



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

PRECISIÓN DIAGNÓSTICA DE LA MAMOGRAFÍA CONTRASTADA Y LA
RESONANCIA MAGNÉTICA EN LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL
CÁNCER DE MAMA EN MUJERES CON ALTA SOSPECHA: UNA
REVISIÓN DE ALCANCE

DIAGNOSTIC ACCURACY OF CONTRAST-ENHANCED MAMMOGRAPHY
AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE EARLY DETECTION OF
BREAST CANCER IN WOMEN WITH HIGH SUSPICION: A SYSTEMATIC
REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN
TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA

AUTORES

NICOLE KIMBERLY DEXTRE PALOMINO

AMY ELEIN DIAZ AROCUTIPA

KEYMI YUBERLISA GARAY FANOLA

ASESOR

FELIX ALEXANDER NEYRA AGUILAR

CO-ASESOR

ARQUIMEDES MANSUETO GAVINO GUTIERREZ

LIMA – PERÚ

2026

JURADO

Presidente: DR. CESAR AUGUSTO RAMIREZ COTRINA

Vocal: MG. NORA DEL PILAR ACOSTA RENGIFO

Secretario: MG. CECILIA LUIS MIRANDA

Fecha de Sustentación: 17 de abril de 2026

Calificación: Aprobado

ASESORES DE TESIS

ASESOR

MG. FELIX ALEXANDER NEYRA AGUILAR

Departamento Académico de la Escuela Profesional de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-5590-2322

CO-ASESOR

MG. ARQUIMEDES MANSUETO GAVINO GUTIERREZ

Departamento Académico de la Escuela Profesional de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-3325-1004

DEDICATORIA

“Porque de Él, y por Él, y para Él, son todas las cosas.

A Él sea siempre la gloria. Amén.”

Romanos 11:36

Dedicamos esta tesis a nuestras familias, por su amor, apoyo incondicional y confianza en cada etapa de nuestra formación profesional. Gracias por acompañarnos en los momentos más difíciles y celebrar con nosotras cada logro alcanzado.

Asimismo, dedicamos este trabajo a nuestros seres queridos que ya no se encuentran físicamente con nosotras, pero cuya memoria y enseñanzas permanecen presentes en nuestros corazones. También a nuestras mascotas, quienes con su compañía y cariño se convirtieron en un apoyo emocional importante durante este camino.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias y amigos, gracias por acompañarnos a lo largo de este proceso académico, por su paciencia y por alentarnos a continuar en los momentos de mayor exigencia.

A nuestros docentes y asesores, por guiarnos con paciencia, compartir sus conocimientos y motivarnos a culminar esta investigación con compromiso y responsabilidad.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El presente trabajo fue autofinanciado por los autores.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	DEXTRE PALOMINO NICOLE KIMBERLY
2.	DIAZ AROCUTIPA AMY ELEIN
3.	GARAY FANOLA KEYMI YUBERLISA

Pertencientes al programa de la **CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA**, autores del trabajo titulado: **PRECISIÓN DIAGNÓSTICA DE LA MAMOGRAFÍA CONTRASTADA Y LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL CÁNCER DE MAMA EN MUJERES CON ALTA SOSPECHA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	NEYRA AGUILAR FELIX ALEXANDER	MEDICINA	ASESOR
2.	GAVINO GUTIERREZ ARQUIMEDES MANSUETO	MEDICINA	CO-ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **16 %**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3580332090**; fecha de entrega: **27-05-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 27 de mayo del 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 43751150
ORCID: 0000-0002-5590-2322

Firma del Co-asesor
N° DNI: 40048216
ORCID: 0000-0002-3325-1004



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS.....	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	5
IV.	RESULTADOS.....	7
V.	DISCUSIÓN.....	13
VI.	LIMITACIONES.....	16
VII.	CONCLUSIONES	17
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
IX.	TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	26

ANEXOS

RESUMEN

Introducción: El cáncer de mama representa una alta carga oncológica en mujeres. En pacientes con alta sospecha (BI-RADS 4–5 o hallazgos indeterminados), la exactitud de las técnicas de imagen es decisiva para no omitir lesiones. La mamografía con contraste (CEM) ha surgido como alternativa funcional y accesible a la resonancia magnética (RM), aunque su equivalencia diagnóstica aún se debate.

Objetivo: Mapear la evidencia disponible sobre la precisión diagnóstica de la mamografía contrastada y la resonancia magnética en la detección temprana del cáncer de mama en mujeres con alta sospecha. **Materiales y métodos:** La presente revisión de alcance se llevó a cabo mediante una búsqueda exhaustiva en PubMed, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Embase (OVID), Springer, ClinicalKey, Cochrane, Lilacs y motores de búsqueda como Google Scholar y Semantic Scholar para literatura gris (1990–diciembre de 2025). Se incluyeron estudios en mujeres mayores de 18 años con sospecha clínica o imagenológica elevada, evaluadas con CEM y RM en la misma muestra que reporten sensibilidad, especificidad, VPP o VPN. **Resultados:** Se incluyeron 10 estudios, un retrospectivo y la mayoría prospectivos unicéntricos o multicéntricos y una revisión sistemática (2016–2025). En lesiones BI-RADS 4-5 o indeterminadas, la CEM logró sensibilidades de 65,6% a 100%, similar al 100% de la RM, pero con especificidades iguales o superiores, disminuyendo los falsos positivos. La CEM tuvo un rendimiento clínico adecuado con mejor viabilidad operativa. **Conclusiones:** La CEM es una alternativa diagnóstica a la RM en mujeres con alta sospecha cuando se necesita una decisión rápida o cuando la RM está contraindicada o no está disponible. Sin embargo, se requieren realizar estudios multicéntricos más amplios con estandarización de informes y criterios de lectura para definir mejor los contextos de uso ideal de cada técnica.

Palabras claves: cáncer de mama, mamografía contrastada, resonancia magnética, sensibilidad y especificidad

ABSTRACT

Introduction: Breast cancer represents a high oncological burden to women. In patients with high suspicion (BI-RADS 4–5 or indeterminate findings), the accuracy of imaging techniques is crucial to avoid missing lesions. Contrast-enhanced mammography (CEM) has emerged as a functional and accessible alternative to magnetic resonance imaging (MRI), although its diagnostic equivalence remains debated. **Objective:** To map the available evidence on the diagnostic accuracy of contrast-enhanced mammography and magnetic resonance imaging in the early detection of breast cancer in women with high suspicion. **Materials and Methods:** This scoping review was conducted through an exhaustive search of PubMed, the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Embase (OVID), Springer, ClinicalKey, Cochrane, Lilacs, and search engines such as Google Scholar and Semantic Scholar for grey literature (1990–December 2025). Studies were included that evaluated women over 18 years of age with high clinical or imaging suspicion, assessed using CEM and MRI in the same sample, and reporting sensitivity, specificity, PPV, or NPV. **Results:** Ten studies were included, one retrospective and the majority prospective single-centre or multicentre studies, as well as one systematic review (2016-2025). For BI-RADS 4-5 or indeterminate lesions, CEM achieved sensitivities ranging from 65,6% to 100%, similar to the 100% sensitivity of MRI, but with equal or higher specificities, reducing false positives. CEM demonstrated adequate clinical performance with improved operational viability. **Conclusions:** Contrast-enhanced mammography is a diagnostic alternative to MRI in women with high suspicion when a rapid decision is needed or when MRI is contraindicated or unavailable. However, broader multicenter studies with standardized reporting and reading criteria are required to better define the ideal contexts for the use of each technique.

Keywords: Breast cancer, contrast-enhanced mammography, magnetic resonance imaging, sensitivity and specificity.

I. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es una enfermedad compleja que consiste en la división descontrolada de las células del tejido mamario, lo que conlleva al crecimiento de un tumor. Se divide en tres tipos principales: esporádico (70-80% de los casos, sin antecedentes familiares), familiar (15-20%, con antecedentes familiares y múltiples genes involucrados) y hereditario (5-10%, causado por mutaciones en genes específicos como BRCA1 y BRCA2). En cuanto a los factores de riesgo, destacan la edad mayor a 50 años, el sexo femenino, los antecedentes familiares, la obesidad, el sedentarismo, el consumo de alcohol, la menarquía temprana, la menopausia tardía y la nuliparidad (1,2).

El cáncer de mama constituye uno de los cánceres más diagnosticados a nivel mundial (2). Un estudio publicado en *CA: A Cancer Journal for Clinicians* estimó que en 2020 se registraron 2,3 millones de casos nuevos (11,7%), superando a otros tipos de cáncer (3). En 2022, según la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), ocupó el segundo lugar a nivel global (4). En el contexto peruano, se observó un incremento notable en los años recientes, en el cual solo para el primer semestre de 2024, se reportaron 685 casos, manteniéndose como el segundo tipo de cáncer más frecuente entre las mujeres, según el reporte del CDC Perú (5-8).

Se identifica a un grupo de mujeres consideradas de "alta sospecha" para cáncer de mama, basándose en tres aspectos principales: factores de riesgo personales (mencionados anteriormente), predictores clínicos y hallazgos radiológicos. Los predictores clínicos son aquellos signos de alarma que se pueden reconocer en el examen clínico que orientan en el pronóstico de un posible cáncer, como la

presencia de masas palpables, cambios en la forma del pezón (retracción o distorsión) y secreción anormal (9,10). En cuanto a los hallazgos imagenológicos, estos se evalúan según la clasificación BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) del Colegio Americano de Radiología. Las categorías 4 y 5 son sospechosas de malignidad: la categoría 4 tiene una probabilidad intermedia de cáncer y se subdivide en 4A, 4B y 4C, y la categoría 5 tiene alta sospecha (más del 95% de riesgo). En ambas categorías se necesita confirmación por biopsia (11).

En el abordaje avanzado del cáncer de mama, los hallazgos imagenológicos no se limitan a lesiones tipo masa, sino que también existen realces no masa y hallazgos asociados, como adenopatías axilares sospechosas (35,36). Dichos patrones pueden representar tanto enfermedades malignas como procesos benignos inflamatorios o reactivos, lo que aumenta la complejidad diagnóstica, especialmente en métodos muy sensibles (35,37). Sin embargo, en el contexto del diagnóstico inicial, la mirada de las pruebas de imagen se dirige sobre todo a identificar y caracterizar la lesión mamaria, quedando la valoración ganglionar en un segundo plano, que a menudo se explora en fases más avanzadas del proceso diagnóstico, por lo que la evaluación específica del compromiso ganglionar no forma parte del alcance principal de la presente revisión (36).

La detección del cáncer de mama ha evolucionado significativamente con el uso de la mamografía contrastada (CEM) y la resonancia magnética (RM) con contraste. Estas técnicas demostraron ser superiores a la mamografía convencional en sensibilidad para la detección del cáncer de mama (12,13). El uso de contraste resultó fundamental en la etapa de detección y caracterización del cáncer de mama, dado que resalta la vascularización tumoral (14,15). Sin embargo, ambas presentan

limitaciones y desafíos, principalmente por los riesgos asociados al uso del medio de contraste, dosis de radiación o condiciones/preferencias de la paciente que impiden la realización de una de estas modalidades (16,17).

La resonancia magnética ofrece alta sensibilidad para detectar lesiones mamarias, pero su eficacia se ve limitada por su baja especificidad, lo que conlleva a elevados índices de falsos positivos y la necesidad de llevar a cabo estudios adicionales y biopsias. Además, su alto costo y disponibilidad limitada dificultan el acceso para gran parte de la población de alto riesgo (14).

La elección entre CEM y RM para el diagnóstico del cáncer de mama está basada en las guías clínicas de diferentes instituciones, también en factores como las características individuales de las pacientes (evaluación clínica), la disponibilidad de recursos, la sensibilidad y especificidad de cada técnica.

Este estudio tuvo como objetivo mostrar, a partir de revisiones de la literatura, cuán precisa es la detección del cáncer de mama en mujeres con alta sospecha, usando mamografía con contraste (CEM) y resonancia magnética (RM). Asimismo, se identificaron las indicaciones clínicas, contraindicaciones y limitaciones de ambas técnicas.

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Mapear la evidencia disponible sobre la precisión diagnóstica de la mamografía contrastada y la resonancia magnética en la detección temprana del cáncer de mama en mujeres con alta sospecha.

Objetivos específicos:

1. Identificar los tipos de estudios disponibles que evalúan la precisión diagnóstica de la mamografía contrastada y la resonancia magnética en mujeres con alta sospecha para la detección de cáncer de mama.
2. Describir las características metodológicas de los estudios incluidos, como el diseño del estudio, criterios de inclusión, población evaluada, y técnicas diagnósticas utilizadas.
3. Comparar los reportes de precisión diagnóstica, como la sensibilidad y especificidad, en los estudios identificados que evaluaron a las pacientes con alta sospecha de cáncer de mama mediante la mamografía contrastada y la resonancia magnética.
4. Identificar las ventajas, limitaciones y consideraciones clínicas del uso de la mamografía contrastada y la resonancia magnética en la detección de cáncer de mama en mujeres con alta sospecha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto correspondió una revisión de alcance, desarrollada conforme a la normativa de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), versión 01.00/06.05.2024, titulada "Normas y procedimientos para la elaboración, desarrollo, presentación, evaluación, y publicación de trabajos de investigación y tesis". Además, se siguieron las recomendaciones del Joanna Briggs Institute y la declaración PRISMA-ScR para revisiones de alcance. El protocolo de este estudio fue registrado y aprobado previamente por el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT).

a. Criterios de elegibilidad

La selección de los criterios de inclusión y exclusión se realizó siguiendo el marco PCC (población-concepto-contexto), tal como se detalla en la Tabla 1. En cuanto a la población, el estudio incluyó mujeres con alta sospecha de cáncer de mama, considerando aquellas con factores de riesgo elevado, signos sugerentes a la enfermedad o con hallazgos imagenológicos BIRADS 4 y 5. El concepto se centró en la evaluación de los reportes de sensibilidad y especificidad de la mamografía contrastada y la resonancia magnética en la detección temprana de cáncer de mama. Respecto al contexto, el estudio se desarrolló en un entorno clínico de detección temprana, hospitales o centros de diagnóstico que cuenten con acceso a mamografía contrastada y resonancia magnética.

b. Estrategias de búsqueda

La búsqueda se realizó en diferentes bases de datos como MedLine a través de PubMed, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Embase (OVID), Springer, ClinicalKey, Cochrane, Lilacs, y motores de búsqueda como Google scholar y Semantic scholar para literatura gris. La revisión incluyó estudios desde enero de 1999 hasta diciembre del 2025.

Los estudios fueron seleccionados a partir de las bases de datos mencionadas, tras elaborar una estrategia de búsqueda específica para cada una (Anexo 1). Los resultados se exportaron al gestor de referencias Zotero 7.0.11 para eliminar duplicados y posteriormente se importaron a Rayyan para su análisis y selección, corroborando que cumplieron con los criterios de inclusión. Para ello, en un primer momento se revisaron los títulos y resúmenes, y luego los textos completos, con el fin de seleccionar los estudios elegibles. Este proceso se ilustró con el diagrama de flujo PRISMA-ScR 2020 (Anexo 2).

Para el análisis de datos, se realizó una extracción y síntesis iterativa de la información recopilada, con un enfoque descriptivo y exploratorio sobre la precisión diagnóstica y el impacto clínico de la mamografía contrastada y la resonancia magnética en la detección y caracterización del cáncer de mama en mujeres con alta sospecha.

IV. RESULTADOS

Se identificó 10 860 registros iniciales en las bases de datos como MedLine a través de PubMed, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Embase (OVID), Springer, ClinicalKey, Cochrane, Lilacs y motores de búsqueda como Google Scholar y Semantic Scholar para literatura gris. Tras la eliminación de 4 390 duplicados, permanecieron 6 470 referencias para el cribado por título y resumen. En esta etapa se excluyeron 6 239 estudios, tras la lectura de títulos/resúmenes, quedando 231, de las cuales 42 no pudieron ser evaluados por tener acceso restringido o enlaces erróneos. Finalmente, se revisaron 189 informes a texto completo; de los cuales se excluyeron 179, principalmente por no corresponder a la población definida en el PCC (mujeres sin alta sospecha o sin BI-RADS 4–5), por evaluar otras modalidades (por ejemplo, mamografía sin contraste, ecografía o tomosíntesis sin comparación con RM) o por no informar los indicadores de precisión diagnóstica. En total, se incluyeron 10 artículos, que cumplieron con los criterios de inclusión y conformaron el núcleo de la revisión de alcance (Anexo 2).

En la Tabla 2 se presentan las características generales de los estudios incluidos. Estos procedieron de Turquía (2), Egipto (2), China (1), Austria (1), Polonia (1) e Irak (1), además de un estudio europeo multicéntrico desarrollado en Alemania/Francia (1) y una revisión sistemática de Austria/Italia (1). En esta distribución geográfica se evidenció que la producción científica reciente sobre mamografía contrastada (CEM) se concentra principalmente en servicios hospitalarios de segundo y tercer nivel. Predominaron los estudios observacionales comparativos, la mayoría prospectivos, en los que a las mismas pacientes se les

realizó tanto la mamografía contrastada como la resonancia magnética en la misma sesión diagnóstica. En total, nueve estudios fueron de diagnóstico inicial, y uno fue una revisión sistemática y metaanálisis. El periodo de publicación abarcó desde 2016 hasta 2025, lo que indica que es una tecnología reciente y en crecimiento.

La Tabla 3 sintetiza la población de estudio y los hallazgos clínicos significativos. En todos los estudios se incluyeron mujeres adultas mayores de 18 años, evaluadas en contextos clínicos con sospecha alta, ya sea por la presencia de lesiones BI-RADS 4–5, hallazgos indeterminados en ecografía o mamografía, o por masas palpables que requirieron una evaluación adicional. En los estudios de Turquía, Egipto, China, Austria, Polonia, Irak y Europa Occidental, analizaron lesiones sospechosas que se identificaron en el diagnóstico inicial, con la finalidad de distinguir entre lesiones benignas de malignas a través del uso de CEM y RM. Si bien ningún estudio se enfocó en cribado poblacional, sino en el escenario clínico de “segunda mirada”, donde la mamografía convencional resultó insuficiente y se requirió una técnica funcional con contraste (CEM o RM) para caracterizar adecuadamente la lesión. En la mayoría de los casos, ambas pruebas se realizaron en el mismo centro y en intervalos cortos (entre días y pocas semanas), y la confirmación diagnóstica se estableció mediante histopatología o, en su defecto, seguimiento clínico e imagenológico. Asimismo, se presentaron los resultados y conclusiones relevantes de cada estudio, los cuales se relacionaban con el tema principal del proyecto.

La Tabla 4 describe las características técnicas de los equipos biomédicos y los protocolos de adquisición utilizados en los estudios de CEM y RM incluidos en la revisión (18–26). Para los estudios de CEM, se emplearon mamógrafos digitales de

doble energía (General Electric, Siemens, Hologic), con adquisición en proyecciones craneocaudal (CC) y medio-lateral oblicua (MLO). Se administró contraste yodado intravenoso (dosis: 1,5–2 ml/kg; caudal: 2–3 ml/s), con adquisición entre 1,5 y 2 minutos postinyección, captando el realce temprano en los primeros 60 a 120 segundos (18,19,21-24). Las imágenes se procesaron mediante sustracción digital para obtener reconstrucciones contrastadas y así se logró una mayor visualización de la captación (19–21,23), con un tiempo total de adquisición de 5–7 minutos.

Por otro lado, en RM se utilizaron equipos de 1,5 y 3 T (Siemens y General Electric), con bobinas dedicadas para mama de entre 4 y 16 canales y posición del paciente en decúbito prono (18–26). Los protocolos incluyeron secuencias multiparamétricas, como T1, T2, DWI con mapa ADC y secuencias dinámicas con contraste, empleando gadolinio intravenoso, con dosis de 0,1–0,2 mmol/kg. La sustracción digital permitió visualizar el realce tumoral asociado a la vascularización (19,23).

En el contexto de diagnóstico inicial, ambas técnicas mostraron alto rendimiento. La RM evidenció mayor sensibilidad, especialmente en lesiones pequeñas o multifocales, mientras que la CEM logró un adecuado equilibrio entre sensibilidad y especificidad, permitiendo una mejor diferenciación entre tejido superpuesto y lesiones malignas, lo que contribuyó a reducir biopsias innecesarias (18). En pacientes con BI-RADS 4–5, la CEM mostró sensibilidad comparable y mayor especificidad, con menor tasa de falsos positivos (19,20).

Asimismo, ambas modalidades mejoraron la caracterización de lesiones indeterminadas mediante patrones de realce. La CEM presentó rendimiento similar

a la RM, con ventajas en accesibilidad, rapidez, costo y tolerancia, además de mayor especificidad y menor número de procedimientos innecesarios, lo que respaldó su uso cuando la RM no estuvo disponible o no pudo realizarse (21,22). En este contexto, la CEM demostró ser eficaz para descartar enfermedad, mientras que la RM mostró mayor capacidad para diferenciar entre lesiones benignas y malignas, lo que apoyó su uso cuando la caracterización final fue determinante (23).

En mamas densas (ACR C–D), la RM mostró ligera superioridad en detección, aunque la CEM negativa se asoció con lesiones benignas, contribuyendo a descartar cáncer con menor tasa de falsos positivos (24). Además, la CEM demostró rendimiento comparable o superior a la mamografía convencional en la estimación del tamaño tumoral, mientras que su combinación con mamografía estándar no aportó beneficios y aumentó la radiación (25). Uno de los estudios evidenció que la CEM de baja dosis redujo la exposición sin comprometer la calidad diagnóstica, mejorando la identificación de falsos realces benignos (26). La revisión sistemática confirmó un rendimiento global comparable entre ambas técnicas, con mayor sensibilidad para la RM y mayor especificidad para la CEM (13).

En relación con los resultados de precisión diagnóstica, la Tabla 5 mostró un patrón consistente. En estudios prospectivos, la RM alcanzó sensibilidades cercanas al 100%, mientras que la CEM presentó valores ligeramente inferiores, entre 91,5% y 98,4% (18–23). En estudios multilector, la variabilidad fue mayor (CEM: 65,6%–90,2%; RM: 83,6%–93,4%) (25,26), mientras que en mamas densas ambas alcanzaron el 100% (24). La revisión sistemática reportó sensibilidades agrupadas de 91% para CEM y 97% para RM (13).

En cuanto a la especificidad, se evidenció valores variables entre la CEM y la RM. En algunos estudios prospectivos, la CEM presentó especificidades entre 64,71% y 100%, mientras que la RM mostró valores entre 68,63% y 95,5% (18,20–22); en algunos casos, ambas técnicas alcanzaron rendimientos equivalentes (19). Mientras que, en otros, la RM alcanzó mayor especificidad (93,3% vs. 80%) (23). En estudios multilector, la CEM presentó valores más amplios (46,9%–96,9%) frente a la RM (37,5%–53,1%) (25), mientras que en un estudio multicéntrico la CEM mostró mejor rendimiento global (94% vs. 88%) (26). En un estudio retrospectivo, ambas técnicas presentaron baja especificidad, aunque con valores ligeramente superiores para la CEM (33% vs. 23%) (24). Finalmente, la revisión sistemática reportó especificidades agrupadas de 74% para CEM y 69% para RM (13).

En resumen, los datos sugirieron que, aunque la RM fue la técnica más sensible, la CEM presentó mayor especificidad, lo que favoreció una mejor diferenciación entre lesiones benignas y malignas y contribuyó a reducir los falsos positivos.

Los valores predictivos positivo (VPP) y negativo (VPN) mostraron variabilidad entre los estudios incluidos. En general, la CEM presentó valores de VPP que oscilaron entre 75% y 100%, mientras que la RM reportó valores entre 72% y 97% (18-25). En cuanto al VPN ambas técnicas mostraron valores elevados, la CEM presentó valores entre 82,5% y 100%, y la RM entre 82,1% y 100%. En varios estudios, la RM alcanzó un VPN del 100% (18,20,22,24), aunque la CEM también reportó este valor en uno de los estudios (24). En el estudio multilector, se observó mayor variabilidad, con valores de VPN entre 59,6% y 71,14% para la CEM y entre 63% y 76,5% para la RM (25). La revisión sistemática confirmó VPN elevados

(CEM: 88%; RM: 95%) (13), evidenciando una sólida capacidad para descartar malignidad.

Finalmente, desde el punto de vista clínico, la CEM se posicionó como una alternativa sólida para el diagnóstico inicial en mujeres con contraindicación para RM, como la presencia de dispositivos metálicos o claustrofobia, así como en contextos donde la RM no estuvo disponible, especialmente en entornos de recursos limitados. Su alta especificidad, accesibilidad y rapidez contribuyeron a disminuir procedimientos innecesarios. Por su parte, la RM mantuvo una ligera ventaja en sensibilidad y en valores predictivos negativos, siendo preferible cuando se requiere máxima seguridad diagnóstica, especialmente en lesiones complejas. En conjunto, estos hallazgos permitieron identificar las ventajas, limitaciones e indicaciones de cada modalidad en el diagnóstico de lesiones mamarias sospechosas, en concordancia con el cuarto objetivo planteado.

V. DISCUSIÓN

Esta revisión de alcance tuvo como objetivo mapear y comparar la precisión diagnóstica de la mamografía contrastada (CEM) y la resonancia magnética mamaria con contraste (RM) en mujeres con alta sospecha de cáncer de mama (BI-RADS 4–5 o hallazgos indeterminados en mamografía o ecografía). A diferencia de revisiones centradas en el cribado, el enfoque se centró en el contexto clínico de segunda mirada, donde se evalúa si una técnica funcional accesible como la CEM es suficiente o si es necesario recurrir a la RM.

Los resultados evidenciaron un patrón consistente de alta sensibilidad en ambas modalidades, mostrando un patrón relativamente homogéneo. La CEM reportó valores entre 91% y 100%, mientras que la RM alcanzó sensibilidades cercanas al 100%, especialmente en estudios prospectivos y subgrupos de mayor sospecha (BI-RADS 4 y en lesiones indeterminadas) (18–24). Este predominio se confirmó en el metaanálisis, con una sensibilidad agrupada de 97% para la RM frente a 91% para la CEM (13), lo que respalda su mayor capacidad para descartar enfermedad.

Las principales diferencias se observaron en la especificidad, donde la CEM mostró valores superiores o más estables. En lesiones BI-RADS 4, alcanzó hasta 100% frente a 95,5% de la RM (20), y en lesiones sospechosas presentó rangos de 81,9% a 89,5%, superiores a los de la RM (18,22). En estudios multilector, esta diferencia fue más marcada (46,9%–96,9% vs. 37,5%–53,1%) (26), aunque en lesiones indeterminadas ambas técnicas mostraron valores moderados y similares (60%–65%) (19,21).

En términos clínicos, estos resultados indicaron que, aunque la CEM pudo detectar un menor número de lesiones, lo hizo con una mayor proporción de malignidad, lo

que se tradujo en una menor tasa de falsos positivos en comparación con la RM. Esta diferencia se relacionó con las limitaciones conocidas de la RM, particularmente en contextos de realce no masa, cambios hormonales o alteraciones posquirúrgicas, donde puede incrementar los falsos positivos. En este sentido, la CEM se posicionó como una alternativa con mayor especificidad, menor costo y mayor disponibilidad (25).

Ambas técnicas presentaron valores predictivos positivos elevados, acordes con la alta prevalencia de enfermedad en la población estudiada. La CEM alcanzó VPP entre 94% y 100% en estudios prospectivos y entre 76% y 98% en estudios multilector, mientras que la RM mostró rangos entre 88% y 97% (18–25). Incluso en estudios retrospectivos, ambas técnicas mantuvieron VPP superiores a los observados en contextos de cribado (24,29). Esto confirma la pertinencia del enfoque en pacientes con alta sospecha y la validez de los estudios incluidos.

Desde el punto de vista operativo, la CEM demostró ventajas relevantes. Su menor tiempo de adquisición, realización en la misma sala de mamografía y mayor disponibilidad facilitaron una ruta diagnóstica más ágil y eficiente en un solo día (mamografía → CEM → decisión de biopsia), contribuyendo a reducir tiempos de espera y acelerar decisiones clínicas (18–22). Estas ventajas fueron especialmente evidentes en estudios realizados en países de ingresos medios, donde la RM presentó limitaciones de acceso, costo y contraindicaciones (20,21).

No obstante, la RM mantuvo ventajas en escenarios complejos, con mayor estabilidad en estudios multilector y mejor desempeño en la detección de focos adicionales o lesiones sutiles, lo que resulta clínicamente relevante cuando la extensión tumoral modifica la conducta terapéutica (18–21,26). En este sentido, la

CEM no reemplaza universalmente a la RM, sino que su uso depende del contexto clínico, siendo especialmente útil cuando la RM no está disponible, está contraindicada o se requiere una evaluación rápida, en línea con la estrategia “CEM-first” (28). En este marco, los hallazgos sugieren que la CEM presenta un rendimiento robusto a lo largo del continuo diagnóstico, tanto para responder a la pregunta inicial (“es o no es cáncer”) como para caracterizar las lesiones. Esta fortaleza ha sustentado su incorporación progresiva en guías europeas como alternativa a la RM en pacientes no elegibles (29).

Finalmente, debe considerarse la heterogeneidad de los estudios incluidos, tanto en las características de la población como en los escenarios clínicos evaluados (18–26). Aunque todos abordaron mujeres con lesiones sospechosas, variaron en el grado de complejidad, la densidad mamaria y los criterios de inclusión, lo que podría influir en las estimaciones de rendimiento diagnóstico. No obstante, pese a esta variabilidad, los resultados fueron consistentes en mostrar un alto desempeño de ambas técnicas y diferencias relativamente pequeñas frente a factores como el acceso y la factibilidad, lo que posiciona a la CEM como una alternativa válida en entornos con recursos limitados (13,28,30).

VI. LIMITACIONES

Al interpretar los resultados, se consideraron diversas limitaciones de esta revisión de alcance. En primer lugar, la mayoría de los estudios incluidos fueron unicéntricos y contaron con muestras pequeñas o moderadas (30–200 mujeres), lo que pudo haber afectado la precisión de los estimadores (sensibilidad y especificidad) debido al azar y a la heterogeneidad de las lesiones.

En segundo lugar, aunque se incluyeron estudios prospectivos, retrospectivos, multilector y un metaanálisis, la evidencia se concentró en un número limitado de países (Egipto, Turquía, China, Polonia, Irak, Austria y Alemania), por lo que no se descartó la existencia de estudios latinoamericanos no indexados o no accesibles en las bases de datos consultadas.

En tercer lugar, se observó heterogeneidad clínica entre los estudios en cuanto al tipo de lesión, densidad mamaria y categorización BI-RADS, lo que dificultó la comparación directa y pudo influir en el rendimiento observado de ambas técnicas. Finalmente, algunos estudios no reportaron todos los indicadores de precisión diagnóstica (VPP, VPN, intervalos de confianza o análisis por subgrupos), lo que limitó la realización de comparaciones cuantitativas más completas entre la CEM y la RM.

VII. CONCLUSIONES

En cuanto a la evidencia disponible, la literatura sobre la precisión diagnóstica de la mamografía contrastada (CEM) y la resonancia magnética (RM) en mujeres con alta sospecha de cáncer de mama presentó heterogeneidad en sus características metodológicas, la población evaluada y los protocolos diagnósticos. A partir de la síntesis de los estudios incluidos, se estableció que ambas técnicas son útiles para detectar cáncer de mama en este grupo de pacientes, respondiendo así a la pregunta de investigación planteada.

En relación con los tipos de estudios y sus características metodológicas, predominó el uso de diseños observacionales, incluyendo estudios prospectivos, retrospectivos y evaluaciones multilector. Se observó variabilidad en los criterios de inclusión y en los enfoques diagnósticos, lo cual pudo influir en los resultados reportados.

En cuanto a precisión diagnóstica, la resonancia magnética mostró mayor sensibilidad y valor predictivo negativo. Sin embargo, la mamografía contrastada alcanzó valores de sensibilidad comparables en la mayoría de los escenarios e incluso superiores en contextos específicos. Además, presentó valores de especificidad iguales o mayores en diversos estudios, lo que permitió una mejor diferenciación entre lesiones benignas y malignas y redujo los falsos positivos.

En el ámbito clínico, la mamografía contrastada destacó por su mayor viabilidad operativa: se realiza en menos tiempo, con menor costo y mayor accesibilidad. Esto facilitó la toma de decisiones en contextos con recursos limitados o en pacientes con contraindicación para resonancia magnética. Por su parte, la resonancia

magnética conservó ventajas en escenarios más complejos, donde es necesario maximizar la detección de enfermedad y minimizar los falsos negativos.

En conjunto, ambas técnicas presentan roles complementarios en la práctica clínica, por lo que su elección depende del contexto clínico, la disponibilidad de recursos y las características de la paciente. En este sentido, la mamografía contrastada se posiciona como una alternativa diagnóstica válida cuando la resonancia magnética no está disponible o no puede realizarse.

Estos hallazgos resaltan la necesidad de desarrollar estudios multicéntricos con metodologías estandarizadas que optimicen la comparación de los parámetros de exactitud diagnóstica y fortalezcan la toma de decisiones clínicas en mujeres con alta sospecha de cáncer de mama.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Katsura C, Ogunmwonyi I, Kankam HK, Saha S. Breast cancer: presentation, investigation and management. *Br J Hosp Med* [Internet]. 2022 Feb 2 [citado 2024 Nov 23];83(2):1-7. Disponible en: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/full/10.12968/hmed.2021.0459>
2. Palmero Picazo J, Lassard Rosenthal J, Juárez Aguilar LA, Medina Núñez CA, et al. Cáncer de mama: una visión general. *Acta Médica Grupo Ángeles* [Internet]. 2021 Sep [citado 2024 Nov 23];19(3):354-60. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-72032021000300354&lng=es&nrm=iso&tlng=es
3. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2021 May;71(3):209-49.
4. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* [Internet]. 2024 [citado 2024 Oct 9];74(3):229-63. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.3322/caac.21834>
5. Sharma R. Temporal patterns of breast cancer incidence, mortality, disability-adjusted life years and risk factors in 12 South American countries, 1990–2019: an examination using estimates from the global burden of disease 2019 study. *Breast Cancer Res Treat* [Internet]. 2023 Dec

- 1 [citado 2024 Nov 25];202(3):529-40. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s10549-023-07075-y>
6. International Agency for Cancer. Cancer Today [Internet]. Lyon: IARC; [citado 2024 Nov 25]. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/today/>
7. Ministerio de Salud del Perú. Sala Situacional de cáncer en el Perú enero-diciembre 2023 [Internet]. Lima: MINSA; 2023 [citado 2024 Nov 25]. Disponible en:
<https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2023/SE52/cancer.pdf>
8. Ministerio de Salud del Perú. Sala Situacional de cáncer en el Perú I trimestre 2024 [Internet]. Lima: MINSA; 2024 [citado 2024 Nov 25]. Disponible en:
<https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2024/SE24/cancer.pdf>
9. Galvin R, Joyce D, Downey E, Boland F, Fahey T, Hill AK. Development and validation of a clinical prediction rule to identify suspected breast cancer: a prospective cohort study. BMC Cancer [Internet]. 2014 Oct 3 [citado 2025 May 25];14(1):743. Disponible en:
<https://doi.org/10.1186/1471-2407-14-743>
10. Watson M. Assessment of Suspected Cancer. InnovAiT [Internet]. 2028 Feb 1 [citado 2025 May 25];1(2):94-107. Disponible en:
<https://doi.org/10.1093/innovait/inn001>
11. Aibar L, Santalla A, Criado MSL, González-Pérez I, Calderón MA, Gallo JL, et al. Clasificación radiológica y manejo de las lesiones mamarias. Clin Investig Ginecol Obstet [Internet]. 2011 Jul 1 [citado 2025 May 25];38(4):141-9. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e->

investigacion-ginecologia-obstetricia-7-articulo-clasificacion-radiologica-manejo-lesiones-mamarias-S0210573X10001231

12. Lee-Felker SA, Tekchandani L, Thomas M, Gupta E, Andrews-Tang D, Roth A, et al. Newly diagnosed breast cancer: comparison of contrast-enhanced spectral mammography and breast MR imaging in the evaluation of extent of disease. *Radiology* [Internet]. 2017 Nov [citado 2024 Nov 25];285(2):389-400. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2017161592>
13. Pötsch N, Vatteroni G, Clauser P, Helbich TH, Baltzer PAT. Contrast-enhanced mammography versus contrast-enhanced breast MRI: a systematic review and meta-analysis. *Radiology* [Internet]. 2022 Oct [citado 2025 Dec 1];305(1):94-103. Disponible en: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.212530>
14. Saslow D, Boetes C, Burke W, Harms S, Leach MO, Lehman CD, et al. American Cancer Society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography. *CA Cancer J Clin* [Internet]. 2007 [citado 2024 Nov 25];57(2):75-89. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.3322/canjclin.57.2.75>
15. Jochelson MS, Lobbes MBI. Contrast-enhanced mammography: state of the art. *Radiology* [Internet]. 2021 Apr [citado 2024 Dec 12];299(1):36-48. Disponible en: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2021201948>
16. Coffey K, Jochelson MS. Contrast-enhanced mammography in breast cancer screening. *Eur J Radiol* [Internet]. 2022 Nov [citado 2024 Dec 9];

- 156:110513. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10680079/>
17. Richter V, Hatterman V, Preibsch H, Bahrs SD, Hahn M, Nikolaou K, et al. Contrast-enhanced spectral mammography in patients with MRI contraindications. *Acta Radiol* [Internet]. 2018 Jul [citado 2025 Dec 1];59(7):798-805. Disponible en:
<https://doi.org/10.1177/0284185117735561>
18. Açar ÇR, Orguc S. Comparison of performance in diagnosis and characterization of breast lesions: contrast-enhanced mammography versus breast magnetic resonance imaging. *Clin Breast Cancer* [Internet]. 2024 Aug [citado 2025 Dec 1];24(6):481-93. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1526820924001071>
19. TekiNhatun M, SabiR N, Erdem E, Yilmaz S, Ufuk F. Dynamic contrast-enhanced mammography and breast MRI in the diagnosis of breast cancer and detection of tumor size. *Turk J Med Sci* [Internet]. 2024 Jan 1 [citado 2025 Dec 1];54(1):249-61. Disponible en:
<https://journals.tubitak.gov.tr/medical/vol54/iss1/28>
20. Yasin R, El Ghany EA. BIRADS 4 breast lesions: comparison of contrast-enhanced spectral mammography and contrast-enhanced MRI. *Egypt J Radiol Nucl Med* [Internet]. 2019 Dec [citado 2025 Dec 1];50(1):34. Disponible en: <https://ejrnm.springeropen.com/articles/10.1186/s43055-019-0043-6>
21. Kamal RM, Hanafy MM, Mansour SM, Hassan M, Gomaa MM. Can contrast-enhanced mammography replace dynamic contrast-enhanced MRI

- in the assessment of sonomammographic indeterminate breast lesions? Egypt J Radiol Nucl Med [Internet]. 2020 Dec [citado 2025 Dec 1];51(1):66. Disponible en: <https://ejrnm.springeropen.com/articles/10.1186/s43055-020-00188-0>
22. Xing D, Lv Y, Sun B, Xie H, Dong J, Hao C, et al. Diagnostic value of contrast-enhanced spectral mammography in comparison to magnetic resonance imaging in breast lesions. J Comput Assist Tomogr [Internet]. 2019 Mar [citado 2025 Dec 1];43(2):245-51. Disponible en: <https://journals.lww.com/00004728-201903000-00013>
23. Mohammed BH, Mahdi MB, Abdulwahid HM. Evaluating suspicious breast lesions: a head-to-head comparison of contrast-enhanced mammography and breast MRI. South Asian Res J Appl Med Sci [Internet]. 2025 Jan 22 [citado 2025 Dec 15];7(01):6-15. Disponible en: https://sarpublication.com/media/articles/SARJAMS_71_6-15.pdf
24. Rudnicki W, Piegza T, Rozum-Liszewska N, Górski M, J. Popiela T, Basta P, et al. The effectiveness of contrast-enhanced spectral mammography and magnetic resonance imaging in dense breasts. Pol J Radiol [Internet]. 2021 Mar 15 [citado 2025 Dec 1];86:159-64. Disponible en: <https://www.polradiol.com/The-effectiveness-of-contrast-enhanced-spectral-mammography-r-and-magnetic-resonance,126843,0,2.html>
25. Fallenberg EM, Schmitzberger FF, Amer H, Ingold-Heppner B, Balleyguier C, Diekmann F, et al. Contrast-enhanced spectral mammography vs. mammography and MRI: clinical performance in a multi-reader evaluation.

- Eur Radiol [Internet]. 2017 Jul [citado 2025 Dec 1];27(7):2752-64.
Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00330-016-4650-6>
26. Clauser P, Baltzer PAT, Kapetas P, Hoernig M, Weber M, Leone F, et al. Low-dose, contrast-enhanced mammography compared to contrast-enhanced breast MRI: A feasibility study. J Magn Reson Imaging [Internet]. 2020 Aug [citado 2025 Dec 1];52(2):589-95. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmri.27079>
27. Dromain C, Balleyguier C, Adler G, Garbay JR, Delalogue S. Contrast-enhanced digital mammography: state of the art. Diagn Interv Imaging [Internet]. 2019 Oct [citado 2025 Dec 1];100(10):593-605. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2019.04.001>
28. Lobbes MBI, Lalji U, Houwers J, Nijssen EC, Nelemans PJ, van Roozendaal L, et al. Contrast-enhanced mammography: techniques, current results, and future perspectives. Breast [Internet]. 2017 Feb [citado 2025 Dec 1]; 31:213-224. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.breast.2016.12.007>
29. Patel BK, Lobbes MBI, Lewin J. Contrast enhanced spectral mammography: a review. Semin Ultrasound CT MRI [Internet]. 2018 Feb 1 [citado 2025 Feb 8];39(1):70-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0887217117300859>
30. Mann RM, Kuhl CK, Moy L. Contrast-enhanced MRI for breast cancer screening. J Magn Reson Imaging [Internet]. 2019 Agu [citado 2025 May 29];50(2):377-90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6767440/>

31. Santini A, Man A, Voidăzan S. Accuracy of diagnostic tests. *J Crit Care Med* [Internet]. 2021 Agu 4 [citado 2025 May 29];7(3):241-8. Disponible en: <https://sciendo.com/article/10.2478/jccm-2021-0022>
32. Loibl S, Poortmans P, Morrow M, Denkert C, Curigliano G. Breast cancer. *Lancet* [Internet]. 2021 May 8 [citado 2025 May 29];397(10286):1750-69. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)32381-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)32381-3/fulltext)
33. Mustafa W, Mustafa O. ACR breast density: relationship with age, and its impact on mammographic and ultrasound findings. *AlQalam J Med Appl Sci* [Internet]. 2024 Sep 4 [citado 2024 Dec 12];847-54. Disponible en: <https://journal.utripoli.edu.ly/index.php/Alqalam/article/view/632>
34. Mann RM, Cho N, Moy L. Breast MRI: State of the art. *Radiology* [Internet]. 2019 [citado 2024 Dec 12];292(3):520-536. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31361209/>
35. Expert Panel on Breast Imaging: Mainiero MB, Moy L, Baron P, Didwania AD, diFlorio RM, et al. ACR appropriateness criteria® breast cancer screening. *J Am Coll Radiol* [Internet]. 2017 [citado 2024 Dec 12];14(11S): S383–S390. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2017.08.044>
36. Kuhl C. The current status of breast MR imaging. Part I. Choice of technique, image interpretation, diagnostic accuracy, and transfer to clinical practice. *Radiology* [Internet]. 2007 [citado 2024 Dec 12];244(2):356–78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2442051620>

IX. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1. Criterios de elegibilidad basados en el marco PCC (población - concepto - contexto).

Criterios	Inclusión	Exclusión
Población	Mujeres de 18 años a más, consideradas de “alta sospecha” de cáncer de mama (factores de riesgo elevados, signos clínicos sugestivos o hallazgos imagenológicos BI-RADS 4 o 5).	Mujeres menores de 18 años. Mujeres sin criterios de sospecha alta (por ejemplo, hallazgos BI-RADS 1-2).
Concepto	Estudios que evalúen la precisión diagnóstica comparativa de la mamografía con contraste (CEM) frente a la resonancia magnética de mama (RM), reportando valores de sensibilidad y especificidad en la detección del cáncer de mama.	Estudios que no informen indicadores de precisión diagnóstica (sensibilidad/especificidad) o que se enfoquen en otras modalidades que no sean CEM o RM.
Contexto	Entornos clínicos de detección diagnóstica temprana en cáncer de mama, típicamente en hospitales o centros especializados con disponibilidad de CEM y RM.	Estudios realizados en contextos ajenos a la detección/diagnóstico o en entornos sin acceso a ambas técnicas.

Criterios	Inclusión	Exclusión
Tipo de publicación e idioma	Artículos de investigación originales y revisiones sistemáticas pertinentes. Publicaciones en inglés, español o portugués que estén disponibles en texto completo.	Resúmenes de congresos, cartas al editor, editoriales y artículos sin revisión por pares. Publicaciones no disponibles en texto completo o en idiomas distintos al inglés/español/portugués.
Periodo de publicación	Estudios publicados entre enero de 1990 y diciembre de 2025.	Estudios publicados antes del 1990.
Tipo de estudio	Estudios observacionales (cohortes, casos y controles) y ensayos clínicos; así como literatura gris (tesis) si cumple los criterios anteriores.	Estudios que no correspondan a los diseños señalados (por ejemplo, reportes anecdóticos aislados sin datos suficientes).

Tabla 2. Características generales de los estudios incluidos en el trabajo de investigación.

TÍTULO	AÑO Y AUTOR	PAÍS	DISEÑO	OBJETIVOS
Comparison of Performance in 2024, Diagnosis and Characterization of Breast Lesions: Contrast-Enhanced Mammography Versus Breast Magnetic Resonance Imaging	2024, Çağdaş Rıza Açar, Sebnem Orguc	Turquía	Observacional comparativo (prospectivo)	Comparar sensibilidad, especificidad y rendimiento diagnóstico entre CEM y RM para caracterizar lesiones mamarias.
Dynamic contrast-enhanced mammography and breast MRI in the diagnosis of breast cancer and detection of tumor size	2024, Muhammed Tekinhatun et al.	Turquía	Observacional comparativo (prospectivo)	Evaluar el rendimiento diagnóstico de CEM y RM, compararlas con histopatología y correlacionar mediciones de tamaño tumoral.

TÍTULO	AÑO Y AUTOR	PAÍS	DISEÑO	OBJETIVOS
BIRADS 4 breast lesions: comparison of contrast-enhanced spectral mammography and contrast-enhanced MRI	2019, Yasin & Enas Abd El Ghany	Egipto	Observacional comparativo (prospectivo)	Evaluar y comparar la precisión de CEM versus RM para la caracterización de lesiones mamarias sospechosas
¿Can contrast-enhanced mammography replace dynamic contrast-enhanced MRI in the assessment of sonomammographic indeterminate breast lesions?	2020, Mohamed Kamal et al.	Egipto	Observacional comparativo (prospectivo)	Determinar si la CEM puede sustituir a la RM dinámica en la evaluación de lesiones mamarias indeterminadas (BI-RADS 3-4).
Diagnostic Value of Contrast-Enhanced Spectral Mammography in Comparison to Magnetic Resonance Imaging in Breast Lesions	2019, Dong Xing et al.	China	Observacional comparativo (prospectivo)	Evaluar la eficacia diagnóstica de CEM en comparación con la RM para detectar y caracterizar lesiones mamarias

TÍTULO	AÑO Y AUTOR	PAÍS	DISEÑO	OBJETIVOS
Evaluating Suspicious Breast Lesions: A Head-to-Head Comparison of Contrast-Enhanced Mammography and Breast MRI	2025, Boroj Hassan Mohammed et al.	Irak	Observacional comparativo (prospectivo)	Evaluar la eficacia diagnóstica de la CEM en la caracterización de lesiones mamarias sospechosas y compararla con la RM, utilizando la histopatología como patrón de oro.
The effectiveness of contrast-enhanced spectral mammography and magnetic resonance imaging in dense breasts	2021, Wojciech Rudnicki et al.	Polonia	Observacional comparativo (retrospectivo)	Evaluar la efectividad comparativa de CEM y RM en pacientes con mamas densas.

TÍTULO	AÑO Y AUTOR	PAÍS	DISEÑO	OBJETIVOS
Contrast-enhanced spectral mammography vs. mammography and MRI– clinical performance in a multi-reader evaluation	2016, Eva Fallenberg et al.	Alemania/Francia	Observacional comparativo (prospectivo, multicéntrico, multilector)	Comparar el rendimiento diagnóstico de CESM, MG y RM en la detección y medición de lesiones mamarias.
Low-Dose, Contrast-Enhanced Mammography Compared to Contrast Enhanced Breast MRI: A Feasibility Study	2020, Paola Clauser et al.	Austria	Observacional comparativo (prospectivo, de centro único, multilectores)	Evaluar el rendimiento diagnóstico de la L-CEM frente a RM en mujeres con hallazgos sospechosos.

TÍTULO	AÑO Y AUTOR	PAÍS	DISEÑO	OBJETIVOS
Contrast-enhanced Mammography versus Contrast enhanced Breast MRI: A Systematic Review and Meta-Analysis	2022, Nina Pötsch et al.	Austria/Italia	Revisión sistemática y metaanálisis	Comparar el rendimiento diagnóstico de la CEM y la RM (sensibilidad, especificidad y valor predictivo negativo) para la detección de cáncer de mama, además de identificar fuentes de heterogeneidad entre estudio

Tabla 3. Descripción de los estudios incluidos en el proyecto de investigación.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
Comparison of Performance in Diagnosis and Characterization of Breast Lesions: Contrast-Enhanced Mammography Versus Breast Magnetic Resonance Imaging	Mujeres con sospecha de lesiones malignas o hallazgos indeterminados en estudios previos, incluyendo mamas densas.	CEM y RM mostraron capacidad equivalente para identificar lesiones malignas, con desempeño similar en mamas densas y adecuada caracterización morfológica.	CEM es una alternativa válida a RM para la evaluación inicial y caracterización de lesiones mamarias.
Dynamic contrast-enhanced mammography and breast MRI in the diagnosis of breast cancer and detection of tumor size	Mujeres con lesiones sospechosas remitidas para evaluación con contraste, la mayoría en edad media.	Ambas técnicas lograron detectar con precisión las lesiones malignas y caracterizar adecuadamente el tamaño del tumor y sus características de realce.	CEM proporciona información comparable a RM y puede emplearse en la valoración diagnóstica y preoperatoria.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
BIRADS 4 breast lesions: comparison of contrast-enhanced spectral mammography and contrast-enhanced MRI	Mujeres con lesiones clasificadas como BIRADS 4, con alta sospecha de malignidad.	Ambas técnicas identificaron la mayoría de las lesiones malignas; CEM mostró mayor especificidad al discernir adecuadamente lesiones benignas.	CEM constituye una herramienta diagnóstica útil en lesiones altamente sospechosas, complementando o reemplazando a RM.
¿Can contrast-enhanced mammography replace dynamic contrast-enhanced MRI in the assessment of sonomammographic indeterminate breast lesions?	Mujeres con lesiones clasificadas como indeterminadas (BIRADS 3–4) en MG/US, remitidas para caracterización adicional.	RM mostró ligera ventaja en sensibilidad, pero CEM permitió una adecuada caracterización de la mayoría de las lesiones sin requerir estudios adicionales.	CEM puede utilizarse como método alternativo para resolver dudas diagnósticas en lesiones indeterminadas.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
Diagnostic Value of Contrast-Enhanced Spectral Mammography in Comparison to Magnetic Resonance Imaging in Breast Lesions	Mujeres con lesiones mamarias sospechosas detectadas clínicamente o en imagen previa.	CEM y RM mostraron niveles comparables de detección de lesiones malignas; CESM evidenció menor número de hallazgos falsos positivos.	CESM ofrece desempeño equivalente a MRI y puede reducir sobre interpretaciones innecesarias.
Evaluating Suspicious Breast Lesions: A Head-to-Head Comparison of Contrast-Enhanced Mammography and Breast MRI	Mujeres adultas con lesiones mamarias sospechosas identificadas mediante mamografía convencional o ecografía, clasificadas principalmente como BI-RADS IV o V.	La CEM y la RM mostraron alta capacidad para identificar y caracterizar lesiones malignas, con hallazgos concordantes con la histopatología. La RM presentó mejor capacidad para excluir falsos positivos, y la CEM permitió diferenciar lesiones benignas y malignas cuando la RM no era accesible o estaba contraindicada.	La CEM es eficaz para caracterizar lesiones mamarias sospechosas, con desempeño similar a la RM. Además, su accesibilidad, menor costo y mejor tolerancia la convierten en una alternativa diagnóstica viable en diversos contextos clínicos.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
The effectiveness of contrast-enhanced spectral mammography and magnetic resonance imaging in dense breasts	Mujeres con mamas densas y hallazgos sugestivos de enfermedad.	RM detectó todos los casos malignos; CESM no mostró realce en lesiones benignas, lo que redujo falsos positivos y facilitó la interpretación.	CEM es útil cuando RM no está disponible o contraindicado, especialmente en tejido glandular denso.
Contrast-enhanced spectral mammography vs. mammography and MRI—clinical performance in a multi-reader evaluation	Mujeres con cáncer de mama confirmado, evaluadas para caracterización adicional y correlación con histología.	CEM mostró desempeño comparable a RM y superior a MG para detectar extensión tumoral y multifocalidad.	CEM constituye una técnica confiable para la evaluación integral del cáncer de mama, especialmente en mamas densas.
Low-Dose, Contrast-Enhanced Mammography Compared to Contrast Enhanced Breast MRI: A Feasibility Study	Mujeres con lesiones sospechosas evaluadas para determinar malignidad y extensión.	L-CEM de baja dosis logró desempeño similar a RM, con menor cantidad de hallazgos considerados sospechosos de manera incorrecta.	El L-CEM de baja dosis es una alternativa eficaz a RM, especialmente para disminuir estudios innecesarios.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
Contrast-enhanced Mammography versus Contrast enhanced Breast MRI: A Systematic Review and Meta-Analysis	Mujeres evaluadas en distintos escenarios clínicos: estudios de detección complementaria tras hallazgos indeterminados en mamografía, tomosíntesis o ecografía; pacientes con lesiones sospechosas (BI-RADS 0, 3, 4 y 5).	El metaanálisis evidenció que ambas técnicas presentan un desempeño diagnóstico comparable, aunque RM mostró mayor capacidad para descartar malignidad ante un resultado negativo. La CEM presentó una especificidad ligeramente superior, mientras que RM destacó por su mayor sensibilidad y menor probabilidad de falsos negativos. La variabilidad entre estudios se explicó por diferencias metodológicas, contrastes utilizados y configuración de lectura.	RM sobresale como técnica más sensible para descartar cáncer, mientras que CEM constituye una alternativa accesible con desempeño global similar. Ambas técnicas son útiles, pero la elección debe considerar disponibilidad, contexto clínico y probabilidad pretest. Se recomienda mayor investigación prospectiva para definir con precisión el rol de cada técnica en distintos escenarios diagnósticos.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
Comparison of Performance in Diagnosis and Characterization of Breast Lesions: Contrast-Enhanced Mammography Versus Breast Magnetic Resonance Imaging	Mujeres con sospecha de lesiones malignas o hallazgos indeterminados en estudios previos, incluyendo mamas densas.	CEM y RM mostraron capacidad equivalente para identificar lesiones malignas, con desempeño similar en mamas densas y adecuada caracterización morfológica.	CEM es una alternativa válida a RM para la evaluación inicial y caracterización de lesiones mamarias.
Dynamic contrast-enhanced mammography and breast MRI in the diagnosis of breast cancer and detection of tumor size	Mujeres con lesiones sospechosas remitidas para evaluación con contraste, la mayoría en edad media.	Ambas técnicas lograron detectar con precisión las lesiones malignas y caracterizar adecuadamente el tamaño del tumor y sus características de realce.	CEM proporciona información comparable a RM y puede emplearse en la valoración diagnóstica y preoperatoria.

TÍTULO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE INTERÉS	RESULTADOS RELEVANTES	CONCLUSIONES
BIRADS 4 breast lesions: comparison of contrast-enhanced spectral mammography and contrast-enhanced MRI	Mujeres con lesiones clasificadas como BIRADS 4, con alta sospecha de malignidad.	Ambas técnicas identificaron la mayoría de las lesiones malignas; CEM mostró mayor especificidad al discernir adecuadamente lesiones benignas.	CEM constituye una herramienta diagnóstica útil en lesiones altamente sospechosas, complementando o reemplazando a RM.
¿Can contrast-enhanced mammography replace dynamic contrast-enhanced MRI in the assessment of sonomammographic indeterminate breast lesions?	Mujeres con lesiones clasificadas como indeterminadas (BIRADS 3–4) en MG/US, remitidas para caracterización adicional.	RM mostró ligera ventaja en sensibilidad, pero CEM permitió una adecuada caracterización de la mayoría de las lesiones sin requerir estudios adicionales.	CEM puede utilizarse como método alternativo para resolver dudas diagnósticas en lesiones indeterminadas.

Tabla 4. Características técnicas y protocolos de adquisición utilizados en los estudios incluidos.

AUTOR	CEM	RM
Çağdaş Rıza	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo GE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo GE Signa HDx de 1,5 T.
Açar et al.	<ul style="list-style-type: none"> • Contraste yodado no iónico de baja osmolaridad (Opaxol/Kopaq 350), dosis 1,5 ml/kg, volumen total 100 ml, caudal 3 ml/s, 20 mL de solución salina, inyector Medrad. • Adquisición 1,5 min postinyección. • Primero mama objetivo, seguida de mama contralateral. • Proyecciones CC y MLO con imágenes de baja (28–32 kVp) y alta energía (45–49 kVp). 	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencias T1 axial, T2 FSE sagital y T1 FSE sagital pre y postcontraste. • Contraste gadobutrol o ácido gadotérico (Dotarem), dosis 0,1 mmol/kg.
Muhammed	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Hologic Selenia Dimensions con protocolo de energía dual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo GE Signa HDx de 1,5 T.
Tekinhatun et al.	<ul style="list-style-type: none"> • Contraste Omnipaque 350, dosis 1,5 ml/kg, caudal 2 ml/s, inyector GE. • Adquisición a los 2 min postinyección. • Proyecciones CC y MLO bilaterales. • Procesamiento mediante software I-View para sustracción y realce. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamiento en decúbito prono. • Secuencias T2 STIR axial, TSE T2W axial, DWI axial, T1W precontraste y T1W dinámico postcontraste. • Contraste Dotarem, dosis 0,2 mmol/kg, caudal 2 ml/s, seguido de 20 ml de solución salina.

AUTOR	CEM	RM
Rabab Yasin & Enas Abd El Ghany	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo GE Senographe Essential. ● Posicionamiento similar a mamografía convencional. ● Contraste yodado (Visipaque 320), dosis 1,5 cc/kg, administración con inyector automático ImaXea. ● Primero adquisición de la mama no sospechosa, seguida de la mama sospechosa. ● Proyecciones MLO y CC, con intervalo de 1 min. ● Imágenes de baja (26–30 kVp) y alta energía (45–49 kVp). ● Procesamiento mediante sustracción digital para visualización del realce. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo Siemens Magnetom Aera de 1,5 T con bobina de 4 canales. ● Posicionamiento en decúbito prono. ● Secuencias T2 axial, T1 axial, DWI axial, mapa ADC y secuencias pre y postcontraste. ● Contraste gadobutrol, dosis 0,1 mmol/kg, caudal 1–2 ml/s.
Rasha Mohamed Kamal et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo GE Senographe Pristine. ● Contraste no iónico (Omnipaque 350/Iohexol), dosis 1,5 cc/kg, administración manual. ● Adquisición 2 min postinyección. ● Imágenes de baja (23–32 kVp) y alta energía (45–49 kVp). ● Procesamiento mediante sustracción digital con software del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo Siemens Magnetom Aera de 1,5 T con bobina de 16 canales. ● Posicionamiento en decúbito prono. ● Secuencias precontraste (T1W axial, T2W axial, Dixon, DWI, mapa ADC). ● Secuencia dinámica VIBE postcontraste. ● Contraste Magnevist, dosis 0,1 cc/kg.

AUTOR	CEM	RM
Dong Xing et al.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo GE Senographe Essential. • Imágenes de baja energía (26–32 kVp) y alta energía (45–49 kVp). • Contraste Iohexol 300–350, dosis 1,5 ml/kg, caudal 3 ml/s. • Adquisición 2 min postinyección. • Cuatro vistas (CC y MLO), iniciando por la mama sospechosa. • Duración aproximada del estudio: 7 min. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo GE Signa HDxT de 3 T con bobina dedicada para mama. • Posicionamiento en decúbito prono. • Secuencias T1, T2 y dinámicas postcontraste. • Contraste Gd-DTPA, dosis 0,2 mmol/kg, caudal 2 ml/s.
Borooj Hassan Mohammed et al.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo GE Senographe Pristine. • Contraste no iónico (Omnipaque 350/Iohexol), dosis 1,5 cc/kg, administración manual. • Adquisición 2 min postinyección. • Imágenes de baja (23–32 kVp) y alta energía (45–49 kVp). • Procesamiento mediante sustracción digital con software del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Siemens Magnetom Aera de 1,5 T con bobina de 16 canales. • Posicionamiento en decúbito prono. • Secuencias precontraste (T1W axial, T2W axial, Dixon, DWI, mapa ADC). • Secuencia dinámica VIBE postcontraste. • Contraste Magnevist, dosis 0,1 cc/kg.

AUTOR	CEM	RM
Wojciech	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo GE Senographe Essential. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo Siemens Avanto de 1,5 T.
Rudnicki et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolo estándar de CEM. ● Contraste yodado (Iopromida), dosis 1,5 ml/kg. ● Adquisición de imágenes 2 min postinyección. ● Duración total aproximada del estudio: 7 min. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Secuencias T1, T2, T2 con saturación grasa, DWI y series dinámicas postcontraste. ● Contraste gadobutrol, dosis 0,1 mmol/kg.
Eva Fallenberg et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo GE con software específico para adquisición y procesamiento de imágenes de energía dual. ● Uso de contraste yodado (Xenetix 300). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de RM de 1,5 T con bobina de 4 o 8 canales. ● Posicionamiento en decúbito prono. ● Secuencias ponderadas en T2W y eco gradiente. ● Contraste gadolinio (Dotarem), dosis 0,1 mmol/kg.
Nina Pötsch et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipos de mamografía con técnica de doble energía. ● Uso de contraste yodado intravenoso. ● Proyecciones CC y MLO. ● Procesamiento mediante sustracción digital. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipos de RM de 1,5 T o 3 T con bobinas dedicadas para mama. ● Contraste gadolinio intravenoso. ● Secuencias T1 dinámicas con contraste, T2, DWI y mapa ADC.

Tabla 5. Indicadores de la precisión diagnóstica indicada en cada estudio incluido.

AUTOR	COMPARACIÓN	SENSIBILIDAD (%) [IC 95%]	ESPECIFICIDAD (%) [IC 95%]	VPP (%)	VPN (%)
Çağdaş Rıza Açar et al.*	CEM vs RM	CEM 98,40 vs RM 100	CEM 81,91 vs RM 75,53	CEM 87,85 vs RM 84,45	CEM 97,46 vs RM 100
Muhammed Tekinhatun et al.*	CEM vs RM	CEM 97,14 vs RM 97,1	CEM 60 vs RM 60	CEM 77,27 vs RM 77,3	CEM 93,75 vs RM 93,8
Rabab Yasin & Enas Abd El Ghany	CEM vs RM	CEM 94,1 vs RM 100	CEM 100 vs RM 95,5	CEM 100 vs RM 97,1	CEM 91,7 vs RM 100
Rasha Mohamed Kamal et al.	CEM vs DCE-RM	CEM 94,17 (88,35-97,62) vs RM 100 (96,97–100,00)	CEM 64,71 (50,07-77,57) vs RM 68,63 (54,11–80,89)	CEM 86,26 (81,20-90,13) vs RM 88,24 (83,33–91,84)	CEM 82,50 (69,08-90,87) vs RM 100

AUTOR	COMPARACIÓN	SENSIBILIDAD (%) [IC 95%]	ESPECIFICIDAD (%) [IC 95%]	VPP (%)	VPN (%)
Dong Xing et al.*	CEM vs RM	CEM 91,5 vs RM 91,5	CEM 89,5 vs RM 80,2	CEM 94,7 vs RM 90,5	CEM 83,7 vs RM 82,1
Borooj Hassan Mohammed et al.*	CEM vs DCE-RM	CEM 93,33 vs DCE- RM 93,33	CEM 80,00 vs DCE- RM 93,33	CEM 82,35 vs DCE- RM 93,33	CEM 92,31 vs DCE-RM 93,33
Wojciech Rudnicki et al.*	CEM vs RM	CEM 100 vs RM 100	CESM 33 vs RM 23	CESM 75 vs RM 72	CESM 100 vs RM 100
Eva Fallenberg et al.*	CEM vs RM	CEM 72% vs RM 76%	CEM 94% vs RM 88%	NE	NE

AUTOR	COMPARACIÓN	SENSIBILIDAD (%) [IC 95%]	ESPECIFICIDAD (%) [IC 95%]	VPP (%)	VPN (%)
Paola Clauser et al.	L-CEM vs RM	L-CEM 65,6-90,2% vs RM 83,6-93,4	L-CEM 46,9-96,9 vs RM 37,5-53,1	L-CEM 76,4-97,6 vs RM 73,3-77,3	L-CEM 59,6- 71,4 vs RM 63,0-76,5
Nina Pötsch et al.	CEM vs RM	CEM 91(77-97) vs RM 97 (86-99)	CEM 74 (52-89) vs RM 69 (46-85)	NE	CEM 88 (77- 99) vs RM 95 (84-100)

Leyenda: CEM: Mamografía con contraste (Contrast-Enhanced Mammography); CESM: Mamografía espectral con contraste (Contrast-Enhanced Spectral Mammography); L-CEM: Mamografía con contraste de baja dosis (Low-Dose Contrast Mammography); MRI: Imagen por Resonancia magnética (magnetic resonance imaging); DCE-MRI: Resonancia magnética con contraste dinámica (Dynamic Contrast-Enhanced MRI); CE-MRI: Resonancia magnética con contraste (Contrast-Enhanced MRI); VPP: Valor predictivo positivo; VPN: Valor predictivo negativo; NE: No especificado / no estimable con los datos del artículo.

* Autor no reporta intervalo de confianza

Tabla 6. Ventajas y limitaciones de los estudios incluidos en el proyecto de investigación.

AÑO Y AUTOR	VENTAJAS	LIMITACIONES
2024, Çağdaş Rıza Açar	<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluación integral (morfología, cinética, ADC, densidad). ● Desempeño comparable entre CEM y RM incluso en mamas densas. ● Incluye análisis de concordancia interobservador. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Más del 50% de los RM fueron externos (variabilidad técnica) ● Alta prevalencia de malignidad (sobreestimación de rendimiento) ● Diagnóstico benigno basado en seguimiento en algunos casos.
2024, Muhammed Tekinhatun et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● CEM mostró mejor correlación con tamaño tumoral real. ● Estudio prospectivo con lectura independiente y cegada. ● Alto rendimiento diagnóstico similar entre CEM y RM. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Especificidad baja para ambas técnicas. ● Prevalencia de malignidad elevada (sesgo de selección) ● No analiza el impacto de la densidad mamaria.

AÑO Y AUTOR	VENTAJAS	LIMITACIONES
2019, Rabab Yasin & Enas	<ul style="list-style-type: none"> ● CEM obtuvo especificidad del 100% en BI-RADS 4. 	<ul style="list-style-type: none"> ● CEM no detectó lesiones satélites pequeñas <5 mm (impacto terapéutico importante).
Abd El Ghany	<ul style="list-style-type: none"> ● RM identificó lesiones satélites, mejora la estadificación. ● CEM útil cuando RM está contraindicada. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Falsos negativos en lesiones no-masa. ● Muestra pequeña (50 pacientes).
2020, Rasha Mohamed Kamal et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Enfocado en BI-RADS 3-4 (grupo de mayor incertidumbre diagnóstica). ● Describe con detalle patrones de realce masa/no-masa. ● CEM puede disminuir falsos positivos respecto a RM. 	<ul style="list-style-type: none"> ● CEM produjo falsos negativos (lesiones malignas sin realce). ● Referencia combinada (biopsia + seguimiento), reduciendo la solidez metodológica. ● El intervalo entre pruebas puede ser prolongado (hasta 1 mes).

AÑO Y AUTOR	VENTAJAS	LIMITACIONES
2019, Dong Xing et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● CEM con mayor especificidad y menor tasa de falsos positivos que RM. ● Gran cohorte (263 lesiones). ● Excelente correlación CEM-patología en tamaño tumoral. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pacientes seleccionados por alta sospecha clínica, no generalizable a screening. ● No evalúa desempeño según densidad mamaria. ● No especifica experiencia de lectores (posible sesgo).
2025, Borooj Hassan Mohammed et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Estudio prospectivo con comparación directa CEM–RM en las mismas pacientes. ● La histopatología fue el estándar de oro para todas las lesiones, fortaleciendo la validez diagnóstica. ● Sensibilidad de CEM igual a RM ● CEM se propone como herramienta eficaz de <i>problem-solving</i> cuando RM no está disponible o está contraindicada. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tamaño muestral pequeño (30 pacientes) ● Alta sospecha pretest puede sobreestimar sensibilidad y valores predictivos. ● No se evalúa seguimiento a largo plazo en lesiones probablemente benignas para detectar posibles errores tardíos. ● No evalúa concordancia interobservador ni reproducibilidad.

AÑO Y AUTOR	VENTAJAS	LIMITACIONES
2021, Wojciech Rudnicki et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Foco en mamas densas (grupo clínicamente crítico). ● Cuando CEM no muestra realce, la benignidad fue del 100%. ● Sugiere CEM como alternativa válida cuando RM no es posible. 	<ul style="list-style-type: none"> ● RM sigue mostrando mayor sensibilidad en densidad glandular. ● No se incluyen análisis avanzados (cinética o ADC). ● Estudio retrospectivo con riesgo de sesgos.
2016, Eva Fallenberg et al	<ul style="list-style-type: none"> ● Multicéntrico y multilector, alta validez externa. ● CESM supera claramente a MG y se acerca a MRI. ● Beneficio mayor en mamas densas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Los lectores sabían que todas las pacientes tenían cáncer, lo que introduce sesgo. ● Sensibilidad MRI superior. ● Falta de criterios BI-RADS formales para CEM.
2020, Paola Clauser et al.	<ul style="list-style-type: none"> ● Evalúa CEM de baja dosis, relevante para seguridad radiológica. ● CEM presentó mayor especificidad y PPV que MRI. ● Lectura estructurada por múltiples radiólogos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sensibilidad y tasa de detección inferiores a MRI ● Alta variabilidad entre lectores por falta de estandarización. ● Uso de prototipo no disponible comercialmente

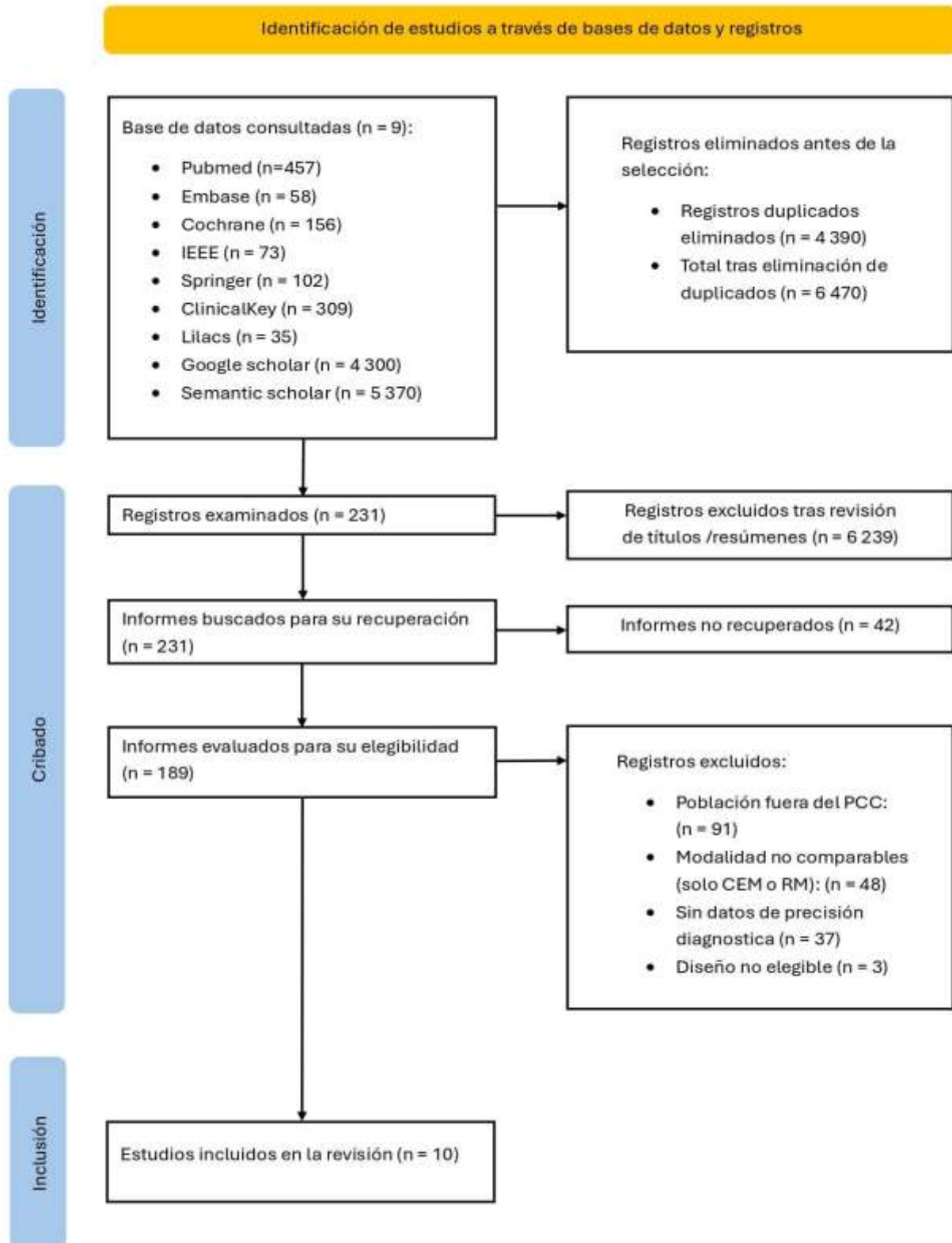
AÑO Y AUTOR	VENTAJAS	LIMITACIONES
2022, Nina	<ul style="list-style-type: none"> ● Síntesis robusta que compara directamente CEM vs 	<ul style="list-style-type: none"> ● Alta heterogeneidad entre estudios incluidos.
Pötsch et al.	<p data-bbox="555 454 629 491">MRI.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MRI superior en sensibilidad y probabilidad de descartar malignidad ● CEM presenta mejor especificidad y menos falsos positivos globales. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de protocolos estandarizados en CEM. ● No analiza subgrupos críticos (densidad, tipo de lesión).

ANEXOS

Anexo 1. Términos de la estrategia de búsqueda.

Base de Datos	Algoritmo de Búsqueda	Resultados
PubMed (MEDLINE)	(((((female [MeSH Terms]) AND (breast cancer[MeSH Terms]))) AND (contrast-enhanced mammography[MeSH Terms])) AND (image, magnetic resonance[MeSH Terms])) AND (diagnosis[MeSH Terms])	457
Embase	female/ and contrast enhanced mammography/ and nuclear magnetic resonance imaging/ and breast cancer/ and (diagnosis/ or early diagnosis/)	58
Cochrane Library	("breast cancer"):ti,ab,kw AND ("Contrast mammography"):ti,ab,kw OR ("Contrast enhanced mammography"):ti,ab,kw AND ("Magnetic Resonance Imaging"):ti,ab,kw AND (detection):ti,ab,kw (Word variations have been searched)	156
IEEE Xplore	("All Metadata":Breast cancer) AND ("All Metadata":Contrast enhanced mammography) AND ("All Metadata":magnetic resonance Imaging) AND ("All Metadata":detection)	73
SpringerLink	("contrast enhanced mammography" AND "magnetic resonance imaging" AND "diagnosis" AND "breast cancer") NOT staging	102
ClinicalKey (Elsevier)	("contrast-enhanced mammography" OR CESM) AND ("breast MRI" OR "magnetic resonance imaging")	309
LILACS	(female) AND (breast cancer) AND ((mammography with contrast) OR (contrast enhanced mammography)) AND (magnetic resonance imaging) AND (detection) OR (diagnosis) AND NOT (staging) AND instance:"lilacsplus"	35
Google Scholar (literatura gris)	"contrast-enhanced mammography" AND "breast MRI" AND "breast cancer" AND "diagnostic accuracy"	4,300
Semantic Scholar (literatura gris / metabuscador)	"contrast-enhanced mammography" AND "breast MRI" AND "breast cancer" AND "diagnostic accuracy"	5,370

Anexo 2. Diagrama Prisma ScR.



Anexo 3. Tabla de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO Y ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Mamografía con contraste	La mamografía con contraste es la técnica de imagen mamaria que utiliza contraste yodado para mejorar la detección de lesiones sospechosas, se hace a fin de evaluar su vascularización. Su objetivo es mejorar la detección y caracterización de estas lesiones, especialmente en casos donde la mamografía tradicional o el ultrasonido no son concluyentes (16)	La CEM es la técnica que usa medio de contraste intravenoso (yodado) e imágenes 2D. Se considerará que la CEM indica sospecha de cáncer de mama cuando el estudio reporta hallazgos con realce significativo y morfología irregular	Categoría dicotómica nominal	- Si: presenta alteraciones que indican sospecha de cáncer de mama. - No: presenta alteraciones que no indican sospecha de cáncer de mama.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO Y ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Resonancia magnética	La resonancia magnética es una técnica de imagen avanzada y altamente sensible utilizada para la detección, diagnóstico y evaluación del cáncer de mama. Utiliza campos magnéticos y ondas de radiofrecuencia para imágenes detalladas de los tejidos mamarios, permitiendo visualizar tanto la morfología como ciertos aspectos funcionales (31)	La RM es una técnica de imagen que utiliza campos magnéticos y radiofrecuencias con medio de contraste intravenoso (gadolinio). Se considerará que la resonancia magnética indica sospecha de cáncer de mama cuando el estudio reporta lesiones con realce, morfología irregular, bordes espiculados o nodulares, y clasificación BI-RADS 4 o 5.	Categoría dicotómica nominal	- Si: presenta alteraciones que indican sospecha de cáncer de mama. - No: presenta alteraciones que no indican sospecha de cáncer de mama.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	Y INDICADOR
			ESCALA DE	
			MEDICIÓN	
Precisión diagnóstica	Es la habilidad de una prueba para identificar la presencia o ausencia de una enfermedad en semejanza con un estándar de referencia (32)	Se considerarán los artículos que incluyan a mujeres con sospechas clínicas y resultados de mamografía (positivo o negativo)	Cuantitativa continua	- Sensibilidad - Especificidad
Cáncer de mama	Es una patología en la que células de la mama con alteraciones se proliferan rápidamente y llegan a invadir tejido circundante, de no tratarse pueden provocar la muerte (33)	Se considerará la presencia confirmada de una neoplasia maligna en el tejido mamario mediante los métodos de imagen para después realizar una biopsia.	Categórica politómica nominal	- Carcinoma ductal invasivo, lobulillar invasivo, ductal in situ o lobulillar in situ - Otros subtipos (papilar, medular, mucinoso, etc.)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	Y INDICADOR
			ESCALA DE MEDICIÓN	
Alta sospecha	Es el nivel elevado de sospecha clínica o radiológica que denota la presencia de cáncer de mama, basado en signos, síntomas, hallazgos físicos o resultados de estudios de imagen que indican una alta probabilidad de malignidad, antes de la confirmación diagnóstica por biopsia (10,34)	Se considerarán como “alta sospecha” los casos en que se reporten: hallazgos BI-RADS de categoría 4 o 5, indicación de biopsia por sospecha, o signos clínicos altamente sugestivos como masa palpable fija, retracción del pezón o secreción hemática del pezón. (alta sospecha: sí / no)	Categoría dicotómica nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Sí: cuando se reporten hallazgos clínicos o imagenológicos considerados de alta sospecha según los criterios mencionados. - No: cuando los hallazgos no sugieren alta probabilidad de malignidad o no se indiquen biopsias.