Revista esprint Investigación

https://rei.esprint.tech
Vol. 5 N° Esp.2, Edición Especial 2026 (648-669) ISSN: 2960-8317
Salud y Ciencias de la Vida

Artículo de revisión

Utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio empleadas en la detección de Aspergilosis Pulmonar Invasiva

Diagnostic utility of laboratory tests used in the detection of Invasive Pulmonary Aspergillosis

Kevin Alexis Guaño Zambrano*
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba- Ecuador
kevin.guano@unach.edu.ec
https://orcid.org/0009-0009-2785-9687

Ana Carolina González Romero
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
ana.gonzalez@unach.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-4899-6076

***Correspondencia:**
kevin.guano@unach.edu.ec

Cómo citar este artículo:
Guaño, K., & González, A. (2026). Utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio empleadas en la detección de Aspergilosis Pulmonar Invasiva. *Esprint Investigación*, 5(Esp.2), 648-669. https://doi.org/10.61347/ei.v5iEsp.2.430

Recibido: *16 de octubre de 2026*
Aceptado: *16 de noviembre de 2026*
Publicado: *27 de noviembre de 2026*

Copyright: Derechos de autor 2026 Kevin Alexis Guaño Zambrano, Ana Carolina González Romero.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Resumen: La aspergilosis pulmonar invasiva causada por *Aspergillus fumigatus* constituye una infección oportunista grave, cuyo diagnóstico presenta dificultades debido a la inespecificidad clínica y las limitaciones de las pruebas convencionales. El objetivo consistió en analizar la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio para la detección de *Aspergillus fumigatus* en pacientes con aspergilosis pulmonar invasiva. Se desarrolló una revisión sistemática con enfoque cualitativo y alcance descriptivo, conforme a PRISMA 2020. Se utilizó la estrategia PECO y se efectuó una búsqueda bibliográfica en PubMed, Elsevier, SciELO, Dialnet y Redalyc, que comprendió publicaciones de enero de 2021 a septiembre de 2026. Se identificaron 425 registros y, tras aplicar los criterios de elegibilidad, se incluyeron 19 estudios. La evaluación metodológica empleó QUADAS-2. Los resultados identificaron métodos microbiológicos convencionales, biomarcadores inmunológicos y técnicas moleculares. El galactomanano en lavado broncoalveolar mostró utilidad diagnóstica, mientras que el β-D-glucano y la inmunoglobulina G específica contra *Aspergillus* aportaron información complementaria. La PCR, qPCR y secuenciación metagenómica de nueva generación contribuyeron a la detección de material genético fúngico, aunque su rendimiento varió según las poblaciones y los procedimientos empleados. Se concluyó que la integración de pruebas microbiológicas, inmunológicas y moleculares, junto con los hallazgos clínicos y radiológicos, permitió una valoración diagnóstica más completa, sin identificar una técnica universalmente superior.

Palabras clave: Aspergilosis pulmonar invasiva, Aspergillus fumigatus, β-D-glucano, Cultivo micológico, Diagnóstico molecular.

Abstract: *The invasive pulmonary aspergillosis caused by Aspergillus fumigatus constitutes a severe opportunistic infection whose diagnosis remains challenging due to nonspecific clinical manifestations and the limitations of conventional diagnostic tests. This study aimed to analyze the diagnostic utility of laboratory tests for detecting Aspergillus fumigatus in patients with invasive pulmonary aspergillosis. A systematic literature review with a qualitative approach and descriptive scope was conducted following PRISMA 2020 guidelines. The PECO framework was applied, and a bibliographic search was performed in PubMed, Elsevier, SciELO, Dialnet, and Redalyc, covering publications from January 2021 to September 2026. A total of 425 records were identified, and 19 studies were included after applying the eligibility criteria. Methodological quality was assessed using QUADAS-2. The findings identified conventional microbiological methods, immunological biomarkers, and molecular techniques. Galactomannan testing in bronchoalveolar lavage fluid demonstrated diagnostic utility, while β-D-glucan and Aspergillus-specific immunoglobulin G provided complementary information. Polymerase chain reaction (PCR), quantitative PCR (qPCR), and metagenomic next-generation sequencing (mNGS) contributed to fungal genetic material detection, although their diagnostic performance varied according to patient populations and laboratory procedures. The review concluded that integrating microbiological, immunological, and molecular tests with clinical and radiological findings supported a more comprehensive diagnostic assessment, without identifying a universally superior technique.*

Keywords*: Aspergillus fumigatus, β-D-glucan, Fungal culture, Invasive pulmonary aspergillosis, Molecular diagnosis.*

1. Introducción

La aspergilosis pulmonar invasiva (API) constituye una infección fúngica oportunista de elevada gravedad, causada principalmente por *Aspergillus fumigatus*, un hongo filamentoso de amplia distribución ambiental. Su desarrollo ocurre tras la inhalación de conidios y la posterior invasión del tejido pulmonar, especialmente en personas con alteraciones de la respuesta inmunitaria. La enfermedad ocasiona complicaciones respiratorias graves, incrementa el riesgo de mortalidad y representa un desafío para la atención clínica y la salud pública (Gómez & Escandón, 2023; Hon et al., 2024; Ledoux & Herbrecht, 2023).

Tradicionalmente, la API afectaba principalmente a pacientes con neutropenia, neoplasias hematológicas y antecedentes de trasplante. No obstante, investigaciones recientes identificaron casos en personas críticamente enfermas, particularmente aquellas con influenza grave, COVID-19 y otras condiciones asociadas con disfunción inmunitaria. Esta ampliación de las poblaciones susceptibles incrementó la necesidad de procedimientos diagnósticos oportunos que favorezcan la identificación de la infección y las decisiones terapéuticas tempranas (Feys et al., 2024; Herrera et al., 2025; Lamoth & Calandra, 2022).

El diagnóstico de la API presenta dificultades debido a la inespecificidad de sus manifestaciones clínicas y radiológicas, además de las diferencias en las características de los pacientes afectados. Ante estas limitaciones, las pruebas de laboratorio adquieren particular relevancia mediante la identificación microbiológica, la detección de biomarcadores fúngicos y la aplicación de técnicas moleculares. La interpretación conjunta de estos procedimientos contribuye a una evaluación diagnóstica más completa y orienta las decisiones clínicas (Fang et al., 2023; Lamoth & Calandra, 2022; Tomazin & Matos, 2026).

Los métodos microbiológicos convencionales comprenden el examen microscópico directo, el cultivo y la identificación de estructuras fúngicas en muestras respiratorias. Estas herramientas permiten reconocer al agente causal y, mediante el aislamiento correspondiente, efectuar pruebas de susceptibilidad antifúngica. Sin embargo, la sensibilidad variable del cultivo, el tiempo necesario para obtener resultados y las dificultades para diferenciar colonización e infección invasiva limitan su utilidad diagnóstica aislada (Berkow et al., 2020; Borman et al., 2022; Dobiáš et al., 2023).

Entre los biomarcadores inmunológicos, el galactomanano (GM) ocupa un lugar relevante por su capacidad para detectar componentes de la pared celular de *Aspergillus*. Su determinación en suero y lavado broncoalveolar (BAL) contribuye a la identificación de API, aunque el rendimiento diagnóstico varía según el tipo de muestra, la población evaluada y los puntos de corte empleados. Diversas investigaciones destacaron su utilidad en pacientes críticos y no neutropénicos (Bernardi et al., 2022; Gao et al., 2026; Lan et al., 2026; Sedik et al., 2024).

El β-D-glucano (BDG) constituye otro biomarcador utilizado para apoyar el diagnóstico de infecciones fúngicas invasivas, debido a su presencia en la pared celular de numerosos hongos. Su principal limitación corresponde a la falta de especificidad para *Aspergillus*, circunstancia que impide atribuir un resultado positivo exclusivamente a la API. Por esta razón, su interpretación requiere considerar las características clínicas, los factores de riesgo y los resultados de pruebas complementarias (Herrera et al., 2025; Rivera et al., 2026).

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) permite identificar material genético de *Aspergillus* en diferentes muestras clínicas, con potencial para acortar los tiempos de detección frente a determinados procedimientos microbiológicos convencionales. Algunas plataformas moleculares también facilitan el reconocimiento de alteraciones genéticas relacionadas con la resistencia a antifúngicos azólicos. Su combinación con biomarcadores convencionales puede aportar información diagnóstica complementaria,

aunque el rendimiento depende del procedimiento y de la población examinada (Huygens et al., 2023; Oh et al., 2026; Trovato et al., 2025; Xu et al., 2025).

La secuenciación metagenómica de nueva generación (mNGS) representa una alternativa molecular con capacidad para identificar múltiples microorganismos a partir de material genético presente en muestras clínicas, sin requerir necesariamente su aislamiento previo. Diversos estudios describieron su utilidad para detectar *Aspergillus*, particularmente en casos complejos y pacientes no neutropénicos. No obstante, los costos, la disponibilidad tecnológica, la interpretación de los resultados y la falta de estandarización restringen su incorporación generalizada a la práctica clínica (Bao et al., 2022; Li et al., 2025; Ma et al., 2022; Yang et al., 2024; Zhong et al., 2026).

Pese a los avances diagnósticos, persisten dificultades relacionadas con la heterogeneidad de las poblaciones estudiadas, las diferencias entre muestras clínicas y la variabilidad de los procedimientos de laboratorio. Los puntos de corte del galactomanano, los protocolos moleculares y los criterios utilizados para definir la infección dificultan la comparación de los resultados publicados. En consecuencia, la combinación de información clínica, radiológica y microbiológica adquiere relevancia para orientar el diagnóstico de API (Ainiwaer et al., 2026; Huygens et al., 2023; Rivera et al., 2026; Tomazin & Matos, 2026).

Ante este panorama, resulta necesario sintetizar la literatura científica sobre la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio para la detección de *Aspergillus fumigatus* en pacientes con API. La revisión pretende identificar las características de los métodos microbiológicos, inmunológicos y moleculares, así como sus principales aplicaciones y limitaciones clínicas. Esta aproximación permitirá reconocer las contribuciones de las distintas técnicas al diagnóstico y los aspectos que requieren mayor investigación para fortalecer su aplicación en diferentes poblaciones.

En correspondencia con el problema identificado, se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los principales métodos de laboratorio utilizados para el diagnóstico de *Aspergillus fumigatus* en pacientes con API? ¿Qué utilidad clínica presentan los biomarcadores inmunológicos para la identificación de esta infección? ¿Cuál es la contribución de las técnicas moleculares al diagnóstico temprano de la aspergilosis pulmonar invasiva?

El objetivo general consistió en analizar la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio para la detección de *Aspergillus fumigatus* en pacientes con aspergilosis pulmonar invasiva, mediante una revisión sistemática de la literatura científica. Los objetivos específicos comprendieron: describir los métodos microbiológicos, inmunológicos y moleculares reportados en la literatura; examinar la utilidad clínica de los biomarcadores para el diagnóstico de la infección; y evaluar la contribución de las técnicas moleculares a su identificación temprana.

2. Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura científica, con enfoque cualitativo y alcance descriptivo, para examinar la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio empleadas en la detección de *Aspergillus fumigatus* en pacientes con aspergilosis pulmonar invasiva (API). El estudio comprendió publicaciones científicas del período enero de 2021 a septiembre de 2026 y siguió las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), con el propósito de favorecer la transparencia y reproducibilidad del proceso de revisión (Yepes et al., 2021).

Estrategia PECO

Se utilizó la estrategia PECO (Población, Exposición, Comparación y Resultado) como marco metodológico para estructurar la pregunta de investigación y definir los criterios de elegibilidad. Su aplicación permitió delimitar la población de interés, las pruebas diagnósticas evaluadas, los procedimientos de comparación y los resultados relacionados con el rendimiento diagnóstico. La tabla 1 presenta los componentes considerados para orientar la identificación y selección de estudios pertinentes.

Tabla 1

Modelo PECO

Componente	Descripción
P (Población)	Pacientes con sospecha o diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva.
E (Exposición)	Aplicación de pruebas microbiológicas, inmunológicas y moleculares para detectar *Aspergillus fumigatus*.
C (Comparación)	Comparación entre diferentes métodos diagnósticos o frente a métodos de referencia, cuando los estudios proporcionaron información suficiente.
O (Resultado)	Utilidad diagnóstica, sensibilidad, especificidad y aplicabilidad clínica.

Nota. PECO: Población, Exposición, Comparación y Resultado. API: aspergilosis pulmonar invasiva.

A partir de esta estructura se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál fue la utilidad diagnóstica de las pruebas microbiológicas, inmunológicas y moleculares empleadas para la detección de *Aspergillus fumigatus* en pacientes con aspergilosis pulmonar invasiva, según las publicaciones científicas correspondientes al período 2021–2026?

Criterios de elegibilidad

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar investigaciones relacionadas con la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio aplicadas a la API. Se consideraron estudios originales de investigación clínica o diagnóstica que proporcionaron información sobre el rendimiento de métodos microbiológicos, inmunológicos o moleculares. La selección comprendió publicaciones en español e inglés, correspondientes al período comprendido entre enero de 2021 y septiembre de 2026. La tabla 2 detalla los criterios utilizados.

Tabla 2

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios originales de investigación clínica o diagnóstica, con diseños observacionales o multicéntricos, realizados en pacientes con sospecha o diagnóstico de API. Investigaciones que evaluaron al menos una prueba microbiológica, inmunológica o molecular y reportaron sensibilidad, especificidad, valores predictivos, razones de verosimilitud o información suficiente para calcular estos indicadores. Publicaciones comprendidas entre enero de 2021 y septiembre de 2026, disponibles en español o inglés.	Revisiones sistemáticas o narrativas, metaanálisis, guías clínicas, consensos, cartas al editor, editoriales y resúmenes de congresos. Estudios experimentales en animales, series de casos con menos de cinco pacientes e investigaciones que no proporcionaron información suficiente sobre el rendimiento diagnóstico de las pruebas evaluadas.

Nota. API: aspergilosis pulmonar invasiva. Los criterios se aplicaron durante la selección de los estudios identificados en las fuentes de información.

Método de búsqueda y fuentes de información

Se efectuó una búsqueda sistemática de literatura científica en PubMed, Elsevier, SciELO, Dialnet y Redalyc para identificar investigaciones originales relacionadas con el diagnóstico de *Aspergillus*

fumigatus y la API. La estrategia incorporó términos controlados de los vocabularios MeSH y DeCS, además de palabras clave libres asociadas con la enfermedad, el microorganismo y las pruebas diagnósticas. Se utilizaron los operadores booleanos AND y OR para establecer combinaciones entre los términos de búsqueda.

Los descriptores empleados comprendieron galactomanano, reacción en cadena de la polimerasa (PCR), PCR cuantitativa en tiempo real (qPCR), secuenciación metagenómica de nueva generación (mNGS), inmunoensayos, anticuerpos específicos e identificación molecular. La búsqueda se restringió a publicaciones originales en español e inglés, disponibles en texto completo y relacionadas con la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio. Los registros recuperados se sometieron a los criterios de elegibilidad previamente definidos.

Tabla 3

Estrategia de búsqueda y registros identificados en las fuentes de información

Fuente	Cadena de búsqueda	Registros
PubMed	("Aspergillus fumigatus" OR Aspergillus) AND ("invasive pulmonary aspergillosis" OR IPA) AND (galactomannan OR PCR OR qPCR OR "real-time PCR" OR mNGS OR "metagenomic next-generation sequencing" OR biomarker OR immunoassay OR "Aspergillus-specific IgG") AND (diagnosis OR "diagnostic performance" OR sensitivity OR specificity OR accuracy)	166
Elsevier	("invasive pulmonary aspergillosis") AND (galactomannan OR PCR OR mNGS OR "Aspergillus-specific IgG")	189
SciELO	("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "invasive pulmonary aspergillosis") AND ("Aspergillus fumigatus" OR Aspergillus) AND (galactomanano OR galactomannan OR PCR OR qPCR OR secuenciación OR sequencing OR biomarcador OR biomarker)	6
Dialnet	("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "aspergilosis pulmonar") AND (Aspergillus OR "Aspergillus fumigatus") AND (galactomanano OR PCR OR diagnóstico OR biomarcadores)	51
Redalyc	("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "invasive pulmonary aspergillosis") AND (Aspergillus OR "Aspergillus fumigatus") AND (galactomanano OR PCR OR biomarcadores OR diagnóstico)	8
Subtotal de bases de datos		420
Búsqueda manual		5
Total de registros identificados		425

Nota. PCR: reacción en cadena de la polimerasa; qPCR: PCR cuantitativa en tiempo real; mNGS: secuenciación metagenómica de nueva generación; IPA: *invasive pulmonary aspergillosis*.

La búsqueda permitió identificar 420 registros en las cinco fuentes de información consultadas y cinco publicaciones adicionales mediante búsqueda manual. Los registros procedieron de revistas científicas especializadas en microbiología, infectología, micología y diagnóstico clínico. Entre las publicaciones consultadas figuraron *Clinical Microbiology and Infection*, *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, *Scientific Reports*, *Frontiers in Microbiology*, *Medical Mycology*, *Mycopathologia* y *Annals of Intensive Care*.

Selección de estudios

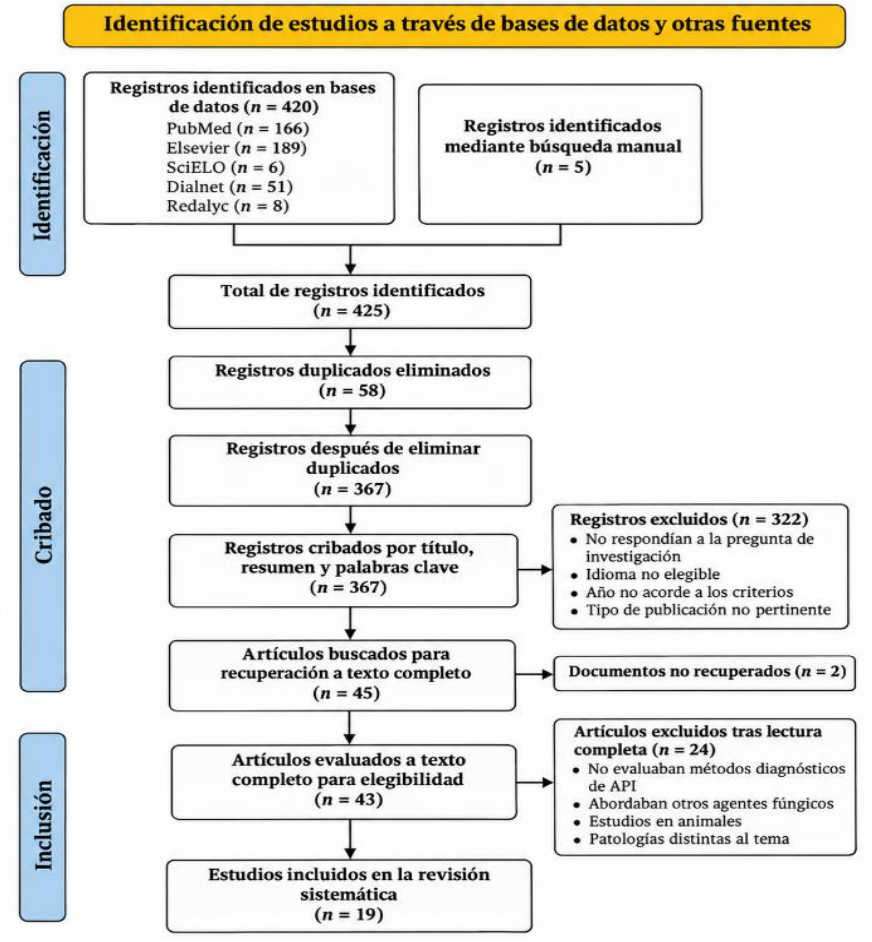
El proceso de selección siguió las recomendaciones de PRISMA 2020 y comprendió las etapas de identificación, cribado y evaluación de elegibilidad. Inicialmente, se recuperaron 425 registros, distribuidos entre las fuentes bibliográficas y la búsqueda manual. Tras la eliminación de 58 duplicados, permanecieron 367 publicaciones para la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave, conforme a los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Durante el cribado se descartaron 322 registros por falta de correspondencia con la pregunta de investigación, incumplimiento del período de publicación, idioma no elegible o tipo de documento excluido. Posteriormente, se buscaron los textos completos de 45 publicaciones, aunque dos documentos no pudieron recuperarse. En consecuencia, 43 artículos pasaron a la evaluación de elegibilidad mediante la revisión de su contenido completo.

Tras la lectura de los documentos recuperados, se excluyeron 24 artículos por ausencia de información pertinente sobre métodos diagnósticos de API, evaluación de otros agentes fúngicos, estudios experimentales en animales o abordaje de patologías ajenas al objetivo de la revisión. Los 19 artículos restantes cumplieron los criterios establecidos y conformaron la muestra documental definitiva. La figura 1 presenta la distribución de los registros durante las fases del proceso de selección.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios



Evaluación de la calidad metodológica

Se aplicó la herramienta QUADAS-2 (*Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-2*) para examinar el riesgo de sesgo y las preocupaciones relacionadas con la aplicabilidad de los estudios de exactitud diagnóstica incluidos. La evaluación comprendió cuatro dominios: selección de pacientes, prueba índice, estándar de referencia y flujo y tiempos. Cada dominio recibió una valoración de riesgo de sesgo bajo, alto o incierto, de acuerdo con la información proporcionada por las investigaciones.

La valoración de aplicabilidad consideró los dominios de selección de pacientes, prueba índice y estándar de referencia, según los criterios de QUADAS-2. Los resultados de la evaluación se utilizaron para interpretar las limitaciones metodológicas de las investigaciones incluidas y contextualizar sus hallazgos diagnósticos. El Anexo 1 presenta las valoraciones individuales correspondientes a los estudios evaluados.

3. Resultados

La revisión sistemática comprendió 19 estudios publicados entre 2021 y 2026, relacionados con la aplicación de diferentes pruebas de laboratorio para el diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva. Los hallazgos se organizaron conforme a los tres objetivos específicos: caracterización de los métodos diagnósticos, utilidad clínica de los biomarcadores y contribución de las técnicas moleculares. Esta distribución permitió examinar las aplicaciones de las pruebas y las principales diferencias metodológicas entre las investigaciones incluidas.

Métodos microbiológicos, inmunológicos y moleculares para el diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva

Los estudios incluidos examinaron procedimientos microbiológicos convencionales, biomarcadores inmunológicos y herramientas de identificación molecular en diferentes poblaciones clínicas. Las investigaciones utilizaron principalmente muestras de lavado broncoalveolar, sangre, suero, esputo y tejido pulmonar. Las técnicas más frecuentes comprendieron cultivo, microscopía, galactomanano, anticuerpos específicos contra *Aspergillus*, PCR y secuenciación metagenómica. La tabla 4 presenta las características de los estudios y sus principales hallazgos diagnósticos.

Tabla 4

Características de los estudios y métodos de laboratorio utilizados para el diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva

Autor y año	País y diseño	Población o muestra	Pruebas evaluadas	Principales hallazgos
Hamam et al. (2021)	Francia. Multicéntrico retrospectivo	27 pacientes con API probada; BALF, suero y muestras respiratorias	Cultivo, histopatología, GM y PCR	La combinación de procedimientos microbiológicos y biomarcadores aportó información complementaria para el diagnóstico.
Goyeneche et al. (2021)	Colombia. Retrospectivo	66 pacientes con aspergilosis invasiva; suero, BAL, esputo y biopsias	Cultivo y GM	El cultivo y el GM figuraron entre los procedimientos diagnósticos utilizados.
Bao et al. (2022)	China. Retrospectivo	33 muestras clínicas; BALF, sangre y	BDG y mNGS	La mNGS permitió detectar *Aspergillus* y complementó los

		líquido pleural		métodos convencionales.
Bernardi et al. (2022)	Brasil. Transversal	188 pacientes adultos con sospecha de API; BALF	GM en BALF	El GM presentó utilidad para apoyar el diagnóstico de API.
Borman et al. (2022)	Reino Unido. Observacional comparativo	4 pacientes y 8 muestras tisulares	Microscopía, cultivo e histopatología	El procesamiento adecuado de tejidos favoreció la identificación de hongos filamentosos invasivos.
Ma et al. (2022)	China. Serie de casos	5 pacientes con API; sangre, BALF, tejido pulmonar y esputo	Cultivo, tinción GMS y mNGS	La mNGS permitió identificar material genético fúngico en diferentes muestras clínicas.
Huygens et al. (2023)	Países Bajos y Bélgica. Prospectivo multicéntrico	323 pacientes hematológicos; 99 casos de API probable	GM y PCR	La combinación de pruebas aportó información adicional para la identificación de API.
Lu et al. (2023)	China. Multicéntrico observacional	Pacientes no neutropénicos; suero	Asp-IgG	La determinación de anticuerpos específicos mostró utilidad diagnóstica complementaria.
Sedik et al. (2024)	Austria. Prospectivo transversal	259 pacientes sometidos a broncoscopia; 53 con API probable	Platelia Aspergillus GM y Clarus GM-EIA	Los inmunoensayos de GM en BALF mostraron capacidad discriminativa para identificar API.
Sheng et al. (2024)	China. Prospectivo observacional	Pacientes con y sin API no neutropénica; suero	Asp-IgG	La concentración de anticuerpos específicos contribuyó a diferenciar los grupos evaluados.
Yang et al. (2024)	China. Retrospectivo observacional	237 pacientes; 120 con API y 117 controles	Cultivo, microscopía, GM y mNGS	La mNGS mostró utilidad diagnóstica frente a determinados métodos convencionales.
Feng et al. (2025)	China. Retrospectivo	216 pacientes con API; BALF, esputo y suero	Cultivo, microscopía, GM y BDG	Los biomarcadores complementaron la caracterización microbiológica de la infección.
Li et al. (2025)	China. Observacional de exactitud diagnóstica	327 pacientes no neutropénicos; BALF y sangre	Cultivo, frotis, GM y mNGS	La mNGS presentó resultados favorables frente al cultivo convencional.
Trovato et al. (2025)	Italia. Retrospectivo	62 pacientes; 35 con API probable y 27 controles	Cultivo, microscopía, MALDI-TOF, GM y qPCR	La integración de las pruebas permitió ampliar la información diagnóstica.
Xu et al. (2025)	China. Retrospectivo	628 muestras de 589 pacientes hematológicos	Cultivo, microscopía, histopatología, GM, PCR y mNGS	La combinación de técnicas permitió identificar casos mediante diferentes procedimientos de laboratorio.
Ainiwaer et al. (2026)	China. Retrospectivo controlado	167 pacientes no neutropénicos; 61 con API y 106 controles	Asp-IgG y GM	La combinación de anticuerpos específicos y GM mejoró el rendimiento diagnóstico frente a pruebas individuales.
Lan et al. (2026)	China. Investigación original	Pacientes con EPOC y API; esputo, BALF y suero	Cultivo y GM	El GM en esputo aportó información complementaria para el diagnóstico de API.
Oh et al. (2026)	Corea del Sur. Validación diagnóstica	21 aislamientos y 22 muestras de BAL	Cultivo, MALDI-TOF y plataforma molecular	La plataforma permitió identificar rápidamente especies de *Aspergillus*.
Zhong et al. (2026)	China. Prospectivo multicéntrico	293 pacientes; 118 con API y 175 controles	Cultivo, GM y mNGS	La mNGS aportó información diagnóstica adicional,

	especialmente mediante su combinación con GM.

Nota. API: aspergilosis pulmonar invasiva; BAL: lavado broncoalveolar; BALF: líquido de lavado broncoalveolar; GM: galactomanano; BDG: β-D-glucano; Asp-IgG: inmunoglobulina G específica contra *Aspergillus*; GMS: tinción de plata metenamina de Grocott; PCR: reacción en cadena de la polimerasa; qPCR: PCR cuantitativa en tiempo real; mNGS: secuenciación metagenómica de nueva generación; MALDI-TOF: espectrometría de masas por desorción/ionización láser asistida por matriz y tiempo de vuelo; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

La caracterización de los estudios identificó diferencias en el diseño, las poblaciones clínicas y los tipos de muestras empleados para detectar la infección. Los procedimientos microbiológicos aportaron información etiológica, mientras que los biomarcadores y las técnicas moleculares ampliaron las posibilidades de detección. Las investigaciones de Huygens et al. (2023), Trovato et al. (2025), Xu et al. (2025) y Zhong et al. (2026) examinaron combinaciones de métodos diagnósticos, aunque sus resultados dependieron de las características de cada estudio.

Utilidad clínica de los biomarcadores inmunológicos en el diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva

Los estudios revisados investigaron principalmente el galactomanano en muestras respiratorias y séricas, la inmunoglobulina G específica contra *Aspergillus* y el β-D-glucano. El rendimiento de estos biomarcadores presentó variaciones relacionadas con la población, el tipo de muestra y los puntos de corte establecidos. Los inmunoensayos de flujo lateral también figuraron entre las herramientas diagnósticas consideradas. La tabla 5 sintetiza las principales aplicaciones y limitaciones de los biomarcadores identificados.

Tabla 5

Utilidad clínica y características diagnósticas de los biomarcadores para aspergilosis pulmonar invasiva

Biomarcador	Estudios relacionados	Utilidad diagnóstica	Rendimiento reportado en el borrador	Ventajas y limitaciones
GM en BALF	Bernardi et al. (2022); Sedik et al. (2024); Yang et al. (2024); Lan et al. (2026)	Detección de componentes de la pared celular de *Aspergillus* en muestras respiratorias.	Sensibilidad: 48,3–96 %; especificidad: 74–96,6 %. Puntos de corte investigados: 0,5; 0,8 y 1,0 de índice óptico, entre otros.	Aportó información diagnóstica en pacientes con sospecha de API. Su rendimiento dependió del punto de corte y la población; la obtención de BALF requirió broncoscopia.
GM sérico	Yang et al. (2024); Ainiwaer et al. (2026)	Identificación de galactomanano circulante mediante muestra sanguínea.	Sensibilidad: 16,7–35 %; especificidad: 93–97,4 %. Se describieron diferentes puntos de corte.	Permitió una evaluación menos invasiva, aunque presentó limitaciones de sensibilidad, especialmente en determinadas poblaciones no neutropénicas.
Asp-IgG	Lu et al. (2023); Sheng et al.	Detección de anticuerpos específicos contra *Aspergillus*	Sensibilidad: 59,6–69,5 %; especificidad:	Ofreció información complementaria en

	(2024); Ainiwaer et al. (2026)	en suero.	63,9–83,8 %. Se investigaron umbrales entre 56,6 y 92,74 AU/mL.	pacientes no neutropénicos. La respuesta inmunitaria previa y la posible colonización limitaron su interpretación aislada.
BDG	Bao et al. (2022); Feng et al. (2025)	Detección de un componente de la pared celular presente en diferentes hongos.	No se identificaron indicadores primarios consolidados de sensibilidad y especificidad para API en la tabla original.	Constituyó una prueba complementaria para infecciones fúngicas invasivas, sin especificidad exclusiva para *Aspergillus*.
Ensayos de flujo lateral para GM	Xu et al. (2025)	Detección de antígenos fúngicos mediante procedimientos inmunocromatográficos.	Los valores individuales de exactitud diagnóstica requieren confirmación en el artículo original.	Ofrecieron una alternativa de detección rápida. El desempeño dependió del ensayo comercial, la muestra y el umbral seleccionado.

Nota. API: aspergilosis pulmonar invasiva; BALF: líquido de lavado broncoalveolar; GM: galactomanano; Asp-IgG: inmunoglobulina G específica contra *Aspergillus*; BDG: β-D-glucano; AU/mL: unidades arbitrarias por mililitro. Los intervalos numéricos conservan las cifras del manuscrito original y requieren cotejo con los artículos primarios antes de su utilización definitiva.

El GM en BALF presentó intervalos de sensibilidad y especificidad superiores o comparables a los de otras pruebas en determinados estudios, aunque las diferencias entre poblaciones impidieron establecer una superioridad universal. Los anticuerpos Asp-IgG aportaron información complementaria para el diagnóstico en pacientes no neutropénicos. Por su parte, el GM sérico y el BDG mostraron limitaciones que restringieron su interpretación aislada. En conjunto, las investigaciones describieron la utilidad de integrar diferentes biomarcadores según el contexto clínico.

Contribución de las técnicas moleculares al diagnóstico temprano de aspergilosis pulmonar invasiva

Las investigaciones incluidas examinaron la PCR, la qPCR, la detección molecular de resistencia antifúngica y la secuenciación metagenómica como herramientas complementarias para identificar *Aspergillus*. Estas técnicas permitieron detectar material genético fúngico sin depender necesariamente del crecimiento del microorganismo en cultivo. Los estudios también examinaron su combinación con biomarcadores inmunológicos para ampliar la información diagnóstica. La tabla 6 presenta las características, el rendimiento descrito y las limitaciones de los métodos moleculares.

Tabla 6

Características y contribución de las técnicas moleculares al diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva

Técnica	Estudios relacionados	Muestras	Principales hallazgos	Rendimiento descrito	Limitaciones
PCR para *Aspergillus*	Huygens et al. (2023); Xu et al. (2025)	BALF, sangre y muestras respiratorias	Permitió identificar ADN fúngico y complementó los resultados de otros procedimientos diagnósticos.	La tabla original señaló una sensibilidad de 60–80 %, sin atribución individual verificable.	Variabilidad entre protocolos, calidad de las muestras y riesgo de contaminación.

qPCR	Hamam et al. (2021); Trovato et al. (2025); Xu et al. (2025)	BALF, aspirado bronquial, esputo y otras muestras respiratorias	Permitió detectar y cuantificar material genético de *Aspergillus*. Su aplicación aportó información adicional respecto al cultivo y los biomarcadores.	El borrador atribuyó a Xu et al. (2025) sensibilidad del 83,0 % y especificidad del 93,4 %.	Dependencia de la carga fúngica, la calidad de las muestras y los procedimientos empleados.
PCR para resistencia a azoles	Huygens et al. (2023)	Muestras respiratorias, incluido BALF	Permitió investigar alteraciones genéticas relacionadas con resistencia a antifúngicos azólicos.	El borrador reportó mutaciones en el 14 % de los casos con PCR concluyente.	Detección limitada a las mutaciones investigadas y disponibilidad suficiente de ADN fúngico.
mNGS	Bao et al. (2022); Ma et al. (2022); Yang et al. (2024); Li et al. (2025); Xu et al. (2025); Zhong et al. (2026)	BALF, sangre, esputo, tejido pulmonar y líquido pleural	Permitió identificar material genético de *Aspergillus* y otros microorganismos. En determinados estudios mostró ventajas frente al cultivo convencional.	El manuscrito informó sensibilidad de 80,6–92,5 % y especificidad de 92,2–94,7 %. También describió resultados favorables para mNGS combinada con GM.	Costo elevado, disponibilidad limitada, complejidad bioinformática y dificultades para diferenciar colonización e infección.
Plataforma molecular integrada	Oh et al. (2026)	Aislamientos clínicos y muestras de BAL	Permitió la identificación rápida de cuatro especies principales de *Aspergillus* mediante una plataforma molecular.	Se describió concordancia con procedimientos de identificación de referencia; la magnitud debe verificarse en el estudio.	Validación limitada al conjunto de especies y muestras investigadas.

Nota. PCR: reacción en cadena de la polimerasa; qPCR: PCR cuantitativa en tiempo real; mNGS: secuenciación metagenómica de nueva generación; BALF: líquido de lavado broncoalveolar; BAL: lavado broncoalveolar; GM: galactomanano. Los valores numéricos proceden del manuscrito proporcionado y requieren comprobación individual con los artículos originales.

Las técnicas moleculares aportaron resultados complementarios para la identificación de *Aspergillus* en pacientes con sospecha de API. La PCR permitió detectar material genético fúngico, mientras que las plataformas dirigidas al reconocimiento de mutaciones contribuyeron a identificar mecanismos específicos de resistencia a azoles. La mNGS amplió la detección de microorganismos en diferentes muestras clínicas, aunque la interpretación de sus resultados requirió considerar las características del paciente y los procedimientos utilizados.

La comparación entre investigaciones mostró diferencias en el rendimiento de los métodos según la población, el tipo de muestra y el estándar diagnóstico empleado. Los estudios de Yang et al. (2024), Li et al. (2025), Xu et al. (2025) y Zhong et al. (2026) examinaron la utilidad de la secuenciación metagenómica frente a otras pruebas de laboratorio. Estos hallazgos respaldaron su aplicación complementaria, sin permitir una clasificación definitiva de superioridad entre todas las técnicas investigadas.

4. Discusión

La presente revisión sistemática identificó importantes diferencias en la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio empleadas para detectar *Aspergillus fumigatus* en pacientes con aspergilosis pulmonar invasiva (API). Los estudios incluidos destacaron las limitaciones de los métodos

microbiológicos convencionales y la contribución complementaria de los biomarcadores inmunológicos y las técnicas moleculares. Estos hallazgos coincidieron con Lamoth y Calandra (2022), quienes destacaron la necesidad de integrar diferentes procedimientos ante la limitada capacidad diagnóstica de las pruebas individuales.

Entre las herramientas evaluadas, el galactomanano (GM) en líquido de lavado broncoalveolar presentó resultados favorables para apoyar la identificación de API en diferentes poblaciones clínicas. Bernardi et al. (2022), Feng et al. (2025), Li et al. (2025), Sedik et al. (2024), Yang et al. (2024) y Zhong et al. (2026) describieron su contribución al diagnóstico mediante muestras respiratorias. Estos resultados concordaron con Ledoux y Herbrecht (2023) y Rivera et al. (2026), quienes destacaron la relevancia del galactomanano dentro de los procedimientos diagnósticos de la aspergilosis.

No obstante, la sensibilidad y especificidad del GM presentaron variaciones relacionadas con los puntos de corte, las características inmunológicas de los pacientes y los estándares de referencia utilizados. Estas diferencias limitaron la comparación directa entre investigaciones y dificultaron la identificación de un umbral diagnóstico aplicable a todas las poblaciones. Además, la positividad del biomarcador no confirmó necesariamente invasión tisular, por lo que su interpretación requirió correlación con los antecedentes clínicos, los hallazgos radiológicos y otras pruebas microbiológicas (Bernardi et al., 2022; Sedik et al., 2024).

Por otra parte, el β-D-glucano (BDG) aportó información complementaria para la identificación de infecciones fúngicas invasivas, aunque su limitada especificidad restringió la detección etiológica de *Aspergillus fumigatus*. Herrera et al. (2025) describieron esta limitación debido a la presencia del biomarcador en diferentes microorganismos fúngicos. En consecuencia, su utilización aislada no permitió diferenciar con suficiente precisión la API de otras infecciones micóticas, aspecto que respaldó la necesidad de combinarlo con procedimientos diagnósticos de mayor especificidad.

De manera similar, la inmunoglobulina G específica contra *Aspergillus* (Asp-IgG) mostró resultados favorables principalmente en pacientes no neutropénicos, población en la cual determinadas pruebas convencionales presentan limitaciones diagnósticas. Ainiwaer et al. (2026), Lu et al. (2023) y Sheng et al. (2024) identificaron su utilidad como biomarcador complementario, mientras que las combinaciones con GM aportaron resultados diagnósticos favorables en determinados estudios. Sin embargo, la respuesta inmunitaria individual y la posible exposición previa al microorganismo limitaron la interpretación de resultados positivos como confirmación exclusiva de infección invasiva.

Las técnicas moleculares ampliaron las posibilidades de identificación temprana del material genético fúngico y aportaron información adicional frente a las limitaciones del cultivo convencional. Huygens et al. (2023), Oh et al. (2026) y Trovato et al. (2025) examinaron diferentes aplicaciones de la PCR y las plataformas moleculares para la detección o identificación de *Aspergillus*. Estos hallazgos coincidieron con Tomazin y Matos (2026), quienes destacaron el potencial de los procedimientos moleculares para complementar el diagnóstico microbiológico y facilitar decisiones clínicas oportunas.

Particularmente, Huygens et al. (2023) examinaron la contribución de la PCR y su combinación con biomarcadores fúngicos en pacientes con riesgo de aspergilosis invasiva. No obstante, la detección de ADN de *Aspergillus* en muestras respiratorias no permitió diferenciar por sí sola la colonización de la infección pulmonar invasiva. Del mismo modo, los resultados negativos no descartaron completamente la enfermedad ante una carga fúngica reducida o muestras de calidad insuficiente, por lo que la interpretación requirió considerar el contexto clínico.

Otro hallazgo relevante correspondió a la aplicación de procedimientos moleculares para identificar

mecanismos de resistencia antifúngica asociados con alteraciones del gen *cyp51A*. Huygens et al. (2023) describieron la utilidad de estas pruebas para reconocer determinadas mutaciones relacionadas con resistencia a azoles, incluso ante la ausencia de aislamiento microbiológico. Este resultado destacó una aplicación adicional de la PCR, relacionada con la selección terapéutica, aunque su utilidad dependió de las mutaciones investigadas y de la disponibilidad de material genético suficiente.

Entre las tecnologías emergentes, la secuenciación metagenómica de nueva generación (mNGS) presentó resultados diagnósticos favorables frente a determinados procedimientos microbiológicos convencionales, particularmente el cultivo. Bao et al. (2022), Ma et al. (2022), Yang et al. (2024) y Zhong et al. (2026) describieron su capacidad para detectar material genético fúngico en diferentes muestras clínicas y reconocer microorganismos adicionales. Estos hallazgos concordaron con Li et al. (2025) y Tomazin y Matos (2026), quienes destacaron su potencial para complementar la identificación etiológica en escenarios clínicos complejos.

Sin embargo, las diferencias entre plataformas, muestras biológicas, criterios diagnósticos y características de los pacientes impidieron establecer una superioridad universal de la mNGS frente a las demás técnicas. Además, la detección simultánea de microorganismos requirió diferenciar hallazgos relacionados con infección activa, colonización o contaminación de las muestras. Su incorporación a la práctica clínica también enfrentó restricciones económicas, tecnológicas y operativas, particularmente por la necesidad de infraestructura especializada y procedimientos bioinformáticos estandarizados (Li et al., 2025; Zhong et al., 2026).

Otras herramientas complementarias, como los ensayos inmunocromatográficos de flujo lateral (LFA) y la espectrometría de masas MALDI-TOF MS, aportaron posibilidades distintas para la detección de antígenos fúngicos y la identificación microbiológica, respectivamente. Oh et al. (2026) examinaron una plataforma molecular rápida para identificar especies de *Aspergillus*, mientras que los métodos basados en MALDI-TOF MS requirieron habitualmente aislamiento previo del microorganismo. Estas diferencias destacaron la necesidad de seleccionar cada procedimiento según su finalidad diagnóstica y las condiciones de disponibilidad del laboratorio.

En conjunto, los resultados favorecieron la interpretación integrada de las pruebas microbiológicas, inmunológicas y moleculares, en lugar de atribuir capacidad confirmatoria absoluta a un procedimiento individual. Ainiwaer et al. (2026), Huygens et al. (2023), Trovato et al. (2025) y Xu et al. (2025) examinaron combinaciones diagnósticas que aportaron información complementaria en las poblaciones investigadas. Sin embargo, la utilidad de estas asociaciones dependió de las características clínicas, el tipo de muestra y los criterios utilizados para establecer el diagnóstico de API.

La principal limitación de la revisión correspondió a la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos, particularmente respecto a los diseños, las poblaciones evaluadas y los estándares de referencia. Las diferencias en los puntos de corte y procedimientos analíticos restringieron la comparación directa de sensibilidad y especificidad entre las investigaciones. Además, la inclusión de estudios retrospectivos y la variabilidad del riesgo de sesgo requirieron una interpretación cautelosa de los hallazgos, sin atribuir relaciones causales ni generalizar los resultados a todas las poblaciones clínicas.

Desde una perspectiva clínica, los hallazgos respaldaron la selección de pruebas diagnósticas según el perfil de riesgo del paciente, la disponibilidad de muestras y los recursos del laboratorio. La combinación de biomarcadores y procedimientos moleculares representó una alternativa para

complementar la información obtenida mediante cultivo y examen microscópico. En consecuencia, las investigaciones futuras deberán priorizar estudios prospectivos multicéntricos, criterios diagnósticos homogéneos y comparaciones directas entre técnicas para establecer estrategias de mayor aplicabilidad clínica.

5. Conclusiones

La revisión sistemática identificó una amplia diversidad de pruebas de laboratorio para la detección de *Aspergillus fumigatus*, entre las cuales destacaron los métodos microbiológicos convencionales, los biomarcadores inmunológicos y las técnicas moleculares. El lavado broncoalveolar destacó entre las muestras clínicas utilizadas por su aplicación en diferentes procedimientos diagnósticos. Los hallazgos mostraron la utilidad complementaria de estas herramientas y la necesidad de considerar sus limitaciones individuales para una identificación más precisa de la aspergilosis pulmonar invasiva.

Los biomarcadores inmunológicos aportaron información relevante para el diagnóstico de la aspergilosis pulmonar invasiva, particularmente el galactomanano en lavado broncoalveolar, cuyo rendimiento varió según la población y los puntos de corte utilizados. El β-D-glucano ofreció información complementaria, aunque su limitada especificidad restringió la identificación etiológica, mientras que la Asp-IgG mostró utilidad principalmente en pacientes no neutropénicos. La combinación de biomarcadores presentó resultados favorables en determinados estudios, sin demostrar una superioridad uniforme en todas las poblaciones evaluadas.

Las técnicas moleculares contribuyeron a la detección de material genético fúngico y ampliaron las posibilidades de identificación diagnóstica frente a las limitaciones del cultivo convencional. La PCR y la qPCR aportaron información complementaria para reconocer la infección y determinadas mutaciones asociadas con resistencia antifúngica, mientras que la mNGS permitió identificar microorganismos adicionales y posibles coinfecciones. Sin embargo, su aplicación clínica presentó restricciones relacionadas con los costos, la disponibilidad tecnológica, la interpretación de los resultados y la estandarización de los procedimientos.

En respuesta al objetivo general, la revisión permitió establecer que la utilidad diagnóstica de las pruebas de laboratorio dependió de las características clínicas del paciente, el tipo de muestra y la integración de diferentes procedimientos. Ninguna técnica demostró capacidad suficiente para confirmar o descartar de manera concluyente la infección en todos los escenarios examinados. Por tanto, la interpretación conjunta de métodos microbiológicos, biomarcadores inmunológicos y técnicas moleculares, junto con los hallazgos clínicos y radiológicos, constituyó el enfoque más consistente para apoyar el diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva.

Referencias

Ainiwaer, A., Ning, Y., Li, D., Liu, L., Hua, K., Wang, X., Chen, X., Yan, W., Zhu, H., Ma, R., Niu, S., Wang, M., Hu, M., Ding, X., Cui, J., Sun, T., Zhao, Y., Guo, L., Xu, Y., & Zhang, L. (2026). Combined Aspergillus-specific IgG and galactomannan testing optimizes diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis in non-neutropenic patients. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection, 59*(5), 609–615. https://doi.org/10.1016/j.jmii.2026.06.003

Bao, S., Song, H., Chen, Y., Zhong, C., & Tang, H. (2022). Metagenomic next-generation sequencing for the diagnosis of pulmonary aspergillosis in non-neutropenic patients: A retrospective study.

Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12, 925982. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.925982

Berkow, E., Lockhart, S., & Ostrosky, L. (2020). Antifungal susceptibility testing: Current approaches. *Clinical Microbiology Reviews, 33*(3), e00069-19. https://doi.org/10.1128/CMR.00069-19

Bernardi, R., Holler, S., Almeida, E., Anton, C., Machado, F., & Silva, D. (2022). Evaluation of the diagnostic accuracy of galactomannan from the bronchoalveolar lavage fluid of patients with suspected invasive pulmonary aspergillosis. *Revista Iberoamericana de Micología, 39*(2), 31–35. https://doi.org/10.1016/j.riam.2021.07.002

Borman, A., Mohammed, S., Palmer, M., Childs, N., & Johnson, E. (2022). The importance of appropriate processing and direct microscopic examination for the timely diagnosis and management of invasive infections caused by filamentous fungi. *Medical Mycology, 60*(12), myac081. https://doi.org/10.1093/mmy/myac081

Dobiáš, R., Stevens, D., & Havlíček, V. (2023). Current and future pathways in Aspergillus diagnosis. *Antibiotics, 12*(2), 385. https://doi.org/10.3390/antibiotics12020385

Fang, W., Wu, J., Cheng, M., Zhu, X., Du, M., Chen, C., Liao, W., Zhi, K., & Pan, W. (2023). Diagnosis of invasive fungal infections: Challenges and recent developments. *Journal of Biomedical Science, 30*(1), 42. https://doi.org/10.1186/s12929-023-00926-2

Feng, Q., Ha, X., & Song, Y. (2025). Evaluation of the clinical characteristics and survival outcomes of invasive pulmonary aspergillosis patients. *Frontiers in Microbiology, 16*, 1587227. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1587227

Feys, S., Carvalho, A., Clancy, C., Gangneux, J., Hoenigl, M., Lagrou, K., Rijnders, B., Seldeslachts, L., Vanderbeke, L., van de Veerdonk, F., Verweij, P., & Wauters, J. (2024). Influenza-associated and COVID-19-associated pulmonary aspergillosis in critically ill patients. *The Lancet Respiratory Medicine, 12*(9), 728–742. https://doi.org/10.1016/S2213-2600(24)00151-6

Gao, L., Li, S., Huang, X., Huang, W., Chen, Z., & Ning, Y. (2026). Diagnosis, clinical features and survival analysis of invasive pulmonary aspergillosis among critically ill patients: A retrospective cohort study based on updated criteria. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 16*, 1732182. https://doi.org/10.3389/fcimb.2026.1732182

Gómez, B., & Escandón, P. (2023). Las infecciones fúngicas: Una amenaza creciente. *Biomédica, 43*(Supl. 1), 11–16. https://doi.org/10.7705/biomedica.7214

Goyeneche, A., Rodríguez, J., Sánchez, G., & Firacative, C. (2021). Clinical and epidemiological profile of patients with invasive aspergillosis from a fourth level hospital in Bogota, Colombia: A retrospective study. *Journal of Fungi, 7*(12), 1092. https://doi.org/10.3390/jof7121092

Hamam, J., Navellou, J., Bellanger, A., Bretagne, S., Winiszewski, H., Scherer, E., Piton, G., Millon, L., Bailly, E., Bertozi, A., Bonhomme, J., Bouteille, B., Bretonnière, C., Cassaing, S., Chouaki, T., Cointault, O., Delobel, P., Eloy, O., Faguer, S., . . . Riu, B. (2021). New clinical algorithm including fungal biomarkers to better diagnose probable invasive pulmonary aspergillosis in ICU. *Annals of Intensive Care, 11*(1), 41. https://doi.org/10.1186/s13613-021-00827-3

Herrera, S., Magyar, U., & Husain, S. (2025). Invasive aspergillosis in the current era. *Infectious Disease Clinics of North America, 39*(1), e33–e60. https://doi.org/10.1016/j.idc.2025.01.002

Hon, K., Chan, V., Leung, A., Leung, K., & Hui, W. (2024). Invasive fungal infections in critically ill

children: Epidemiology, risk factors and antifungal drugs. *Drugs in Context, 13*, 2023-9-2. https://doi.org/10.7573/DIC.2023-9-2

Huygens, S., Dunbar, A., Buil, J., Klaassen, C., Verweij, P., van Dijk, K., de Jonge, N., Janssen, J., van der Velden, W., Biemond, B., Bart, A., Bruns, A., Haas, P., Demandt, A., Oudhuis, G., von dem Borne, P., van der Beek, M., Klein, S., Godschalk, P., . . . Rijnders, B. (2023). Clinical impact of polymerase chain reaction–based Aspergillus and azole resistance detection in invasive aspergillosis: A prospective multicenter study. *Clinical Infectious Diseases, 77*(1), 38–45. https://doi.org/10.1093/cid/ciad141

Lamoth, F., & Calandra, T. (2022). Pulmonary aspergillosis: Diagnosis and treatment. *European Respiratory Review, 31*(166), 220114. https://doi.org/10.1183/16000617.0114-2022

Lan, Y., Li, H., Su, D., Liao, X., Zhang, Q., & Ma, Q. (2026). Clinical value of sputum galactomannan testing in the diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis among chronic obstructive pulmonary disease patients. *European Journal of Medical Research, 31*(1), 561. https://doi.org/10.1186/s40001-026-04061-0

Ledoux, M., & Herbrecht, R. (2023). Invasive pulmonary aspergillosis. *Journal of Fungi, 9*(2), 131. https://doi.org/10.3390/jof9020131

Li, P., Chen, Y., Cao, X., Wang, Z., Sai, L., & Wang, L. (2025). Diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis using metagenomic next-generation sequencing and conventional microbial tests post-COVID-19 pandemic. *Microbiology Spectrum, 13*(7), e00121-25. https://doi.org/10.1128/spectrum.00121-25

Lu, Y., Liu, L., Li, H., Chen, B., Gu, Y., Wang, L., Feng, C., Chen, C., Chen, Y., Sun, W., Cui, X., Cao, M., Tao, Y., Zhong, J., Zhong, H., Ni, Y., Cai, Y., Song, M., Liu, X., . . . Su, X. (2023). The clinical value of Aspergillus-specific IgG antibody test in the diagnosis of nonneutropenic invasive pulmonary aspergillosis. *Clinical Microbiology and Infection, 29*(6), 797.e1–797.e7. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2023.02.002

Ma, X., Zhang, S., Xing, H., Li, H., Chen, J., Li, H., Jiao, M., Shi, Q., Xu, A., Xing, L., & Cao, W. (2022). Invasive pulmonary aspergillosis diagnosis via peripheral blood metagenomic next-generation sequencing. *Frontiers in Medicine, 9*, 751617. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.751617

Oh, E., Kang, J., Jin, D., Yoo, C., Park, J., & Won, E. (2026). A fully integrated sample-to-answer molecular diagnostic platform for rapid identification of four major Aspergillus species. *Frontiers in Microbiology, 17*, 1828196. https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1828196

Rivera, L., Cáceres, D., Arango, J., Jaramillo, J., Zuluaga, A., & Rúa, Á. (2026). Biomarkers in the diagnosis of aspergillosis. *Journal of Fungi, 12*(4), 259. https://doi.org/10.3390/jof12040259

Sedik, S., Boyer, J., Egger, M., Dichtl, K., Prattes, J., Prüller, F., & Hoenigl, M. (2024). Comparative analysis of the Clarus Aspergillus galactomannan enzyme immunoassay prototype for the diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis in bronchoalveolar lavage fluid. *Mycopathologia, 189*(4), 67. https://doi.org/10.1007/s11046-024-00876-9

Sheng, L., Jiang, W., Yao, Y., Zhou, J., & Zhou, H. (2024). Value evaluation of quantitative Aspergillus fumigatus-specific IgG antibody test in the diagnosis of non-neutropenic invasive pulmonary aspergillosis. *Infection and Drug Resistance, 17*, 2043–2052. https://doi.org/10.2147/IDR.S460513

Tomazin, R., & Matos, T. (2026). Laboratory diagnostics of aspergillosis: Present state and future directions. *Journal of Fungi, 12*(5), 379. https://doi.org/10.3390/jof12050379

Trovato, L., Calvo, M., Palermo, C., & Scalia, G. (2025). The role of quantitative real-time PCR in the invasive pulmonary aspergillosis diagnosis: A retrospective study. *Microorganisms, 13*(2), 409. https://doi.org/10.3390/microorganisms13020409

Xu, C., Zhang, L., Liu, T., Zhu, G., Fan, Y., Chen, X., Shen, Y., Yu, Y., Shi, Y., Jiang, E., & Feng, S. (2025). Performance of galactomannan, Aspergillus-PCR, and metagenomic sequencing for the diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis in hematological patients. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection, 58*(6), 743–750. https://doi.org/10.1016/j.jmii.2025.06.001

Yang, J., Wu, X., Zhang, Q., Lin, C., Yu, Y., Zhang, X., Liu, H., & An, Y. (2024). Metagenomic next-generation sequencing and galactomannan testing for the diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis. *Scientific Reports, 14*(1), 31389. https://doi.org/10.1038/s41598-024-82806-9

Yepes, J., Urrútia, G., Romero, M., & Alonso, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología, 74*(9), 790–799. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016

Zhong, H., Sun, C., Lu, Y., Cai, X., Cao, M., Wang, L., Feng, C., Song, M., Sun, W., Shi, M., Tao, Y., Zhou, J., Chen, C., Lu, X., Li, Y., Ni, Y., Cai, Y., Zhong, J., Li, Y., . . . Su, X. (2026). The clinical value of metagenomic next generation sequencing in the diagnosis of non-neutropenic invasive pulmonary aspergillosis. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 16*, 1731736. https://doi.org/10.3389/fcimb.2026.1731736

Transparencia

Conflicto de interés

Las autoras declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

Las autoras financiaron completamente la investigación.

Contribución de autoría

Kevin Alexis Guaño Zambrano: Conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, gestión de datos, visualización, redacción y preparación del borrador original.

Ana Carolina González Romero: Supervisión, validación, redacción, revisión y edición.

Las autoras contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.

Anexos

ANEXOS

Anexo 1

Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos mediante QUADAS-2

La herramienta QUADAS-2 permitió examinar cuatro dominios relacionados con el riesgo de sesgo: selección de pacientes, prueba índice, estándar de referencia y flujo y tiempos. La tabla A1 presenta las valoraciones registradas para los 19 estudios incluidos en la revisión sistemática, de acuerdo con la información consignada en el documento original.

Tabla A1

Evaluación del riesgo de sesgo mediante QUADAS-2

Estudio	Selección de pacientes	Prueba índice	Estándar de referencia	Flujo y tiempos
Ainiwaer et al. (2026)	🟢	🟢	🟢	🟢
Bao et al. (2022)	🟡	🟢	🟡	🟡
Bernardi et al. (2022)	🟢	🟢	🟢	🟢
Borman et al. (2022)	🔴	🟡	🟢	🟢
Feng et al. (2025)	🟡	🟢	🟡	🟢
Goyeneche et al. (2021)	🟡	🟢	🟡	🟢
Hamam et al. (2021)	🟡	🟢	🟢	🟢
Huygens et al. (2023)	🟢	🟢	🟢	🟢
Lan et al. (2026)	🟡	🟡	🟡	🟡
Li et al. (2025)	🟢	🟢	🟢	🟢
Lu et al. (2023)	🟢	🟢	🟡	🟢
Ma et al. (2022)	🟡	🟢	🟡	🟢
Oh et al. (2026)	🟡	🟢	🟢	🟢
Sedik et al. (2024)	🟢	🟢	🟢	🟢
Sheng et al. (2024)	🟢	🟢	🟡	🟢
Trovato et al. (2025)	🟢	🟢	🟢	🟢
Xu et al. (2025)	🟢	🟢	🟢	🟢
Yang et al. (2024)	🟢	🟢	🟢	🟢
Zhong et al. (2026)	🟢	🟢	🟢	🟢

Nota. 🟢 Bajo riesgo de sesgo; 🟡 riesgo de sesgo incierto; 🔴 alto riesgo de sesgo. Las valoraciones corresponden a los datos proporcionados en el documento original. QUADAS-2 evalúa el riesgo de sesgo en cuatro dominios y las preocupaciones de aplicabilidad en tres dominios; no establece automáticamente una clasificación global única. Las valoraciones requieren corroboración mediante las preguntas orientadoras del instrumento.

Anexo 2

Estrategias de búsqueda bibliográfica y registros identificados

La tabla A2 presenta las cadenas de búsqueda utilizadas para identificar investigaciones relacionadas con el diagnóstico de aspergilosis pulmonar invasiva. Se conservaron los términos de búsqueda, las fuentes de información y los recuentos originales. Los filtros declarados permiten identificar diferencias que deberán resolverse con los registros de búsqueda antes de la publicación.

Tabla A2

Estrategias de búsqueda, filtros aplicados y registros recuperados

Fuente de información	Cadena de búsqueda	Filtros declarados	Registros
PubMed	("Aspergillus fumigatus" OR Aspergillus) AND ("invasive pulmonary aspergillosis" OR IPA) AND (galactomannan OR PCR OR qPCR OR "real-time PCR" OR mNGS OR "metagenomic next-generation sequencing" OR biomarker OR immunoassay OR "Aspergillus-specific IgG") AND (diagnosis OR "diagnostic performance" OR sensitivity OR specificity OR	Últimos cinco años; texto completo gratuito	166

	accuracy)		
Scopus	("invasive pulmonary aspergillosis") AND (galactomannan OR PCR OR mNGS OR "Aspergillus-specific IgG")	Período declarado: 2021–2027; artículos de investigación; acceso abierto	189
SciELO	("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "invasive pulmonary aspergillosis") AND ("Aspergillus fumigatus" OR Aspergillus) AND (galactomanano OR galactomannan OR PCR OR qPCR OR secuenciación OR sequencing OR biomarcador OR biomarker)	Inglés y español	6
Dialnet	("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "aspergilosis pulmonar") AND (Aspergillus OR "Aspergillus fumigatus") AND (galactomanano OR PCR OR diagnóstico OR biomarcadores)	Artículos de revista	51
Redalyc	("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "invasive pulmonary aspergillosis") AND (Aspergillus OR "Aspergillus fumigatus") AND (galactomanano OR PCR OR biomarcadores OR diagnóstico)	Período declarado: 2021–2025; inglés y español	8
Subtotal en fuentes bibliográficas			420
Búsqueda manual			5
Total identificado antes de eliminar duplicados			425

Nota. PCR: reacción en cadena de la polimerasa; qPCR: PCR cuantitativa en tiempo real; mNGS: secuenciación metagenómica de nueva generación; IPA: *invasive pulmonary aspergillosis*. Los filtros y las cantidades se conservaron conforme al registro original; requieren cotejo con las búsquedas ejecutadas.

Enlaces de búsqueda consignados en el documento original

Fuente	Enlace registrado
PubMed	https://acortar.link/ys2WjC
Scopus	https://acortar.link/GJxCK7
SciELO	https://acortar.link/bTwluR
Dialnet	https://acortar.link/NeWohS
Redalyc	https://acortar.link/v533a2

Anexo 3. Capturas de pantalla de las estrategias de búsqueda

Este anexo reúne las capturas de pantalla correspondientes a las búsquedas bibliográficas efectuadas en las fuentes de información consultadas. Su incorporación permite documentar las cadenas utilizadas, los filtros aplicados y las cantidades de registros recuperados. Las imágenes deberán corresponder a los procedimientos descritos en la Metodología y a la información presentada en la tabla A2.

Figura A1

Captura de pantalla de la estrategia de búsqueda aplicada en PubMed

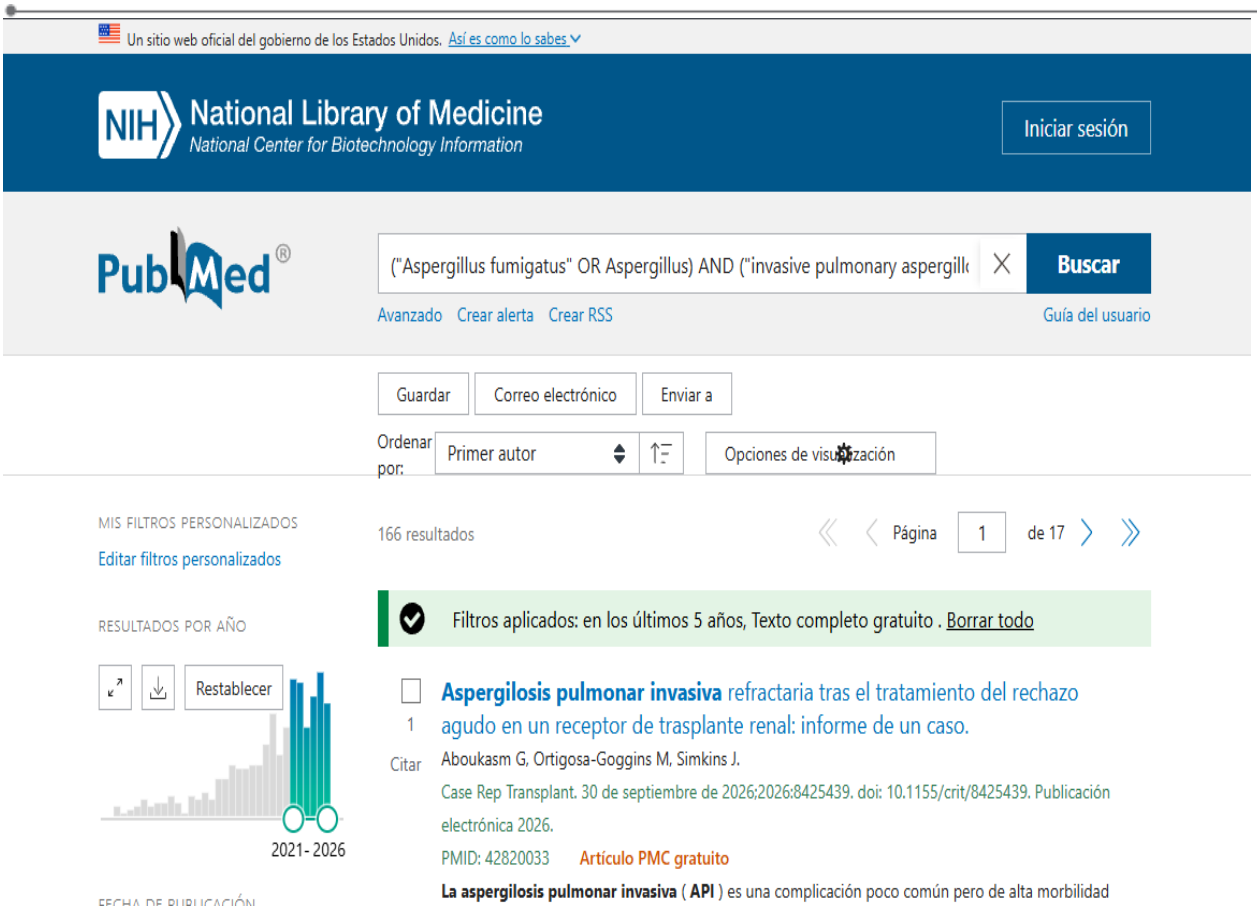


Figura A2

Captura de pantalla de la estrategia de búsqueda aplicada en Scopus

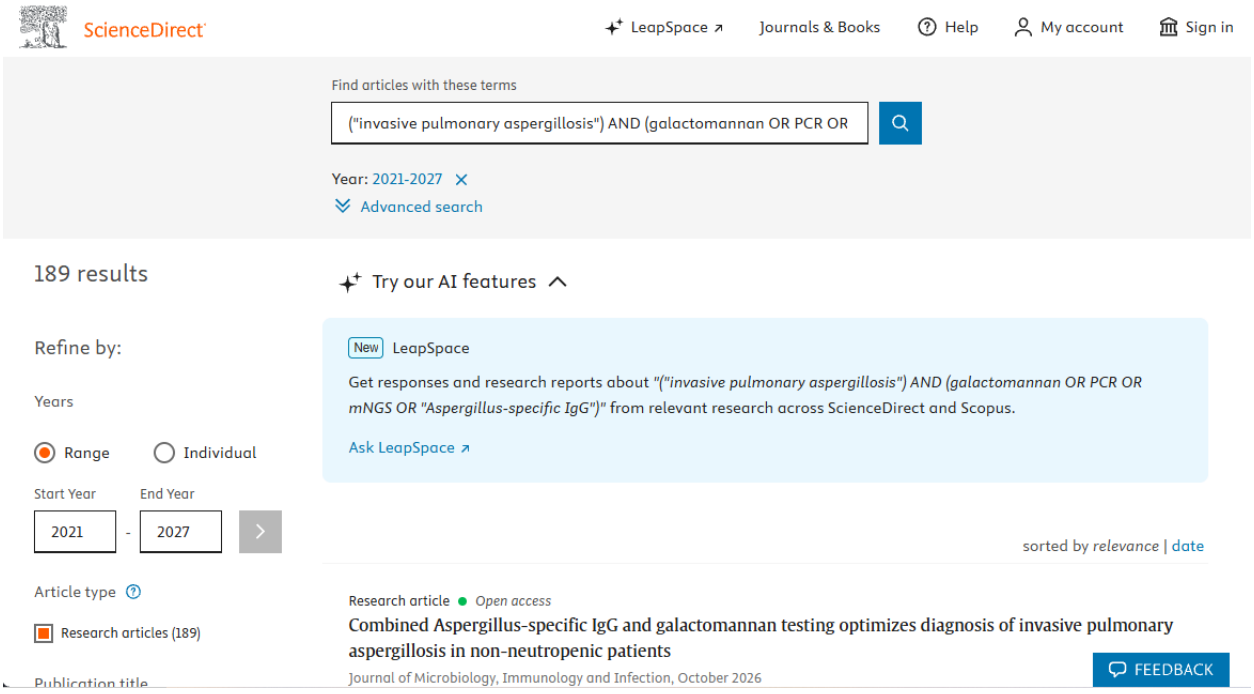


Figura A3

Captura de pantalla de la estrategia de búsqueda aplicada en SciELO

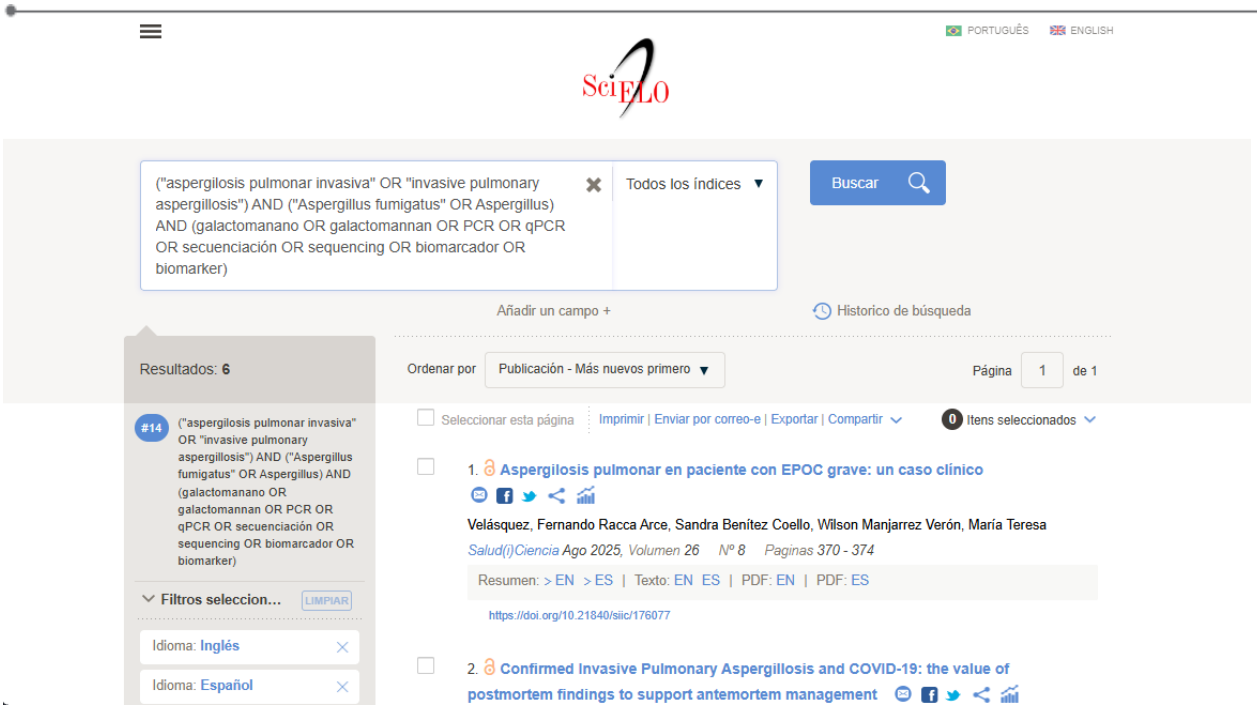


Figura A4

Captura de pantalla de la estrategia de búsqueda aplicada en Dialnet

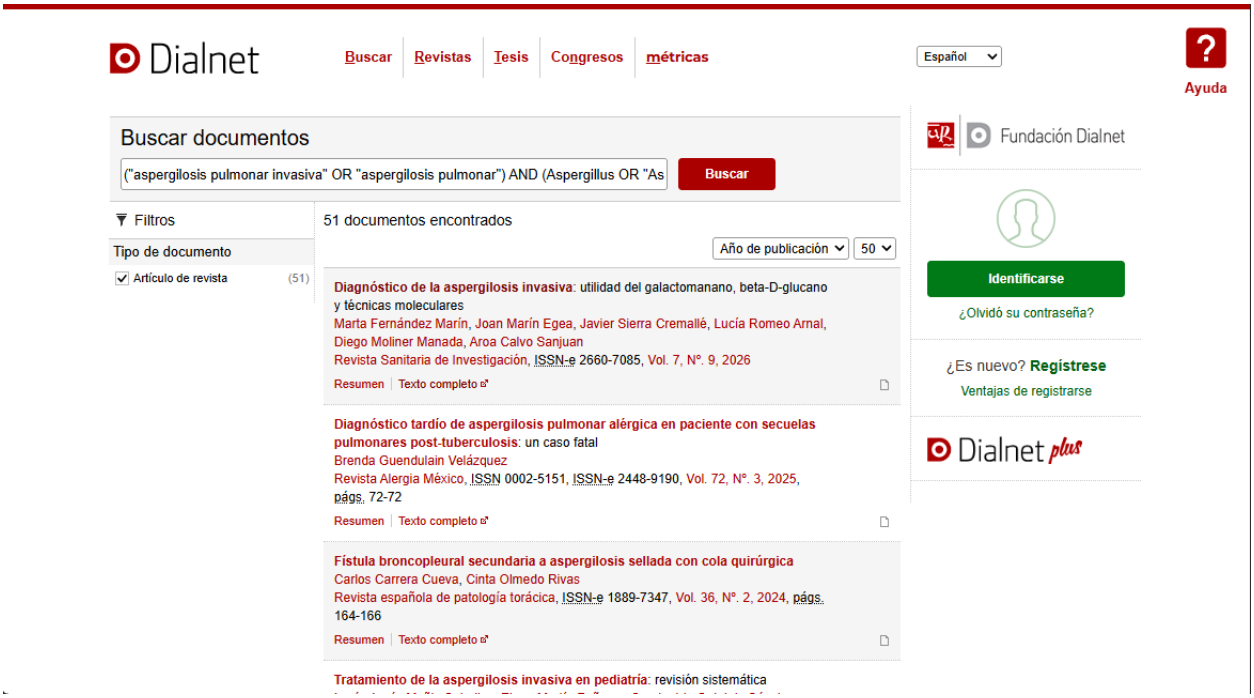


Figura A5

Captura de pantalla de la estrategia de búsqueda aplicada en Redalyc


redalyc
Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia
ESP ENG
Búsqueda de artículos
Filtros de búsqueda
("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "invasive pulmonary aspergillosis") AND (Aspergillus O
Año:
2025 (1)
2024 (2)
2023 (1)
2021 (4)
Resultados para "("aspergilosis pulmonar invasiva" OR "invasive pulmonary aspergillosis") AND (Aspergillus OR "Aspergillus fumigatus") AND (galactomanano OR PCR OR biomarcadores OR diagnóstico)"
1 a 8 de 8 artículos
Lista
Tabla
Idioma:
Inglés (4)
Español (4)
Año: 2021 2023 2024 2025
Idioma: Inglés Español
Disciplina:
Medicina (7)
Salud (1)
Fungal coinfection/superinfection in COVID-19 patients in a tertiary hospital in Mexico
Biomédica, 2024, 44(3)
al. Biomédica 2024;44:328-39 31. Park SY, Lim C, Lee SO, Choi SH, Kim YS, Woo JH, et al. Computed tomography findings in invasive pulmonary..., Cricca M, Rinaldi M, Maccaro A, Bussini L, et al.