

Impacto del uso del GeneXpert MTB/RIF en el diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la tuberculosis

Impact of the use of GeneXpert MTB/RIF in the early diagnosis and timely treatment of tuberculosis

Mariela Fernanda Merino Mosquera*

Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
mariela.merino@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-3972-7991>

Ana Carolina González Romero

Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
ana.gonzalez@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4899-6076>

*Correspondencia:

mariela.merino@unach.edu.ec

Cómo citar este artículo:

Merino, M., & González, A. (2025). Impacto del uso del GeneXpert MTB/RIF en el diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la tuberculosis. *Esprint Investigación*, 4(3), 203-218.
<https://doi.org/10.61347/ei.v4i3.210>

Recibido: 15 de octubre de 2025

Aceptado: 28 de noviembre de 2025

Publicado: 4 de diciembre de 2025

Resumen: La tuberculosis continúa siendo una de las enfermedades infecciosas de mayor impacto a nivel mundial, caracterizado por una elevada morbilidad y mortalidad, especialmente en regiones con alta carga endémica. Su control depende fundamentalmente del diagnóstico precoz y del inicio oportuno del tratamiento, factores determinantes para reducir la transmisión y mejorar el pronóstico clínico. El presente artículo de revisión tuvo como objetivo evaluar la evidencia científica reciente sobre el impacto del sistema *GeneXpert* MTB/RIF en el diagnóstico rápido de *Mycobacterium tuberculosis* y la detección de resistencia a la rifampicina. Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura científica publicada entre 2020 y 2025, siguiendo las directrices PRISMA 2020, mediante búsquedas en las bases de datos Scopus, PubMed, y Google Scholar. De un total de 54 registros identificados, 29 estudios cumplieron los criterios de inclusión establecidos. Los resultados demostraron que el *GeneXpert* MTB/RIF presentó una sensibilidad del 77% al 100% y una especificidad del 93% al 100%, valores significativamente superiores a los obtenidos por baciloscopia (40–85%). Además, redujo el tiempo diagnóstico a menos de dos horas, en comparación con las 6–8 semanas requeridas por el cultivo sólido. El sistema permitió identificar resistencia a rifampicina, con frecuencias entre 0,7% y 17,7%, favoreciendo la adecuación terapéutica mediante fármacos de segunda línea como bedaquilina, linezolid y fluoroquinolonas. En conclusión, el *GeneXpert* MTB/RIF se consolida como una herramienta diagnóstica rápida, precisa y esencial, con impacto positivo en el manejo clínico y el control epidemiológico de la tuberculosis.

Palabras clave: Baciloscopia, bedaquilina, cultivo, fluoroquinolonas, *GeneXpert* MTB/RIF, linezolid, *Mycobacterium tuberculosis*, rifampicina, tuberculosis.

Abstract: Tuberculosis remains one of the most impactful infectious diseases worldwide, characterized by high morbidity and mortality, particularly in regions with a high endemic burden. Its control fundamentally depends on early diagnosis and the timely initiation of treatment, which are key factors in reducing transmission and improving clinical outcomes. This review article aimed to evaluate recent scientific evidence on the impact of the *GeneXpert* MTB/RIF system in the rapid diagnosis of *Mycobacterium tuberculosis* and the detection of rifampicin resistance. A systematic review of scientific literature published between 2020 and 2025 was conducted following the PRISMA 2020 guidelines, through searches in the Scopus, PubMed, and Google Scholar databases. From a total of 54 records identified, 29 studies met the established inclusion criteria. The results demonstrated that the *GeneXpert* MTB/RIF achieved sensitivity ranging from 77% to 100% and specificity from 93% to 100%, values significantly higher than those obtained by bacilloscopy (40–85%). In addition, it reduced the diagnostic time to less than two hours, compared to the 6–8 weeks required by solid culture. The system also enabled the identification of rifampicin resistance, with frequencies ranging from 0.7% to 17.7%, facilitating therapeutic adjustment using second-line drugs such as bedaquiline, linezolid, and fluoroquinolones. In conclusion, the *GeneXpert* MTB/RIF system stands out as a rapid, accurate, and essential diagnostic tool, with a positive impact on the clinical management and epidemiological control of tuberculosis.

Keywords: Bacilloscopy, bedaquiline, culture, fluoroquinolones, *GeneXpert* MTB/RIF, linezolid, *Mycobacterium tuberculosis*, rifampicin, tuberculosis.

Copyright: Derechos de autor 2025 Mariela Fernanda Merino Mosquera, Ana Carolina González Romero.



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

1. Introducción

La tuberculosis (TB), causada por *Mycobacterium tuberculosis* (MTB), sigue siendo una de las principales amenazas para la salud pública global, con millones de casos nuevos anualmente y una morbilidad y mortalidad significativas, especialmente en poblaciones vulnerables (World Health Organization (WHO), 2021). El control efectivo de esta enfermedad depende fundamentalmente del diagnóstico temprano y el inicio oportuno del tratamiento. Sobre todo, por el largo tiempo de espera para los resultados (días a semanas), retrasando el manejo clínico y favoreciendo la transmisión (Cadavid et al., 2022). Se estima que la tuberculosis pulmonar representa entre el 70% y el 85% de los casos globales, siendo la forma más frecuente y contagiosa de la enfermedad (Palacios et al., 2016).

Su diagnóstico clásico se basa en la baciloscopia, el cultivo y las pruebas moleculares, siendo la forma pulmonar la principal fuente de transmisión comunitaria. Este tipo de TB reviste una gran complejidad diagnóstica debido a su curso subclínico, la baja carga bacilar y la especificidad de sus manifestaciones clínicas, siendo necesario el uso de técnicas moleculares rápidas como *GeneXpert MTB/RIF* que es un sistema de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) en tiempo real totalmente automatizado y semicuantitativo, el cual emerge como una solución innovadora, permitiendo la detección eficaz de *M. tuberculosis complex* y la identificación de la resistencia a la Rifampicina en un lapso aproximado de dos horas, mejorando la sensibilidad diagnóstica y agilizando la confirmación microbiológica, con una automatización y mínima manipulación del laboratorio (Chaves et al., 2017; Chanataxi & Asimbaya, 2024).

Por lo cual la detección de *M. tuberculosis*, posee una alta sensibilidad y especificidad (superior a la baciloscopia, especialmente en muestras negativas en frotis), permitiendo diagnosticar la TB de forma más precisa y en etapas tempranas (Lacayo et al., 2021). En cuanto a la detección de Resistencia a Rifampicina (RIF), simultáneamente, identifica mutaciones en el gen *rpoB* asociadas a la resistencia a la rifampicina, un indicador clave de la TB multirresistente (TB-MDR) (Zamboni et al., 2021).

El principal impacto del *GeneXpert* radica en la drástica reducción del tiempo de respuesta. Mientras que el cultivo para la confirmación de TB y las pruebas de sensibilidad a fármacos tradicionales pueden tomar de 2 a 8 semanas, el *GeneXpert* entrega resultados fiables en menos de dos horas (generalmente en 90-120 minutos) (Amaya et al., 2020). Este diagnóstico rápido facilita la toma de decisiones clínicas inmediatas, permitiendo, con el inicio rápido del tratamiento adecuado (incluso esquemas de segunda línea para TB-MDR), mejorando los resultados terapéuticos para el paciente y la reducción de la transmisibilidad en la comunidad, al aislar y tratar a los pacientes de forma precoz.

La literatura científica reciente evidencia que las pruebas moleculares automatizadas no solo acortan los tiempos diagnósticos, sino que también permiten detectar de manera temprana la resistencia a rifampicina, uno de los problemas emergentes en el control global de la enfermedad. De este modo, su utilización optimiza la identificación de casos tanto pulmonares como extrapulmonares, contribuyendo al tratamiento oportuno y a la reducción de la morbimortalidad asociada a la tuberculosis (Khan et al., 2007).

Entre sus ventajas destaca su rapidez, alta sensibilidad y especificidad en comparación con la baciloscopia, y la capacidad de detectar resistencia a la rifampicina de manera simultánea. Sin embargo, presenta desventajas como el costo elevado de los cartuchos y equipos, la necesidad de mantenimiento y un suministro constante de energía e insumos (Dorman et al., 2018). A pesar de

estas limitaciones, su uso ha permitido mejorar el diagnóstico bacteriológico y reducir los retrasos en el inicio del tratamiento, contribuyendo a una mejor gestión de casos y control de la transmisión (Haraka et al., 2021; WHO, 2020).

El *GeneXpert*, como una herramienta de diagnóstico molecular rápido, se ha posicionado como la prueba inicial recomendada por la OMS en muchos contextos, complementando y no reemplazando totalmente al cultivo, que sigue siendo esencial para la vigilancia epidemiológica y las pruebas completas de sensibilidad a fármacos (Lacayo et al., 2021; Zamboni et al., 2021). Su impacto en la mejora del flujo de diagnóstico y, consecuentemente, en la salud pública, lo consolida como un pilar fundamental de la Estrategia Fin de la Tuberculosis (WHO, 2020).

Esta investigación, de carácter bibliográfico y sistemático, se orienta a analizar el impacto de estas técnicas moleculares en el diagnóstico integral de la tuberculosis, considerando su rendimiento en ambas formas clínicas y su relevancia en la estrategia mundial hacia la eliminación de la enfermedad. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la evidencia científica disponible sobre el impacto del uso del sistema *GeneXpert* MTB/RIF en el diagnóstico temprano y el tratamiento oportuno de la tuberculosis, con el propósito de determinar su efectividad en la mejora del abordaje clínico y el control de la enfermedad.

Objetivos específicos

- Evaluar la sensibilidad y especificidad del *GeneXpert* MTB/RIF en comparación con la baciloscopia y el cultivo como métodos diagnósticos de tuberculosis.
- Evaluar la reducción en el tiempo de diagnóstico de tuberculosis al utilizar *GeneXpert* MTB/RIF en comparación con métodos convencionales.
- Analizar la capacidad del *GeneXpert* MTB/RIF para detectar resistencia a rifampicina en pacientes con tuberculosis y su impacto en la elección del tratamiento.

2. Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura científica con un enfoque cualitativo y descriptivo, siguiendo las recomendaciones de la guía PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), lo cual permitió garantizar rigurosidad, transparencia y sistematicidad en el proceso de revisión de la literatura científica. El propósito fue describir el panorama epidemiológico actual del Impacto del uso del *GeneXpert* MTB/RIF en el diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la tuberculosis.

La revisión se llevó a cabo mediante búsquedas exhaustivas en las siguientes bases de datos electrónicas reconocidas como: Scopus, PubMed estudios adicionales, complementada con fuentes institucionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Para la recolección inicial de artículos, se utilizó palabras clave y operadores booleanos de búsqueda ajustados a cada base de datos, Lo que arrojó un total preliminar de 54 documentos. A partir de este conjunto, se procedió a aplicar los Criterios de inclusión entre ellos las publicaciones entre 2020 – 2025, estudios realizados a nivel mundial, artículos que evalúen uso del *GeneXpert* MTB/RIF en el diagnóstico de la tuberculosis, estudios que reporten diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la tuberculosis. También se aplicó los criterios de exclusión como: Estudios fuera del ámbito, Intervención incorrecta y publicaciones sin acceso al texto completo.

Tabla 1*Métodos de búsqueda y resultados obtenidos en SCOPUS y PubMed según los objetivos de estudio empleados*

Base de datos	Objetivo	Cadena de búsqueda empleada	Resultados
Scopus	Objetivo 1 y 2	(TITLE ("GeneXpert MTB/RIF") AND TITLE (tuberculosis) AND TITLE-ABS-KEY ("bacilloscopy" OR "solid culture")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2024))	5 resultados
Scopus	Objetivo 3	(TITLE ("GeneXpert MTB / RIF") AND TITLE ("Rifampicin")) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2025	19 resultados
PubMed	Objetivo 1 y 2	("GeneXpert MTB/RIF") AND (tuberculosis) AND ("bacilloscopy" OR "solid culture")	2 resultados
PubMed	Objetivo 3	GeneXpert MTB / RIF [Title] AND Rifampicin [Title]	7 resultados

Considerando que existieron limitaciones para recuperar algunos estudios las investigadoras realizan una búsqueda adicional en Google Scholar encontrando un total de 21 estudios que pueden incluirse en la revisión sistemática.

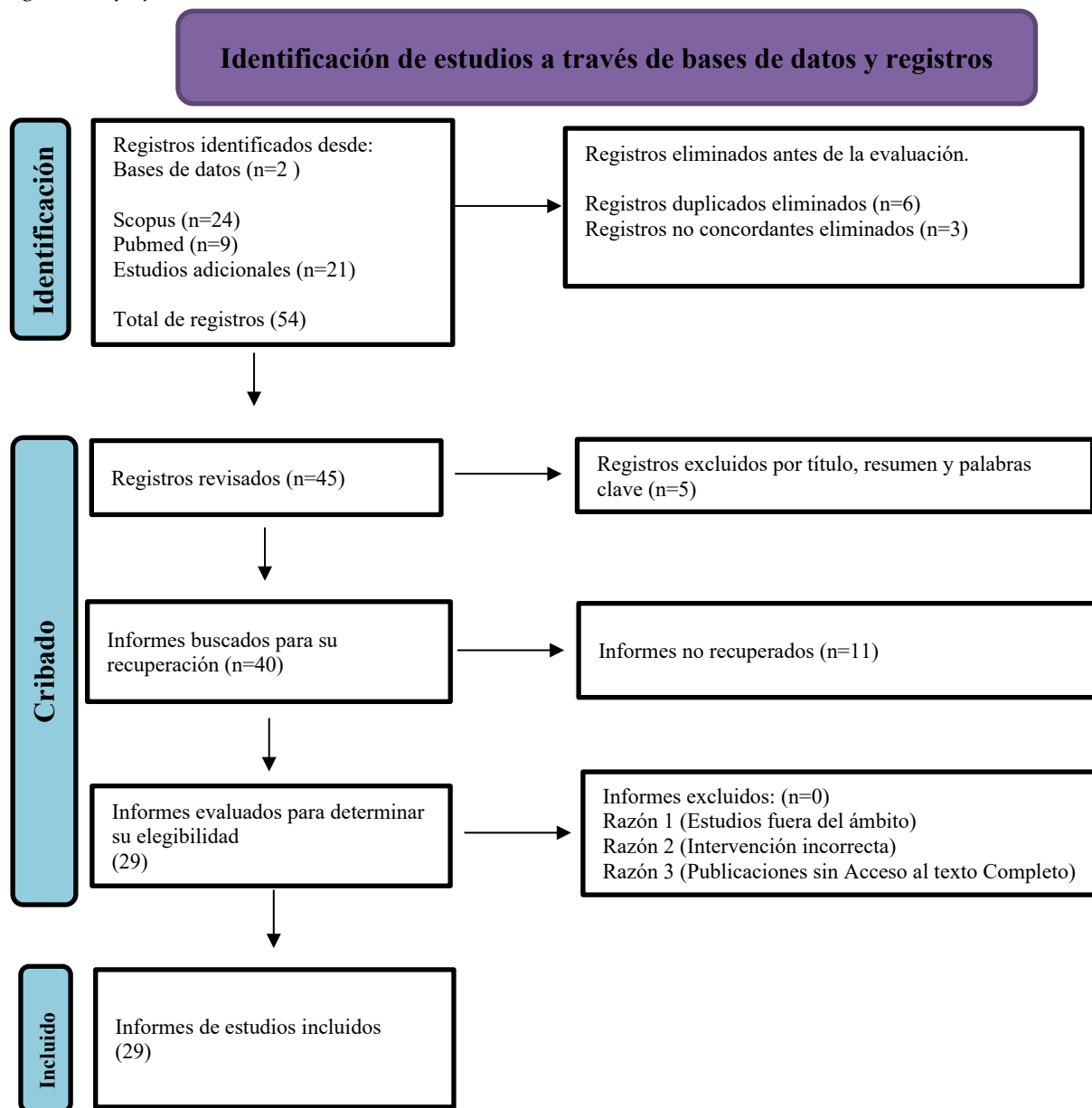
Además, se seleccionaron solamente artículos de revistas científicas, revisados por pares y escritos en idioma español, inglés. Se priorizaron los documentos que presentaran acceso completo, ya sea en línea o mediante plataformas académicas de gestión, como Mendeley, y que contuvieran los términos clave en el título, resumen o palabras clave. En contraposición, se excluyeron aquellos artículos que, pese a aparecer en la búsqueda, no presentaban una relación directa con el tema de estudio.

También fueron descartados los artículos duplicados, así como aquellos que presentaban resultados preliminares sin conclusiones claras o carecían de fundamentación teórica y metodológica suficiente. Finalmente, tras aplicar los criterios de selección y depuración descritos, se conformó una muestra final de 29 artículos científicos.

La información se registró en una base de datos diseñada en Microsoft Excel, permitiendo un análisis comparativo entre países, años, objetivos, tiempo de respuesta de los resultados y resistencia a la rifampicina. Los resultados se presentaron de forma descriptiva y analítica, identificando patrones geográficos con mayor frecuencia en la enfermedad con el diagnóstico temprano y el tratamiento oportuno de la tuberculosis, en tiempos de entrega de resultados rápidos y confiables.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA



3. Resultados

La tabla 2, reúne 14 estudios publicados entre 2020 y 2025 que analizan la sensibilidad y especificidad de tres métodos diagnósticos para tuberculosis: baciloscopía, cultivo y *GeneXpert* MTB/RIF, considerando distintas poblaciones de estudio (adultos, niños o ambos sexos). Los resultados muestran que *GeneXpert* MTB/RIF se destaca por ser el procedimiento más rápido y preciso para el diagnóstico inicial de la enfermedad y la detección de resistencia a rifampicina, gracias a su alta sensibilidad y especificidad; el cultivo, aunque continúa siendo el patrón de referencia, presenta limitaciones por el tiempo prolongado que requiere para obtener resultados; mientras que la baciloscopía mantiene utilidad en contextos con recursos restringidos, pese a su menor sensibilidad diagnóstica.

Tabla 2

Sensibilidad y especificidad de GeneXpert MTB/RIF, en comparación con la Baciloscopia y Cultivo como métodos para el diagnóstico de tuberculosis

N.º	Autor (año)	Población / Muestra	Baciloscopia		Cultivo		GeneXpert	
			Sensibilidad	Especificidad	Sensibilidad	Especificidad	Sensibilidad	Especificidad
1	Arbués et al. (2024)	Masculino y Femenino	85%	98%	68% -100%	91,7% -99,3%	100%	97%
2	Chanataxi & Asimbaya (2024)	Masculino y Femenino	84,20%	99,50%	93,50%	94,70%	94,70%	93,90%
3	Rodríguez-Pazmiño et al. (2025)	adultos	60%	98 % - 96 %	50%	-	83,5% - 87,2%	96%
4	Cadavid et al. (2022)	niños o adultos	51.7%	-	78.5%	-	94,10%	98,40%
5	Villalva-Serra (2024)	baciloscopia, cultivo, prueba molecular (Xpert MTB/RIF), 1.061.776 casos	40–80 %	94–98 %	100%	100%	78,6–94,7 %	88,9–99,3 %
6	Amjad et al. (2021)	Masculino y Femenino	43%	100%	100%	100%	73%	100%
7	Panse et al. (2022)	Masculino y Femenino	70,97%	100%	-	-	93,01%	100%
8	Rimal et al. (2022)	Masculino y Femenino	20-80%	-	74,29%	96,61%	69,4-84,7 %	98,4-98,8 %
9	Yang et al. (2021)	Masculino y Femenino	11,00%	99,20%	43,30%	100%	87,80%	72,70%
10	Neumann et al. (2025)	Masculino y Femenino	66%	85,60%	93,90%	76,00%	77,20%	78%
11	Elbrolosy et al. (2021)	Masculino y Femenino	72.1	81.3	-	-	90.2	86.9
12	Wazahat et al. (2023)	Masculino y Femenino	47,80%	100%	-	-	91,60%	94,10%
13	Yamouni et al. (2024)	Masculino y Femenino	68%	-	96,30%	98%	88,20%	98,60%
14	Li et al., 2025	Masculino y Femenino	34,20%	99,30%	100%	100%	100%	90%

La tabla 3 muestra la comparación del tiempo de diagnóstico de tuberculosis entre el método *GeneXpert* MTB/RIF y las técnicas convencionales (baciloscopia y cultivo sólido), a partir de siete estudios publicados entre 2021 y 2025. Los resultados evidencian una reducción significativa en el tiempo al emplear *GeneXpert*, pasando de semanas o días a pocas horas, lo que facilita el inicio temprano del tratamiento, mejora el control de la enfermedad y contribuye a disminuir la transmisión de la tuberculosis en la comunidad.

Tabla 3

Reducción en el tiempo de diagnóstico de tuberculosis al utilizar GeneXpert MTB/RIF en comparación con métodos convencionales

N.º	Autor (año)	Población/ Muestra	Método diagnóstico, Numero de pacientes			Tiempo medio (días)			Mediana (días)			Reducción GenXpert vs Cultivo	
			BAAR	Cultivo sólido	GeneXpert	BAAR	Cultivo sólido	GeneXpert	Baciloscopia	Cultivo sólido	GeneXpert	Cultivo sólido	GeneXpert
1	Arbués et al. (2024)	Masculino y Femenino	143	153	206	-	8 semanas	2 horas	-	56 días	menos 1 día	-	99%
2	Rimal et al. (2022)	Masculino y Femenino	11	35	31	-	4-8 semanas	2 horas	1 a 2 días	28 a 56 días	menos 1 día	-	90,91%
3	Rodríguez-Pazmiño et al. (2025)	Pacientes	278	147	228	1 días	6-8 semanas	rápida	-	-	-	-	-
4	Pongpeeradech et al., (2022)	Masculino y Femenino	127	522	1443	-	8 semanas	1 día	-	54 días	4 horas	-	-
5	Elbrolosy et al. (2021)	Masculino y Femenino	149	122	111	1 días	2-8 semanas	90-120 minutos	1 a 2 días	54 días	2 horas	-	97–99%
6	Wazahat et al. (2023)	Masculino y Femenino	110	190	192	-	8 semanas	3 horas	-	56 días	<3 horas	-	97%
7	Yamouni et al. (2024)	Masculino y Femenino	40	93	85	1 días	-	2 horas	1 día	28-42 días	< 2 horas	-	96%
8	Xie et al. (2022)	Masculino y Femenino	-	35	44	-	8 semanas	2 horas	-	56 días	< 2 horas	-	97%
9	Byanyimaet al. (2022)	Masculino y Femenino	67	78	78	-	-	20 minutos	-	-	< 2 horas	-	90%

El análisis de la tabla 4 resalta la eficacia consistente del ensayo *GeneXpert* MTB/RIF para la detección temprana de *M. tuberculosis* y, crucialmente, de la resistencia a la rifampicina en pacientes con tuberculosis, tanto pulmonar como extrapulmonar, con tasas de resistencia a RIF que varían ampliamente entre estudios (desde el 0,7% hasta el 17,7%).

Tabla 4

Capacidad del GeneXpert MTB/RIF para detectar resistencia a rifampicina en pacientes con tuberculosis y su impacto en la elección del tratamiento

N.º	Autor (año)	Tipo TB	Antecedentes	GeneXpert MTB/RIF	Resistencia a la RIF	Elección inicial del Tratamiento	Modificación del Tratamiento
1	Elbrolosy et al. (2021)	Pulmonar y extrapulmonar	Tuberculosis y VIH	El 24,7 % (111/449 pulmonares) y el 30,1 % (40/133 extrapulmonar)	27: 4.6% Pacientes (14 12.6%TBP, 13 32.5%TBEP)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	TB-RR/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
2	Ramachandra et al. (2023)	Pulmonar	VIH positivo	18,98% (7156/37 695)	509 (7.11% de los positivos) 16,56 % (26/157) multirresistente, 4,02 % (20/498) de los casos resistentes a isoniazida y fluoroquinolonas	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	TB-RR/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
3	Biset et al. (2024)	Pulmonar	VIH positivo	93,8% (17.615/18.787)	7.42% (137/1846)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	Retratamiento de: TB-RR/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
4	Edem et al. (2021)	Pulmonar	Pacientes HIV	22,9% (32/140)	0,7% (1/140)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	TB/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
5	Hamed et al. (2024)	Pulmonar y extrapulmonar	Diabetes mellitus (DM), enfermedad hepática y renal, y contacto previo con casos positivos de TB	75,32% (58/77) pulmonares, 24,68% (19/77) extrapulmonares	La prueba DST identificó resistencia a RIF en el 15,58% (12/77 muestras), diez (10/77, 12,99%) ensayo Xpert	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	TB/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
6	Yamouni et al. (2024)	Pulmonar	Muestras pacientes con tuberculosis	27,4% (85/310) pulmonares, 34,6% (54/156) extrapulmonares	6,31% (6/95)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	La detección de la resistencia a RIF por GX TB/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas

7	Ershova et al., (2020)	Pulmonar	Diabetes, infección por VIH	51% (173/402) en el grupo pre-Xpert y 49% (165/402) en el grupo pos-Xpert	17 % (58/338)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	Ultrarresistente (TB-XDR), TB-RR/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
8	Imam et al., (2023)	Extrapulmonar y pulmonares no esputosas	Pacientes con sospecha de tuberculosis multirresistente	25,9% (166/642)	15,7 % (26) de las muestras	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	Modificación por ser monorresistente a INH isoniazida
9	Sun et al., (2023)	Extrapulmonar y pulmonares	Pacientes pediátricos con Tuberculosis	74,91% (806/1076) pulmonares, 25,09% (270/1076) extrapulmonares	190/1076 (17,7%)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	2HRZE/4HR: Bedaquilina + Linezolid + Levofloxacin/Moxifloxacin + Clofazimina + Cicloserina
10	Sharew et al., (2024)	Pulmonar	Pacientes con tuberculosis y VIH	8.9% (1160/12,891)	7,1% (82/1160)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	TB-RR/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
11	Torokaa et al., (2024)	Extrapulmonar y pulmonares	Pacientes con tuberculosis y VIH	50,2% (56.662/112.768)	0,8% (450/56.662)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	La probabilidad de resistencia a la rifampicina fue casi nueve veces mayor en pacientes tratados previamente que en pacientes nuevos. TB-RR/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas
12	Mukhida et al., (2022)	Extrapulmonar	-	61,37% (89/145)	7,9 % (7/89)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	-
13	Kouemo et al., (2021)	Pulmonar y Extrapulmonar	Tuberculosis y VIH	98.7 % (151/153) pulmonar, 1.3% (2/153) Extrapulmonar	6,7% (8/119)	Isoniazida, Rifampicina, Pirazinamida, Etambutol	Recaída, TB/MDR: Bedaquilina, Linezolid, Fluoroquinolonas

Nota. TB-XDR=tuberculosis extensamente resistente, TB-RR/MDR = tuberculosis resistente a la rifampicina/ multirresistente, GX= GeneXpert, INH= Isoniazida, 2HRZE/4HR= H=Isoniazida, R= Rifampicina, Z=Pirazinamida, E= Etambutol

4. Discusión

El análisis de los estudios recopilados evidencia que el *GeneXpert* MTB/RIF ha transformado el diagnóstico de la tuberculosis al ofrecer mayor sensibilidad, especificidad y rapidez en comparación con las pruebas convencionales, como la baciloscopia y el cultivo.

En el estudio de Arbués et al. (2024), la sensibilidad y especificidad del *GeneXpert* alcanzaron el 100% y 97%, respectivamente, superando los valores obtenidos por la baciloscopia (85%) y el cultivo (68–100%). De manera similar, Chanataxi & Asimbaya. (2024) reportaron una sensibilidad del 94,7% y una especificidad del 93,9%, resultados que coinciden con los de Cadavid et al. (2022), quienes observaron una sensibilidad del 94,1% y una especificidad del 98,4%, confirmando que el método molecular mejora significativamente la detección de *Mycobacterium tuberculosis* tanto en niños como en adultos.

Otros autores, como Rodríguez-Pazmiño et al., (2025) y Villalva-Serra et al. (2024) también destacaron el rendimiento superior del *GeneXpert*, con sensibilidades entre 78,6% y 94,7%, frente a la variabilidad observada en la baciloscopia (40–80%). De manera particular, Amjad et al. (2021) y Panse et al. (2022) demostraron que el *GeneXpert* mantiene una elevada precisión incluso en pacientes con baciloscopia negativa o con baja carga bacilar, escenarios en los que la microscopía tradicional tiende a generar falsos negativos. En esta misma línea, Rimal et al. (2022) y Yang et al. (2021) confirmaron que la prueba molecular es capaz de detectar *M. tuberculosis* en muestras de lavado bronco alveolar y frotis negativos, con sensibilidades entre 69,4% y 87,8%, frente al escaso 11% obtenido mediante baciloscopia.

Respecto al tiempo diagnóstico, los estudios de Arbués et al. (2024), Elbrolosy et al. (2021) y Wazahat et al. (2023), demostraron que el *GeneXpert* entrega resultados en menos de dos horas, mientras que los cultivos sólidos requieren entre seis y ocho semanas. Asimismo, Rimal et al. (2022) y Pongpeeradech et al. (2022) reportaron una reducción del 90–99% en el tiempo diagnóstico, lo que se traduce en un inicio más temprano del tratamiento, una menor transmisión comunitaria y una mejoría en los resultados clínicos. Estos hallazgos reafirman el impacto clínico y epidemiológico del *GeneXpert* en la detección oportuna y en el control efectivo de la tuberculosis, especialmente en contextos de alta incidencia.

En cuanto a la detección de resistencia a la rifampicina, los resultados de la Tabla 4 confirman la capacidad del *GeneXpert*, como marcador clave de resistencia a este fármaco. En el estudio de Elbrolosy et al. (2021) se detectó resistencia en el 4,6% de los casos, mientras que Ramachandra et al. (2023) informaron una tasa del 7,11%, y Biset et al. (2024), del 7,42%. Otros autores, como Hamed et al. (2024) y Yamouni et al. (2024), registraron resistencias del 12,9% y 6,31%, respectivamente, lo que demuestra la eficacia del *GeneXpert* en la identificación temprana de tuberculosis resistente a rifampicina (TB-RR) y multirresistente (TB-MDR), mientras que Sharew et al. (2024) y Torokaa et al. (2024) documentan la presencia de mutaciones en el gen *rpoB* asociadas con resistencia a la rifampicina, con prevalencias de 7,1% y 0,8%, respectivamente. Estos resultados ponen de manifiesto diferencias significativas en la frecuencia de resistencia, las cuales pueden estar influenciadas por las características epidemiológicas, demográficas y clínicas de las poblaciones estudiadas.

De igual manera, Edem et al. (2021) y Ershova et al. (2020) resaltaron la utilidad del *GeneXpert* para optimizar la selección terapéutica inicial, al permitir la modificación oportuna del tratamiento según el perfil de resistencia detectado. En la mayoría de los estudios, los esquemas estándar incluyeron isoniazida, rifampicina, pirazinamida y etambutol, mientras que los casos de resistencia

requirieron regímenes con bedaquilina, linezolid y fluoroquinolonas, en concordancia con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Asimismo, Imam et al. (2023) y Sun et al. (2023) destacaron la relevancia del *GeneXpert* en la detección de resistencia tanto en muestras pulmonares como extrapulmonares, así como en poblaciones pediátricas, donde los métodos convencionales presentan menor rendimiento.

La capacidad del sistema *GeneXpert* para detectar de manera oportuna la resistencia a la rifampicina (RIF) es un hallazgo central en estos análisis. Las frecuencias de resistencia a RIF reportadas en la literatura oscilaron entre el 0,7 % y el 17,7 % en las poblaciones estudiadas, con informes adicionales sobre la presencia de tuberculosis multirresistente (TB-MDR) e incluso tuberculosis extremadamente resistente (TB-XDR). Esta rápida diferenciación patológica determina la estrategia terapéutica: mientras que los casos sensibles mantienen el esquema estándar de primera línea (isoniazida, rifampicina, pirazinamida y etambutol), la identificación de TB resistente obliga a una optimización inmediata del régimen con agentes de segunda línea, como bedaquilina, linezolid y fluoroquinolonas, lo cual ha demostrado mejorar significativamente los desenlaces clínicos (Boehme et al., 2010; Dorman et al., 2018; Haraka et al., 2021; World Health Organization, 2020).

Además de su papel en la detección de resistencia, la robustez diagnóstica del ensayo *GeneXpert* ha sido ampliamente confirmada en distintos contextos geográficos y poblacionales. Además de su papel en la detección de resistencia, diversos estudios multicéntricos recientes (2020–2025) realizados en regiones endémicas como África (Etiopía, Nigeria, Argelia), Eurasia (Rusia, India) y Asia Oriental (China) reportaron tasas de positividad de *Mycobacterium tuberculosis* que fluctuaron entre el 19 % y el 94 %. Esta amplia variabilidad, influida por las prevalencias locales, respalda la eficacia del test en el diagnóstico de diferentes formas de tuberculosis (pulmonar y extrapulmonar) en poblaciones diversas, incluyendo pacientes coinfectados con VIH, individuos con comorbilidades metabólicas y la población pediátrica (Albert et al., 2016; Agizew et al., 2022; Dhana et al., 2023; World Health Organization, 2021).

En conjunto, los resultados de las tres tablas confirman que el *GeneXpert* MTB/RIF supera ampliamente a la baciloscopia y al cultivo en términos de sensibilidad, especificidad y tiempo diagnóstico, aportando además información valiosa sobre la resistencia farmacológica. No obstante, algunos autores, como Rodríguez-Pazmiño et al., (2025) e Imam et al. (2023), señalan que el método puede presentar limitaciones en muestras extrapulmonares o con baja carga bacilar, lo cual justifica su uso complementario con cultivos y pruebas fenotípicas de sensibilidad para confirmar los resultados.

En síntesis, la evidencia analizada demuestra que el *GeneXpert* MTB/RIF constituye una herramienta esencial para el diagnóstico rápido, preciso y orientado al tratamiento de la tuberculosis, contribuyendo significativamente al control efectivo de la enfermedad y a la reducción de la morbilidad y mortalidad, especialmente en regiones de alta carga endémica

Limitaciones de los estudios que no se pudieron recuperar en el método *GeneXpert*

Entre las principales limitaciones de esta revisión sistemática se encuentra la dificultad para acceder a algunos de los estudios identificados en las búsquedas iniciales. Varios artículos requerían pago o suscripción institucional, lo que imposibilitó su recuperación y evaluación completa.

5. Conclusiones

El *GeneXpert* MTB/RIF demostró una superior sensibilidad y especificidad en comparación con la baciloscopia y el cultivo, consolidándose como la herramienta diagnóstica más eficaz para la detección rápida de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar, tanto en la reducción sustancial del tiempo diagnóstico, de varias semanas a pocas horas, permitió el inicio precoz del tratamiento antituberculoso, favoreciendo el control de la transmisión y una mejor evolución clínica de los pacientes.

La identificación temprana de la resistencia a la rifampicina constituye una de las principales fortalezas del sistema, con la detección simultánea mutación en la secuencia diana del gen *rpoB* permite reconocer de manera rápida y precisa los casos de tuberculosis resistente (TB-RR) y potencialmente multirresistente (TB-MDR), lo que facilita un adecuado diagnóstico, tratamiento oportuno mejorando el pronóstico del paciente.

Referencias

- Agizew, T. B., Dememew, Z. G., Leta, T., Hiruy, N., Tesema, E., Abelti, E. A., Gebreyohannes, A., Alemayehu, Y. M., Omer, A. B., Suarez, P. G., Kassie, Y., Kassa, A., Gemechu, D., & Jerene, D. (2022). Prospects for tuberculosis elimination in Ethiopia: feasibility, challenges, and opportunities. *Pan African Medical Journal*, 43, 146. <https://doi.org/10.11604/pamj.2022.43.146.35557>
- Albert, H., Nathavitharana, R., Isaacs, C., Pai, M., Denkinger, C., & Boehme, C. (2016). Development, roll-out and impact of Xpert MTB/RIF for tuberculosis: What lessons have we learnt and how can we do better? *European Respiratory Journal*, 48(2), 516–525. <https://doi.org/10.1183/13993003.00543-2016>
- Amaya, G., Contrera, M., Arrieta, F., Montano, A., Pérez, C., Amaya, G., & Martínez, L. (2020). Rendimiento del GeneXpert en el diagnóstico de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en la edad pediátrica. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 91(8), 12–23. <https://adp.sup.org.uy/index.php/adp/article/view/183>
- Amjad, A., Yousuf, Z., & Shehzad Muzammil, H. (2021). Detection of tuberculosis on culture, comparison of findings with fluorescence microscopy and GeneXpert: Comparison of GeneXpert, fluorescence microscopy with culture. *Futuristic Biotechnology*, 1(1), 17–20. <https://doi.org/10.54393/fbt.v1i01.6>
- Arbués, M., & Rossetti, M. (2024). Evaluation of the GeneXpert MTB/RIF to diagnose tuberculosis in a public health laboratory. *Revista de Saúde Pública*, 58(1), 3. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2024058005306>
- Biset, S., Teferi, M., Alamirew, H., Birhanu, B., Dessie, A., Aschale, A., Haymanot, A., Dejenie, S., Gebremedhin, T., & Adane, G. (2024). Trends of Mycobacterium tuberculosis and rifampicin resistance in Northwest Ethiopia: Xpert® MTB/RIF assay results from 2015 to 2021. *BMC Infectious Diseases*, 24, 238. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09135-0>
- Boehme, C., Nabeta, P., Hillemann, D., Nicol, M., Shenai, S., Krapp, F., Allen, J., Tahirli, R., Blakemore, R., Rustomjee, R., Milovic, A., Jones, M., O'Brien, S., Persing, D., Ruesch-Gerdes, S., Gotuzzo, E., Rodrigues, C., Alland, D., & Perkins, M. (2010). Rapid molecular detection of tuberculosis and rifampin resistance. *New England Journal of Medicine*, 363(11), 1005–1015. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0907847>

- Byanyima, P., Kaswabuli, S., Musisi, E., Nabakiibi, C., Zawedde, J., Sanyu, I., Sessolo, A., Andama, A., Worodria, W., Huang, L., & Davis, J. (2022). Feasibility and sensitivity of saliva GeneXpert MTB/RIF Ultra for tuberculosis diagnosis in adults in Uganda. *Microbiology Spectrum*, 10(5), e00860-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00860-22>
- Cadavid, C., Realpe, T., Mejía, G. I., Zapata, E., Hernández, M., & Robledo, J. (2022). Contribución del uso de XPERT MTB/RIF y su costo-efectividad en el diagnóstico de tuberculosis pulmonar y la resistencia a rifampicina: una comparación con métodos diagnósticos no moleculares. *Infectio*, 26(2), 121–127. <https://doi.org/10.22354/in.v26i2.1010>
- Chanataxi, J. , & Asimbaya, D. (2024). Utilidad de GeneXpert MTB/RIF en el diagnóstico de tuberculosis frente a la baciloscopia. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Quito)*, 49(2), 19–26. <https://doi.org/10.29166/rfcmq.v49i2.6638>
- Chaves, W., Buitrago, J., Dueñas, A., & Bejarano, J. (2017). Acerca de la tuberculosis extrapulmonar. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 26(2), 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.reper.2017.04.004>
- Dhana, A., Hamada, Y., Kengne, A., Kerkhoff, A., Rangaka, M., Kredo, T., Baddeley, A., Miller, C., Gupta, R., Fielding, K., Wood, R., Hawn, T., Theron, G., Grant, A., & Maartens, G. (2023). Clinical utility of WHO-recommended screening tools and development and validation of novel clinical prediction models for pulmonary tuberculosis screening among outpatients living with HIV: an individual participant data meta-analysis. *European Respiratory Review*, 32(169), <https://doi.org/10.1183/16000617.0021-2023>
- Dorman, S., Schumacher, S., Alland, D., Nabeta, P., Armstrong, D., King, B., ... Denking, C. (2018). Xpert MTB/RIF Ultra for detection of Mycobacterium tuberculosis and rifampicin resistance: A prospective multicentre diagnostic accuracy study. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(1), 76–84. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30691-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30691-6)
- Edem, E., Umoh, A., Olaniyan, U., & Anikpe, J. (2021). Genexpert MTB/RIF diagnostic yield of *Mycobacterium tuberculosis* and rifampicin resistance in Uyo, Nigeria. *Clinics in Medicine*, 3(2), Artículo 1034. <https://www.medtextpublications.com/open-access/genexpert-mtbrif-diagnostic-yield-of-mycobacterium-tuberculosis-and-rifampicin-857.pdf>
- Elbrolosy, A., El Helbawy, R., Mansour, O., & Abdel, R. (2021). Diagnostic utility of GeneXpert MTB/RIF assay versus conventional methods for diagnosis of pulmonary and extra-pulmonary tuberculosis. *BMC Microbiology*, 21, 144. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02210-5>
- Ershova, J. V., Volchenkov, G. V., Somova, T. R., Kuznetsova, T. A., Kaunetis, N. V., Kaminski, D., Demikhova, O. V., Chernousova, L. N., Vasilyeva, I. A., Kerr, E. M., Cegielski, J. P., & Kurbatova, E. V. (2020). Impact of GeneXpert MTB/RIF® on treatment initiation and outcomes of RIF-resistant and RIF-susceptible TB patients in Vladimir TB dispensary, Russia. *BMC Infectious Diseases*, 20, Article 543. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05243-9>
- Imam, M., Fatima, N., Shameem, M., & Ahmed, S. (2023). Evaluation of the GeneXpert Mycobacterium tuberculosis/Rifampicin assay for early detection of extrapulmonary tuberculosis and rifampicin resistance in Aligarh region of Northern India. *CHRISMED Journal of Health and Research*, 10(1), 44-49. https://doi.org/10.4103/cjhr.cjhr_45_22
- Hamed, A., Ahmed, M., Al Adawy, E., & Fathy, R. (2025). Evaluation of the Gene Xpert Mycobacterium tuberculosis/resistance to rifampicin assay in rapid diagnosis of tuberculosis and identification of rifampin resistance in tuberculous patients. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 74(1), 113-120. https://doi.org/10.4103/ecdt.ecdt_55_24

- Haraka, F., Kakolwa, M., Schumacher, S. G., Nathavitharana, R. R., Denkinge, C. M., Gagneux, S., Reither, K., & Ross, A. (2021). Impact of the diagnostic test Xpert MTB/RIF on patient outcomes for tuberculosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021(5), CD012972. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012972.pub2>
- Khan, M., Dar, O., Sismanidis, C., Shah, K., & Godfrey-Faussett, P. (2007). Improvement of tuberculosis case detection and reduction of discrepancies between men and women by simple sputum-submission instructions: A pragmatic randomised controlled trial. *The Lancet*, 369(9577), 1955–1960. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(07\)60916-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(07)60916-7)
- Kouemo, F., Nsagha, D., Teyim, P., Adiogo, D., Kojom, L., Kedy, D., Ngaba, G., & Assob, J. (2021). Rifampicin resistance among Mycobacterium tuberculosis-infected individuals using GeneXpert MTB/RIF Ultra: A hospital-based study. *Tropical Medicine & International Health*, 26(2), 159–165. <https://doi.org/10.1111/tmi.13489>
- Lacayo, A., Rodríguez, G., Pérez, Z., & Cornejo, C. (2021). Validez diagnóstica del GeneXpert para Mycobacterium tuberculosis y prueba de resistencia a rifampicina. *Alerta*, 4(3), 176–179. <https://www.camjol.info/index.php/alerta/article/view/8829>
- Li, H., Li, Z., Cui, X., Liu, X., Zhao, J., Zhang, Y., Wang, C., Li, B., Fan, Y., Han, J., Xia, Y., Xiong, Z., Zou, X., Zhu, Y., Li, M., Lu, B., & Cao, B. (2025). Mycobacterium tuberculosis detection in diverse clinical specimens by GeneXpert MTB/RIF: A large-scale retrospective study. *Infectious Drug Resistance*, 18, 2401–2413. <https://doi.org/10.2147/IDR.S514220>
- Mukhida, S., Vyawahare, C., Mirza, S., Gandham, N., Khan, S., Kannuri, S., & Bhaumi, S. (2022). Role of GeneXpert MTB/RIF assay for the diagnosis of cervical lymph node tuberculosis and rifampicin resistance. *Tzu Chi Medical Journal*, 34(4), 418–422. https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_86_22
- Neumann, M., Reimann, M., Chesov, D., Popa, C., Dragomir, A., Popescu, O., Munteanu, R., Hölscher, A., Honeyborne, I., Heyckendorf, J., Lange, C., Hölscher, C., & Kalsdorf, B. (2025). The molecular bacterial load assay predicts treatment responses in patients with pre-XDR/XDR-tuberculosis more accurately than GeneXpert Ultra MTB/Rif. *Journal of Infection*, 90(2), 106399. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2024.106399>
- Palacios, D., Torres, Y., & Miranda, J. (2016). Diagnóstico de tuberculosis extrapulmonar: Análisis sistemático de la literatura y serie de casos en la región cervicofacial. *Revista Odontológica Mexicana*, 20(4), 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.rodmed.2016.11.008>
- Panse, S., Singla, K., Mestri, S., & Potdar, P. V. (2022). A comparative study between sputum smear microscopy (LED) and GeneXpert in pulmonary tuberculosis patients. *International Journal of Medical Science and Current Research*, 5(3), 1490-1495. <https://www.ijmscr.com/asset/images/uploads/16575512902556.pdf>
- Pongpeeradech, N., Kasetchareo, Y., Chuchottaworn, C., Lawpoolsri, S., Silachamroon, U., & Kaewkungwal, J. (2022). Evaluation of the use of GeneXpert MTB/RIF in a zone with high burden of tuberculosis in Thailand. *PLoS ONE*, 17(7), e0271130. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271130>
- Ramachandra, V., Brammacharry, U., Muralidhar, A., Muthukumar, A., Mani, R., Muthaiah, M., Soundappan, G., & Frederick, A. (2023). Assess the diagnostic accuracy of GeneXpert to detect Mycobacterium tuberculosis and Rifampicin-Resistant Tuberculosis among presumptive Tuberculosis and presumptive drug resistant Tuberculosis patients. *Microbiology Research*, 15(1), 91-108. <https://doi.org/10.3390/microbiolres15010006>

- Rimal, R., Shrestha, D., Pyakurel, S., Poudel, R., Shrestha, P., Rai, K., Ghimire, G., Rai, G., & Rai, S. (2022). Diagnostic performance of GeneXpert MTB/RIF in detecting MTB in smear-negative presumptive TB patients. *BMC Infectious Diseases*, 22, 321. <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07287-5>
- Rodríguez-Pazmiño, A., Castro-Rodríguez, B., Cardenas-Franco, G., Franco-Sotomayor, G., Carvajal, E., Calderón, J., Paredes, D., Buenaño-Morales, H., González, M., Macero, L., García, R., Orlando, S. & García-Bereguian, M. (2025). Conventional DNA extraction followed by real-time PCR had higher sensitivity for detection of Mycobacterium tuberculosis in clinical samples compared to standard methods. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 112(6), 1260–1263. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.24-0797>
- Sharew, B., Berhan, A., Almaw, A., Erkihun, M., Tiruneh, T., Kiros, T., Solomon, Y., Wondmagegn, M., Wondimu, E., Teshager, A., Bihonegn, S., Tilahun, M., & Getie, B. (2024). Detection of rifampicin resistance rpoB gene using GeneXpert MTB/RIF assay in pulmonary tuberculosis cases at Debre Tabor Comprehensive Specialized Hospital, Northwest Ethiopia. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 38(22), e25111. <https://doi.org/10.1002/jcla.25111>
- Sun, J., Fan, L., Zhao, Y., Wu, H., Li, R., Tian, Y., Cheng, M., Ma, X., Ma, Y., Yang, X., Shen, A., Yu, Y., & Chen, Y. (2023). Analysis of drug-resistant tuberculosis in children in Shenyang, China, 2017-2021. *Infectious Drug Resistance*, 16, 6983-6998. <https://doi.org/10.2147/IDR.S428720>
- Torokaa, P., Majigo, M., Kileo, H., Urio, L., Mbwana, M., Monah, M., Ntibabara, S., Kimambo, J., Seleman, P., Franklin, C., Balama, R., Kisonga, R., & Joachim, A. (2024). The pattern of rpoB gene mutation of Mycobacterium tuberculosis and predictors of rifampicin resistance detected by GeneXpert MTB/RIF assay in Tanzania. *PLOS ONE*, 19(8), e0296563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296563>
- Villalva-Serra, K., Barreto-Duarte, B., Miguez-Pinto, J., Queiroz, A., Rodrigues, M., Rebeiro, P.... Less, S. (2024). Impact of Xpert MTB/RIF implementation in tuberculosis case detection and control in Brazil: A nationwide intervention time-series analysis (2011–2022). *The Lancet Regional Health – Americas*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2024.100804>
- Wazahat, R., Haider, M., Chattopadhyay, D., & Dudeja, M. (2023). Assessment of conventional and molecular methods in the routine management of tuberculosis in a high tuberculosis burden setting. *Epidemiol Health System J.*, 10(3), 118–125. <https://doi.org/10.34172/ehsj.2023.19>
- World Health Organization. (2020). *WHO consolidated guidelines on tuberculosis: Module 4—Treatment: Drug-resistant tuberculosis treatment*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240007048>
- World Health Organization. (2021). *WHO consolidated guidelines on tuberculosis: Module 3: Diagnosis – rapid diagnostics for tuberculosis detection, 2021 update*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029415>
- Xie, C., Hu, X., Liu, Y., & Shu, C. (2022). Performance comparison of GeneXpert MTB/RIF, Gene Chip technology, and modified Roche culture method in detecting Mycobacterium tuberculosis and drug susceptibility in sputum. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2022, Article 2995464. <https://doi.org/10.1155/2022/2995464>
- Yamouni, F., Henniche, F., Ifticene, M., Chabani, M., Benersa, D., Ouadah, N., Nihad, M., & Zerouki, A. (2024). Évaluation du GeneXpert® MTB/RIF dans le diagnostic moléculaire de la tuberculose et de la résistance à la rifampicine en Algérie. *Médecine Tropicale & Santé Internationale*, 4(2), Article 301. <https://doi.org/10.48327/mtsi.v4i2.2024.301>

- Yang, J., Shen, Y., Wang, L., Ju, L., Wu, X., Wang, P., Hao, X., Sun, Q., Yu, F., & Sha, W. (2021). Efficacy of the Xpert Mycobacterium tuberculosis/rifampicin assay for diagnosing sputum-smear negative or sputum-scarce pulmonary tuberculosis in bronchoalveolar lavage fluid. *International Journal of Infectious Diseases*, 107, 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.04.040>
- Zamboni, B., Inomata, B., Mathias, A., Vieira, R., Giacomet, C., & Arcêncio, R. (2021). Impacto de la prueba rápida molecular GeneXpert® MTB/RIF en la detección de tuberculosis: Tendencias temporales y territorios vulnerables. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 29, e3441. <https://doi.org/10.1590/1518.8345.4412.3441>

Transparencia

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento externo. El estudio fue financiado en su totalidad por los autores, quienes asumieron los costos relacionados con la recopilación, análisis y elaboración del manuscrito.

Contribución de autoría

Mariela Fernanda Merino Mosquera: Conceptualización, metodología, software, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, financiamiento.

Ana Carolina González Romero: Software, validación, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

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