

XXV Curso de actualización

# Medicina Interna

Innovación, humanidad y excelencia  
2025



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

Facultad de Medicina

## Abordaje diagnóstico y terapéutico del resultado “trazas” en tuberculosis

**Cristian Camilo Agudelo Quintero**

Residente de Medicina Interna  
Facultad de Medicina  
Universidad de Antioquia

**Felipe Rodríguez Montufar**

Residente de Medicina Interna  
Facultad de Medicina  
Universidad de Antioquia

**Iván Mauricio Trompa**

Especialista en Medicina Interna y Enfermedades Infecciosas  
Profesor sección de Enfermedades Infecciosas  
Departamento de Medicina Interna  
Facultad de Medicina  
Universidad de Antioquia

# Medicina Interna

Innovación, humanidad y excelencia  
2025



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

Facultad de Medicina

## ¿Qué debes repasar antes de leer este capítulo?

Este capítulo no busca ser una revisión literaria de la tuberculosis, por lo que el lector debe repasar la epidemiología, la fisiopatología, las manifestaciones clínicas, el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad. Previo a su lectura, y para lograr la comprensión del mismo, recomendamos el estudio de los métodos actuales para diagnosticar la enfermedad; especialmente, el diagnóstico a partir de pruebas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

## Objetivos del capítulo

- Comprender la utilidad y el rendimiento de las pruebas de PCR (Xpert) para el diagnóstico de tuberculosis (TB).
- Dar un enfoque al resultado positivo en nivel trazas de la PCR Xpert Ultra en pacientes con sospecha de TB.

## Viñeta clínica

Hombre de 78 años, con antecedente de hipertensión arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, con complicaciones microvasculares, enfermedad renal crónica estadio G3bA3 y tuberculosis pulmonar en la juventud (al parecer recibió tratamiento completo). Consulta por cuadro de un mes de evolución consistente en tos, con expectoración purulenta, diaforesis nocturna, pérdida no intencionada de 10 kg y fiebre subjetiva. En la radiografía de tórax se encontraron reticulonodulares intersticiales infiltrados, y la tomografía de tórax evidenció micronódulos centrolobulillares en árbol de gemación, en ambos campos pulmonares. Su médico tratante indicó estudios en esputo para tuberculosis, obteniendo una baciloscopia negativa y una PCR MTB/RIF Ultra que

detecta trazas, resistencia indeterminada a la rifampicina. El cultivo se encuentra en proceso.

## Introducción

La tuberculosis sigue siendo la principal causa de muerte por un patógeno único en el mundo (1). Si bien, aunque el cultivo es por definición el estándar de oro para el diagnóstico de las enfermedades infecciosas, incluyendo la tuberculosis, este tiene limitaciones importantes, como el tiempo necesario para su resultado (desde 2 hasta 6 semanas), y un bajo rendimiento en pacientes paucibacilares, como aquellos con tuberculosis extrapulmonar (TBEP).

Por lo anterior, frecuentemente se usa el *composite microbiological reference standard* (CRS) como el comparador estándar para el rendimiento de pruebas diagnósticas, el cual incluye el resultado del cultivo, pruebas moleculares, baciloscopia, la evidencia clínica, paraclínica, imagenológica e histopatológica, y la respuesta al tratamiento (2). Todos estos esfuerzos, enfocados en realizar un diagnóstico temprano e iniciar tratamiento oportuno.

## Generalidades Xpert MTB/RIF y Xpert MTB/RIF ultra

En 2010, la prueba Xpert MTB/RIF emergió como una herramienta molecular con mayor sensibilidad que la baciloscopia tradicional, con un límite de detección de 115 unidades formadoras de colonias de *Mycobacterium tuberculosis* (UFC) por ml (3). Aunque se estableció como prueba de primera línea, posteriormente se demostró que su desempeño era subóptimo en pacientes paucibacilares (3, 4). Para mejorar el rendimiento diagnóstico, en 2017 se desarrolló Xpert MTB/RIF Ultra, una prueba de nueva generación que incorpora una PCR completamente anidada y los genes multicopia *IS6110* e *IS1081* como objetivos de amplificación. Además, se usa una cámara más grande de reacción de ADN (50 µL en comparación con 25 µL in Xpert

MTB/RIF). En conjunto, estas características permitieron incrementar la sensibilidad de detección del ADN de *M. tuberculosis*, logrando reducir el límite a 15.6 UFC/ml (3, 5).

Ambas pruebas tienen la capacidad de amplificar el gen *rpoB*, codificante de la subunidad  $\beta$  de la ARN polimerasa, diana terapéutica de la rifampicina, por lo que la detección de la variedad nativa dicta la susceptibilidad al medicamento, y las variedades mutantes definen la resistencia (5, 6).

Además de los resultados semicuantitativos “muy bajo”, “bajo”, “medio” y “alto” reportados en Xpert MTB/RIF, en Ultra existe una nueva categoría

denominada trazas, la cual representa la cantidad mínima de ADN de la micobacteria detectable por medio de los genes multicopia (IS6110 e IS1081). En este caso, no se reporta la sensibilidad a la rifampicina debido a que no existe amplificación de las sondas del gen *rpoB*, por lo que esta resistencia no puede ser determinada (6, 7). La frecuencia de trazas positivas entre todos los pacientes con Xpert Ultra positivos, oscila entre el 3 % y el 30% para tuberculosis pulmonar (TBP) (8) y hasta del 36 % para tuberculosis extrapulmonar (TBEP) (9).

**Tabla 1. Características importantes Xpert MTB/RIF y Xpert MTB/RIF Ultra**

Prueba	Resultados semicuantitativos	Genes objetivo
Xpert MTB/RIF	Muy bajo, bajo, medio, alto	Gen <i>rpoB</i>
Xpert Ultra	Trazas, muy bajo, bajo, medio, alto	Gen <i>rpoB</i> , IS6110, IS1081

Hasta el momento de esta recopilación y para nuestro conocimiento, existen 3 revisiones sistemáticas y metaanálisis que comparan el rendimiento de ambas pruebas moleculares en el diagnóstico de TBP y TBEP, cuyos resultados se encuentran presentados en la Tabla 2. En general, Xpert Ultra aumenta la sensibilidad, con una disminución discreta en la

especificidad cuando se compara con Xpert MTB/RIF (8–10).

**Tabla 2. Rendimiento diagnóstico de Xpert MTB/RIF y Xpert Ultra**

Condición	Prueba	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Referencia
Tuberculosis pulmonar	Xpert Ultra	89.2 (82.1 - 93.7)	96.7 (95.1 - 97.8)	Zhang <i>et al.</i> (10)
	Xpert/RIF	77.6 (65.0 - 85.2)	99.1 (97.7 - 99.7)	
Tuberculosis pulmonar	Xpert Ultra	90.9 (86.2 - 94.7)	95.6 (93.0 - 97.4)	Zifodya <i>et al.</i> (8)
	Xpert/RIF	84.7 (78.6 - 89.9)	98.4 (97.0 - 99.3)	
Tuberculosis extrapulmonar	Xpert Ultra	85.6 (76.7 - 91.5)	94.7 (87.0 - 97.9)	Zhang <i>et al.</i> (10)
	Xpert/RIF	64.1 (50.0 - 76.0)	98.5 (95.6 - 99.5)	

# Medicina Interna

Innovación, humanidad y excelencia  
2025



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

Facultad de Medicina

Tuberculosis meníngea	Xpert Ultra Xpert/RIF	89.4 (79.1 - 95.6) 71.1 (62.8 - 79.1)	91.2 (83.2 - 95.7) 96.9 (95.4 - 98.0)	Kohli <i>et al.</i> (9)
Tuberculosis pleural	Xpert Ultra Xpert/RIF	75.0 (58.0 - 86.4) 49.5 (39.8 - 59.9)	87.0 (63.1 - 97.9) 98.9 (97.6 - 99.7)	
Tuberculosis ganglionar	Xpert Ultra Xpert/RIF	70.0 (51.0 - 85.0) 81.6 (61.9 - 93.3)	100 (92.0 - 100) 96.4 (91.3 - 98.6)	
Tuberculosis articular/ósea	Xpert Ultra Xpert/RIF	88.0 (47.0 - 100) 97.9 (93.1 - 99.6)	96.0 (87.0 - 100) 97.4 (80.2 - 100.0)	

## “Trazas”, interpretación y toma de decisiones

La interpretación de los resultados de "trazas" es compleja. Considerar estas pruebas como verdaderos positivos podría llevar a un tratamiento innecesario y potencialmente tóxico. Por otro lado, esperar la confirmación bacteriológica mediante cultivo podría retrasar el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad (7).

La categoría trazas puede detectar la presencia de bacilos no viables, por lo que la decisión de tratar debe basarse en el contexto clínico y en la información complementaria disponible (7). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda considerar las trazas como confirmación microbiológica de tuberculosis en los siguientes casos (5):

- Pacientes que viven con VIH.
- Niños con sospecha de tuberculosis pulmonar.
- Sospecha de tuberculosis extrapulmonar.
- Adultos con sospecha de tuberculosis pulmonar sin tratamiento previo en los últimos cinco años.

En los pacientes con antecedente de tuberculosis previamente tratada se incrementa la probabilidad de

obtener falsos positivos (amplificación de material genético de bacilos no viables), y resulta mayor en aquellos con tratamiento menor a 5 años (5). Este riesgo puede presentarse por cualquier método de PCR, e independiente del valor semicuantitativo de la prueba (no exclusivo de la categoría trazas). Sin embargo, el rendimiento diagnóstico de la prueba sigue siendo alto. De hecho, la OMS recomienda el uso de Xpert Ultra como estudio inicial en pacientes con clínica de tuberculosis pulmonar, aunque hayan sido tratados en los 5 años previos (5).

Este grupo de pacientes previamente tratados representan un reto, puesto que tienen mayor riesgo de resistencia antimicrobiana, y al tener un resultado de trazas, la resistencia a la rifampicina será indeterminada (ver apartado más adelante). En estos casos, las decisiones deberán ser tomadas con base en otros estudios microbiológicos, como pruebas de sensibilidad a partir de cultivo y por personal altamente entrenado en casos de TB farmacorresistente.

Un estudio realizado en Mozambique evaluó el rendimiento diagnóstico de las pruebas Xpert y Xpert Ultra, comparadas con el cultivo de micobacterias en dos estrategias de diagnóstico de tuberculosis. La primera de ellas consistía en la búsqueda pasiva de casos (PCF, por sus siglas en inglés), es decir, los pacientes sintomáticos que acudían a servicios de salud, y la segunda, en la búsqueda activa de casos (ACF, por sus siglas en inglés), mediante pruebas en los contactos domiciliarios y comunitarios de casos índices. Todos los resultados de trazas fueron

seguidos entre 3 semanas y 6 meses. Además, estos pacientes fueron tratados según las pautas de la OMS, acorde con el criterio clínico (3).

En el grupo de PFC, 11.1 % de los pacientes (157/1419) fueron positivos para el cultivo, 7.9 % tuvieron baciloscopia positiva (112/1419), 11.7 % resultaron positivos por Xpert (166/1419) y 14.2 % (201/1419) por Xpert Ultra (201/1419). Ultra detectó 24 casos positivos más que Xpert y cultivo juntos, y 35 casos más que Xpert solo (19/35 fueron resultados de trazas). Si todas las trazas se consideraran negativas, aún la sensibilidad de Ultra permanecería superior a Xpert (91 % vs. 88 %) y la especificidad aumentaría hasta 97 % (98 % para Xpert) (3).

El resultado positivo para trazas ocurrió en 29 pacientes, 6 de ellos murieron (4 antes de iniciar el tratamiento y 2 durante el mismo). En 22 casos se consideraron verdaderos positivos (13 eran VIH positivos y 6 eran previamente tratados), y todos ellos recibieron tratamiento porque reunían los criterios clínicos de diagnóstico para tuberculosis (3).

Un estudio retrospectivo realizado en Bolonia (Italia), evaluó 5071 pruebas de Xpert Ultra realizadas entre 2017 y 2020. De estas, 412 (8,2 %) resultados fueron positivos, de los cuales 72 (17,5 %) fueron trazas. La muestra final fue de 59 pacientes, 5 de ellos previamente tratados (4 con tratamiento exitoso en los últimos 2 años). Todos los pacientes tenían síntomas sugestivos de tuberculosis o hallazgos radiológicos consistentes. Se tomaron 25 muestras a partir de material respiratorio y 34 no respiratorias. Todos los resultados de trazas tuvieron baciloscopia negativa. El cultivo fue positivo en 31 de las 59, es decir, un 56,4 %; 13/25 de las muestras respiratorias y 18/33 de muestras no respiratorias (7).

En los pacientes con cultivo negativo, el diagnóstico se confirmó con base en hallazgos histopatológicos, mejoría clínica y radiológica con el tratamiento, y un resultado positivo de una muestra clínica diferente. En 57 pacientes (96,6 %), 3 de ellos con antecedente de tuberculosis, se inició tratamiento basado en

hallazgos clínicos y radiológicos. El 82,4 % de los pacientes logró un tratamiento exitoso, con mejoría clínica y radiológica. En los pacientes con cultivo positivo, el inicio de tratamiento a partir de la prueba molecular redujo 19 días en promedio el inicio de los antituberculosos (7).

Aunque la superioridad de Xpert Ultra sobre Xpert MTB/RIF depende, en parte, de su interpretación, los dos estudios anteriores proporcionan evidencia que apoya el uso trazas como confirmación microbiológica en el contexto clínico adecuado, incluso en pacientes que han sido previamente tratados.

## Tuberculosis extrapulmonar

La tuberculosis extrapulmonar, aquella que compromete otros órganos diferentes a los pulmones —por ejemplo: pleura, ganglios linfáticos, tracto gastrointestinal, tracto genitourinario, piel, articulaciones, meninges, huesos—, se presenta entre un 10 % y 20 % de todos los casos de tuberculosis en pacientes inmunocompetentes, y la cifra puede aumentar hasta un 60 % en pacientes con VIH/sida (11). A pesar de ser una entidad relativamente frecuente, es subdiagnosticada hasta en un 18 %, debido a la dificultad en su diagnóstico, dada por la inespecificidad de sus síntomas y la frecuente dificultad para la obtención de muestras del órgano afectado y menor rendimiento diagnóstico de los cultivos (11).

En cuanto al uso de pruebas moleculares en este contexto, Xpert MTB/RIF tiene una sensibilidad subóptima para el diagnóstico de TBEP, debido a la etiología paucibacilar de este tipo de infecciones. El uso de Xpert MTB/RIF Ultra ha logrado superar, en parte, esta brecha diagnóstica, puesto que tiene un menor límite de detección, como antes se mencionó.

Un estudio prospectivo realizado entre 2021 y 2022, en Bangladesh (12), país de alta prevalencia en TB, recolectó 240 pacientes con sospecha de TBEP. A todas las muestras se les realizó cultivo para

# Medicina Interna

Innovación, humanidad y excelencia  
2025



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

Facultad de Medicina

micobacterias, baciloscopia, Xpert y Xpert Ultra. Se hicieron diferentes análisis estadísticos para comparar el desempeño diagnóstico de cada una de las muestras con cultivos y con el compuesto microbiológico de referencia: Xpert Ultra, Xpert, cultivo o baciloscopia positiva. Un total de 50 muestras (20,8 %) fueron reportadas como MTB, detectado tanto por Xpert como por Xpert Ultra, 154 (64,2 %) se reportaron como no detectadas para ambas pruebas, y 36 (15 %) fueron detectadas solo por Xpert Ultra. Además, 1 fue detectada bajo, 8 muy bajo y 28 detectaron trazas, representando un 11,7 % de las muestras analizadas. De estos 36 casos, solo 2 tuvieron cultivos positivos. De este estudio llama la atención que solo 8 pacientes a los que se detectaron trazas (8/28) fueron finalmente diagnosticados con TBEP e iniciaron tratamiento basado en la correlación clínica, demostrando mejoría en el seguimiento y en todos los casos (12).

Otro estudio descriptivo retrospectivo, realizado por Dowling *et al* (13) en Sudáfrica, país de alta prevalencia para TB, buscó evaluar factores predictores para TB activa (definida como cultivos positivos para *M. tuberculosis*) en una cohorte de 290 pacientes con detección de trazas por Xpert Ultra. En este se encontraron como factores predictivos positivos independientes la presencia de trazas en muestras extrapulmonares, no tener antecedente de TB y la presencia de síntomas sugestivos.

El uso de Xpert Ultra para el diagnóstico de TBEP también puede ayudar a la toma de decisiones e inicio oportuno del tratamiento, como lo demostró un estudio retrospectivo (11) que incluyó 52 pacientes con resultado de trazas. A 46 pacientes se les realizaron cultivos, de los cuales 33 (71,7 %) fueron positivos. En 41 pacientes (78,8 %), el resultado positivo de trazas determinó el inicio del tratamiento; en otros 5, el tratamiento se inició posteriormente, con base en la fuerte sospecha clínica y radiológica. Finalmente, a 6 pacientes se le inició el tratamiento tras el resultado de un cultivo positivo.

## Tuberculosis diseminada y Xpert Ultra en orina

El diagnóstico de la tuberculosis diseminada puede verse comprometido por la dificultad frecuente en la toma de muestras microbiológicas, debido a la baja carga bacilar en muchos de los tejidos afectados, la necesidad de procedimientos invasivos para obtener muestras representativas y la limitada sensibilidad de algunas pruebas diagnósticas. Incluso con compromiso pulmonar, la obtención de esputo puede no ser posible. Por esta razón, se ha buscado la manera de realizar un diagnóstico más rápido mediante muestras como la orina.

Un estudio realizado en Tanzania buscó evaluar el rendimiento de Xpert Ultra en orina, así como los factores asociados a su positividad, en pacientes con TBEP. Este incluyó 398 pacientes (38 % VIH positivos) con TB definitiva o probable. El Xpert Ultra evidenció un rendimiento global del 26 % y fue la única prueba positiva en el 12 % de los pacientes con TBEP definitiva. Las variables asociadas con la positividad de la prueba fueron: hospitalización (OR 3,35), tuberculosis diseminada (OR 1,96) e infección por VIH (OR 1,93) (14). De esta cohorte, vale la pena destacar la proporción de pacientes no VIH incluidos.

Asimismo, un estudio prospectivo multicéntrico, realizado en 7 países con alta carga de tuberculosis, evaluó el uso de Xpert Ultra en orina, como prueba diagnóstica de TB en pacientes con VIH, que se comparó con el CRS y una definición del estándar microbiológico de referencia extendido (eMRS). Finalmente, se incluyeron 1705 pacientes hospitalizados y de servicios de consulta externa (que presentaran al menos uno de los síntomas de TB de la OMS: tos, fiebre, pérdida de peso o sudoración nocturna). El 15,4 % de los pacientes tuvieron *M. tuberculosis* confirmada por cultivo o Xpert de una muestra pulmonar o extrapulmonar (excluyendo los pacientes con resultado de Xpert Ultra positiva aislada en orina). Comparado con el eMRS, la

---

sensibilidad de Xpert Ultra en orina fue del 32,7 % (IC95 % 25-36), con una especificidad del 90,4 % (IC95 % 97,1-98,6%). Los valores predictivos positivo y negativo fueron del 75,5 % y 88,5 %, respectivamente. La prevalencia de trazas fue del 31,1 % (57/183) en muestras realizadas en esputo y del 29,7 % (35/118) para muestras en orina (15).

## Pacientes que viven con VIH

Al igual que en pacientes con EPTB, en aquellos con VIH el uso de Xpert MTB/RIF puede tener una sensibilidad subóptima por las características de las infecciones paucibacilares antes mencionadas. En este sentido, el uso de Xpert Ultra puede mejorar la sensibilidad, como lo demostró una revisión sistemática y metaanálisis realizado por Cochrane (8), en la que se encontró una sensibilidad del 87,6 % en Xpert Ultra, comparado con un 74,9 % en Xpert MTB/RIF, en estos pacientes.

En un estudio que incluyó 737 personas (16), de las cuales 319 eran VIH positivas, un total de 37 pacientes (5 %) tuvo resultado de trazas positivo. En cuanto a la población VIH positiva, el resultado de trazas se presentó en 11. Del total de las muestras positivas para trazas, cabe resaltar que en ninguna se obtuvo resultado positivo para baciloscopias y solo 3 fueron cultivos positivos, 2 de las cuales se presentaron en pacientes VIH. En este mismo estudio se encontró la presencia de síntomas en un 61 % de los pacientes con VIH, así como un 44 % de hallazgos imagenológicos, lo cual demostró nuevamente la utilidad del uso de Xpert Ultra para infecciones paucibacilares.

Como se mencionó anteriormente, la OMS recomienda interpretar la presencia de “trazas” como verdaderos positivos y, por ende, iniciar tratamiento en este grupo de población.

## Resistencia indeterminada a la rifampicina

Como hemos expuesto previamente, la detección de trazas no permite la identificación del gen *rpoB*, por lo que en todos los casos un resultado de trazas se acompaña de una resistencia indeterminada a la rifampicina. Por tal razón, ambas incidencias son proporcionales y oscilan entre el 2,3 % al 27,6 % en tuberculosis pulmonar (8), y hasta el 36,1 % en tuberculosis extrapulmonar (9). Sin embargo, el rendimiento de ambas pruebas en la detección de resistencia a la rifampicina es similar en los pacientes con resultados válidos.

Si bien, no hay estudios que guíen la elección del tratamiento en este grupo de pacientes, se recomienda el uso de los esquemas de primera línea para tuberculosis sensible a la rifampicina. Siempre deben tenerse en cuenta la epidemiología local y los factores de riesgo para tuberculosis farmacorresistente. En todas las oportunidades, es necesario comprobar la susceptibilidad a los antituberculosos mediante el cultivo y seguir la evolución clínica, especialmente en pacientes con cultivo negativo. No se recomienda la realización de otras PCR en la misma muestra, dado que se espera que esté bajo el límite de detección de otras plataformas. De la misma forma, la OMS no recomienda la realización de una segunda Xpert Ultra como medio de confirmación o para descartar el diagnóstico (5). En escenarios con factores de riesgo para TB MDR, las decisiones de tratamiento deberán ser tomadas por personal experto en el tratamiento de TB farmacorresistente.

## Mensajes para la práctica clínica:

- El resultado trazas no necesariamente significa restos de *M. tuberculosis*. En un paciente con sospecha de TB, la mayoría de veces deberá ser interpretado como una confirmación de la enfermedad.
- La elección del tratamiento en estos casos dependerá de los factores de riesgo previos de resistencia.

# Medicina Interna

Innovación, humanidad y excelencia  
2025



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

Facultad de Medicina

- En pacientes con sospecha de TB extrapulmonar, un resultado de trazas no debe asumirse como un falso positivo.
- En los pacientes con tratamiento previo para TB, sobre todo en aquellos tratados hace menos de 5 años, las pruebas moleculares por PCR positivas deben ser interpretadas con cautela debido a la posibilidad de tener falsos positivos por presencia de material genético no viable luego de la curación. Esta consideración no es exclusiva del resultado de trazas y puede verse en otro tipo de pruebas de PCR.

## Viñeta clínica desenlaces

En este paciente se realizó diagnóstico de tuberculosis pulmonar y se inició tratamiento de primera línea.

## Referencias bibliográficas

1. World Health Organization. *Global tuberculosis report 2024* [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [citado 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240101531>.
2. Chaudhary J, Chawla DS, Gupta V, Singh A, Aggarwal M. Diagnostic efficacy of new Xpert Ultra for extrapulmonary tuberculosis using culture and composite reference standard. *Int J Appl Basic Med Res*. 2023;13(4):224-9.
3. Saavedra B, Mambuque E, Nguenha D, Gomes N, Munguambe S, García JI, *et al*. Performance of Xpert MTB/RIF Ultra for tuberculosis diagnosis in the context of passive and active case finding. *Eur Respir J*. Diciembre de 2021;58(6):2100257.
4. Esmail A, Tomasicchio M, Meldau R, Makambwa E, Dheda K. Comparison of Xpert MTB/RIF (G4) and Xpert Ultra, including trace readouts, for the diagnosis of pulmonary tuberculosis in a TB and HIV endemic setting. *Int J Infect Dis*. 1 de junio de 2020;95:246-52.
5. World Health Organization. *WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 3: diagnosis: rapid diagnostics for tuberculosis detection*, 3rd ed [Internet]. Geneva: WHO; 2021 [citado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240089488>
6. Rodríguez Lugo DA, Villamil Castañeda LP, Lasso Apráez JI, Garzón Herazo JR, Celis Preciado C, Rodríguez Lugo DA, *et al*. Xpert MTB/RIF Ultra: innovación en el diagnóstico de la tuberculosis. *Univ Medica*. Marzo de 2021;62(1):46-60.
7. Amedeo A, Beci G, Giglia M, Lombardi G, Bisognin F, Chiarucci F, *et al*. Evaluation of trace calls by Xpert MTB/RIF ultra for clinical management in low TB burden settings. *PloS One*. 2022;17(8):e0272997.
8. Zifodya JS, Kreniske JS, Schiller I, Kohli M, Dendukuri N, Schumacher SG, *et al*. Xpert Ultra versus Xpert MTB/RIF for pulmonary tuberculosis and rifampicin resistance in adults with presumptive pulmonary tuberculosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 22 de febrero de 2021;2:CD009593.
9. Kohli M, Schiller I, Dendukuri N, Yao M, Dheda K, Denkinger CM, *et al*. Xpert MTB/RIF Ultra and Xpert MTB/RIF assays for extrapulmonary tuberculosis and rifampicin resistance in adults. *Cochrane*

---

*Database Syst Rev.* 15 de enero de 2021;1(1):CD012768.

*Lancet Glob Health.* Diciembre de 2024;12(12):e2024-2034.

10. Zhang M, Xue M, He J qing. Diagnostic accuracy of the new Xpert MTB/RIF Ultra for tuberculosis disease: A preliminary systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis.* 1 de enero de 2020;90:35-45.
11. Guillouzouic A, Gaudart A, Tessier E, Risso K, Hamdad F, Alauzet C, *et al.* Xpert MTB/RIF Ultra Trace Results: Decision Support for the Treatment of Extrapulmonary Tuberculosis in Low TB Burden Countries. *J Clin Med.* 27 de abril de 2023;12(9):3148.
12. Nasrin R, Uddin MKM, Kabir SN, Rahman T, Biswas S, Hossain A, *et al.* Xpert MTB/RIF Ultra for the rapid diagnosis of extrapulmonary tuberculosis in a clinical setting of high tuberculosis prevalence country and interpretation of «trace» results. *Tuberc Edinb Scotl.* Marzo de 2024;145:102478.
13. Dowling WB, Whitelaw A, Nel P. Tracing TB: Are there predictors for active TB disease in patients with Xpert Ultra trace results? *Int J Infect Dis.* Enero de 2022;114:115-23.
14. Ndege R, Rohacek M, Bani F, Ngome O, Okuma J, Sasamalo M, *et al.* Diagnostic Yield of Urine Xpert MTB/RIF Ultra in Adults With Suspected Extrapulmonary Tuberculosis. *Open Forum Infect Dis.* Julio de 2024;11(7):ofae338.
15. Sossen B, Székely R, Mukoka M, Muyoyeta M, Nakabugo E, Hella J, *et al.* Urine-Xpert Ultra for the diagnosis of tuberculosis in people living with HIV: a prospective, multicentre, diagnostic accuracy study. *Database Syst Rev.* 15 de enero de 2021;1(1):CD012768.
16. Chilukutu L, Mwanza W, Kerkhoff AD, Somwe P, Kagujje M, Muyoyeta M. Prevalence and interpretation of Xpert® Ultra trace results among presumptive TB patients. *Public Health Action.* 21 de marzo de 2022;12(1):28-33.