.
12. Kinane DF, Attström R, on behalf of the European Workshop in Periodontology group B. Advances in the pathogenesis of periodontitis: Group B consensus report of the fifth European workshop in periodontology. J Clin Periodontol. octubre de 2005;32(s6):130-1.

13. Coluzzi D, Anagnostaki E, Mylona V, Parker S, Lynch E. Do Lasers Have an Adjunctive Role in Initial Non-Surgical Periodontal Therapy? A Systematic Review. *Dent J*. 16 de agosto de 2020;8(3):93.
14. Jha A, Gupta V, Adinarayan R. LANAP, Periodontics and Beyond: A Review. *J Lasers Med Sci*. 20 de marzo de 2018;9(2):76-81.
15. Yukna RA. Clinical evaluation of Laser-Assisted New Attachment Procedure® (LANAP®) surgical treatment of chronic periodontitis: a retrospective case series of 1-year results in 22 consecutive patients. *J Periodontal Implant Sci*. 2023;53(3):173.
16. Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Clin Periodontol* [Internet]. junio de 2018 [citado 16 de febrero de 2025];45(S20). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpe.12945>
17. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJL, Marcenes W. Global Burden of Severe Periodontitis in 1990-2010: A Systematic Review and Meta-regression. *J Dent Res*. noviembre de 2014;93(11):1045-53.
18. Socransky SS, Haffajee AD. Dental biofilms: difficult therapeutic targets. *Periodontol 2000*. enero de 2002;28(1):12-55.
19. Lalla E, Papapanou PN. Diabetes mellitus and periodontitis: a tale of two common interrelated diseases. *Nat Rev Endocrinol*. diciembre de 2011;7(12):738-48.
20. Graves DT, Oates T, Garlet GP. Review of osteoimmunology and the host response in endodontic and periodontal lesions. *J Oral Microbiol*. 1 de enero de 2011;3(1):5304.
21. Cobb CM. Lasers in Periodontics: A Review of the Literature. *J Periodontol*. abril de 2006;77(4):545-64.
22. Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, Sculean A, Yukna RA, Takasaki AA, et al. Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. *Periodontol 2000*. junio de 2015;68(1):217-69.
23. Lang NP, Bartold PM. Periodontal health. *J Periodontol* [Internet]. junio de 2018 [citado 16 de febrero de 2025];89(S1). Disponible en: <https://aap.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/JPER.16-0517>

ANEXOS.

ANEXO A. Consentimiento Informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL LÁSER DE DIODO COMO COADYUVANTE EN LA TERAPIA PERIODONTAL CONVENCIONAL EN PACIENTES CON PERIODONTITIS ESTADIO III: ESTUDIO CLÍNICO ALEATORIZADO CON DISEÑO SPLIT-MOUTH.

INVESTIGADORES

#	Nombre	Tipo de Vinculación
1		Investigador Principal
2	Dr. Hernán Santiago Garzón	Investigador Metodológico
3	Manuel Fernando Silva Puentes	Estudiante
4	Daniel Andrés Rincón Ulloa	Estudiante

Nosotros: Manuel Fernando Silva Puentes, Daniel Andres Rincon Ulloa, estudiante(s) del Postgrado de Periodoncia de UNICOC, como equipo de investigación, desarrollará el proyecto titulado: **EFFECTO DEL USO DE LÁSER DIODO EN PACIENTES CON PERIODONTITIS ESTADIO III DEL POSGRADO DE PERIODONCIA UNICOC BOGOTÁ**, El equipo le brindará información y le invita a participar de esta investigación, que tiene como objetivo: Evaluar la efectividad de la instrumentación periodontal supra y subgingival combinada con láser de diodo de alta intensidad en comparación con la instrumentación periodontal supra y subgingival tradicional en el tratamiento de la periodontitis, mediante la medición de parámetros clínicos y la disminución de la carga bacteriana.

Se le invita a participar voluntariamente en esta investigación, cuyo objetivo es evaluar los efectos del uso del láser de diodo como coadyuvante en la terapia periodontal quirúrgica convencional en pacientes con periodontitis estadio III. En particular, se observarán los cambios en parámetros clínicos como la profundidad de sondaje, el nivel de inserción clínica, el índice de sangrado al sondaje, así como la reducción de la carga bacteriana subgingival antes y después del tratamiento.

Este estudio puede contribuir al conocimiento científico sobre el papel del láser de diodo en la cicatrización de los tejidos periodontales y su efectividad en el control de la

enfermedad periodontal. Los resultados podrían ser útiles para mejorar los protocolos clínicos en el manejo de la periodontitis.

Cabe destacar que la terapia periodontal quirúrgica forma parte del tratamiento convencional indicado para su condición, y el uso del láser de diodo se aplicará únicamente en algunas zonas de su boca, sin afectar el tratamiento general que usted debe recibir. Además, se realizará un seguimiento clínico detallado, lo que permitirá una atención rigurosa y personalizada.

Su participación es completamente voluntaria, y puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin que esto afecte su tratamiento ni los servicios de salud que recibe.

Al firmar el presente documento usted estará aceptando libremente participar en esta investigación científica, cuyo título y objetivo acaba de leer.

Antes de firmar este consentimiento por favor leer cuidadosamente. Este consentimiento puede contener palabras que usted no entienda. Si es así, por favor pregunte a los investigadores, quienes le resolverán sus dudas al respecto. Usted puede llevar este consentimiento para discutirlo con otras personas, antes de tomar su decisión.

En este estudio participarán 22 pacientes en un lapso de 4 meses aproximadamente.

El paciente debe cumplir las citas previstas en las condiciones asignadas por los profesionales a cargo y no recibirá ninguna remuneración alguna por la participación en el estudio, pero tampoco incurrirá en gastos adicionales.

Los datos recolectados serán confidenciales, codificados y resguardados por el equipo investigador.

Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCEDIMIENTOS

- a) El paciente firmará el consentimiento informado.
- b) Evaluación inicial: historia clínica, periodontograma con sonda Carolina del Norte (Hu-Friedy), toma de muestras microbiológicas subgingivales y registro fotográfico.
- c) Fase de tratamiento: se realizará raspado y alisado radicular convencional en todos los cuadrantes, y se aplicará láser de diodo únicamente en dos cuadrantes asignados aleatoriamente.
- d) Reevaluaciones clínicas y microbiológicas se realizarán a las 4 semanas y 8 semanas postratamiento.
- e) Se realizarán registros fotográficos, clínicos y microbiológicos en cada control.

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Este tratamiento no reemplaza el manejo clínico tradicional. Usted puede optar por recibir únicamente tratamiento periodontal convencional (sin láser), que constituye la atención estándar aceptada. Esta alternativa no representa mayor riesgo ni implica exclusión del tratamiento clínico de su enfermedad periodontal.

RIESGOS POTENCIALES

El estudio es considerado de **riesgo mayor que el mínimo**, según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, ya que involucra:

- Uso de láser de diodo, con potencial efecto térmico sobre los tejidos.
- Procedimientos de toma de muestras microbiológicas subgingivales.

También podrían presentarse molestias relacionadas con el raspado y alisado radicular, como sensibilidad dental o inflamación transitoria. Sin embargo, los investigadores están capacitados para manejar cualquier evento adverso que pueda surgir.

BENEFICIOS POTENCIALES

La participación en este estudio podría beneficiar su salud periodontal mediante un seguimiento clínico riguroso y tratamiento periodontal completo. Además, contribuye al avance del conocimiento científico en el campo de la periodoncia.

COMPROMISOS DEL PACIENTE

Al participar en este estudio, usted se compromete a:

1. Asistir puntualmente a todas las citas clínicas programadas.
2. Seguir las instrucciones postoperatorias y de mantenimiento dadas por los investigadores.
3. Informar cualquier molestia o evento adverso.
4. No recibir compensación económica ni asumir gastos adicionales.
5. Suministrar información veraz y actualizada sobre su salud.

CONFIDENCIALIDAD

Toda la información recolectada será confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Las imágenes, exámenes y resultados serán codificados para proteger su identidad, y no serán compartidos sin su autorización escrita.

PARTICIPACIÓN Y RETIRO VOLUNTARIO

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin que esto afecte la calidad de la atención clínica que reciba. Si decide retirarse, debe notificarlo por escrito a los investigadores.

Si participa en este estudio, ha elegido la siguiente opción de tratamiento:

**Instrumentación periodontal no quirúrgica mas terapia
coadyuvante con laser de diodo**

Es importante que usted informe de inmediato sobre cualquier complicación como dolor severo, sangrado abundante o cualquier otra, al celular 3023745422 Manuel Silva, 3156366375 Daniel Rincon, (investigadores) o comunicándose al e-mail: msilvap@unicoc.edu.co.

Quien le orientará para que se instauren las medidas adecuadas y se resuelva de manera oportuna la situación, bajo seguimiento del investigador y por supuesto la Institución. Tenga en cuenta que estaremos prestos a ofrecer el tratamiento idóneo en caso de daños que le afecten y sean causados por la investigación.

Igualmente podrá comunicarse con el representante del comité de ética de la institución: Dra. Sandra Aguilera Rojas al teléfono 6683535 Ext. 1542.

El incumplimiento de cualquiera de los compromisos establecidos en este documento será causa suficiente para que sea desvinculado de la investigación.

CONSIDERACIONES ESPECIALES Y COMPROMISOS DE LA INSTITUCIÓN Y DE LOS INVESTIGADORES

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, esta investigación se clasifica como de **riesgo mayor que el mínimo**, ya que involucra procedimientos quirúrgicos periodontales y la aplicación de tecnología complementaria (láser de diodo). Este tipo de riesgo se define como aquel en el cual las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, e incluye, entre otros, estudios con dispositivos nuevos, procedimientos invasivos o quirúrgicos, asignaciones aleatorias de tratamiento y uso de tecnologías emergentes.

Cualquier novedad médico-odontológica que pudiera surgir como consecuencia directa de su participación en este estudio será atendida por intermedio de la Institución Universitaria Colegios de Colombia – UNICOC, en el marco de sus responsabilidades académicas y clínicas.

Por su participación en este estudio, usted no recibirá compensación económica, pero tampoco deberá asumir ningún gasto relacionado con los procedimientos de la investigación.

El equipo investigador tiene la obligación de informarle si, durante el desarrollo del estudio, surgen hallazgos significativos que puedan influir en su decisión de continuar o no en el mismo.

Asimismo, los investigadores están en la obligación de responder a sus preguntas en cualquier momento durante la duración del estudio, y si usted así lo desea, informarle sobre los resultados de los exámenes realizados y los hallazgos generales del estudio una vez estos sean publicados. También se le entregará una copia de este consentimiento informado para su archivo personal.

CONSENTIMIENTO Y FIRMAS

El (la) Doctor(a) _____
me ha explicado de forma clara y satisfactoria en qué consiste, cómo se realiza y con qué propósito se llevará a cabo esta investigación titulada: *“Evaluación del uso de láser de diodo como coadyuvante en la cirugía plástica periodontal convencional en pacientes con periodontitis estadio III”*.

También se me ha explicado por qué fui invitado(a) a participar y qué se espera de mi colaboración, así como los posibles riesgos y beneficios relacionados. Entiendo que se trata de un estudio con fines académicos y científicos, y que no existen garantías absolutas sobre los resultados, ya que pueden presentarse efectos o eventos no previstos.

Me comprometo a cumplir los lineamientos y recomendaciones dadas por el equipo investigador y por los profesionales que participen en los procedimientos clínicos, y acepto que el incumplimiento de estas indicaciones puede ser motivo de mi exclusión del estudio.

Declaro que he comprendido completamente lo explicado y que acepto participar de forma libre y voluntaria, sin recibir compensación económica ni incurrir en gastos personales.

Yo, _____, identificado(a) con documento de identidad No. _____, doy mi consentimiento para que el (la) Doctor(a) _____ y el personal auxiliar que sea necesario, realicen los procedimientos descritos en el estudio, incluyendo la instrumentación no quirúrgica periodontal, el uso del láser de diodo y la toma de muestras microbiológicas subgingivales, de acuerdo con los estándares éticos y clínicos.

Igualmente, autorizo la toma de fotografías clínicas, radiografías u otras imágenes diagnósticas necesarias, las cuales podrán ser utilizadas posteriormente para fines académicos y científicos, con el compromiso de mantener la confidencialidad de mi identidad, conforme a lo establecido en la ley.

Lugar y fecha: _____

Nombre del paciente: _____

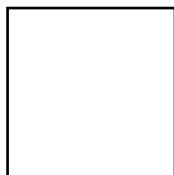
Firma del paciente: _____

C.C. _____

Teléfono: _____

Dirección de residencia: _____

Huella:



Firma investigador #1: _____

Firma investigador #2: _____

Firma investigador #2: _____

Nombre testigo #1: _____

Firma testigo #1: _____

C.C. _____

Teléfono: _____

Nombre testigo #2: _____

Firma testigo #2: _____

C.C. _____

Teléfono: _____

Este consentimiento informado ha sido revisado y aprobado por el comité de ética de la institución universitaria colegios de Colombia – UNICOC.

DECLARACIÓN

Los investigadores responsables de este estudio titulado ***“Evaluación del uso de láser de diodo como coadyuvante en la cirugía plástica periodontal convencional en pacientes con periodontitis estadio III”*** declaran que no se realizarán modificaciones al protocolo de investigación sin previa notificación y autorización del Comité de Ética en Investigación del Colegio Odontológico Colombiano – UNICOC.

Los asesores metodológico y científico se comprometen a supervisar rigurosamente el desarrollo de la investigación en todas sus fases, garantizando el cumplimiento de los aspectos éticos, científicos y técnicos establecidos en el protocolo aprobado.

Cualquier evento adverso o complicación que se presente en relación con los procedimientos de la investigación, incluyendo el uso de láser de diodo o la toma de muestras subgingivales, será informado de forma inmediata al Comité de Ética, siguiendo los lineamientos institucionales y regulatorios vigentes.

Los abajo firmantes certifican que han leído, comprendido y están de acuerdo con las políticas y procedimientos del Colegio Odontológico Colombiano – UNICOC en lo relacionado con investigaciones que involucren personas, tejidos o imágenes diagnósticas, y se comprometen a actuar conforme a los principios éticos, legales y científicos aplicables.

FIRMAS DE LOS INVESTIGADORES:

ANEXO B. Acta del comité de ética.



Institución Universitaria Colegios de Colombia
NIT: 860.045.054-1
Autopista Norte Km.4.5, Campus Bogotá, Norte
Cr. 9 No. 13-40, Bogotá, Centro
Cl. 13N No. 3N= 13, Campus Cali, Norte

Bogotá, 25 de febrero de 2025

La Dirección de Investigación y Gestión del Conocimiento de la Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC

Informa que:

El Comité de Ética en Investigación de la Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC, en sesión ordinaria celebrada el 25 de febrero de 2025, según acta CE25022025-01 y en cumplimiento sus funciones, recibió y analizó la propuesta de investigación titulada: **“efecto del uso de láser diodo en pacientes con periodontitis estadio III del posgrado de periodoncia UNICOC Bogotá”** Presentada por la Dirección del Centro de Investigación del Colegio Odontológico.

Dicha propuesta, presentada por los investigadores: **Daniel Andrés Rincón Ulloa, Manuel Fernando Silva Puentes** y asesores: **Wilmer Antonio González Duarte, Hernán Santiago Garzón Vergara**. Fue evaluada en cuanto al cumplimiento de los aspectos éticos.

Tras su revisión, el Comité de Ética en Investigación determinó que la investigación CUMPLE con los criterios éticos y se clasifica dentro de la categoría INVESTIGACIÓN CON RIESGO MAYOR QUE EL MÍNIMO, conforme a la resolución 8430 de 1993.

Por lo tanto, se aprueba y se otorga el aval correspondiente para su desarrollo.

Cordialmente,

SANDRA ELIZABETH AGUILERA ROJAS

Directora de Investigación y Gestión del Conocimiento

Institución Universitaria Colegios de Colombia – Unicoc