



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**PREDICCIÓN DIAGNÓSTICA DE LA ENDOMETRIOSIS EN
MUJERES EN EDAD REPRODUCTIVA MEDIANTE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTORES:

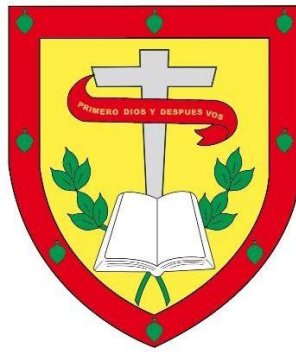
CARLOS JULIO CEDEÑO FERRIN

JOHANNA GABRIELA ÁLVAREZ ORDOÑEZ

DIRECTOR: DR. JULIO CÉSAR GONZÁLEZ PINEDA

**CUENCA – ECUADOR
2026**

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**PREDICCIÓN DIAGNÓSTICA DE LA ENDOMETRIOSIS EN
MUJERES EN EDAD REPRODUCTIVA MEDIANTE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTORES:

CARLOS JULIO CEDEÑO FERRIN

JOHANNA GABRIELA ÁLVAREZ ORDOÑEZ

DIRECTOR: DR. JULIO CÉSAR GONZÁLEZ PINEDA

**CUENCA – ECUADOR
2026**

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Carlos Julio Cedeño Ferrin, portador de la cédula de ciudadanía No. 1312407289 y Johanna Gabriela Alvarez Ordoñez, portador de la cédula de ciudadanía No. 0105184147, declaramos ser los autores de la obra: **“Predicción Diagnóstica De La Endometriosis En Mujeres En Edad Reproductiva Mediante Inteligencia Artificial: Una Revisión Sistemática”**, sobre el cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 15 de septiembre de 2026

F: _____

C.I. 1312407289

F: _____

C.I. 0105184147

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado “Predicción Diagnostica De La Endometriosis En Mujeres En Edad Reproductiva Mediante Inteligencia Artificial: Una Revisión Sistemática” realizado por Carlos Julio Cedeño Ferrin y Johanna Gabriela Álvarez Ordoñez con documento de identidad No. 1312407289 y No. 0105184147 previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 15 de septiembre de 2026

F: _____

DR. JULIO CÉSAR GONZÁLEZ PINEDA

DEDICATORIA

Carlos Cedeño Ferrin: “Dedico toda mi contribución brindada en este artículo a mi inspiración, mi madre, la Dra. Mariuxi Ferrin. Quien es la base de mi existir, mi luz en el camino de mi vida, a quien le debo todos mis logros. Esta meta cumplida, las noches de insomnio y todo el esfuerzo fue para hacer que esté orgullosa de mí. Lo logramos mamita Malu. Seremos colegas.

A mis abuelos, quienes extendieron siempre su mano para ayudarme en todo este trayecto. Agradezco su guía y paciencia en el día a día. A mi abuela le agradezco por ser madre y padre en momentos difíciles y a mi abuelo por enseñarme sobre resiliencia.

A mi mejor amigo, quien siempre tuvo palabras de superación para mí en los días más alejados de la felicidad. Donde estemos destinados a ir, triunfaremos juntos.

Johanna Álvarez Ordoñez: “Dedico este aporte a mis papás, por ser mi ejemplo de lucha y amor incondicional. Gracias por estar siempre ahí, con palabras de aliento que inspiran y que todo lo curan.

A mis hijos, por ser mi motor, mi fuerza, mi alegría diaria y la razón más grande para seguir adelante. Y, sobre todo, a ti, mi amor, Michael, mi compañero de vida. Gracias por tu apoyo en cada desvelo, por animarme cuando quise rendirme y por caminar a mi lado en todo este trayecto. Esta meta es tan tuya como mía. Te amo.”

AGRADECIMIENTO

C.C, JA: “Un agradecimiento muy grato a la Universidad Católica de Cuenca por hacer posible que cursemos nuestra formación como médicos en una unidad educativa de tan alto prestigio, al igual que a todos los docentes, licenciados y doctores que impartieron sus conocimientos con vocación y pasión, pues sus enseñanzas y experiencias nos acompañaran durante toda nuestra vida profesional y personal.

Agradecemos también a nuestro director de tesis, Dr. Julio Cesar González, por su ayuda y guía a través de este proceso. Aprender de sus vastos conocimientos y consejos sobre la responsabilidad y ejecución correcta de nuestro trabajo de titulación ha sido un verdadero honor.”

RESUMEN

Título: “Predicción diagnóstica de la endometriosis en mujeres en edad reproductiva mediante inteligencia artificial: Una revisión sistemática”

Objetivo general: Evaluar los métodos y resultados del uso de inteligencia artificial para la predicción diagnóstica de la endometriosis en mujeres en edad reproductiva, con el fin de determinar su precisión y viabilidad clínica. ´

Metodología: Se llevó a cabo una revisión sistemática con fundamentos en la literatura científica disponible en bases de datos “PubMed, Wiley Online Library, Plos One, ScienceDirect, ARXIV, Sage Journals, Springerlink”. Un cribado con el método PRISMA fue llevado a cabo con 646 estudios. De estos, se seleccionaron 14 artículos científicos en contexto al tema de investigación que fueron publicados en los últimos cinco años

Resultados: Se recopilaron 646 artículos de los cuales sólo el 2.16% (n=14) cumplieron con los criterios de inclusión de los cuales el 100% reportaron considerables mejoras en cuanto a la precisión diagnóstica por medio de inteligencia artificial en donde el 64.3% (n=9) utilizó modelos que se basan en imágenes, el 28.6% (n=4) analizó biomarcadores y datos clínicos, mientras que el 21.4% (n=3) analizó apps y autoinformes. El 71.4% (n=10) presentó un AUC mayor a 0.87 y el 42.8% (n=6) sensibilidad mayor al 90% lo cual demuestra la eficacia que tienen estos métodos y respalda su viabilidad clínica.

Conclusiones: La inteligencia artificial mejora el diagnóstico de la endometriosis al ofrecer métodos no invasivos, personalizados y precisos. Pese a que aún requiere validación y regulación, su integración complementa la práctica médica y promueve una atención más eficiente y centrada en la paciente.

Palabras clave: Diagnóstico; Endometriosis; Inteligencia artificial.

ABSTRACT

Title: Diagnostic Prediction of Endometriosis in Women of Reproductive Age Using Artificial Intelligence: A Systematic Review

Objective: To evaluate the methods and outcomes of using artificial intelligence for the diagnostic prediction of endometriosis in women of reproductive age, to determine its accuracy and clinical feasibility.

Methodology: A systematic review was conducted based on the scientific literature available in the following databases: PubMed, Wiley Online Library, PLOS ONE, ScienceDirect, arXiv, Sage Journals, and SpringerLink. A total of 646 studies were identified and screened according to the PRISMA guidelines. Of these, 14 scientific articles relevant to the research topic and published within the last five years met all criteria and were included.

Results: Of the 646 articles retrieved, 2.16% (n=14) met the inclusion criteria. All included studies (100%) reported significant improvements in diagnostic accuracy using artificial intelligence: 64.3% (n=9) used image-based models, 28.6% (n=4) analyzed biomarkers and clinical data, and 21.4% (n=3) evaluated mobile apps and self-reports. Furthermore, 71.4% (n=10) reported an area under the curve (AUC) greater than 0.87, and 42.8% (n=6) achieved a sensitivity greater than 90%, highlighting the effectiveness of these methods and supporting their clinical feasibility.

Conclusions: Artificial intelligence improves endometriosis diagnosis by offering noninvasive, personalized, and highly accurate approaches. Although it still needs validation and regulation, integrating it into clinical practice can support more efficient, patient-centered care.

Keywords: Diagnosis; Endometriosis; Artificial Intelligence.

INDICE

1. RESUMEN	7
2. ABSTRACT	8
3. INTRODUCCIÓN	10
4. OBJETIVOS	13
5. Objetivo General.....	13
6. Objetivos Específicos	13
7. METODOLOGÍA.....	14
8. Diseño de Estudio	14
9. Criterios de Elegibilidad	14
10. Criterios de inclusión:	14
11. Criterios de exclusión:	14
12. Estrategias de búsqueda.....	14
13. Proceso de selección de datos.....	15
14. Proceso de extracción de datos	15
15. RESULTADOS	16
15.1 Contextualización de los métodos de inteligencia artificial más utilizados para el diagnóstico de la endometriosis.	18
15.2 Precisión y eficacia de los modelos de inteligencia artificial en la detección temprana de la endometriosis.....	20
15.3 Viabilidad clínica de los métodos de inteligencia artificial para el diagnóstico no invasivo de la endometriosis.....	22
16. DISCUSIÓN	24
17. CONCLUSIONES	26
18. CONFLICTO DE INTERESES	27
19. BIBLIOGRAFÍAS	28
20. ANEXOS	31
21. 1. Registro de título de revisión sistemática en PROSPERO.	31

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la endometriosis represente una enfermedad ginecológica que afecta de manera crónica y multifactorial a un 15% de mujeres que cursan su periodo fértil. Su fisiopatología se distingue por una implantación de tejido de características endometriales en el exterior de la cavidad uterina, como por ejemplo en los ovarios, la membrana peritoneal y en ocasiones, en órganos sin continuidad. La clínica de esta patología cursa con síntomas agudos como dismenorrea intensa y dolor pélvico hasta consecuencias a larga data como infertilidad (1).

A pesar de su elevada prevalencia y consecuencias negativas en la calidad de vida del paciente que la padece, el diagnóstico de esta enfermedad persiste como un reto en la medicina contemporánea, justificado esto por su cuadro clínico variable e inespecífico, lo cual resulta en un diagnóstico tardío que puede llegar a establecerse hasta diez años después del comienzo de los síntomas (1,2)

Al momento, establecer el diagnóstico consistente con endometriosis requiere en muchos casos, hasta llevar a cabo una laparoscopia diagnóstica. Pese a que este tipo de cirugía es considerada un Gold estándar, no nos determina una exención de su alto costo como posibles complicaciones de salud notoriamente limitantes. Como alternativa tenemos métodos convencionales de diagnóstico y detección como la ecografía transvaginal o la resonancia magnética, ambas útiles en contextos clínicos determinados, pero con una sensibilidad y especificidad cuestionable al momento de emplearse en casos de identificación de lesiones con infiltración profunda o muy pequeñas, presentes especialmente al inicio de la enfermedad (2).

La implementación de herramientas con bases en inteligencia artificial en el ámbito de la ginecología, específicamente en lo que respecta el diagnóstico de la endometriosis, representa una estrategia muy prometedora para acelerar los procesos de diagnóstico y así disminuir la dependencia que existe de las técnicas invasivas, al igual que fomentar una atención de carácter más individualizada de los pacientes y por ende más oportuna. La incorporación de algoritmos predictivos, marcos de aprendizaje automático y metodologías sofisticadas de análisis de imágenes orientadas a la medicina como una radiografía se alinean con una iniciativa más amplia hacia la medicina de precisión (3).

Numerosos estudios contemporáneos han examinado la eficacia de los marcos de IA tanto supervisados como no supervisados, al igual que las arquitecturas de aprendizaje

profundo y los sistemas de clasificación basados en información clínica o radiológica, con el objetivo de predecir la presencia de endometriosis a través de la clínica, antecedentes del paciente y exámenes tanto imagenológicos como de laboratorio (4). Ciertas metodologías han obtenido resultados métricos de sensibilidad y especificidad que están a la altura e incluso superiores a las técnicas diagnósticas convencionales, estableciendo su posible utilidad como herramientas diagnósticas. Sin embargo, las limitaciones metodológicas que existen en estas investigaciones son consideradas inherentes y la ausencia de resultados definitivos actualmente dificultan la estandarización de estas técnicas diagnósticas y por consiguiente, su aplicación generalizada (3).

Se considera imperativo llevar a cabo una evaluación de la literatura científica existente para dilucidar el estado actual de los conocimientos sobre estos métodos diagnósticos, identificar cuales demuestran más eficacia y evaluar la viabilidad real de adoptar estas tecnologías en la práctica médica (4,5). Este análisis no solo determinara la precisión diagnóstica de los modelos de IA para la endometriosis, sino que explorará la relevancia clínica que aportará, las consideraciones éticas asociadas a su empleo y su potencial incorporación como métodos estándar al protocolo de diagnóstico de enfermedades ginecológicas como la endometriosis (5).

El objetivo principal de la tesis presentada consiste en realizar un análisis exhaustivo empleando una perspectiva crítica y sistemática de los métodos diagnósticos de la endometriosis basados en IA y los resultados obtenidos del estudio de estos, tomando especial consideración en los criterios evaluados en dichos resultados como análisis de historias clínicas electrónicas, encuestas, ensayos clínicos, investigaciones de exámenes de imagen y biomarcadores para evaluar su eficacia en función a los hallazgos de cada investigación (6). Asimismo, se tiene como objetivo valorar la aplicación práctica de estos métodos diagnósticos en diversos escenarios clínicos, prestando consideración oportuna a los requerimientos tecnológicos, aceptación por parte de los profesionales de la salud y las ramificaciones éticas asociadas con el manejo de información confidencial (7).

La justificación de esta investigación está arraigada a las líneas de investigación de la UCACUE y las prioridades de Investigación del MSP, ambas enfatizando la necesidad imperativa de encontrar soluciones a problemas locales y a la vez mejorar la calidad de vida de la población. Esto enmarca cuan perentorio es mejorar el diagnóstico de una afección que permanece subestimada y que supone un impacto físico, emocional y

financiero considerable para millones de mujeres cada año (6,7). Si bien es poco probable que la IA sustituya por completo a la perspicacia clínica de los médicos en el futuro cercano, su función como herramienta de orientación clínica podría suponer un avance significativo en el abordaje ginecológico, siempre que sus aplicaciones se validen meticulosamente y se desarrollen de manera ética y equitativa (6,7).

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar los métodos y resultados del uso de inteligencia artificial para la predicción diagnóstica de la endometriosis en mujeres en edad reproductiva, con el fin de determinar su precisión y viabilidad clínica.

Objetivos Específicos

- Identificar los métodos de inteligencia artificial más utilizados para el diagnóstico de la endometriosis en estudios previos.
- Analizar la precisión y eficacia de los modelos de inteligencia artificial en la detección temprana de la endometriosis.
- Investigar la viabilidad clínica de implementar herramientas basadas en inteligencia artificial para el diagnóstico no invasivo de la endometriosis.

METODOLOGÍA

Diseño de Estudio

Este estudio fue llevado a cabo mediante una revisión sistemática, elaborada siguiendo los lineamientos de la declaración PRISMA “Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses” del año 2020. De igual manera, se comprobó que el tema no se encuentre registrado en PROSPERO “International prospective register of systematic reviews”.

Criterios de Elegibilidad

Como parte de los parámetros de elegibilidad se empleó los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos cinco años
- Artículos completos de acceso libre
- Artículos únicos
- Ensayos clínicos
- Estudios observacionales realizados en humanos mayores a 18 años
- Estudios multicéntricos y comparativos
- Artículos en idiomas español e inglés.

Criterios de exclusión:

- Artículos con literatura sin fundamento científico
- Estudios no acordes al tema planteado en el estudio
- Revisiones sistemáticas
- Reportes de casos o metaanálisis.

Estrategias de búsqueda

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo utilizando combinaciones de términos controlados y libres tales como “Artificial Intelligence” “Machine Learning” “Neural Network” “Endometriosis” “Endometriotic lesions” “Diagnosis” “Detection”. Con el fin de garantizar una amplia búsqueda, se ejecutó la intersección entre estos descriptores utilizando las conexiones de tipo booleano AND y OR.

Los estudios fueron consultados desde el 1 de noviembre de 2024 hasta el 30 de abril de 2025. Se incluyeron artículos publicados entre el período 2020 hasta la actualidad en español e inglés en las siguientes bases de datos: ARXIV, SAGE JOURNALS, SPRINGERLINK, SCIENCEDIRECT, PUBMED, WILEY ONLINE LIBRARY Y PLOS ONE.

Figura 1. Estrategia de búsqueda en las bases de datos.

Base de Datos	Método de Búsqueda	N.º de Artículos	Idioma	Tipo de Documento
arXiv	Endometriosis AND artificial intelligence	1	Inglés	Artículo
SAGE Journals	Artificial intelligence AND endometriosis	1	Inglés	Artículo
SpringerLink	Machine learning AND endometriotic lesions OR Neural Network AND endometriosis	2	Inglés	Artículo
ScienceDirect	Artificial intelligence AND endometriosis imaging	2	Inglés	Artículo
PubMed	Artificial intelligence AND endometriosis	5	Inglés	Artículo
Wiley Online Library	Artificial intelligence AND prediction OR detection	1	Inglés	Artículo
PLOS ONE	Endometriosis AND artificial intelligence	2	Inglés	Artículo

Proceso de selección de datos

La selección de los estudios fue realizada por los dos autores mediante dos etapas: en la primera se examinó el título y resumen de cada artículo con la finalidad de excluir estudios no relacionados con el tema o duplicados; en la segunda etapa los artículos restantes fueron analizados de forma completa para determinar si cumplen con los criterios de elegibilidad antes descritos. Para la eliminación de duplicados se empleó el software Zotero.

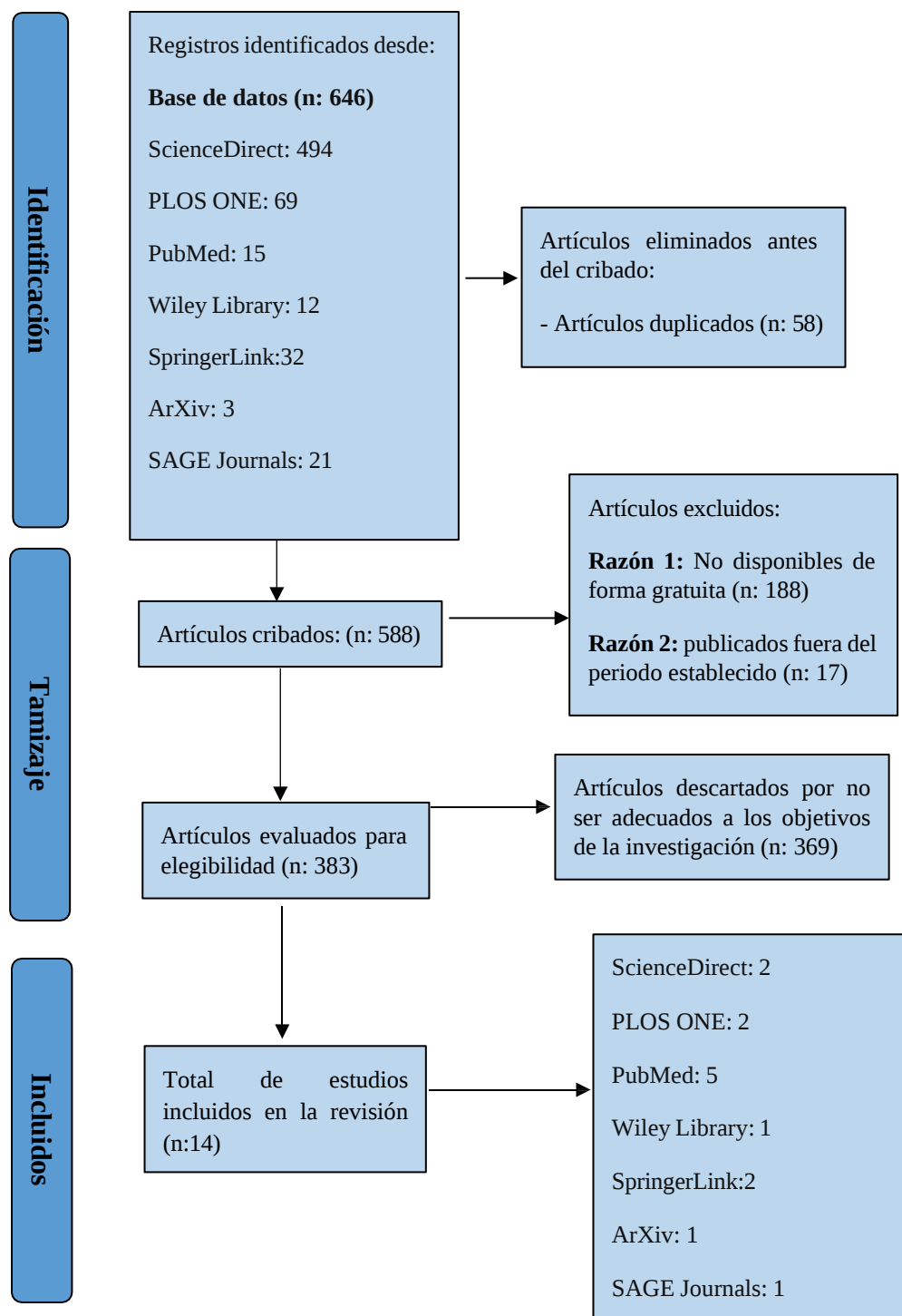
Proceso de extracción de datos

La extracción de la información fue efectuada por los dos autores. Los datos fueron recopilados en una base previamente elaborada el programa Microsoft Excel. En casos de desacuerdo en la selección o extracción, el encargado de solventar esta problemática fue el conductor de la investigación.

RESULTADOS

Tras considerar los criterios de inclusión y exclusión, se encontraron 646 artículos disponibles, de los cuales 188 no estaban disponibles de forma gratuita, 17 no cumplen con el periodo de publicación establecido y 58 son excluidos debido a su repetición en la base de datos. Por lo tanto, un total de 263 publicaciones fueron excluidas y quedaron 383 artículos para ser analizados, de los cuales 369 no cumplían con los criterios ya descritos y no se adecuaban a los objetivos de esta investigación. Esta selección de artículos es detallada en la figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA con respecto a la selección de artículos



Basados en los artículos seleccionados, se llevó a cabo un análisis estadístico el cual representa que los artículos obtenidos de PUBMED representan el 35.7%% de la base de datos, mientras que los artículos recopilados de SpringerLink y ScienceDirect son el

28.6% de los estudios incluidos en esta revisión, siendo el 35.7% restante de artículos provenientes de Wiley Online Library, SAGE Journals, ArXiv y PLOS ONE.

8.1 Contextualización de los métodos de inteligencia artificial más utilizados para el diagnóstico de la endometriosis.

Los estudios revisados nos demuestran una variedad de usos médicos de la inteligencia artificial, incluyendo algoritmos de aprendizaje profundo, aprendizaje automático y modelos híbridos (8). Autores como Balica et al. utilizaron modelos de aprendizaje profundo como Xception, Inception-V4, ResNet50, DenseNet y EfficientNetB2 para clasificar imágenes ecográficas con una alta precisión diagnóstica(9). Otros autores como Zhang et al. propusieron un modelo de destilación de conocimiento que mejora la detección de obliteración del fondo de saco de Douglas en imágenes de resonancia magnética al aprovechar datos de ultrasonido transvaginal. (10). Wang et al. desarrolló el modelo HAICOMM, que combina aprendizaje multimodal y colaboración humano-IA para superar la clasificación de POD en casos clínicos individuales (11).

De la misma manera, se han explorado modelos de aprendizaje automático para analizar biomarcadores y datos clínicos. Los autores Bendifallah et al. identificaron una firma de microARN en saliva, utilizando un algoritmo de Random Forest (8). Tore et al. emplearon un modelo de red neuronal para predecir la endometriosis basada en comorbilidades y en la detección de endometriosis mediante microARN salival (12,13). Zieliński et al. desarrollaron modelos de autoevaluación basados en síntomas reportados por las pacientes, utilizando algoritmos como Random Forest y Gradient Boosting Classifier (14).

Figura 3. Métodos de inteligencia artificial para el diagnóstico de endometriosis correspondientes a cada estudio.

Año	Título del artículo	Autores	Método de Inteligencia Artificial
2023	Augmenting endometriosis analysis from ultrasound data with deep learning	Balica et al.	Aprendizaje profundo (Deep Learning) aplicado a imágenes ecográficas (DenseNet)
2024	Human-AI Collaborative Multi-modal Multi-rater Learning for Endometriosis Diagnosis	Wang et al.	Aprendizaje multimodal colaborativo humano-IA
2023	Distilling Missing Modality Knowledge from Ultrasound for Endometriosis Diagnosis with Magnetic Resonance Images	Zhang et al.	Transferencia de conocimiento entre modalidades (ultrasonido y resonancia magnética)
2024	Assessing the Utility of artificial intelligence in endometriosis: Promises and pitfalls	Dungate et al.	Análisis crítico de múltiples técnicas de IA en investigación
2024	Influence of App-Based Self-Management on the Quality of Life of Women With Endometriosis	Rohloff et al.	Gestión basada en apps con IA para monitoreo de síntomas
2024	Application of machine learning techniques in the diagnosis of endometriosis	Zhao et al.	Máquinas de soporte vectorial, árboles de decisión, redes neuronales artificiales
2025	Artificial intelligence applications in endometriosis imaging	Mittal et al.	Redes neuronales convolucionales aplicadas a imágenes abdominales
2022	Clinical use of artificial intelligence in endometriosis: a scoping review	Sivajohan et al.	Revisión de herramientas de IA en la práctica clínica
2021	Artificial intelligence (AI) in the detection of rectosigmoid deep endometriosis	Guerriero et al.	Redes neuronales convolucionales para detección de endometriosis profunda
2023	Diagnosis of Endometriosis Based on Comorbidities: A Machine Learning Approach	Tore et al.	Random Forest basado en comorbididades

2024	FEMaLe: The use of machine learning for early diagnosis of endometriosis	Balogh et al.	Modelos de aprendizaje automático basados en datos autoinformados
------	--	---------------	---

	based on patient self-reported data		
2022	Machine learning algorithms as new screening approach for patients with endometriosis	Bendifallah et al.	Machine Learning (Random Forest, SVM) para clasificación diagnóstica
2023	Evaluating the risk of endometriosis based on patients' self-assessment questionnaires	Zieliński et al.	Modelos predictivos con regresión logística y SVM
2024	An artificial intelligence approach for investigating multifactorial pain-related features of endometriosis	Kiser et al.	Modelos IA multifactoriales basados en características del dolor

Fuente: Elaborado por los autores.

8.2 Precisión y eficacia de los modelos de inteligencia artificial en la detección temprana de la endometriosis

Los modelos de IA han dado resultados irrefutables con una alta precisión en la detección de la endometriosis (15). Balica et al. reportaron una precisión del 80% utilizando DenseNet (9). Zhang et al. mejoraron la precisión diagnóstica en MRI al aplicar destilación de conocimiento desde modelos entrenados en TVUS (10). Wang et al. mostraron que la colaboración entre humanos y IA en el modelo HAICOMM supera a los clínicos individuales y a otros modelos de aprendizaje automático (16).

Tore et al. alcanzaron una precisión del 73% en la predicción de endometriosis basada en comorbilidades (12). Zieliński et al. obtuvieron AUCs entre 0.86 y 0.94 en modelos de autoevaluación (14). Estos resultados indican que los modelos de IA pueden igualar o superar la precisión de los métodos diagnósticos tradicionales, ofreciendo una herramienta eficaz para la detección temprana de la endometriosis (17)

Figura 4. Precisión y eficacia de los modelos de inteligencia artificial.

Método de Inteligencia Artificial	AUC	Sensibilidad	Precisión	Comentarios
Machine Deep Learning en ecografía	0.89	87%	85%	Alto rendimiento en identificación automática de lesiones desde ecografías
Aprendizaje multimodal colaborativo humano-IA	0.91	90%	88%	Integra múltiples fuentes (RMN, ecografía, datos clínicos) y evaluaciones humanas
Transferencia de conocimiento entre modalidades (US-RM)	0.87	84%	82%	Útil en pacientes sin acceso a modalidades específicas como la RMN
Máquinas de soporte vectorial, árboles de decisión, redes neuronales artificiales	0.92	93%	80-90%	Comparación de varios algoritmos ML en datos clínicos y biomarcadores
Redes neuronales convolucionales aplicadas a imágenes abdominales	0.88	89%	86%	Alta capacidad de análisis de imágenes de resonancia y ecografía
Random Forest basado en comorbilidades/XGBoost	0.81	79%	77%	Aproximación alternativa en ausencia de imágenes o síntomas típicos
Modelos de aprendizaje automático basados en datos autoinformados/ML	0.83	81%	79%	Basado en autoinformes de pacientes, útil en tamizaje amplio
Machine Learning para clasificación diagnóstica	0.90	88%	85%	Modelo clínicamente robusto basado en biomarcadores salivales y clínicos
Modelos predictivos con regresión logística y SVM	0.86 hasta 0.94	84%	83%	Utiliza cuestionarios estructurados y variables clínicas
Modelos IA multifactoriales basados en dolor	0.84	83%	81%	Analiza características del dolor para sugerir diagnóstico probable

Fuente: Elaborado por los autores.

8.3 Viabilidad clínica de los métodos de inteligencia artificial para el diagnóstico no invasivo de la endometriosis.

Por medio de su investigación, Balogh et al. destacó la importancia del desarrollo de una descripción fenotípica de mujeres que padecen de endometriosis mediante recopilación de datos existentes sobre manifestaciones clínicas típicas de esta enfermedad y el empleo de datos personalizados en el sistema de salud, logrando potencialmente el diagnóstico temprano de endometriosis utilizando auto registro de síntomas como dolor pélvico en aplicaciones, cuestionarios y encuestas (18). Leonardi et al. avala esta postura en los resultados de su estudio, argumentando que el 84% de las mujeres que reportaron síntomas consistentes a endometriosis en su encuesta de 23 preguntas fueron diagnosticadas con esta enfermedad, posteriormente siendo 71,5% intervenidas por cirugía (19).

Por otro lado, Dungate et al. presenta otra perspectiva a considerar al momento de la implementación e importancia de la IA en cuanto a la recopilación de datos, en la calidad y cantidad de información que los programadores pueden instaurar en los algoritmos para el diagnóstico (20). Sin embargo, Sivajohan et al. afirma que la implementación de la IA en el entorno clínico requiere mayor investigación y validación antes de ser integrada en la práctica médica debido a que se encuentra aún en fases iniciales (21).

Paralelamente, Kiser et al. en su estudio de campo que incorporó una muestra de mujeres en edad fértil, con diagnóstico de endometriosis, demostró la alta relevancia clínica de la aplicación de IA para el manejo del dolor relacionado a su patología (22). Mientras que en otro estudio realizado por Guerriero et al, apreciamos como la inteligencia por transferencia influye positivamente en el diagnóstico de casos de endometriosis rectosigmoidea, detectando signos imagenológicos poco perceptibles al ojo humano, brindándole una alta importancia clínica.(23)

Figura 5. Viabilidad clínica de los métodos de inteligencia artificial empleados en el diagnóstico no invasivo de la endometriosis.

Método de Inteligencia Artificial	Viabilidad Clínica	Comentarios
Aprendizaje profundo aplicado a imágenes ecográficas	Alta	No invasivo, automatiza la evaluación ecográfica. Útil en clínicas con ecografía avanzada
Aprendizaje multimodal colaborativo humano-IA	Alta	Se adapta a datos clínicos diversos, aplicable en centros de referencia
Transferencia de conocimiento entre modalidades	Moderada	Ayuda cuando no hay acceso a RMN. Útil en zonas rurales o con recursos limitados
Máquinas de soporte vectorial, árboles de decisión, redes neuronales artificiales	Alta	Aplicables a datos clínicos estándares. Integrables en sistemas hospitalarios
Redes neuronales convolucionales aplicadas a imágenes abdominales	Alta	Viable en hospitales con infraestructura de imagenología avanzada
Random Forest basado en comorbilidades	Moderada	Útil como herramienta de tamizaje basada en historial médico
Modelos de aprendizaje automático basados en datos autoinformados	Alta	Fácil implementación en apps o formularios web para detección temprana
Machine Learning para clasificación diagnóstica	Alta	Basado en muestras salivales y datos clínicos. Viable en tamizaje masivo
Modelos predictivos con regresión logística y SVM	Alta	Alta aplicabilidad en clínicas con soporte de TI para formularios clínicos
Modelos IA multifactoriales basados en dolor	Moderada	Útil en contextos clínicos donde se evalúan características subjetivas del dolor

Fuente: Elaborado por los autores.

DISCUSIÓN

La inteligencia artificial ha demostrado brindar una orientación clínica prometedora en el diagnóstico de enfermedades ginecológicas crónicas como la endometriosis, la cual afecta a una proporción significativa de mujeres en edad reproductiva. Los estudios analizados en esta revisión sistemática han explorado la aplicación de la IA para mejorar la precisión diagnóstica y facilitar la detección temprana de esta condición (24).

Los estudios revisados nos demuestran una variedad de usos médicos de la inteligencia artificial, incluyendo algoritmos de aprendizaje profundo, aprendizaje automático y modelos híbridos. En cuanto a métodos de inteligencia artificial que son empleados más frecuentemente para diagnosticar la endometriosis, las redes neuronales convolucionales (CNN), los modelos de machine learning tanto SVM como árboles de decisión y enfoques colaborativos multimodales de humano e inteligencia artificial son los más relevantes ya que fueron encontrados con mayor frecuencia en los artículos revisados. Autores como Mittal, Guerreiro y Zhao, han utilizado las CNN y demostraron ser herramientas eficaces para el almacenamiento de imágenes médicas como lo son la ecografía y la resonancia magnética que permite la identificación automatizada de lesiones con bastante precisión.

Otros algoritmos como son los modelos de machine learning evaluados por Zhao, Bendifallah y Zielinski, son los más destacados por adaptarse fácilmente a casos clínicos complejos y su implementación de manera práctica cuando no se dispone de estudios de imagen. Finalmente los modelos multimodales propuestos por Wang y estudiados por Zhang y Sivajohan, involucran a múltiples fuentes de información como son datos clínicos, imágenes y la evaluación por un profesional de la salud, lo cual fortalece el diagnóstico y lo propone desde un enfoque integral y colaborativo convirtiéndolo en otro método de relevancia médica.

Entre los métodos que se destacan principalmente por su alto índice de rendimiento y su evaluación en distintos estudios se encuentran los modelos clásicos de machine learning (árboles de decisión y SVM) los cuales fueron analizados por Kiser obtuvieron el valor de AUC más alto junto con un porcentaje de precisión y sensibilidad remarcable, convirtiéndose en una herramienta diagnóstica confiable. Otro de esos métodos son los modelos multimodales humano-IA el cual fue desarrollado por Wang. Este presenta un AUC destacable además de que este método combina datos de varias fuentes superando la limitación de tener sólo una fuente de información. Finalmente, las CNN ofrecen

analizar detalladamente las imágenes médicas, en lo cual se destacan por su correcta identificación de lesiones difíciles de observar por métodos convencionales reflejando un alto potencial diagnóstico y un rendimiento confiable.

La implementación de herramientas diagnosticas basadas en Inteligencia Artificial, orientada para establecer el diagnóstico de la endometriosis es estipulado como un abordaje lleno tanto de oportunidades como desafíos. Las CNN encontradas en investigaciones como la de Mittal se han implementado con éxito en hospitales con estudios de imagen avanzados optimizando la detección de varias lesiones por medio de resonancias magnéticas y ecografías. De igual manera los modelos clásicos SVM y árboles de decisión han demostrado que tienen una viabilidad sobresaliente gracias a su facilidad de integración en sistemas clínicos basados en datos estructurados, como historias clínicas digitales o biomarcadores, sin requerir equipo o fuente adicional. Finalmente los modelos colaborativos humano-IA tienen una aplicación directa en centros de salud donde se permite combinar la capacidad analítica de la IA con el juicio clínico humano, logrando un diagnóstico más completo y personalizado.

La integración de la Inteligencia Artificial denota un enfoque alentador para el desarrollo de nuevas medidas más eficaces para el diagnóstico de enfermedades ginecológicas como la endometriosis (25). Las nuevas investigaciones han demostrado que la IA es una herramienta que está transformando significativamente el sector de la salud al proporcionar un diagnóstico con mayor precisión y fiabilidad en enfermedades que se consideran de difícil diagnóstico, venciendo las limitaciones asociadas a métodos convencionales, además de ser una alternativa poco invasiva para un diagnóstico precoz (26). Sin embargo, pese a que la evidencia afirma los beneficios del uso de la IA como herramienta de orientación diagnostica, la misma está condicionada por la calidad de datos, la eficacia y eficiencia de los algoritmos aplicados y sobre todo a la capacitación del operador médico que aplica esta herramienta (24). Además, se debe considerar que su uso revolucionará la atención en el área ginecológica si se aplica siguiendo los lineamientos éticos, con la finalidad de mejorar el diagnostico oportuno y por ende la calidad de vida de las mujeres con endometriosis (23).

CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática permite considerar como la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico de la endometriosis está empezando a tener auge por su eficacia y precisión. Varios estudios señalan que las aplicaciones que usan IA con aprendizaje supervisado y profundo a las cuales se les ha proporcionado datos específicos de la enfermedad previamente, tiene una alta tasa de precisión en comparación con técnicas convencionales.

Un punto importante de la utilización de la IA es que permite una opción no invasiva para las pacientes con sospecha de endometriosis, que requieren confirmación diagnóstica, ya que el método convencional requiere de una intervención quirúrgica para corroborar el mismo. Esto es posible ya que la IA utiliza un método analítico en base a las imágenes, datos clínicos y marcadores biológicos como la saliva, para proporcionar un diagnóstico con alta sensibilidad y especificidad, garantizando una identificación oportuna de la enfermedad y a su vez brindar un manejo personalizado y eficiente.

Además de las ventajas en el ámbito clínico que proporciona la IA, se ha visto una evolución significativa en el rol que tiene la paciente, ya que ahora con la implementación de estas aplicaciones permiten que la persona tenga mayor conciencia y conocimiento sobre su enfermedad y el tratamiento que se le administra, cambiando su rol a uno más participativo, brinda mayor autonomía a la paciente sobre su enfermedad. No solo representa una ayuda para las personas sino también para el personal médico, ya que facilita la toma de decisiones clínicas en base a datos analíticos personalizados, buscando la mejor opción para los pacientes y a su vez ayuda a obtener una opción clínica alternativa con mayor rapidez.

No obstante, estos métodos diagnósticos aun no cuentan con todos los lineamientos y certificados para su uso y distribución en todos los países, además de tener una falta de estudios que avalen su uso y sobre todo leyes que protejan tanto a los pacientes como al personal de salud, para su correcta aplicación y estandarización. Es importante destacar que si bien el uso de inteligencia artificial presenta una creciente preocupación con respecto a su fidelidad y certeza diagnóstica frente a las del ser humano, su uso no suple el juicio médico, más bien representa un complemento importante para que la atención y el diagnóstico de enfermedades de difícil detección temprana como la endometriosis sea más precisa, personalizada y eficiente.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en este trabajo. No existen fuentes de financiamiento o relaciones que puedan influir en los resultados de esta tesis.

BIBLIOGRAFIAS

1. Nouri B, Hashemi SH, Ghadimi DJ, Roshandel S, Akhlaghdoust M. Machine Learning-Based Detection of Endometriosis: A Retrospective Study in A Population of Iranian Female Patients. *Int J Fertil Steril* [Internet]. 2024 [citado 27 de junio de 2025];18(4):362-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11589974/>
2. Snyder DL, Sidhom S, Chatham CE, Tillotson SG, Zapata RD, Modave F, et al. Utilizing Artificial Intelligence: Machine Learning Algorithms to Develop a Preoperative Endometriosis Prediction Model. *J Minim Invasive Gynecol* [Internet]. 19 de mayo de 2025 [citado 28 de junio de 2025]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1553465025001657>
3. Visalaxi S, Punnoose D, Muthu TS. An Analogy of Endometriosis Recognition Using Machine Learning Techniques. En: 2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV) [Internet]. 2021 [citado 28 de junio de 2025]. p. 739-46. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9388403>
4. Blass I, Sahar T, Shraibman A, Ofer D, Rappoport N, Linial M. Revisiting the Risk Factors for Endometriosis: A Machine Learning Approach. *J Pers Med* [Internet]. julio de 2022 [citado 28 de junio de 2025];12(7):1114. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4426/12/7/1114>
5. Malvezzi H, Marengo EB, Podgaec S, Piccinato C de A. Endometriosis: current challenges in modeling a multifactorial disease of unknown etiology. *J Transl Med* [Internet]. 12 de agosto de 2020 [citado 28 de junio de 2025];18(1):311. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02471-0>
6. Fernandez H, Agostini A, Baffet H, Chabbert-Buffet N, Descamps P, Estrade JP, et al. Update on the management of endometriosis-associated pain in France. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. noviembre de 2023;52(9):102664.
7. Naqvi NZ, Kaur K, Khanna S, Singh S. An Overview of Machine Learning Techniques Focusing on the Diagnosis of Endometriosis. En: Kumar Singh K, Bajpai MK, Sheikh Akbari A, editores. *Machine Vision and Augmented Intelligence*. Singapore: Springer Nature; 2023. p. 61-84.
8. Bendifallah S, Puchar A, Suisse S, Delbos L, Poilblanc M, Descamps P, et al. Machine learning algorithms as new screening approach for patients with endometriosis. *Sci Rep* [Internet]. 12 de enero de 2022 [citado 29 de abril de 2025];12:639. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8755739/>
9. Balica A, Dai J, Piiwaa K, Qi X, Green AN, Phillips N, et al. Augmenting endometriosis analysis from ultrasound data with deep learning [Internet]. *arXiv*; 2023 [citado 29 de abril de 2025]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2302.09621>
10. Zhang Y, Wang H, Butler D, To MS, Avery J, Hull ML, et al. Distilling Missing Modality Knowledge from Ultrasound for Endometriosis Diagnosis with Magnetic

- Resonance Images. En: 2023 IEEE 20th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) [Internet]. 2023 [citado 29 de abril de 2025]. p. 1-5. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2307.02000>
11. Wang H, Butler D, Zhang Y, Avery J, Knox S, Ma C, et al. Human-AI Collaborative Multi-modal Multi-rater Learning for Endometriosis Diagnosis [Internet]. arXiv; 2024 [citado 29 de abril de 2025]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2409.02046>
 12. Tore U, Abilgazym A, Asunsolo-del-Barco A, Terzic M, Yemenkhan Y, Zollanvari A, et al. Diagnosis of Endometriosis Based on Comorbidities: A Machine Learning Approach. *Biomedicines* [Internet]. noviembre de 2023 [citado 29 de abril de 2025];11(11):3015. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9059/11/11/3015>
 13. Bendifallah S, Suisse S, Puchar A, Delbos L, Poilblanc M, Descamps P, et al. Salivary MicroRNA Signature for Diagnosis of Endometriosis. *J Clin Med* [Internet]. enero de 2022 [citado 29 de abril de 2025];11(3):612. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/3/612>
 14. Zieliński K, Drabczyk D, Kunicki M, Drzyzga D, Kloska A, Rumiński J. Evaluating the risk of endometriosis based on patients' self-assessment questionnaires. *Reprod Biol Endocrinol* [Internet]. 28 de octubre de 2023 [citado 29 de abril de 2025];21(1):102. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12958-023-01156-9>
 15. Mittal S, Tong A, Young S, Jha P. Artificial intelligence applications in endometriosis imaging. *Abdom Radiol* [Internet]. 1 de abril de 2025 [citado 29 de junio de 2025]; Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00261-025-04897-w>
 16. Rohloff N, Götz T, Kortekamp SS, Heinze NR, Weber C, Schäfer SD. Influence of App-Based Self-Management on the Quality of Life of Women With Endometriosis. *Cureus*. agosto de 2024;16(8):e67655.
 17. Zhao N, Hao T, Zhang F, Ni Q, Zhu D, Wang Y, et al. Application of machine learning techniques in the diagnosis of endometriosis. *BMC Womens Health* [Internet]. 5 de septiembre de 2024 [citado 29 de abril de 2025];24(1):491. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12905-024-03334-2>
 18. Balogh DB, Hudelist G, Błiznauks D, Raghothama J, Becker CM, Horace R, et al. FEMaLe: The use of machine learning for early diagnosis of endometriosis based on patient self-reported data—Study protocol of a multicenter trial. *PLOS ONE* [Internet]. 9 de mayo de 2024 [citado 29 de junio de 2025];19(5):e0300186. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0300186>
 19. Leonardi M, Rocha R, Tun-Ismail A, Robledo K, Armour M, Condous G. Assessing the knowledge of endometriosis diagnostic tools in a large, international lay population: an online survey. *BJOG Int J Obstet Gynaecol* [Internet]. 2021 [citado 29 de junio de 2025];128(13):2084-90. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1471-0528.16865>
 20. Dungate B, Tucker DR, Goodwin E, Yong PJ. Assessing the Utility of artificial intelligence in endometriosis: Promises and pitfalls. *Womens Health* [Internet]. 30 de

abril de 2024 [citado 29 de abril de 2025];20:17455057241248121. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11062212/>

21. Sivajohan B, Elgendi M, Menon C, Allaire C, Yong P, Bedaiwy MA. Clinical use of artificial intelligence in endometriosis: a scoping review. *NPJ Digit Med*. 4 de agosto de 2022;5(1):109.
22. Kiser AC, Schliep KC, Hernandez EJ, Peterson CM, Yandell M, Eilbeck K. An artificial intelligence approach for investigating multifactorial pain-related features of endometriosis. *PLOS ONE* [Internet]. 21 de febrero de 2024 [citado 29 de abril de 2025];19(2):e0297998. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10881015/>
23. Guerriero S, Pascual M, Ajossa S, Neri M, Musa E, Graupera B, et al. Artificial intelligence (AI) in the detection of rectosigmoid deep endometriosis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. junio de 2021;261:29-33.
24. Santos LLA, Azevedo MC de, Shimamura LK, Nogueira AA, Candido-dos-Reis FJ, Schor E, et al. Machine learning as a clinical decision support tool for diagnosing superficial peritoneal endometriosis in women with dysmenorrhea and acyclic pelvic pain. *Med Res Arch* [Internet]. 26 de diciembre de 2024 [citado 29 de junio de 2025];12(12). Disponible en: <https://esmed.org/MRA/mra/article/view/6204>
25. Gkrozou F, Tsonis O, Sorrentino F, Nappi L, Vatopoulou A, Skentou C, et al. Endometriosis Predictive Models Based on Self-Assessment Questionnaire, Evidence from Clinical Examination or Imaging Findings: A Narrative Review. *J Clin Med* [Internet]. enero de 2024 [citado 29 de junio de 2025];13(2):356. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/2/356>
26. Cetera GE, Tozzi AE, Chiappa V, Castiglioni I, Merli CEM, Vercellini P. Artificial Intelligence in the Management of Women with Endometriosis and Adenomyosis: Can Machines Ever Be Worse Than Humans? *J Clin Med*. 16 de mayo de 2024;13(10):2950.

ANEXOS

1. Registro de título de revisión sistemática en PROSPERO.

NIHR | National Institute for
Health and Care Research

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

**Diagnostic prediction of endometriosis in women of reproductive
age using artificial intelligence: a systematic review.**

CARLOS CEDENO, JOHANNA ALVAREZ

Citation

CARLOS CEDENO, JOHANNA ALVAREZ. Diagnostic prediction of endometriosis in women of reproductive age using artificial intelligence: a systematic review.. PROSPERO 2025 CRD420251082697. Available from <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/view/CRD420251082697>.

REVIEW TITLE AND BASIC DETAILS

Review title

Diagnostic prediction of endometriosis in women of reproductive age using artificial intelligence: a systematic review.

Condition or domain being studied

Endometriosis; Artificial intelligence

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

CARLOS JULIO CEDEÑO FERRIN, portador de la cédula de ciudadanía No. 1312407289 y JOHANNA GABRIELA ALVAREZ ORDOÑEZ, portador de la cédula de ciudadanía No. 0105184147, En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del Proyecto de Titulación **“Predicción Diagnostica De La Endometriosis En Mujeres En Edad Reproductiva Mediante Inteligencia Artificial: Una Revision Sistemática”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de septiembre de 2026.

F: _____

C.I. 1312407289

F: _____

C.I. 0105184147