

Laser Fluorescence for the Diagnosis of Enamel Caries: Systematic Review and Meta-Analysis

Uso de fluorescencia láser en el diagnóstico de caries de esmalte: revisión sistemática y metaanálisis

HERBERT COSIO-DUEÑAS¹, LICETH LAZO-OTAZÚ², ROMY JANET ANGELES-MASLUCAN³

¹ PhD en Educación, MSc en Estomatología. Facultad de Estomatología, Departamento académico de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú.

 0000-0002-9981-7576

² DMD, MPH. Facultad de Medicina Humana, Departamento Académico de Odontología, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.  0000-0002-5574-1012

³ PhD en Estomatología, MSc en Estomatología. Departamento académico de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú.  0000-0001-9134-7752

ABSTRACT

Introduction: caries is one of the most prevalent diseases worldwide. Traditional diagnostic methods show significant limitations in sensitivity and specificity. Laser fluorescence has emerged as a complementary tool that provides more reliable and reproducible measurements. This study evaluated the diagnostic accuracy of laser fluorescence for the identification of enamel caries through a meta-analysis of sensitivity, specificity, and area under the ROC curve. **Methods:** a systematic search was conducted in PubMed and LILACS databases (2019 - 2024), to identify original studies that met the eligibility criteria defined by PIRDS methodological guidelines for diagnostic tests. Clinical and in vitro studies assessing the diagnostic accuracy of laser fluorescence for enamel caries were included. Studies on dentin, root lesions, and artificially induced caries were excluded. The main study variables were extracted and described. **Results:** from an initial sample of 84 articles, seven met the eligibility criteria. The wavelength used in most studies was 655 nm. Sensitivity had a mean of 0.7988 (95 % CI 0.7345 – 0.8632). Specificity had a mean of 0.7567 (95 % CI 0.5539 – 0.9595). The area under the ROC curve had a mean of 0.800 (95 % CI 0.7085 – 0.8915). These findings indicate that laser fluorescence has acceptable diagnostic performance, although its accuracy varies depending on clinical context and methodology used. **Conclusion:** laser fluorescence is a useful complementary tool for the diagnosis of enamel caries, standing out for its validity and reliability. However, it should not be used as a stand-alone diagnostic method.

Keywords: dental caries, fluorescence, sensitivity and specificity, meta-analysis

Resumen

Introducción: la caries es una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial. Los métodos tradicionales de diagnóstico presentan limitaciones significativas en sensibilidad y especificidad. La fluorescencia láser ha surgido como una herramienta complementaria que ofrece resultados más confiables y reproducibles. En este estudio se evaluó la precisión diagnóstica de la fluorescencia láser para la identificación de caries en esmalte mediante un metaanálisis de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC. **Métodos:** se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed y LILACS (2019 - 2024) para identificar estudios originales que cumplieran con los criterios de elegibilidad definidos por la orientación metodológica PIRDS para pruebas diagnósticas. Se incluyeron estudios clínicos e in vitro que evaluaron la precisión diagnóstica de la fluorescencia láser para caries en esmalte. Se excluyeron estudios en dentina, lesiones radiculares y caries inducidas artificialmente. Se extrajeron y describieron las principales variables de los estudios incluidos. **Resultados:** de una muestra inicial de 84 artículos, siete cumplieron con los criterios de elegibilidad. La longitud de onda utilizada en la mayoría de los estudios fue de 655 nm. La sensibilidad tuvo una media de 0,7988 (IC 95 % 0,7345 - 0,8632) y la especificidad una media de 0,7567 (IC 95 % 0,5539 - 0,9595). El área bajo la curva ROC, una media de 0,800 (IC 95 % 0,7085 - 0,8915). Estos resultados indican que la fluorescencia láser tiene un desempeño diagnóstico aceptable, aunque su precisión varía según el contexto clínico y la metodología utilizada. **Conclusión:** la fluorescencia láser es una herramienta complementaria útil para el diagnóstico de caries en esmalte, destacándose por su validez y confiabilidad; sin embargo, no debe emplearse como único método diagnóstico.

Palabras clave: caries dental, fluorescencia, sensibilidad y especificidad, metaanálisis

Enviado: agosto 28/2025 - **Aceptado:** septiembre 13/2025



Cómo citar este artículo: Cosio-Dueñas H, Lazo-Otazú L, Angeles-Maslucan RJ. Uso de fluorescencia láser en el diagnóstico de caries de esmalte: revisión sistemática y metaanálisis. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2026; 38(1): e362064. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v38n1e362064>



INTRODUCCIÓN

La caries dental sigue siendo un problema de salud pública. Se estima que el 35 % de la población a nivel mundial tiene lesiones cariosas que no están siendo tratadas. En reportes de la Organización Mundial de la Salud se evidencia que entre el 60 y 90 % de los niños en edad escolar, y casi el 90 % de los adultos, tienen caries¹ y está fuertemente ligada a la población de bajos recursos económicos. Por otro lado, las características morfológicas del diente son un factor determinante para el inicio de la lesión, así como el consumo de una dieta cariogénica, la velocidad del flujo salival, entre otros factores asociados.^{1,2}

Los métodos tradicionales de diagnóstico, como el visual, presentan muchas limitaciones por lo que suele complementarse con radiografías, a pesar de ello se tiene una baja sensibilidad y especificidad al momento del diagnóstico, dejando un gran número de lesiones sin ser detectadas.^{3,4} Como consecuencia de las limitaciones de los métodos de diagnóstico clínicos de la caries, surgieron una serie de dispositivos como es el caso de la fluorescencia láser, que se presenta como una alternativa cuyo propósito es cuantificar el proceso de la caries, convirtiéndose en una herramienta que proporciona datos confiables y reproducibles, capaz de diferenciar entre tejido sano o enfermo.^{5,6}

La fluorescencia láser ha demostrado ser un método prometedor en la detección de caries, especialmente con el uso del DIAGNOdent, el cual es un dispositivo de fluorescencia láser que detecta en forma temprana la caries, especialmente en las superficies oclusales. Estudios recientes han mostrado niveles aceptables de sensibilidad (79,88 %) y especificidad (75,67 %), lo que la posiciona como una herramienta complementaria útil para superar las limitaciones de los métodos convencionales.^{7,8} Sin embargo, algunos trabajos destacan que su desempeño puede variar según el tipo de lesión y la ubicación, siendo menos eficaz en lesiones iniciales de superficies lisas.^{9,10}

Con el propósito de superar las limitaciones del examen visual se han diseñado, ejecutado y reportado estudios que evalúan la capacidad diagnóstica de la caries con la fluorescencia láser.¹¹ Se han publicado estudios clínicos y otro in vitro, donde se evalúa y describe el rendimiento diagnóstico de este innovador método en términos de validez y confiabilidad.^{8,10,12} La precisión de la prueba diagnóstica se identifica mediante la sensibilidad, que se refiere a la probabilidad de que un diente o superficie con caries tenga un resultado positivo (también conocida como la proporción de verdaderos positivos); así mismo, la especificidad, que es la probabilidad de que un diente o superficie sana tenga un resultado negativo (también conocida como la proporción de verdaderos negativos).^{7,13,14}

Es así que esta revisión sistemática y metaanálisis hace una recopilación y síntesis de resultados de publicaciones sobre el uso de la fluorescencia láser para el diagnóstico de caries, evaluando su sensibilidad, especificidad y las áreas bajo la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), una herramienta estadística que evalúa el desempeño de una prueba diagnóstica al comparar su sensibilidad (verdaderos positivos) frente a su especificidad (verdaderos negativos). El área bajo la curva (AUC) cuantifica esta relación, donde un valor cercano a 1 indica un excelente desempeño diagnóstico, mientras que valores próximos a 0,5 reflejan una eficacia limitada.¹⁵

Se tuvo como objetivo responder la pregunta de investigación: ¿Cuál es la precisión diagnóstica de la fluorescencia láser para detectar caries en esmalte en estudios publicados? Para esto, se evaluó de manera cuantitativa los valores de sensibilidad, especificidad y el área bajo la curva ROC, con el propósito de determinar la capacidad diagnóstica, es decir, se busca proporcionar

evidencia actualizada y rigurosa que permita valorar la utilidad de la fluorescencia láser como un complemento al diagnóstico clínico de la caries.

MÉTODOS

La metodología usada en esta revisión se enmarca en la guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), que permitió identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar los estudios incluidos en esta publicación.¹⁶ Se usó el programa SPSS Statistics 22, versión en español, para realizar el metaanálisis de los valores de precisión diagnóstica del uso de la fluorescencia láser.

Estrategia de búsqueda

Para establecer la pregunta de investigación, los criterios de elegibilidad y la estrategia de búsqueda, se utilizó la orientación metodológica del Instituto Joanna Briggs, para la realización de revisiones sistemáticas de estudios de precisión de pruebas diagnósticas, identificada con las siglas de PIRDS.¹³ Esta revisión sistemática de trabajos de investigación publicados en revistas indexadas incluyó estudios de diagnóstico clínico e in vitro, que evaluaron la confiabilidad del uso de la fluorescencia láser para la detección y evaluación de la caries. Se excluyeron estudios que contenían información sobre caries en dentina, caries a nivel radicular o caries inducida artificialmente. Se excluyeron estudios que evaluaban la detección de caries en dentina, porque el enfoque principal de esta revisión fue analizar la precisión diagnóstica de la fluorescencia láser para lesiones en esmalte. La decisión se basó en que la fluorescencia láser responde de manera distinta al esmalte y a la dentina debido a sus propiedades ópticas y composición mineral. Aunque hay evidencias de su utilidad en dentina, como se ha reportado en otros estudios,⁹ la heterogeneidad entre los resultados dificultaría una comparación uniforme en el metaanálisis. Por lo tanto, se optó por un enfoque más específico para garantizar la homogeneidad de los datos y la validez de las conclusiones en relación con el esmalte.

Se incluyó en la búsqueda todos los estudios que evaluaron la confiabilidad de la fluorescencia láser y del DIAGNOdent, otros métodos diagnósticos no se consideraron. En los estudios in vitro fue necesario incluir una prueba de referencia (gold standard) para validar el uso de la fluorescencia láser; de lo contrario, dichos estudios fueron excluidos.

En relación al objetivo planteado y a los criterios de elegibilidad, se procedió con la búsqueda de la literatura con base en la orientación metodológica de los conceptos a partir del problema planteado, índices usados para la prueba diagnóstica, pruebas de referencias, tipo de diagnóstico usado y el tipo de estudio realizado, con la mnemotecnica PIRDS.¹³ Las palabras clave definidas para la búsqueda de la literatura fueron en español e inglés (Tabla 1).

Tabla 1. Palabras clave usadas a partir de la orientación metodológica PIRDS.

Población/problema (P)	Prueba de índice (I)	Prueba de referencia (R)	Tipo de diagnóstico y estudio (D/S)
Caries	Visual	Validez	Revisión sistemática
Caries en esmalte	Clínico	Validación	Metaanálisis
Manchas blancas dentales	ICDAS	Sensibilidad	Metaanálisis
	Fluorescencia láser	Especificidad	Estudio
	Láser	Confiabilidad	Diagnóstico
	Diagnóstico	Fiabilidad	Evaluación
			Detección
			Vivo
			Vitro

Fuente: por los autores.

Fuentes de información y formulación de la estrategia de búsqueda

Se recurrió a la base de datos en inglés MEDLINE a través del buscador PubMed y a la base de datos en español LILACS mediante el buscador de Biblioteca Virtual en Salud (BVS), utilizando los términos de búsqueda preestablecidos hasta el 12 de julio de 2024, considerando publicaciones con una antigüedad máxima de 5 años. Tras el proceso de búsqueda, se encontraron siete investigaciones que cumplieron con todos los criterios de elegibilidad y fueron incluidas en la revisión.

La estrategia de búsqueda se elaboró siguiendo las directrices metodológicas PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas. Se utilizaron palabras clave y términos relacionados con el diagnóstico de caries en esmalte mediante fluorescencia láser, que se combinaron con operadores booleanos para garantizar una búsqueda exhaustiva y precisa (Tabla 2).

Tabla 2. Estrategia de búsqueda.

Base de datos	Palabras clave
LILACS (Español)	Caries en esmalte o Caries; Fluorescencia láser o DIAGNOdent; Sensibilidad o Especificidad; Curva ROC o Validez diagnóstica
PubMed (Inglés)	Enamel Caries or Caries; Laser Fluorescence or DIAGNOdent; Sensitivity or Specificity; ROC Curve or Diagnostic Validity

Fuente: por los autores.

Lista de los datos

De los trabajos seleccionados se registraron los siguientes elementos: año de publicación, tipo de estudio (in vivo o in vitro), población de estudio (número), Gold standard (método de referencia), sensibilidad (proporción de verdaderos positivos), especificidad (proporción de verdaderos negativos), área bajo la curva ROC y conclusión.

Manejo de los datos

Con los datos de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC se elaboró una base de datos en el programa estadístico SPSS, en el cual se realizó el análisis estadístico descriptivo.

Los datos utilizados en esta revisión sistemática fueron extraídos directamente de las publicaciones incluidas en el análisis, todas ellas disponibles en bases de datos académicas reconocidas (PubMed y LILACS). Estas fuentes fueron seleccionadas debido a su relevancia en el ámbito de la investigación científica y su estricta política de revisión por pares, lo que asegura la calidad de los estudios.

Cada una de las investigaciones seleccionadas aportó resultados detallados sobre sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC, que fueron analizados y sintetizados en esta revisión. Dichos valores, reportados en los resultados de las publicaciones originales, representan mediciones estandarizadas que cumplen con los criterios metodológicos establecidos por guías como PRISMA y PIRDS utilizadas en este estudio, para garantizar la transparencia y reproducibilidad del proceso.

Proceso de filtrado, selección y elegibilidad

Los resultados de la búsqueda se exportaron al programa Zotero para eliminar duplicados. Dos revisores evaluaron de forma independiente los artículos para identificar los más relevantes.

Un artículo se consideró relevante si los términos de búsqueda aparecían tanto en el título como en el resumen. Los artículos seleccionados pasaron a una siguiente fase, donde dos revisores examinaron los textos completos de manera independiente para verificar su elegibilidad.

Los artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad fueron procesados para la extracción de datos. Los desacuerdos entre los revisores se resolvieron mediante discusión. Si el desacuerdo persistía, un tercer revisor intervenía para mediar y alcanzar un consenso.

RESULTADOS

Los trabajos publicados en PubMed y LILACS fueron un total de 45 y 39 artículos, respectivamente. Se incluyeron los títulos y el resumen. De forma manual, se fusionaron los artículos en una base de datos del programa Zotero para eliminar duplicados y trabajar solo con las publicaciones relevantes que cumplieron con los criterios de elegibilidad.

Los títulos y resúmenes fueron verificados por el revisor principal. Todos los trabajos fueron evaluados en función de los criterios de elegibilidad, para luego obtener el texto completo de los artículos. En caso de duda sobre la elegibilidad de un artículo de investigación, se eliminó de la base de datos, para finalmente contar con 14 artículos con el texto completo, sobre los cuales se hizo el análisis de revisión dado que cumplían con los criterios de elegibilidad.¹⁶

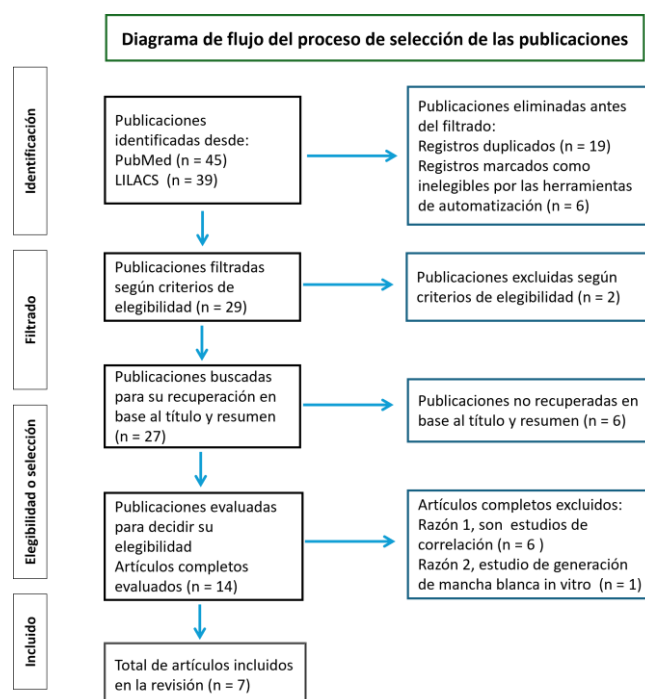


Figura 1. Diagrama de flujo sugerido por la directriz PRISMA: esquematiza el proceso de identificación, búsqueda y selección de las publicaciones a través de las bases de datos y registros, para la revisión sistemática.

Fuente: por los autores.

Después de aplicar el proceso de selección de publicaciones recomendado por las directrices PRISMA (Figura 1), se lograron filtrar 29 trabajos de investigación publicados en las bases de datos Pubmed y LILACS que cumplieron con los criterios de elegibilidad, de los cuales 2 publicaciones fueron excluidas por el tipo de investigación.

Después de analizar los títulos y resúmenes se debieron excluir seis publicaciones debido a que no pudieron ser recuperadas en texto completo, por lo tanto, aunque los títulos y resúmenes de estos estudios sugerían su relevancia, la imposibilidad de acceder al contenido completo representó una limitación insalvable para esta revisión sistemática. Finalmente, se seleccionaron 14 publicaciones con acceso a la versión completa, a las cuales se les aplicaron los criterios de elegibilidad, excluyéndose siete publicaciones que no cumplieron con la orientación

metodológica PIRDS, que se encarga de evaluar la calidad de las publicaciones científicas que realizan revisiones sistemáticas de estudios de precisión de pruebas diagnósticas.

Finalmente, se contó con siete artículos completos evaluados (Tabla 3) que reúnen los criterios de elegibilidad para ser incluidos en la revisión sistemática, logrando encontrar un artículo por año de publicación, a excepción de los años 2023 y 2021 donde se registraron dos publicaciones. Cuatro investigaciones fueron in vivo, dos investigaciones in vitro y una en la modalidad mixta, es decir, un estudio in vivo e in vitro. Seis publicaciones utilizaron la longitud de onda de 655 nm (DIAGNOdent) y en una investigación se utilizaron tres equipos con longitudes de onda de 405 nm (Vistaproof®), 405 (Siroinspect®) y 450 (Soprolife®). Respecto al Gold standard usado, cinco investigaciones implementaron la inspección visual y dos el examen histopatológico.

Tabla 3. Artículos completos evaluados que reúnen los criterios de elegibilidad y orientación metodológica PIRDS.

Autor y año	Muestra y tipo de estudio	Longitud de onda	Medidas de precisión de pruebas diagnósticas	Gold standard	Conclusión
Marcondes et al., 2023 ⁷	57 molares In vitro	DIAGNOdent = 655 nm	Sensibilidad: 0,76 Especificidad: 0,52 Curva ROC: 0,76	Examen histológico	La tecnología NILT (DC) transiluminación con luz infrarroja cercana y LFpen mostraron un desempeño similar para la detección de lesiones de caries oclusales en molares deciduos en comparación con los criterios ICDAS
Laverde-Albarracín, 2023 ²⁰	45 dientes con 83 áreas In vitro	LIF $\lambda=405$ nm (Vistaproof®).	Sensibilidad: 0,69 Especificidad: 0,98 Curva ROC: no registra	Diagnóstico clínico	La fluorescencia inducida por láser es un método útil para el diagnóstico del límite cavitario, si bien las recomendaciones del fabricante deben ser modificadas
		LIF $\lambda=405$ nm (Siroinspect®).	Sensibilidad: 0,59 Especificidad: 0,95 Curva ROC: no registra		
		LIF $\lambda=450$ nm (Soprolife®)	Sensibilidad: 0,40 Especificidad: 0,96 Curva ROC: no registra		
Sardana et al., 2022 ⁸	99 pacientes, 1607 lecturas In vivo	DIAGNOdent = 655 nm	Sensibilidad: 0,783 Especificidad: 0,828 Curva ROC: 0,855	Examen visual	Las fotografías clínicas tuvieron mejor validez que el DIAGNOdent pen™ 2190 en el diagnóstico y evaluación de la gravedad de las lesiones desmineralizadas durante el tratamiento de ortodoncia fija con brackets múltiples
Park et al., 2021 ¹¹	117 superficie de 39 participantes In vivo	DIAGNOdent = 655 nm	Sensibilidad: 0,3 Especificidad: 1 Curva ROC: no registra	Inspección visual ICDAS	La LF y la QLF (fluorescencia inducida por luz cuantitativa) no fueron sensibles a las lesiones de superficie lisa menos pronunciadas, mientras que la OCT (Tomografía de coherencia óptica) permitió la diferenciación en función de la profundidad de penetración de las lesiones cariosas
Litzenburger et al., 2021 ⁹	96 primeros molares In vivo	DIAGNOdent = 655 nm	Sensibilidad: 0,77 Especificidad: 1 Curva ROC: 0,89	Inspección visual ICDAS	Los métodos NIRT, LF y ACIS revelaron potencialidades diferentes, pero no un desempeño impecable para la detección de caries oclusales. Todos son instrumentos adecuados para detectar lesiones cariosas ocultas en la dentina. Como auxiliares de VE, LF y ACIS, mostraron un aumento en el desempeño diagnóstico
Tassoker et al., 2020 ²¹	90 tercero molares Mixto (In vivo - In vitro)	DIAGNOdent = 655 nm (in vivo)	Sensibilidad: 0,805 Especificidad: 0,769 Curva ROC: 0,754	Validación Histológica	Se descubrió que DIAGNOcam era el método más eficaz para el diagnóstico de caries oclusales sin cavitación en molares permanentes
		DIAGNOdent = 655 nm (in vitro)	Sensibilidad: 0,769 Especificidad: 0,90 Curva ROC: 0,881		
Terrer et al., 2019 ¹⁰	628 fisuras oclusales In vivo	DIAGNOdent = 655 nm	Sensibilidad: 0,92 Especificidad: 0,54 Curva ROC: 0,67	Inspección visual	La detección de caries aumentó significativamente cuando se utilizó una cámara intraoral basada en fluorescencia

Fuente: por los autores.

También se realizó un metaanálisis con las medidas de precisión de pruebas diagnósticas (Tabla 4). La sensibilidad se midió como la probabilidad de que una muestra con lesiones de caries tuvo un diagnóstico positivo (verdaderos positivos) con el uso de la fluorescencia láser. Se obtuvo una media de sensibilidad de 0,7988 (0,7345 - 0,8632), lo que significa que la fluorescencia láser tiene una capacidad de diagnosticar el 79,88 % de los dientes cariados.

La especificidad se midió como la probabilidad de que una muestra sin lesión de caries fue diagnosticada como una muestra sana (verdaderos negativos) con la aplicación de la fluorescencia láser. Se obtuvo una media de especificidad de 0,7567 (0,5539 - 0,9595), lo que significa que la fluorescencia láser es capaz de diagnosticar el 75,67 % de los dientes que están sanos.

Tabla 4. Metaanálisis de los valores para evaluar la precisión del uso de la fluorescencia láser (FL) en el diagnóstico de caries.

	Media	Intervalo de confianza al 95 %	Mínimo	Máximo
Sensibilidad	0,7988	(0,7345 - 0,8632)	0,76	0,92
Especificidad	0,7567	(0,5539 - 0,9595)	0,52	1,00
Curva ROC	0,8000	(0,7085 - 0,8915)	0,67	0,89

Fuente: por los autores.

Al hacer el análisis de la curva ROC, como un indicador de desempeño de que la prueba diagnóstica de la fluorescencia láser ha categorizado a las muestras sanas y a las con lesión cariosa, la evaluación se hace de forma cuantitativa con la representación gráfica de un área bajo la curva, que no muestra la relación entre la sensibilidad y la especificidad de la prueba diagnóstica de la fluorescencia láser para identificar lesiones cariosas (Figura 2).

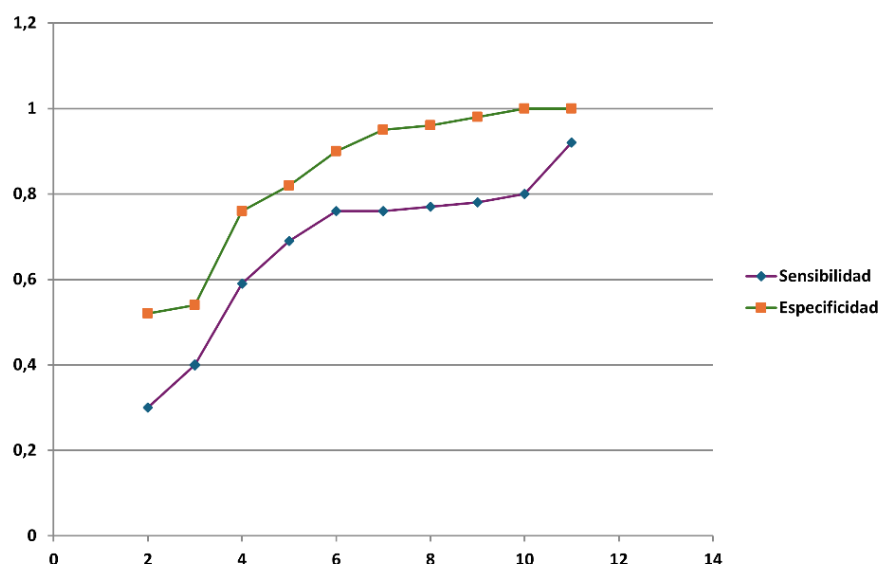


Figura 2. Valores de distribución de sensibilidad y especificidad para evaluar la precisión del uso de la fluorescencia láser en el diagnóstico de caries.

Fuente: por los autores.

DISCUSION

Los hallazgos de esta revisión sistemática confirman que la fluorescencia láser es una herramienta prometedora para el diagnóstico de caries en esmalte, con niveles aceptables de sensibilidad (79,88 %) y especificidad (75,67 %). Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con precaución debido a ciertas limitaciones metodológicas y clínicas. Aunque el área bajo la curva ROC (0,800) respalda su utilidad diagnóstica, el desempeño puede variar dependiendo de factores como la longitud de onda utilizada, el contexto clínico y la experiencia del operador.^{5,7,8}

La mayoría de las investigaciones como las de Terrer et al.,¹ Litzenburger et al.⁹, Park et al.¹¹ y Sardana et al.,⁸ pusieron a prueba la fluorescencia láser con una longitud de onda de 655 nm y un Gold standard a la inspección visual o diagnóstico clínico, siendo muy pocos los estudios que usaron los exámenes histopatológicos, como los realizados por Marcondes et al.⁷ y Tassoker et al.²⁰. Respecto a la precisión diagnóstica de la fluorescencia láser, a partir de los resultados de las investigaciones publicadas, se pudo observar una buena confiabilidad y validez con niveles de sensibilidad y especificidad aceptables. Siendo el único inconveniente el bajo número de publicaciones sometidas a este análisis estadístico, por lo que se sugiere que se debe de tener mucho cuidado al momento de estimar y valorar dichos resultados.

En comparación con métodos tradicionales como la inspección visual o las radiografías, la fluorescencia láser presenta ventajas claras en términos de confiabilidad y objetividad. Estudios previos han destacado que su capacidad para detectar lesiones incipientes puede mejorar significativamente el manejo clínico, especialmente en etapas tempranas donde la remineralización es posible. No obstante, su sensibilidad disminuida en lesiones de superficies lisas y en contextos clínicos específicos, como el tratamiento de ortodoncia, sugiere que no debería utilizarse como único método diagnóstico.^{9,11}

Si bien el examen visual es un método diagnóstico muy confiable y válido, que además de identificar lesiones cariosas en estadios iniciales, como es el caso del uso del sistema internacional de detección y diagnóstico de caries (ICDAS), también permite observar la extensión y apariencia de la lesión cariosa, datos que permite tomar decisiones durante el tratamiento.⁸ Sobre la base de las conclusiones de los trabajos analizados, se puede manifestar que el examen visual o clínico, que es el método de contrastación o Gold standard, tiene muchas limitaciones por lo que se debe de complementar con métodos diagnósticos adicionales, como el uso de la fluorescencia láser que tiene valores de sensibilidad y especificidad aceptables. Pero bajo ninguna circunstancia se deberá de usar como único método de diagnóstico a la fluorescencia láser.⁹⁻¹¹

Los datos proporcionados por Park et al.¹¹ evidencian que el uso de la fluorescencia láser presentó niveles bajos de sensibilidad, en especial en lesiones cariosas de superficies lisas en estadios iniciales. Así mismo, Litzenburger et al.⁹ expresaron que el uso de la fluorescencia láser no tuvo un desempeño impecable al momento de diagnosticar lesiones cariosas a nivel de esmalte, pero sí lo hicieron bien al ser aplicados sobre lesiones en dentina. Algunos métodos usados para comparar la precisión diagnóstica de la fluorescencia láser resultaron con mejores niveles de sensibilidad y especificidad, a pesar de ello sigue siendo un método muy confiable al momento de identificar lesiones cariosas a nivel de esmalte.^{8,10}

Las publicaciones de Marcondes et al.⁷, Sardana et al.⁸, Litzenburger et al.⁹, Tassoker et al.,²⁰ y Terrer et al.,¹⁰ presentan un nivel de sensibilidad elevada al momento de diagnosticar lesiones

cariosas, es decir, permitieron identificar caries en dientes o superficies que clínicamente o histológicamente presentaban caries. Cabe destacar que el uso de la fluorescencia láser en longitud de onda 655 nm es el instrumento más usado para el diagnóstico complementario al examen visual, por lo que se sugiere que este método dada su utilidad para el diagnóstico de caries, en especial al momento de establecer sus límites.^{5,20} Por otro lado, aunque la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión emplearon DIAGNOdent, con una longitud de onda de 655nm, investigaciones recientes han explorado otras tecnologías basadas en fluorescencia láser, como el uso de diferentes longitudes de onda y combinaciones con imágenes hiperespectrales. Estas innovaciones han mostrado un potencial diagnóstico prometedor, especialmente en la detección de lesiones ocultas, pero aún falta evidencia robusta que permita su implementación generalizada.^{10,11,20}

Un aspecto importante identificado en esta revisión es la heterogeneidad entre los estudios incluidos. Variaciones en el diseño metodológico, como el uso de diferentes estándares de referencia (inspección visual, histopatología, ICIDAS), el diseño metodológico (estudios in vivo, in vitro y mixtos) y diversidad de equipos basados en fluorescencia láser con distintas longitudes de onda (655 nm, 405 nm, 450 nm). Estas diferencias pueden influir en los valores de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC, lo que dificulta establecer una comparación totalmente homogénea. Esta diversidad refleja la necesidad de establecer protocolos uniformes para la validación de tecnologías diagnósticas, lo que permitiría una comparación más precisa entre estudios y fortalecería la evidencia disponible.^{5,21}

Las limitaciones más importantes de revisión son el número de artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad, sin embargo, se logró un metaanálisis de las medidas de precisión diagnósticas del uso de la fluorescencia láser, analizando y presentado los valores de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC, que son tres indicadores imprescindibles para la metodología PIRDS, convirtiéndose en uno de sus puntos fuertes. Debido al número limitado de artículos que conforman la muestra de esta revisión sistemática, se hace necesario realizar más estudios que estén bien diseñados que prueben la precisión diagnóstica de la Fluorescencia láser. Cabe destacar que, aunque la fluorescencia láser ofrece ventajas claras, su implementación en la práctica clínica requiere una inversión inicial significativa en equipos y capacitación del personal. Esto puede representar una barrera para su adopción en países en desarrollo o en comunidades con recursos limitados, donde la prevalencia de caries no tratadas sigue siendo elevada. Por tanto, futuras investigaciones deberían abordar tanto los aspectos técnicos como los factores socioeconómicos asociados con su uso.^{7,8,21,22}

Otro aspecto crítico es el posible sesgo de publicación. Es probable que los estudios con resultados favorables al uso de la fluorescencia láser tengan mayor probabilidad de ser publicados en comparación con aquellos con resultados negativos o no concluyentes. Esto puede sobrestimar la precisión diagnóstica global reportada en la literatura. La escasez de estudios de acceso abierto en algunas bases de datos y la exclusión de literatura gris (tesis, resúmenes de congresos, informes técnicos) también incrementan el riesgo de sesgo de publicación.

En resumen, esta revisión confirma el potencial de la fluorescencia láser como una herramienta complementaria en el diagnóstico de caries en esmalte. Sin embargo, para maximizar su impacto, es crucial realizar estudios adicionales con diseños robustos y poblaciones más representativas, además de evaluar su costo-efectividad y accesibilidad en diferentes contextos.

CONCLUSIONES

Se evidencia la necesidad de más estudios de alta calidad que permitan un mejor análisis de los diseños de investigación diagnóstica de lesiones cariosas, que reúnan los criterios que sugiere la orientación metodológica PIRDS. Al considerar los resultados del metaanálisis de las medidas de precisión diagnóstica de la fluorescencia láser, se evidenció medidas aceptables para el desempeño diagnóstico de las lesiones de cariosas. La fluorescencia láser, especialmente el dispositivo DIAGNOdent con longitud de onda de 655 nm, demostró valores aceptables de sensibilidad y especificidad, así como un área bajo la curva ROC alta, lo que respalda su utilidad como herramienta diagnóstica complementaria.

Clínicamente, el uso de la fluorescencia láser es valiosa en la detección temprana de caries oclusal y lesiones incipientes, donde los métodos convencionales, como la inspección visual o la radiografía, presentan limitaciones. Esto permite una intervención preventiva oportuna, favoreciendo estrategias de remineralización en lugar de tratamientos restauradores invasivos. La fluorescencia láser puede incorporarse como una herramienta de apoyo en la consulta odontológica, contribuyendo a un diagnóstico más preciso y a la reducción de tratamientos innecesarios. Sin embargo, su adopción debe considerar factores de costo, disponibilidad de equipos y capacidad del personal.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

AUTOR DE CORRESPONDENCIA

Herbert Cosío-Dueñas
herbert.cosio@unsaac.edu.pe
Universidad Peruana Cayetano Heredia
Lima, Perú

REFERENCIAS

1. Cubero Santos A, Lorigo Cano I, González Huéscar A, Ferrer García MÁ, Zapata Carrasco MD, Ambel Sánchez JL. Prevalencia de caries dental en escolares de educación infantil de una zona de salud con nivel socioeconómico bajo. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2019; 21(82): e47-59.
2. Morales Miranda L, Gómez González W. Caries dental y sus consecuencias clínicas relacionadas al impacto en la calidad de vida de preescolares de una escuela estatal. *Rev Estomatol Herediana*. 2019; 29(1): 17-29. DOI: <https://doi.org/10.20453/reh.v29i1.3491>
3. AbdELkader AR, Hafez Ibrahim S, Elsayed Hassanein O. Reliability of impedance spectroscopy versus digital radiograph and ICDAS-II in occlusal caries detection: a prospective clinical trial. *Sci Rep*. 2024; 1(14): 16553. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66627-4>
4. NouhzadehMalekshah S, Fekrazad R, Bargrizan M, Kalhori KA. Evaluation of laser fluorescence in combination with photosensitizers for detection of demineralized lesions. *Photodiagnosis PhotodynTher*. 2019; 26: 300-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.03.019>
5. Laverde-Albarracín DM. La laserfluorescencia cualitativa en el diagnóstico del límite cavitario. *Rev Inf Cient*. 2023; 102: 4370. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10136113>
6. Monea M, Eşian D, Vlad RE, Bica CI. In vivo effectiveness of visual inspection and laser fluorescence in the diagnosis of early pit-and-fissure carious lesions: a cross-sectional study in a group of Romanian children. *Medicine (Baltimore)*. 2021; 100(45): e27811. DOI: <https://doi.org/10.1097/md.00000000000027811>
7. Marcondes APM, de Campos PH, Ribeiro CS, de Novaes TF de, Lussi A, Diniz MB. Performance of near-infrared light transillumination in the detection of occlusal caries lesions in deciduous teeth. *Photodiagnosis PhotodynTher*. 2023; 44: 103744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2023.103744>

8. Sardana D, Li KY, Ekambaram M, Yang Y, McGrath CP, Yiu CK. Validation of clinical photography and a laser fluorescence device for assessment of enamel demineralization during multi-bracketed fixed orthodontic treatment. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022; 38: 102828. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.102828>
9. Litzenburger F, Schäfer G, Hickel R, Kühnisch J, Heck K. Comparison of novel and established caries diagnostic methods: a clinical study on occlusal surfaces. *BMC Oral Health.* 2021; 21(1): 97. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01465-8>
10. Terror E, Slimani A, Giraudeau N, Levallois B, Tramini P, Bonte E, et al. Performance of fluorescence-based systems in early caries detection: a public health issue. *J Contemp Dent Pract.* 2019; 10(20): 1126-31.
11. Park KJ, Voigt A, Schneider H, Ziebolz D, Haak R. Light-based diagnostic methods for the in vivo assessment of initial caries lesions: laser fluorescence, QLF and OCT. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021; 34: 102270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102270>
12. Nair MJ, Rao A, Jayaprakash K, Natarajan S, Kumblekar V, Suprabha BS. Effectiveness of laser fluorescence-based device in detecting the extent of re-mineralisation in primary teeth compared to the conventional method: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2022; 33(3): 292-6. DOI: https://doi.org/10.4103/ijdr.ijdr_546_21
13. Campbell JM, Klugar M, Ding S, Carmody DP, Hakonsen SJ, Jadotte YT, et al. Diagnostic test accuracy: methods for systematic review and meta-analysis. *Int J Evid Based Healthc.* 2015; 13(3): 154-62. DOI: <https://doi.org/10.1097/xeb.0000000000000061>
14. Kreher D, Park KJ, Schmalz G, Schulz-Kornas E, Haak R, Ziebolz D. Evaluation of quantitative light-induced fluorescence to assess lesion depth in cavitated and non-cavitated root caries lesions: an in vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022; 37: 102675. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102675>
15. Vizcaino-Salazar GJ. Importancia del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en el uso de las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio. *Med Lab.* 2017; 23(7-8): 365-86.
16. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* 2021; 74(9): 790-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>
17. El-Sharkawy YH, Elbasuney S. Non-invasive caries detection and delineation via novel laser-induced fluorescence with hyperspectral imaging. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.* 2020; 240: 118616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118616>
18. Ro JH, Bang JJ, Kim YI, Lee DJ, Ko CC, Garcia-Godoy F, et al. Spectral characteristics of caries autofluorescence obtained from different locations and caries severities. *J Biophotonics.* 2020; 13(1): e201900224. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbio.201900224>
19. Gómez Clavel JF, Vences DT, Valdiviezo AC, Peña Castillo E, García Muñoz A, Trejo Iriarte CG. Correlation between caries history and laser fluorescence of sound tooth enamel in restored and unrestored dentition. *J Oral Sci.* 2019; 61(3): 441-6. DOI: <https://doi.org/10.2334/josnusd.18-0183>
20. Tassoker M, Ozcan S, Karabekiroglu S. Occlusal caries detection and diagnosis using visual ICDAS Criteria, laser fluorescence measurements, and near-infrared light transillumination images. *Med Princ Pract.* 2020; 29(1): 25-31. DOI: <https://doi.org/10.1159/000501257>
21. Gondim Silva R, Abreu LG. Estudo da acurácia de dispositivos de indução da fluorescência e do método radiográfico para o diagnóstico de lesões de cárie em dentes decíduos: uma revisão sistemática e meta-análise. *Arq odontol.* 2022; 58: 63-86. DOI: <https://doi.org/10.35699/2178-1990.2022.35908>
22. Kapor S, Rankovic MJ, Khazaei Y, Crispin A, Schüller I, Krause F, et al. Systematic review and meta-analysis of diagnostic methods for occlusal surface caries. *Clin Oral Investig.* 2021; 8(25): 4801-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04024-1>