



REVISIÓN SISTEMÁTICA

Calidad de la muestra de esputo y rendimiento diagnóstico de tuberculosis pulmonar: implicaciones para la práctica de enfermería. Revisión sistemática

Sputum sample quality and diagnostic performance in pulmonary tuberculosis: implications for nursing practice. A systematic review

Ingrid Valeria Flores Zambrano¹  

Katherin Dayana Illusanguil Corro²  

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ambato, Ecuador.

²Hospital General Puyo, Ecuador

Citar como: Flores Zambrano IV, Illusanguil Corro KD. Sputum sample quality and diagnostic performance in pulmonary tuberculosis: implications for nursing practice. A systematic review. Invesalud: Journal of Research & Health Sciences. 2026; 2(2):3–12.

Autor para la correspondencia: Ingrid Valeria Flores Zambrano 

Enviado: 05/11/2025

Revisado: 11/12/2025

Aceptado: 21/02/2026

Publicado: 30/04/2026

Abstract

Introduction: Sputum sample quality is a critical factor in the diagnosis of tuberculosis, as it directly influences the sensitivity and accuracy of microbiological and molecular tests. However, its impact on diagnostic performance continues to be underestimated in clinical practice. **Objective:** To analyze the influence of sputum sample quality on the diagnostic performance of tuberculosis and its implications for nursing practice. **Methodology:** A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The search was carried out in PubMed, Scopus, Web of Science, and Scielo, identifying 230 initial records. After removing duplicates and applying inclusion and exclusion criteria, 15 studies were selected for qualitative analysis. **Results:** The studies showed that variables such as sputum volume, consistency, and collection technique significantly influence the detection of Mycobacterium tuberculosis. Sample quality directly impacts the performance of tests such as sputum smear microscopy and Xpert MTB/RIF. Furthermore, strategies such as sputum induction and process monitoring improve sample quality and diagnostic accuracy. **Conclusions:** Sputum quality is crucial in the diagnosis of tuberculosis. Nursing staff play a fundamental role in optimizing sample collection, contributing to improved early detection and disease control.

Keywords: Tuberculosis; Sputum; Diagnostic techniques and procedures; Sensitivity and specificity; Nursing

Resumen:

Introducción: La calidad de la muestra de esputo es un factor crítico en el diagnóstico de la tuberculosis, ya que influye directamente en la sensibilidad y precisión de las pruebas microbiológicas y moleculares. Sin embargo, su impacto en el rendimiento diagnóstico continúa siendo subestimado en la práctica clínica. **Objetivo:** Analizar la influencia de la calidad de la muestra de esputo en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis y sus implicaciones para la práctica de enfermería. **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda se llevó a cabo en PubMed, Scopus, Web of Science y Scielo, identificándose 230 registros iniciales. Tras la eliminación de duplicados y la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 15 estudios para el análisis cualitativo. **Resultados:** Los estudios evidenciaron que variables como el volumen, la consistencia y la técnica de recolección del esputo influyen significativamente en la detección de Mycobacterium tuberculosis. La calidad de la muestra impacta directamente en el rendimiento de pruebas como baciloscopia y Xpert MTB/RIF. Asimismo, estrategias como la inducción de esputo y la

supervisión del proceso mejoran la calidad de la muestra y la precisión diagnóstica. Conclusiones: La calidad del esputo es determinante en el diagnóstico de la tuberculosis. El personal de enfermería desempeña un rol fundamental en la optimización de la recolección de muestras, contribuyendo a mejorar la detección temprana y el control de la enfermedad.

Palabras clave: Tuberculosis; Esputo; Técnicas y procedimientos diagnósticos; Sensibilidad y especificidad; Enfermería

1. Introducción

La tuberculosis (TB) continúa siendo un problema prioritario de salud pública a nivel mundial, con alta carga de morbilidad y mortalidad, especialmente en países de ingresos medios y bajos. El diagnóstico oportuno sigue siendo un pilar fundamental para el control de la enfermedad, siendo la muestra de esputo el principal insumo para la confirmación microbiológica mediante baciloscopía, cultivo y pruebas moleculares. Sin embargo, múltiples factores pueden afectar la calidad de la muestra, comprometiendo la precisión diagnóstica y retrasando el inicio del tratamiento ⁽¹⁾.

En este contexto, la obtención adecuada de esputo representa un proceso crítico dentro del abordaje clínico de la TB. Estudios han evidenciado que variables como la carga bacilar, la edad del paciente y la técnica de recolección pueden influir significativamente en el rendimiento de métodos diagnósticos como GeneXpert y otras pruebas tradicionales ⁽²⁾. Asimismo, se ha demostrado que la precisión de pruebas moleculares depende no solo de la tecnología empleada, sino también de la calidad del material biológico recolectado ⁽³⁾.

Por otro lado, en pacientes con dificultad para expectorar o con baciloscopías negativas, se han desarrollado métodos alternativos como el lavado broncoalveolar o aspirados traqueales, los cuales han mostrado utilidad diagnóstica en contextos específicos ⁽⁴⁾. Sin embargo, estos procedimientos suelen ser más invasivos, costosos y de menor accesibilidad, lo que limita su uso en entornos de atención primaria. En este sentido, optimizar la calidad de la muestra de esputo convencional sigue siendo una estrategia clave y costo-efectiva para mejorar la detección de la enfermedad ⁽⁵⁾.

Adicionalmente, factores como la persistencia de positividad del esputo durante el tratamiento han sido asociados a características clínicas y microbiológicas específicas, lo que resalta la importancia de una adecuada toma de muestra no solo en el diagnóstico inicial, sino también en el seguimiento terapéutico ⁽⁶⁾. En poblaciones vulnerables, como comunidades indígenas, la implementación de pruebas moleculares rápidas ha contribuido a mejorar la detección de casos, aunque su efectividad continúa dependiendo de la calidad de la muestra recolectada ⁽⁷⁾.

Asimismo, la incorporación de nuevas tecnologías diagnósticas, como la PCR digital en gotas, ha permitido mejorar la sensibilidad en la detección del complejo *Mycobacterium tuberculosis*; no obstante, estas herramientas también requieren muestras de buena calidad para maximizar su rendimiento diagnóstico ⁽⁸⁾. Por lo tanto, garantizar una adecuada obtención del esputo se convierte en un elemento transversal en todo el proceso diagnóstico de la TB.

En este escenario, el rol del personal de enfermería resulta fundamental, ya que participa activamente en la educación del paciente, supervisión de la técnica de recolección y aseguramiento de la calidad de la muestra. A pesar de ello, la variabilidad en las prácticas clínicas y la falta de estandarización en la toma de esputo continúan siendo desafíos relevantes que pueden impactar en la eficacia de los programas de control de TB.

En consecuencia, se hace necesario sintetizar la evidencia disponible sobre la influencia de la calidad del esputo en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis, con el fin de fortalecer las estrategias clínicas y comunitarias, particularmente desde la práctica de enfermería, orientadas a mejorar la detección temprana y el control de esta enfermedad.

2. Materiales y Métodos

2.1. Diseño de estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de analizar la influencia de la calidad de la muestra de esputo en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis. El proceso metodológico se

desarrolló conforme a las directrices establecidas por la declaración PRISMA 2020 ⁽⁹⁾, garantizando la transparencia y reproducibilidad en la identificación, selección y síntesis de los estudios incluidos.

2.2. Estrategia de búsquedas bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se efectuó en cuatro bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO. En total, se identificaron 230 registros iniciales, distribuidos entre PubMed (n = 90), Scopus (n = 70), Web of Science (n = 45) y SciELO (n = 25). Se utilizaron combinaciones de términos controlados y palabras clave relacionadas con “tuberculosis”, “sputum”, “sample quality”, “diagnostic yield” y “nursing”, empleando operadores booleanos AND y OR para optimizar la estrategia de búsqueda. Se consideraron estudios publicados entre los años 2010 y 2026, en idioma inglés y español, con disponibilidad de texto completo.

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron estudios originales que evaluaran la calidad de la muestra de esputo en pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis pulmonar, así como su relación con el rendimiento diagnóstico mediante técnicas microbiológicas o moleculares.

Se consideraron estudios observacionales, estudios diagnósticos y comparativos. Se excluyeron revisiones de la literatura, estudios que no evaluaran la calidad del esputo, investigaciones centradas exclusivamente en tratamiento sin análisis diagnóstico y aquellos con información incompleta o duplicada.

2.4. Proceso de selección de estudios

El proceso de selección se llevó a cabo en tres etapas. Inicialmente, se eliminaron los registros duplicados, obteniéndose 143 estudios para el proceso de cribado. Posteriormente, se realizó la revisión de títulos y resúmenes, excluyéndose aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión. Finalmente, se evaluaron los textos completos de los artículos potencialmente elegibles, seleccionándose un total de 15 estudios para su inclusión en la revisión. El flujo completo del proceso de selección se presenta en la Figura 1.

2.5. Extracción y síntesis de datos

Para la extracción de datos, se diseñó una matriz de análisis que incluyó variables como autor, año de publicación, tipo de estudio, población, características de la muestra de esputo (volumen, calidad y método de recolección) y principales resultados relacionados con el rendimiento diagnóstico. La síntesis de la información se realizó mediante un análisis cualitativo, organizando los hallazgos en función de las variables de interés, lo que permitió identificar patrones comunes y establecer implicaciones relevantes para la práctica clínica y de enfermería.

3. Resultados

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo conforme a la declaración PRISMA 2020. Inicialmente, se identificaron 230 registros provenientes de cuatro bases de datos electrónicas. Tras la eliminación de duplicados, se evaluaron los títulos y resúmenes, excluyéndose aquellos que no cumplían con los criterios establecidos. Posteriormente, se revisaron los textos completos de los estudios potencialmente elegibles, seleccionándose finalmente 15 artículos para su inclusión en la revisión. El detalle del proceso de selección se presenta en la Figura 1.

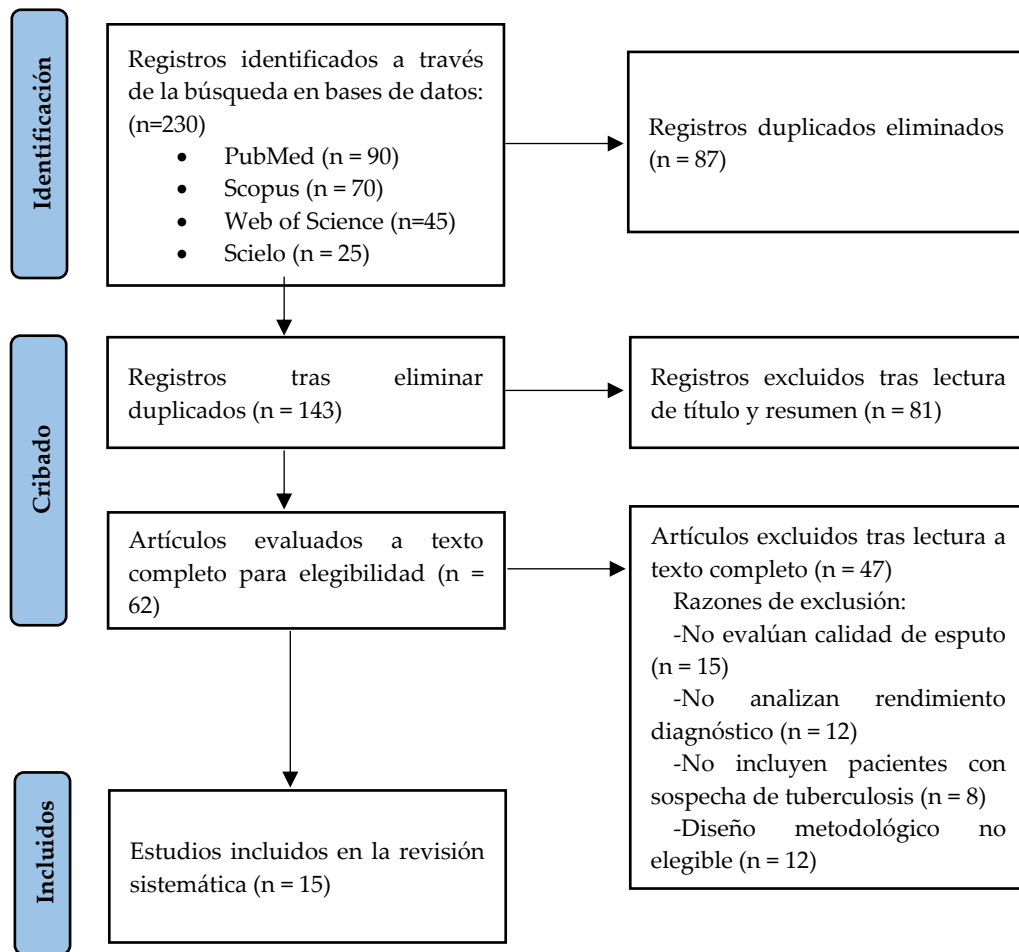


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios.

El análisis de los estudios incluidos en la presente revisión sistemática evidencia que la calidad de la muestra de esputo constituye un factor determinante en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis. A partir de los 15 estudios seleccionados (Tabla 1), se identificaron múltiples variables relacionadas con la calidad de la muestra, incluyendo volumen, consistencia, técnica de recolección y condiciones del paciente, las cuales influyen directamente en la sensibilidad de las pruebas microbiológicas y moleculares.

Tabla 1. Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Nº	Autor/año	Tipo de estudio	Población/muestra	Variable o enfoque	Principales resultados
1	Aparna et al., 2016 ⁽¹⁰⁾	Estudio observacional	Pacientes con sospecha de TB pulmonar	Calidad del esputo	La calidad de la muestra influye en la rapidez y precisión del diagnóstico microbiológico.
2	Da Silva et al., 2010 ⁽¹¹⁾	Estudio diagnóstico	Pacientes con TB pulmonar	Calidad del esputo y PCR	Las muestras de buena calidad mejoraron el desempeño de la PCR para detectar tuberculosis.
3	Lee et al., 2015 ⁽¹²⁾	Estudio observacional	Muestras de esputo para diagnóstico de TB	Aceptabilidad del esputo	La aceptabilidad de la muestra fue clave para aumentar la confiabilidad diagnóstica.

4	Zimba et al., 2019 ⁽¹³⁾	Estudio transversal	Pacientes con sospecha de TB	Calidad y volumen del esputo	El volumen y la calidad del esputo se asociaron con mayor rendimiento de Xpert MTB/RIF y baciloscopia.
5	Chandra, 2019 ⁽¹⁴⁾	Estudio observacional	Pacientes evaluados por TB pulmonar	Volumen de esputo	El volumen insuficiente redujo la detección de casos positivos por baciloscopia.
6	Regati et al., 2021 ⁽¹⁵⁾	Estudio observacional	Muestras enviadas para baciloscopia	Calidad de muestra	Se evidenció que muchas muestras no cumplían criterios adecuados, afectando la lectura microscópica.
7	Orina et al., 2019 ⁽¹⁶⁾	Estudio transversal	Pacientes presuntivos de TB	Factores asociados al esputo	Factores intrínsecos y extrínsecos influyeron en las características del esputo recolectado.
8	Sinshaw et al., 2022 ⁽¹⁷⁾	Estudio diagnóstico	Pacientes con sospecha de TB y baciloscopia negativa	Calidad de esputo y Xpert	Xpert MTB/RIF mejoró la detección, especialmente cuando la muestra tenía calidad adecuada.
9	Da Silva et al., 2024 ⁽¹⁸⁾	Estudio observacional	Casos investigados mediante búsqueda activa de TB	Calidad del esputo y positividad Xpert	La calidad del esputo impactó directamente en la positividad de Xpert.
10	Papadopoulou et al., 2024 ⁽¹⁹⁾	Análisis epidemiológico	Encuestas nacionales de prevalencia de TB	Disponibilidad y calidad del esputo	La disponibilidad y calidad del esputo fueron limitantes importantes en estudios poblacionales.
11	Ani-Ugwu et al., 2025 ⁽²⁰⁾	Estudio comparativo	Pacientes con diagnóstico presuntivo de TB	Esputo inducido vs expectorado	El esputo inducido mostró utilidad diagnóstica frente al esputo espontáneo.
12	Datta et al., 2017 ⁽²¹⁾	Revisión sistemática y metaanálisis	Estudios sobre métodos de recolección de esputo	Métodos de obtención	La inducción de esputo puede mejorar el rendimiento diagnóstico en pacientes con dificultad para expectorar.
13	Murphy et al., 2017 ⁽²²⁾	Estudio comparativo	Pacientes evaluados para TB	Muestra espontánea vs matutina	Las muestras "spot" fueron comparables a las muestras de la mañana para identificar Mycobacterium tuberculosis.
14	Ugarte-Gil et al., 2014 ⁽²³⁾	Estudio clínico	Pacientes en atención primaria con recursos limitados	Seguridad del esputo inducido	La inducción de esputo fue segura, bien tolerada y útil para el diagnóstico de TB.
15	Hernández y Leyva-Londoño, 2023 ⁽²⁴⁾	Revisión narrativa	Evidencia sobre inducción de esputo	Esputo inducido	La inducción de esputo se plantea como una herramienta diagnóstica subutilizada en TB pulmonar.

Fuente: Elaboración propia con base en las referencias 10–24 incluidas en la revisión sistemática.

En relación con la calidad del esputo, diversos estudios reportaron que muestras inadecuadas, caracterizadas por bajo volumen o contenido salival predominante, se asocian con una disminución significativa en la detección de Mycobacterium tuberculosis mediante baciloscopia y pruebas

doi:

moleculares ^(10,11,14,16). Asimismo, se observó que la calidad de la muestra impacta de manera directa en el rendimiento de pruebas como Xpert MTB/RIF, incrementando la probabilidad de resultados falsamente negativos cuando no se cumplen criterios adecuados de recolección ^(12,15,18).

Por otra parte, el volumen del esputo se identificó como un factor crítico en el diagnóstico. Estudios incluidos evidenciaron que volúmenes insuficientes reducen significativamente la carga bacilar detectable, afectando la positividad de las pruebas diagnósticas ^(13,17). En este sentido, se destaca la importancia de garantizar la obtención de muestras adecuadas en cantidad, lo cual depende en gran medida de la instrucción brindada al paciente y la supervisión del proceso.

En cuanto a los métodos de recolección, se encontró que la inducción de esputo mejora el rendimiento diagnóstico en pacientes con dificultad para expectorar, mostrando mayor sensibilidad en comparación con el esputo espontáneo ^(19,20). Además, la inducción se reporta como un procedimiento seguro y bien tolerado, lo que la convierte en una alternativa viable en entornos clínicos y comunitarios ^(21,22). De igual forma, la evidencia indica que la obtención de muestras en diferentes momentos del día no presenta diferencias significativas en la detección del bacilo, lo que permite flexibilizar los protocolos de recolección ⁽²³⁾.

Adicionalmente, se identificaron factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la calidad del esputo, tales como características clínicas del paciente, condiciones socioeconómicas y aspectos relacionados con la accesibilidad a los servicios de salud ⁽²⁴⁾. Estos factores pueden limitar la obtención de muestras adecuadas, especialmente en contextos de alta carga de enfermedad y recursos limitados.

En conjunto, los hallazgos evidencian que la calidad de la muestra de esputo no solo afecta el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis, sino que también representa un punto crítico de intervención desde la práctica de enfermería. La educación al paciente, la supervisión directa de la toma de muestra y la implementación de estrategias como la inducción de esputo emergen como intervenciones clave para optimizar la detección de la enfermedad.

4. Discusión

Los hallazgos de la presente revisión sistemática confirman que la calidad de la muestra de esputo constituye un determinante crítico en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis, evidenciando una relación directa entre las características de la muestra y la sensibilidad de las pruebas microbiológicas y moleculares. Los estudios incluidos en la matriz ^(10–24) demuestran de manera consistente que variables como volumen, consistencia y adecuación del esputo influyen significativamente en la detección de *Mycobacterium tuberculosis*, lo cual coincide con investigaciones que destacan la influencia de la carga bacilar y factores del paciente en la precisión diagnóstica ⁽¹⁾.

En este sentido, técnicas moleculares avanzadas han mostrado alta sensibilidad; sin embargo, su rendimiento continúa condicionado por la calidad de la muestra recolectada ⁽²⁾. Asimismo, en pacientes con dificultad para expectorar o con baciloscopías negativas, la ausencia o baja calidad del esputo limita el diagnóstico, requiriendo métodos más invasivos como el lavado broncoalveolar o la broncoscopia ^(3,4,37). No obstante, estos procedimientos presentan limitaciones en accesibilidad y costo, especialmente en entornos de atención primaria.

Los resultados obtenidos también evidencian que la calidad del esputo impacta directamente en el rendimiento de pruebas como Xpert MTB/RIF, lo cual ha sido ampliamente documentado en diversos contextos clínicos ^(5,18). Además, la persistencia de positividad del esputo durante el tratamiento ha sido asociada a factores clínicos y microbiológicos, resaltando la importancia de una adecuada toma de muestra tanto en el diagnóstico inicial como en el seguimiento terapéutico ^(6,36).

En poblaciones vulnerables, la implementación de pruebas moleculares ha mejorado la detección de casos; sin embargo, su efectividad continúa dependiendo de la calidad del esputo ⁽⁷⁾. En concordancia, estudios recientes han demostrado que muestras de vías respiratorias superiores pueden ser útiles en contextos específicos, aunque no reemplazan completamente al esputo de calidad adecuada ⁽³³⁾.

Por otra parte, los estudios analizados ^(10–24) destacan que el volumen del esputo es un factor clave en la detección del bacilo, lo cual coincide con investigaciones que evidencian que muestras insuficientes reducen la carga bacilar detectable y afectan la sensibilidad diagnóstica ^(25,26,31). Asimismo, el grado de

positividad y la carga bacteriana han sido relacionados con características clínicas específicas, lo que influye en la interpretación de resultados ⁽²⁸⁾.

En relación con los métodos de recolección, la evidencia muestra que la inducción de esputo mejora el rendimiento diagnóstico en comparación con el esputo espontáneo ^(20,21), siendo además un procedimiento seguro y bien tolerado ^(23,24). Estos hallazgos refuerzan su utilidad en pacientes con dificultad para expectorar, especialmente en entornos con recursos limitados.

Adicionalmente, el desarrollo de tecnologías emergentes, como sistemas automatizados de evaluación de calidad del esputo, podría contribuir a estandarizar los procesos diagnósticos y reducir la variabilidad en la interpretación de muestras ⁽²⁹⁾. Asimismo, la presencia de coinfecciones bacterianas en muestras respiratorias ha sido reportada, lo cual podría interferir en la interpretación microbiológica y requiere un adecuado control de calidad en laboratorio ⁽³⁰⁾.

Finalmente, la calidad del esputo no solo depende de factores biológicos, sino también de aspectos operativos y educativos. En este sentido, el personal de enfermería desempeña un rol fundamental en la instrucción del paciente, supervisión de la técnica de recolección y aseguramiento de la calidad de la muestra. Estudios recientes han evidenciado que intervenciones educativas y de autocuidado pueden influir positivamente en la conversión del esputo y en los resultados del tratamiento ⁽³²⁾. Además, la correcta ejecución de la baciloscopia continúa siendo un pilar en el diagnóstico en diversos contextos, dependiendo en gran medida de la calidad de la muestra recolectada ⁽³⁸⁾.

5. Conclusiones

La calidad de la muestra de esputo constituye un factor determinante en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis, influyendo directamente en la sensibilidad y precisión de las pruebas microbiológicas y moleculares, lo que resalta su importancia en la detección oportuna de la enfermedad.

Variables como el volumen, la consistencia y la adecuada técnica de recolección del esputo se asocian significativamente con una mayor tasa de positividad diagnóstica, evidenciando la necesidad de estandarizar los procesos de obtención de muestras en los servicios de salud.

La implementación de estrategias como la inducción de esputo y la supervisión de la recolección mejora la calidad de la muestra y, en consecuencia, el rendimiento diagnóstico, especialmente en pacientes con dificultad para expectorar o con sospecha de tuberculosis paucibacilar.

Factores clínicos, sociodemográficos y operativos influyen en la calidad del esputo, lo que pone de manifiesto la necesidad de intervenciones integrales que consideren tanto las características del paciente como las condiciones del entorno sanitario.

El personal de enfermería desempeña un rol clave en la optimización del diagnóstico de la tuberculosis, mediante la educación del paciente, la supervisión de la técnica de recolección y la garantía de la calidad de la muestra, constituyéndose en un elemento fundamental para mejorar los resultados clínicos y fortalecer los programas de control de la enfermedad.

La presente revisión presenta limitaciones relacionadas con la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos, así como la variabilidad en la definición y evaluación de la calidad del esputo, lo que dificulta la comparación directa de resultados. En este contexto, se recomienda el desarrollo de investigaciones futuras con diseños estandarizados y enfoques longitudinales, que permitan evaluar de manera más precisa el impacto de intervenciones lideradas por enfermería en la calidad de la muestra y en el rendimiento diagnóstico de la tuberculosis.

Fuentes de financiamiento: Los autores financiaron este artículo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

6. Referencias Bibliográficas

1. Li K, Hu Q, Liu J, et al. Effects of sputum bacillary load and age on GeneXpert and traditional methods in pulmonary tuberculosis: a 4-year retrospective comparative study. *BMC Infectious*

- Diseases [Internet]. 2023 Nov 27;23(1):831. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12879-023-08832-6>
2. Aung YW, Faksri K, Sangka A, et al. Detection of Mycobacterium tuberculosis Complex in Sputum Samples Using Droplet Digital PCR Targeting mpt64. *Pathogens* [Internet]. 2023 Feb 18;12(2):345. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-0817/12/2/345>
 3. Cheng X, Chen L, Wan W, et al. Comparison of 3 diagnostic methods for pulmonary tuberculosis in suspected patients with negative sputum smear or no sputum. *Medicine* [Internet]. 2024 Feb 9;103(6):e37039. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10860950/>
 4. Kim YW, Kwon BS, Lim SY, et al. Diagnostic value of bronchoalveolar lavage and bronchial washing in sputum-scarce or smear-negative cases with suspected pulmonary tuberculosis: a randomized study. *Clinical Microbiology and Infection* [Internet]. 2019 Nov 20;26(7):911–6. Available from: [https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.org/article/S1198-743X\(19\)30612-3/fulltext](https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.org/article/S1198-743X(19)30612-3/fulltext)
 5. Casela M, Cerqueira SMA, De Oliveira Casela T, et al. Rapid molecular test for tuberculosis: impact of its routine use at a referral hospital. *Jornal Brasileiro De Pneumologia* [Internet]. 2018 Apr 1;44(2):112–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29791546/>
 6. Diktanas S, Vasiliauskiene E, Polubenko K, et al. Factors Associated with Persistent Sputum Positivity at the End of the Second Month of Tuberculosis Treatment in Lithuania. *Tuberculosis & Respiratory Diseases* [Internet]. 2018 Jan 1;81(3):233. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6030656/>
 7. Malacarne J, Heirich AS, Cunha EAT, et al. Performance of diagnostic tests for pulmonary tuberculosis in indigenous populations in Brazil: the contribution of Rapid Molecular Testing. *Jornal Brasileiro De Pneumologia* [Internet]. 2019 Jan 1;45(2):e20180185. Available from: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/5QRqt6KWWkpp9JqhTFtjXxM/?format=html&lang=en>
 8. Da Silva TM, Soares VM, Ramos MG, et al. Accuracy of a rapid molecular test for tuberculosis in sputum samples, bronchoalveolar lavage fluid, and tracheal aspirate obtained from patients with suspected pulmonary tuberculosis at a tertiary referral hospital. *Jornal Brasileiro De Pneumologia* [Internet]. 2019 Jan 1;45(2):e20170451. Available from: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/K8pfhBY9gMRmKG3Qzz6Hwpj/abstract/?lang=en>
 9. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica* [Internet]. 2010 Mar 8;135(11):507–11. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-declaracion-prismauna-propuesta-mejorar-S0025775310001454>
 10. Aparna M, S A, I S, D R. Assessment of Sputum Quality and Its Importance in the Rapid Diagnosis of Pulmonary Tuberculosis. *Archives Of Clinical Microbiology* [Internet]. 17 de agosto de 2016;08(04). Disponible en: <https://doi.org/10.4172/1989-8436.100053>
 11. Da Silva RM, Bazzo ML, Chagas M. Quality of sputum in the performance of polymerase chain reaction for diagnosis of pulmonary tuberculosis. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases* [Internet]. 2010 Jan 1;14(1):116–20. Available from: <https://www.bjid.org.br/en-quality-sputum-in-performance-polymerase-articulo-S1413867010700222>
 12. Lee YJ, Shin S, Roh EY, Yoon JH, et al. Acceptability of sputum specimens for diagnosing pulmonary tuberculosis. *Journal of Korean Medical Science* [Internet]. 2015 Jan 1;30(6):733. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4444473/>
 13. Zimba O, Tamuhla T, Basotli J, et al. The effect of sputum quality and volume on the yield of bacteriologically-confirmed TB by Xpert MTB/RIF and smear. *Pan African Medical Journal* [Internet]. 2019 Jan 1;33:110. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6711687/>
 14. Chandra Tj. Impact of sputum volume in the diagnosis of smear-positive pulmonary tuberculosis. *International Journal of Applied and Basic Medical Research* [Internet]. 2019 Jan 1;9(2):73. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6477958/>

15. Regati M, Srikanth E, Gowrinath K. Study of quality of sputum being submitted for smear examination. *The Journal of Clinical and Scientific Research* [Internet]. 2021 Jul 1;10(3):145–50. Available from: https://journals.lww.com/jcsr/fulltext/2021/10030/study_of_quality_of_sputum_being_submitted_for.4.aspx
16. Orina F, Mwangi M, Meme H, et al. Intrinsic and extrinsic factors associated with sputum characteristics of presumed tuberculosis patients. *PLoS ONE* [Internet]. 2019 Dec 27;14(12):e0227107. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31881063/>
17. Sinshaw W, Kebede A, Bitew A, et al. Effect of sputum quality and role of Xpert® MTB/RIF assay for detection of smear-negative pulmonary tuberculosis in same-day diagnosis strategy in Addis Ababa, Ethiopia [Internet]. Sinshaw | *African Journal of Laboratory Medicine*. 2022. Available from: <https://ajlmonline.org/index.php/ajlm/article/view/1671/2381>
18. Da Silva BO, Salindri AD, Gonçalves TO, et al. The impact of sputum quality on Xpert positivity in active case-finding for TB. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* [Internet]. 2024 Jan 1;28(1):29–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38178289/>
19. Papadopoulou P, Gaeddert M, Gupta-Wright A, Denkinger CM, Marx FM. Sputum availability and quality in country-level TB prevalence surveys. *IJTL D OPEN* [Internet]. 2024 Nov 1;1(11):528–30. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11558791/>
20. Ani-Ugwu NK, Ugwu AO, Ohagwu IC, et al. Comparative Analysis of the Diagnostic Role of Induced Sputum Versus Expecto-rated Sputum in Patients with Presumptive Diagnosis of Tuberculosis. *Academic Medicine & Surgery* [Internet]. 2025 May 7; Available from: <https://academic-med-surg.scholasticahq.com/article/137699-comparative-analysis-of-the-diagnostic-role-of-induced-sputum-versus-expectorated-sputum-in-patients-with-presumptive-diagnosis-of-tuberculosis>
21. Datta S, Shah L, Gilman RH, et al. Comparison of sputum collection methods for tuberculosis diagnosis: a systematic review and pairwise and network meta-analysis. *The Lancet Global Health* [Internet]. 2017 Jun 16;5(8):e760–71. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(17\)30201-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(17)30201-2/fulltext)
22. Murphy ME, Phillips PPJ, Mendel CM, et al. Spot sputum samples are at least as good as early morning samples for identifying Mycobacterium tuberculosis. *BMC Medicine* [Internet]. 2017 Oct 26;15(1):192. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12916-017-0947-9>
23. Ugarte-Gil C, Elkington PT, Gotuzzo E, et al. Induced Sputum is Safe and Well-Tolerated for TB Diagnosis in a Resource-Poor Primary Healthcare Setting. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* [Internet]. 2014 Dec 23;92(3):633–5. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4350564/>
24. Hernandez S, Leyva-Londoño C. La inducción de esputo. El arma olvidada en el diagnóstico de la tuberculosis pulmonar. *Archivos De Medicina (Manizales)* [Internet]. 2023 Sep 4;23(1). Available from: <https://revistasum.umanizales.edu.co/index.php/archivosmedicina/article/view/4846>
25. Asemahagn MA, Amsalu G. Determinants of Sputum Smear Positivity among Tuberculosis Suspected Patients in Bahir Dar City, Northwest Ethiopia [Internet]. Available from: <https://www.amhsr.org/articles/determinants-of-sputum-smear-positivity-among-tuberculosis-suspected-patients-in-bahir-dar-city-northwest-ethiopia-4296.html>
26. Castro ATE, Mendes M, Freitas S, et al. Diagnostic yield of sputum microbiological analysis in the diagnosis of pulmonary tuberculosis in a period of 10 years. *Revista Portuguesa De Pneumologia* [Internet]. 2015 Feb 25;21(4):185–91. Available from: <https://www.journalpulmonology.org/en-diagnostic-yield-sputum-microbiological-analysis-articulo-X0873215915339460>
27. Fefar DR, Thakkar KM, Shah KS, et al. Bacterial profile and antibiogram of isolates from sputum samples of suspected pulmonary tuberculosis patients at a tertiary care teaching

- hospital. *IP Indian Journal of Immunology and Respiratory Medicine* [Internet]. 2026 Feb 25;11(1):39–45. Available from: <https://ijirm.org/archive/volume/11/issue/1/article/26276>
28. Kassa GM, Merid MW, Muluneh AG, et al. Sputum smear grading and associated factors among bacteriologically confirmed pulmonary drug-resistant tuberculosis patients in Ethiopia. *BMC Infectious Diseases* [Internet]. 2021 Mar 5;21(1):238. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12879-021-05933-y>
 29. Kiflie A, Tufa GT, Salau AO. Sputum smears quality inspection using an ensemble feature extraction approach. *Frontiers in Public Health* [Internet]. 2023 Jan 25;10:1032467. Available from: <https://europepmc.org/article/pmc/pmc9905811>
 30. Regmi RS, Khadka S, Sapkota S, et al. Bacterial etiology of sputum from tuberculosis suspected patients and antibiogram of the isolates. *BMC Research Notes* [Internet]. 2020 Nov 10;13(1):520. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7654065/>
 31. Rosales-Rimache J, Nunayalle-Vargas M, Rueda-Torres L, et al. Performance of bleach method sputum smear microscopy for the diagnosis of tuberculosis in a highly endemic district in Lima, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [Internet]. 2022 Dec 22;20(1):135. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/1/135>
 32. Sari EP, Lutpiatina L, Insana A. The value of the TB IGG/IGM rapid test and erythrocyte sedimentation rate in relation to Xpert MTB/RIF tests in the diagnosis of pulmonary tuberculosis [Internet]. 2026. Available from: <https://tropicalhealthandmedicalresearch.com/index.php/JAK/article/view/149>
 33. Savage HR, Rickman HM, Burke RM, et al. Accuracy of upper respiratory tract samples to diagnose Mycobacterium tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Microbe* [Internet]. 2023 Sep 12;4(10):e811–21. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247\(23\)00190-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247(23)00190-8/fulltext)
 34. Urabe N, Sakamoto S, Masuoka M, et al. Efficacy of three sputum specimens for the diagnosis of Mycobacterium avium complex pulmonary disease. *BMC Pulmonary Medicine* [Internet]. 2023 Jan 19;23(1):29. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12890-023-02327-5>
 35. Zhao X, Cui K, Bai L, et al. Diagnostic value of SAT-TB in smear-negative pulmonary tuberculosis: A diagnostic accuracy study. *Medicine* [Internet]. 2024 Dec 13;103(50):e40907. Available from: https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2024/12130/diagnostic_value_of_sat_tb_in_smear_negative.33.aspx
 36. Jiang C, Luo X. Self-management and sputum conversion in pulmonary tuberculosis: a prospective study. *BMC Infectious Diseases* [Internet]. 2026 Feb 2;26(1). Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12879-026-12558-6>
 37. Imtiaz S, Batubara EM. Diagnostic value of bronchoscopy in sputum-negative pulmonary tuberculosis patients and its correlation with clinicoradiological features. *Annals of Thoracic Medicine* [Internet]. 2022 Apr 1;17(2):124–31. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9150657/>
 38. Ruperti-Macias GE, Cañarte-Vélez JC. Baciloscopias para el diagnóstico de Tuberculosis Pulmonar en pacientes atendidos en el Laboratorio Clínico de Loreto, 2022. *Revista Científica De Salud BIOSANA* [Internet]. 2024 Mar 31;4(1):201–14. Available from: <http://soeici.org/index.php/biosana/article/view/120>