

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD 27974
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



**PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS PULMONAR Y EXTRAPULMONAR EN
PACIENTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL NACIONAL ROSALES EN EL
PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DEL AÑO 2024.**

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
LICENCIADOS EN LABORATORIO CLÍNICO

PRESENTADO POR:
BRYAN ENRIQUE RODRÍGUEZ CALLEJAS
MIRIAM EMILY TICAS VENTURA
ANA SOFÍA RUÍZ ZÚNIGA

ASESORA:
LICDA. KAREN LISSETH LÓPEZ FLORES.

Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”, El Salvador, julio, 2025.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

RECTOR

MSc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. Evelyn Beatriz Farfán Mata

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

MSc. Roger Armando Arias Alvarado

SECRETARIO

Lic. Pedro Rosalío Escobar Castaneda

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

DECANO

Dr. Saúl Díaz Peña

VICEDEANO

Licdo. Franklin Arnulfo Méndez Duran

SECRETARIO

MSc. Roberto Carlos Hernández Marroquin

DIRECTOR DE ESCUELA DE MEDICINA

Dr. Douglas Alfaro Velásquez Raimundo

DIRECTORA DE ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

MSc. Monica Raquel Ventura de Ramos

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSTGRADO

Dr. Edwin Alexander Herrera Rodríguez

COORDINADORA DE LOS PROGRAMAS DE MAESTRÍAS

Dra. Blanca Aracely Martínez

COORDINADORA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

Dra. Claudia Margarita de Blanco

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por haber sido mi refugio en los momentos de incertidumbre, mi fuerza en las dificultades y mi guía en cada paso de este proceso.

Gracias, Señor, por permitirme soñar y por darme las herramientas espirituales y humanas para alcanzar esta meta, Virgen María, madre amorosa, gracias por cubrirme con tu manto en los días de cansancio y angustia, tu ternura de madre me ha acompañado desde el inicio hasta el final de este camino, y a ti también ofrezco este logro con humildad y gratitud.

Con todo mi corazón, dedico esta tesis a mi abuelita Mérida, que ahora me acompaña desde el cielo, su amor me sigue abrazando desde la eternidad. Aunque físicamente no esté, su ejemplo de calidez, su luz, sus enseñanzas y su fé viven en mí, este logro también es tuyo.

A mi madre, Claudia Zúniga, mujer incansable y valiente, gracias por cada sacrificio, cada palabra de aliento, por ser el pilar más firme en mi vida, por enseñarme a no rendirme y a luchar por mis sueños, este momento es también fruto de tu entrega y tu amor.

A mi abuelo José Antonio, por su apoyo silencioso pero constante, por creer en mí y acompañarme con paciencia, palabras de aliento y orgullo en cada paso.

A mi hermano Roberto Antonio, por estar siempre a mi lado, ser mi ejemplo, mi motivación y un apoyo fundamental en todo momento.

A toda mi familia, mi mayor soporte y refugio, gracias por su amor incondicional y por estar siempre presentes, aun cuando la distancia física nos separaba. Cada gesto de apoyo y cada oración me dieron la fuerza para seguir adelante.

A todos mis docentes, que han sido guías fundamentales en mi proceso de formación profesional. Agradezco cada clase impartida con dedicación, cada consejo brindado y el conocimiento compartido con responsabilidad y vocación, su labor ha dejado una huella significativa en mi crecimiento académico y personal, y me siento profundamente agradecida por haber contado con su orientación a lo largo de esta carrera.

Un agradecimiento muy especial a mi asesora de tesis, Licenciada Karen López, cuya inteligencia, conocimiento y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Gracias por su paciencia, por compartir su experiencia con generosidad y por guiarnos con sabiduría en cada etapa del proceso, su apoyo constante y profesionalismo han sido un pilar invaluable para la culminación exitosa de esta investigación.

La carrera no solo me dio conocimientos y formación profesional, sino también grandes amigos que hoy son parte de mi vida; a Susana Montano, mi primera amiga en la carrera, gracias por estar desde el inicio, a Emily Ticas, por impulsarme a no rendirme y ser mi sostén, a Enrique Rodríguez y Alexander Carias, por alentarme y motivarme en todo momento, gracias por compartir este camino conmigo.

A mis queridas amigas de la vida, Josselyn Santamaría, Marcela Rivas y Natalia Melara, aunque no compartimos la misma profesión, han sido parte importante de este proceso. Gracias por creer en mí, por su apoyo constante y por animarme en los momentos en que más lo necesité.

A mi pareja, por su comprensión, respaldo emocional y acompañarme con amor a lo largo de este proceso.

De manera muy especial, a mis compañeros de tesis, Enrique y Emily, gracias por su compromiso, responsabilidad y amistad, este trabajo no sería el mismo sin ustedes, logramos mucho más que una tesis: Construimos un camino compartido lleno de esfuerzo y aprendizajes.

A todas las personas que, de una u otra forma, formaron parte de este hermoso sueño, les agradezco con el corazón por su presencia y contribución.

Gracias por caminar junto a mí en este proyecto que hoy culmina con orgullo.

Ana Sofia Ruíz Zúniga

En primer lugar, darle gracias a Dios por haber sido y ser la luz que guió mi camino, por no soltar mi mano ni dejarme caer en los momentos más difíciles, me brindó las fuerzas necesarias para poder levantarme día a día y no rendirme, aunque el camino se tornará difícil, siempre estuvo a mi lado brindándome todo su amor y misericordia, por haberme dado la perseverancia y la sabiduría necesarias para completar esta etapa.

A mis padres José Ticas y Emilia de Ticas por ser el pilar principal de todo este proceso, por ayudarme en cada momento, por todo el esfuerzo que hicieron para que este sueño se volviera realidad, esta tesis es el resultado de su amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo, gracias por estar siempre presente en cada uno de mis logros y ser parte fundamental de ellos, gracias por ser los faros en mi vida, por iluminar el camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Así mismo agradecer a mis hermanas Alexandra Ticas y Martha Ticas gracias por su apoyo incondicional. Su cariño y confianza han sido fundamentales para mí. Gracias por su apoyo incondicional, por sus consejos y por ser mi motivación constante su cariño y confianza han sido fundamentales para mí.

A mis amigos/as que fueron parte de toda esta etapa, gracias por su paciencia, por su comprensión y por su apoyo constante, su compañía ha sido fundamental para mantener mi ánimo y para poder superar los momentos de dificultad.

A mi equipo de tesis Sofía Zuniga y Enrique Rodríguez, gracias por haber sido parte de este proceso, por su apoyo, comprensión incondicional, han sido un gran equipo, unos amigos increíbles, gracias por estar en todo momento, juntos iniciamos y juntos finalizamos.

Agradezco profundamente a mi asesora de tesis Licda. Karen López, por su invaluable guía y apoyo durante todo el proceso de investigación. Su orientación experta y constante motivación fueron fundamentales para la culminación exitosa de esta tesis.

También agradezco a una persona especial por su apoyo incondicional durante este largo camino, tú has sido parte fundamental de este proceso, con tu amor, con tu paciencia y con tu inagotable apoyo, gracias por haberme acompañado en este largo camino, por creer en mí cuando yo misma dudaba, y por alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles.

Con amor y paciencia todo es posible.

Miriam Emily Ticas Ventura

En primer lugar, doy gracias a Dios porque me ha permitido llegar a este punto de la carrera, porque nada hubiera sido posible sin la fortaleza que me brindó a lo largo del camino, porque ha estado ahí para brindar esperanza en cada momento que lo he necesitado y me ha brindado aliento para seguir adelante.

También agradecer a mis padres Estela Callejas y Jaime Rodríguez por todo el apoyo y amor incondicional que me brindaron a lo largo del camino, porque sin su apoyo, sus palabras de aliento y motivación nada de esto hubiera sido posible, gracias por los consejos, por el cariño y por siempre animarme a salir adelante aún en los momentos más complicados, su amor y apoyo nunca han faltado. Así también agradecer a mi hermana Mexi Rodríguez por siempre estar presente con su apoyo y cariño en los momentos que más lo he necesitado. Así mismo agradecer a mis abuelas Inés Calles e Isabel Rodríguez que me han brindado su amor en tantas ocasiones y sin su apoyo incondicional no habría llegado tan lejos.

Agradezco profundamente a mi asesora de tesis Licda. Karen López por toda la paciencia y dedicación que nos brindó a lo largo de este proceso, gracias por el apoyo y por guiarnos por el camino correcto a lo largo de este proceso, así como también por transmitirnos sus conocimientos profesionales a lo largo de la carrera, porque hemos crecido académica y profesionalmente gracias a todo su esfuerzo y dedicación a la hora de enseñar.

Agradezco a Licda. Yanira Cerón por su apoyo y todos los conocimientos brindados a lo largo de la carrera, por la calidad y la calidez a la hora de impartir cada clase, por cada aporte que ha hecho nuestro conocimiento y vida profesional. Así también a agradecer a la Licda. Rosaura Estrada, por su apoyo y colaboración en este trabajo de investigación y conocimientos brindados, sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible.

Por último agradecer a mis compañeras de equipo de tesis, Emily Ticas y Sofia Zúniga, gracias por el apoyo, la comprensión, y el cariño brindado a lo largo de la carrera, por ser tan maravillosas personas y compañeras, sin ustedes esto no hubiera sido posible.

Bryan Enrique Rodriguez Callejas

ÍNDICE

RESUMEN.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
V. DISEÑO METODOLÓGICO.....	6
VI. MARCO TEÓRICO.....	7
6.1 EPIDEMIOLOGÍA.....	7
6.2 ETIOLOGÍA.....	10
6.3 TRANSMISIÓN.....	11
6.4 RESERVORIO.....	12
6.5 PERIODO DE INCUBACIÓN.....	12
6.6 PATOGENICIDAD.....	12
6.7 FACTORES DE RIESGO.....	14
6.8 TUBERCULOSIS PULMONAR.....	15
6.8.1 NEUMONÍA TUBERCULOSA.....	16
6.8.2 PLEURITIS TUBERCULOSA.....	16
6.9 TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR.....	17
6.9.1 MENINGITIS TUBERCULOSA.....	17
6.9.2 TUBERCULOSIS OSTEOARTICULAR.....	17
6.9.3 TUBERCULOSIS GENITOURINARIA.....	18
6.9.4 TUBERCULOSIS GANGLIONAR.....	19
6.9.5 TUBERCULOSIS CARDIACA.....	19
6.9.6 TUBERCULOSIS OCULAR.....	19
6.9.7 TUBERCULOSIS INTESTINAL.....	20
6.10 DIAGNÓSTICO.....	21
6.10.1 BACILOSCOPIA.....	22
A. PREPARACIÓN DEL EXTENDIDO.....	22
B. PROCEDIMIENTO DE LA COLORACIÓN.....	23
C. EXAMEN MICROSCÓPICO.....	25
D. REPORTE DE RESULTADOS:.....	25
TABLA #1: INFORME DE RESULTADOS DE LA BACILOSCOPIA.....	25
6.10.2 GENEXPERT MTB RIF/ULTRA.....	26
A. FUNDAMENTO DE LA PRUEBA.....	26
B. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	28
a) ESPUTO.....	28

b) LÍQUIDO CEREBROESPINAL.....	29
c) GANGLIOS LINFÁTICOS Y OTROS TEJIDOS.....	31
d) MUESTRAS DE HUESOS Y ARTICULACIONES.....	32
e) MUESTRA DE HECES.....	33
f) ASPIRADOS GÁSTRICOS.....	34
g) MUESTRAS DE ORINA.....	35
C. REPORTE DE RESULTADOS.....	36
TABLA #2: INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA MOLECULAR GENEXPERT MTB/RIF ULTRA.....	36
6.10.3 CULTIVO.....	37
A. MEDIOS DE CULTIVO.....	38
B. REVISIÓN Y REPORTE DE LAS MUESTRAS CULTIVADAS.....	40
C. REPORTE DE RESULTADOS.....	41
TABLA #3: INFORME DE RESULTADOS DEL CULTIVO.....	41
6.10.4 OTRAS PRUEBAS DE LABORATORIO.....	41
VII.RESULTADOS.....	42
VIII. DISCUSIÓN.....	48
IX. CONCLUSIONES.....	52
X. RECOMENDACIONES.....	53
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

RESUMEN

La tuberculosis continúa siendo una de las principales causas de mortalidad por agentes infecciosos a nivel mundial. A pesar de ser tratable y prevenible, representa un desafío significativo para la salud pública, especialmente en países en desarrollo como El Salvador. El objetivo de esta investigación fue determinar la frecuencia de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar por *Mycobacterium tuberculosis* en pacientes atendidos en el Hospital Nacional Rosales de enero a diciembre de 2024.

Se realizó un estudio documental, retrospectivo y descriptivo, analizando 1,308 muestras procesadas mediante la prueba molecular GeneXpert ULTRA MTB/RIF en el Laboratorio Clínico del Hospital Nacional Rosales. Las muestras incluyeron especímenes pulmonares como esputo y lavado bronquial, así como extrapulmonares incluyendo líquido pleural, orina, líquido cerebroespinal y tejidos, provenientes de diversos servicios hospitalarios.

De las 1,308 muestras analizadas, 180 resultaron positivas para *Mycobacterium tuberculosis*, representando el 14% del total, distribuidas en 134 casos de tuberculosis pulmonar y 46 casos extrapulmonares, equivalentes al 10% y 4% respectivamente. El servicio de Neumología concentró el 81% de los casos pulmonares, mientras que el servicio de Medicina registró el 39% de los casos extrapulmonares. El sexo masculino presentó mayor prevalencia tanto en tuberculosis pulmonar con 69% como extrapulmonar con 67%. El grupo etario más afectado fue de 36-53 años para tuberculosis pulmonar representando el 43%, mientras que para tuberculosis extrapulmonar fue el grupo de 18-35 años con 44%.

La tuberculosis mantiene una presencia significativa en el Hospital Nacional Rosales, por lo que se requiere fortalecer las estrategias de tamizaje, diagnóstico temprano y vigilancia epidemiológica, especialmente en poblaciones de mayor riesgo.

Palabras clave: Tuberculosis; *Mycobacterium tuberculosis*; Diagnóstico; Epidemiología; Prevalencia.

I. INTRODUCCIÓN

La tuberculosis (TB) es una infección bacteriana contagiosa que afecta principalmente a los pulmones pero puede propagarse a otros órganos. La especie bacteriana más importante y representativa causante de esta enfermedad es *Mycobacterium tuberculosis* también conocido como bacilo de Koch, el cual pertenece al complejo *Mycobacterium tuberculosis*.

La tuberculosis es considerada como una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, la Organización Mundial de Salud (OMS) declaró la tuberculosis como una “emergencia global” en el año de 1993¹, y puso como objetivo principal su control, ya que dicha afección es curable y prevenible.

Se calcula que una tercera parte de la población a nivel mundial tiene tuberculosis latente, es decir, están infectadas, pero aún no han enfermado ni pueden transmitir la infección. Las personas infectadas con el bacilo tuberculoso tienen un riesgo del 10% de desarrollar la enfermedad a lo largo de su vida; sin embargo, este riesgo es mucho mayor para las personas cuyo sistema inmunitario está debilitado, como ocurre en casos de infección por el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH), desnutrición, diabetes o en individuos tabaquistas².

A lo largo de un año, un enfermo tuberculoso puede infectar a unas 10 a 15 personas por contacto estrecho, y se estima que la tasa de mortalidad es del 45% para las personas VIH negativas con tuberculosis y un 100% para las personas VIH positivas con coinfección tuberculosis/VIH que no son diagnosticados oportunamente y no reciben el tratamiento adecuado³.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación tiene como finalidad establecer cuál es la frecuencia de la tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en los pacientes atendidos en los servicios del Hospital Nacional Rosales, además de determinar la prevalencia del padecimiento de esta enfermedad y factores predisponentes, enfatizando en la atención, detección y seguimiento oportuno de los usuarios.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2023 se calcula que 10.8 millones de personas en todo el mundo contrajeron tuberculosis, de los cuales 6.0 millones fueron hombres, 3.6 millones mujeres y 1.3 millones niños de ambos sexos, además 1.25 millones de personas murieron a causa de tuberculosis, incluidas 161,000 personas con infección por el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH)⁴, probablemente, convirtiendo a la tuberculosis en la principal causa de muertes en el mundo provocadas por un patógeno infeccioso.

En el aumento de casos de tuberculosis, influyen factores como; un sistema inmunitario debilitado, vivir en entornos hacinados-compartidos, situación de calle y pobreza, contacto con personas con tuberculosis contagiosa, padecimiento de diabetes mellitus, enfermedad renal grave, bajo peso corporal y tabaquismo.

En los últimos años se ha registrado un incremento de los casos de coinfección TB/VIH evidenciado gracias al acceso gratuito y oportuno de las pruebas de VIH y de tuberculosis impulsado por el Ministerio de Salud de El Salvador (MINSAL) a los pacientes sospechosos de ser VIH positivos y de padecer tuberculosis, lo que también permite diagnosticar temprana y oportunamente los casos. Ahora no sólo es mayor la oferta de servicios, sino también el acceso que los pacientes coinfectados tienen de forma precoz para evitar muertes de todas las personas que viven con VIH.

En El Salvador, para el año 2023 se notificaron un total de 342,000 casos de tuberculosis de los cuales 4,265 fueron casos nuevos, teniendo una tasa de 68% por cada 100,000 habitantes, lo que representa un incremento de 6.6% en comparación con el año 2022, de ellas 1.25 millones de personas murieron de tuberculosis, incluidas 161,000 personas con VIH⁵.

La cifra de personas afectadas por la tuberculosis durante el año 2023 aumentó ligeramente en relación al 2022. El Ministerio de Salud atendió a 342,000 casos de pacientes infectados con tuberculosis en los que se incluyen pacientes previamente diagnosticados y nuevos casos. Dentro de este contexto, el Hospital Nacional Rosales no es la excepción, sin embargo, aún se desconoce el número de

casos nuevos atendidos y registrados durante el año 2024, además, también se desconoce cuál es el servicio con el mayor número de casos de tuberculosis y la frecuencia de positividad a la enfermedad según el sexo y edad de los pacientes que fueron detectados, lo cual nos lleva a plantearnos las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la frecuencia de tuberculosis pulmonar y extra pulmonar por *Mycobacterium tuberculosis* de los servicios del Hospital Nacional Rosales?

2. ¿Cuál es el servicio que presenta el mayor número de casos de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar por *Mycobacterium tuberculosis* del Hospital Nacional Rosales?

3. ¿Cuál es el sexo que con mayor frecuencia se ha visto afectado con tuberculosis pulmonar y extrapulmonar por *Mycobacterium tuberculosis* en los servicios del Hospital Nacional Rosales?

4. ¿Cuál es el rango de edad más afectado por tuberculosis pulmonar y extrapulmonar por *Mycobacterium tuberculosis* de los servicios del Hospital Nacional Rosales?

III. JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de la Reforma de Salud a partir del 2009, el MINSAL reconoce la salud como un derecho humano, logrando avanzar en el ejercicio pleno y, asume el compromiso histórico de garantizar la cobertura y acceso universal a la salud, además de potenciar las acciones de abordaje integral en temas claves, entre los que se encuentra la prevención y el control de la TB, enfermedad infecciosa de gran impacto en salud pública a nivel mundial y que requiere de la implementación de estrategias innovadoras y de nuevos métodos diagnósticos para su prevención, diagnóstico, tratamiento precoz y oportuno para cortar la cadena de transmisión.

Teniendo en cuenta lo anterior, se creó el Programa nacional de tuberculosis, el cual se ha fortalecido en busca de lograr prevenir y controlar la tuberculosis y las enfermedades respiratorias a través de la estrategia “Alto a la Tuberculosis” y la participación activa de la población con conocimientos sobre los mecanismos de transmisión, contando con una efectiva coordinación y conciliación interinstitucional y sectorial, desarrollando un trabajo sistemático y consistente, en relación a la magnitud de la enfermedad y objetivos del programa.

Sin embargo, se ha identificado que a la fecha aún no existe registro oficial acerca de la prevalencia de nuevos casos de tuberculosis detectados en el Hospital Nacional Rosales durante el año 2024, y esto es altamente preocupante, debido a que en dicho nosocomio la atención de pacientes con el sistema inmunitario comprometido está a la orden del día; además, cabe mencionar que el contar con registros de estos datos es crucial, ya que permiten la identificación de casos nuevos y establecer la prevalencia de dicha enfermedad en la población, y así ofrecer manejo adecuado para evitar su propagación.

Por lo tanto mediante el estudio de las unidades de observación se obtendrá la información requerida para establecer con datos reales cuál fue la prevalencia de la tuberculosis durante el año 2024 en el Hospital Nacional Rosales, y ésta a su vez, puede ser utilizada para evaluar la efectividad de las estrategias realizadas por los diferentes programas nacionales de prevención y control de la tuberculosis, y permitirá la actualización de los informes concernientes a dicho año.

IV. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la frecuencia de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar por *Mycobacterium tuberculosis* en los pacientes que son atendidos en los servicios del Hospital Nacional Rosales de enero a diciembre de 2024.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cual es la frecuencia de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en pacientes atendidos en los servicios del Hospital Nacional Rosales.
- Determinar el servicio hospitalario en el que se registra mayor número de casos de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en pacientes de los servicios del Hospital Nacional Rosales y cuáles son los factores asociados al padecimiento de la enfermedad.
- Definir el rango de edad en el que con mayor frecuencia se registran nuevos casos tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en pacientes de los servicios del Hospital Nacional Rosales.

V. DISEÑO METODOLÓGICO

Estudio: Documental, retrospectivo y descriptivo.

Población: Pacientes atendidos en el Hospital Nacional Rosales con sospecha de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar, cuyas muestras fueron procesadas en el Laboratorio Clínico del Hospital Nacional Rosales de enero a diciembre de 2024.

Muestra: Pacientes de los servicios del Hospital Nacional Rosales con sospecha de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar cuyas muestras fueron procesadas por el área de “Ácido resistentes/Tuberculosis” del Hospital Nacional Rosales de enero a diciembre de 2024.

Plan de tabulación y análisis de datos: Se recolectarán la información archivada en el libro de GENEXPERT ULTRA MTB/RIF del Área de Ácido Resistente del Laboratorio Clínico de Hospital Nacional Rosales y se procederá a un análisis estadístico de cada uno de los datos utilizando tablas y gráficos de frecuencia, haciendo una interpretación y análisis de los resultados obtenidos.

Delimitación de tiempo y espacio: La investigación se llevará a cabo en el Hospital Nacional Rosales desde el mes de febrero a mayo del año 2025.

Plan de recolección de datos: Los datos se obtendrán consultando los libros de resultados de Genexpert MTB/RIF ULTRA del área de tuberculosis del Hospital Nacional Rosales de los meses de enero a diciembre del año 2024.

VI. MARCO TEÓRICO

La tuberculosis es una infección bacteriana contagiosa que afecta principalmente los pulmones, pero puede propagarse a otros órganos del cuerpo. La especie de bacteria más importante y representativa causante de la tuberculosis en humanos es *Mycobacterium tuberculosis* o también denominado bacilo de Koch, perteneciente al complejo *Mycobacterium tuberculosis*.

Considerando su forma latente en la cual no se presentan síntomas, es tal vez la enfermedad infecciosa más prevalente del mundo, se estima que afecta al 33% de la población mundial⁶, es la segunda causa global de muerte, y la primera entre las enfermedades infecciosas.

La tuberculosis se puede manifestar por signos clínicos y síntomas que pueden ser de origen pulmonar (tuberculosis pulmonar) o afectando otras partes del cuerpo de forma diseminada dando lugar a síntomas extrapulmonares (tuberculosis extrapulmonar).

6.1 EPIDEMIOLOGÍA.

La tisis, consunción y plaga blanca han sido algunas terminologías utilizadas en el pasado para designar a una de las enfermedades infecciosas más antiguas que ha vivenciado la humanidad, la tuberculosis, la cual ha infectado desde las primeras civilizaciones y asentamientos humanos.

El descubrimiento del agente causal, *Mycobacterium tuberculosis* y de diversos antibióticos han contribuido al control de la enfermedad y con la aplicación de modernas técnicas en genética molecular y la secuenciación del genoma de la micobacteria, han permitido a los científicos estimar su origen cronológico.

Por varios años, se consideraba que el *Mycobacterium tuberculosis* había evolucionado a partir del *Mycobacterium bovis* (agente causante de la tuberculosis bovina) mediante la adaptación del patógeno animal al huésped humano, no obstante, nuevas teorías establecen que los miembros del complejo *Mycobacterium tuberculosis* habrían evolucionado a partir de un ancestro común.

Fuertes evidencias han demostrado que este complejo evolucionó como patógeno humano en el este del continente Africano y su dispersión a otras regiones pudo haber ocurrido con las primeras migraciones humanas. Se ha considerado que el cambio de estilo de vida de la población nómada a una forma sedentaria (acontecimiento ocurrido durante el periodo Neolítico) pudo favorecer el desarrollo de la tuberculosis.

Los hallazgos más antiguos de la afectación humana por tuberculosis fueron descubiertos en momias pertenecientes a la predinastía egipcia (3500- 2650 a.C.) y en restos humanos ubicados en Suecia e Italia que datan del período Neolítico. Los paleontólogos descubrieron en estos restos una serie de lesiones óseas características de una infección crónica por tuberculosis como el colapso vertebral o enfermedad de Pott, lesiones reactivas y osteomielitis. La aplicación de técnicas biomoleculares en la mayoría de estos tejidos ha posibilitado la recuperación y confirmación del ADN micobacteriano, de igual manera, algunos estudios realizados en tejidos de momias peruanas han sugerido la presencia de tuberculosis en América durante el período precolonial.

La historia de la tuberculosis tuvo un giro dramático el 24 de marzo de 1882 cuando Robert Koch presentó sus estudios a la comunidad científica de Berlín y expresa haber identificado al agente causal de la tuberculosis; un microorganismo al que él denominó bacilo tuberculoso. En sus estudios Koch describe la tinción, aislamiento, cultivo del bacilo y reproducción de la enfermedad a través de la inoculación del bacilo en animales de experimentación demostrando, mediante esta secuencia experimental, que este organismo era el ente causante de la tuberculosis. Este hecho histórico sería esencial en la lucha antituberculosa siendo el sustento para el desarrollo de métodos diagnósticos y la búsqueda de un tratamiento eficaz contra la enfermedad.

En la segunda mitad del siglo XIX se consideraba que el aire fresco y una adecuada alimentación tenían un efecto terapéutico sobre los pacientes tuberculosos. Basado en este concepto, nace en 1859 el primer sanatorio en la región montañosa de Silesia (Alemania) y posteriormente surgen muchos otros alrededor del mundo. Con el paso del tiempo, los sanatorios fueron implementando nuevos procedimientos terapéuticos como el neumotórax. Al mismo tiempo que

fueron evolucionando, los sanatorios se convirtieron en piezas claves para el control de la tuberculosis, no sólo por procurar la curación del paciente tuberculoso, sino también por aislar al enfermo del resto de la comunidad reduciendo, de esta forma, el contagio.

En los años 90, la Organización Mundial de la Salud introdujo la estrategia TAES (Tratamiento Acortado Estrictamente Supervisado) como elemento fundamental para el control de la tuberculosis el cual combinó el tratamiento supervisado con el compromiso político, los servicios de baciloscopias, el suministro de medicamentos y la vigilancia epidemiológica⁷.

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2023 aproximadamente una cuarta parte de la población mundial se ha infectado por *Mycobacterium tuberculosis*, y entre el 5% y 10% de estas personas terminaron presentando signos y síntomas, manifestando así la tuberculosis de forma activa⁸.

En el año 2023 1.25 millones de personas a nivel mundial murieron de tuberculosis, probablemente en los últimos años la tuberculosis se ha convertido en una de las principales causas de muertes en el mundo provocadas por un agente infeccioso, por lo tanto, si no se realiza un diagnóstico oportuno de la enfermedad puede representar un alto riesgo de muerte para las personas que la padecen.

La incidencia de la tuberculosis varía significativamente entre regiones, se calcula que en 2023 contrajeron tuberculosis 10.8 millones de personas en todo el mundo; 6.0 millones fueron hombres, 3.6 millones fueron mujeres y 1.3 millones de niños⁹.

Los países con mayor tasa de morbilidad fueron India (26%), Indonesia (10%), China (6,8%), Filipinas (6,8%) y Pakistán (6,3%), concentrando en conjunto el 56% de los casos globales. Aunque es una enfermedad presente en todos los países y grupos de edad, se puede prevenir y curar.

En el caso Latinoamérica según los datos de la OPS, en el año 2023 hubo un total de 342,000 nuevos casos de tuberculosis, de los cuales 20620 casos pertenecen a Centroamérica¹⁰.

En El Salvador, la tuberculosis representa un desafío significativo para la salud pública, en el año 2023, el país registró una tasa de incidencia de 68 casos nuevos por cada 100,000 habitantes¹¹.

6.2 ETIOLOGÍA.

La gran mayoría de los casos de tuberculosis están producidos por el agente etiológico *Mycobacterium tuberculosis* del reino *Prokaryotae*, Filo *Actinobacteria*, Orden *Actinomycetales*, Familia *Mycobacteriaceae*, Género *Mycobacterium*, y especie *Mycobacterium tuberculosis*. Dicho agente infeccioso fue descubierto por el médico y microbiólogo alemán Robert Koch en 1882.

Mycobacterium tuberculosis es un bacilo Gram positivo que posee una forma alargada, no móvil, no es formador de esporas y mide de 1 a 10 µm de largo y 0.2 a 0.6 µm de ancho, es resistente al frío, a la congelación, a la desecación, pero es sensible al calor y luz solar. Una de las características distintivas de este bacilo es que su pared celular es rica en lípidos, especialmente ácidos micólicos que le confiere una resistencia única a muchos agentes químicos y a la decoloración por ácidos, con la coloración de Ziehl Neelsen, esta particularidad las define como ácido-alcohol resistentes, se pueden observar como bastoncitos delgados, ligeramente curvos, de un color rojo o fucsia, destacándose claramente contra un fondo azul.

El bacilo de Koch es un organismo de crecimiento lento, con un tiempo de duplicación de aproximadamente 18 a 24 horas, lo que contrasta significativamente con muchas otras bacterias que pueden duplicarse en minutos. Este lento crecimiento se debe en parte a la complejidad de su pared celular y a su metabolismo. La bacteria requiere por lo menos 15 días para presentar un desarrollo visible macroscópicamente sobre el medio de cultivo adecuado para este microorganismo que es el de Ogawa Kudoh y Lowenstein Jensen, necesita de 6-8 semanas de incubación debiéndose incubar un promedio de 30 días; produciendo colonias de color blanco, esféricas, secas, rugosas, opacas, polimorfas y de dimensiones variables, se desarrolla mejor en atmósfera de aire con 10% de CO₂, y se requieren como mínimo de 10 a 20 días de cultivo a 37°C para que las colonias comiencen a hacerse visibles.

El bacilo de la tuberculosis puede crecer utilizando glicerol como fuente de carbono, y asparagina e iones de amonio como fuente de nitrógeno y micronutrientes. Metaboliza el glicerol a piruvato, otro componente clave para el desarrollo del bacilo es la albúmina, habitualmente incorporada en los medios de cultivo con el agregado de huevos de gallina o seroalbúmina bovina. Algunos medios sintéticos contienen biotina y catalasa para estimular el desarrollo de bacilos dañados.

6.3 TRANSMISIÓN

La transmisión de la tuberculosis sólo puede realizarse por personas que tengan tuberculosis activa, es decir, que el bacilo se está reproduciendo activamente en el organismo de su hospedero y está causando enfermedad. La tuberculosis activa se transmite a través de partículas o gotas infecciosas producidas por el paciente bacilífero (con tuberculosis activa) por medio de tos, estornudo, hablando, escupiendo, etc, mientras tiene contacto con terceros, esto se puede propiciar también por el hacinamiento.

Las gotas infecciosas son de un diámetro entre 0.5 a 5 μm , y pueden producirse alrededor de 400,000 con un solo estornudo. Cada una de esas gotas provenientes de un enfermo activo puede transmitir el microorganismo, en especial sabiendo que la dosis infectiva mínima (DIM) de la tuberculosis es considerablemente baja (menor a 10 bacilos por inhalación).

La probabilidad de una transmisión eficaz aumenta con el número de partículas contaminadas expelidas por el enfermo, en lo buena que sea la ventilación del área, la duración de la exposición y en la virulencia de la cepa del *M. tuberculosis*.

Las personas con contactos frecuentes, prolongados, o intensos tienen un riesgo de alrededor del 25 % de ser infectados. Para un fumador las posibilidades de enfermar se multiplican por 2.5¹².

Un paciente con TB activa sin tratamiento puede infectar entre 10-15 personas por año. Otros riesgos incluyen aquellas áreas geográficas donde la tuberculosis es frecuente, en pacientes inmunodeprimidos con condiciones como malnutrición y VIH en etapa avanzada, poblaciones étnicas en alto riesgo y trabajadores de la salud

sirviendo en regiones de alto riesgo. En los pacientes con VIH en etapa avanzada, la tuberculosis actúa como enfermedad oportunista (coinfección) con fuerte asociación.

La cadena de transmisión puede romperse si se aísla al enfermo con tuberculosis activa y se comienza de inmediato una terapia antituberculosis efectiva. Después de dos semanas con dicho tratamiento, aquellos pacientes con TB activa y no resistente dejan de ser contagiosos. Si una persona llegase a quedar infectada, le tomará menos de 20 a 60 días antes que pueda comenzar a transmitir la enfermedad a otros.

6.4 RESERVORIO

El reservorio fundamental de *Mycobacterium tuberculosis* es el ser humano infectado. En áreas donde la TB bovina o caprina es común, el ganado también puede ser reservorio de bacterias del *Complejo Mycobacterium tuberculosis*, así como los tejones, cerdos y otros mamíferos; y en raras ocasiones los primates.

6.5 PERIODO DE INCUBACIÓN.

De 2 a 12 semanas aproximadamente, desde el momento de la infección hasta que aparece la lesión primaria en el pulmón o una reacción de tuberculina significativa, sin embargo, el tiempo entre la infección y el desarrollo de la enfermedad pueden ser meses o años.

6.6 PATOGENICIDAD.

La infección comienza cuando una persona inhala las gotas infecciosas que se encuentran en el aire, estas partículas son lo suficientemente pequeñas como para llegar a los alvéolos y dar lugar a la infección por *Mycobacterium tuberculosis*.

Una vez en los alvéolos (Infección primaria), los bacilos son fagocitados por los macrófagos alveolares no activados, donde se multiplican y conllevan a una liberación de citoquinas que a su vez atraen a más macrófagos y monocitos que nuevamente fagocitarán los bacilos. Posteriormente entre los días 7 y 21 se produce una acumulación de monocitos y bacilos intracelulares.

Alrededor de la tercera semana ocurre una necrosis tisular y de los macrófagos lo que crea un medio desfavorable para la multiplicación de los bacilos,

ocurre la sensibilización de los linfocitos CD4 y se produce una reacción inmunológica tipo TH1 con la liberación de linfoquinas que activan los macrófagos capaces de destruir al bacilo y controlar la infección (Infección latente), este fenómeno puede dar lugar a la formación de granulomas que caracterizan histológicamente a la enfermedad.

Si la secuencia de la patogenia continúa se produce la licuefacción del material y este se drena a la vía aérea produciendo cavitaciones. En este medio, los macrófagos activados son ineficaces por lo que se crea la condición idónea para la multiplicación extracelular de los bacilos, formando el foco primario de la infección (Enfermedad activa).

El foco primario de la infección casi siempre es subpleural y se encuentra localizado en la región media del pulmón, entre la zona inferior de los lóbulos superiores y la zona superior del lóbulo inferior donde el mayor flujo aéreo facilita el depósito de los bacilos inhalados.

En la infección primaria, parte de los macrófagos alveolares pueden alcanzar por vía linfática los ganglios regionales, y desde ahí por vía hematogena el resto del organismo. Existen diversas zonas que favorecen la multiplicación y permanencia del microorganismo tales como los riñones, la epífisis de los huesos largos, los cuerpos vertebrales, meninges cercanas al espacio subaracnoideo, entre otras zonas en las cuales se producen focos de multiplicación que en un futuro también pueden convertirse en focos de reactivación.

La infección puede progresar a enfermedad rápidamente, años después o nunca, en los individuos inmunocompetentes infectados, solamente el 5% desarrollará la enfermedad en los dos años posteriores a la primera infección, otro 5% la desarrollará de forma tardía, es decir que el 10% de los infectados desarrollará la enfermedad en algún momento de su vida, el otro 90% restante permanecerá libre de la enfermedad¹³.

Algunas patologías aumentan el riesgo de que la infección progrese a enfermedad pero no todas en misma medida, por ejemplo en pacientes que sufren de diabetes hay un aumento del 75% de padecer la enfermedad, pacientes VIH tienen un 15% más de contraer la enfermedad, y pacientes en fase VIH en etapa avanzada tienen un 18%.

En cuanto a la edad, los tres periodos de la vida asociados con un mayor riesgo de progresión de la enfermedad, son, la infancia (sobre todo en los primeros 2 años de vida), las edades comprendidas entre los 15-25 años y la vejez a partir de los 65 años¹⁴.

6.7 FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo de la tuberculosis son condiciones o situaciones que aumentan la probabilidad de que una persona desarrolle la enfermedad al estar expuesta a la bacteria. Algunos de los principales factores de riesgo incluyen un sistema inmunológico debilitado, por ejemplo, las personas con VIH tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar tuberculosis debido a la supresión de su sistema inmunológico, también la diabetes puede debilitar el sistema inmunológico, haciendo más fácil la propagación de la bacteria y causar enfermedad en pacientes diabéticos. Los pacientes con cáncer, especialmente aquellos que reciben quimioterapia, y personas que toman medicamentos inmunosupresores como corticosteroides también tienen un mayor riesgo de padecer tuberculosis.

En cuanto a las condiciones de vida y factores socioeconómicos como el hacinamiento y la pobreza, personas que viven en condiciones de hacinamiento o en barrios marginados, donde el acceso a la atención médica y servicios sanitarios es limitado, tienen un mayor riesgo de exposición y por lo tanto de contagio. Así mismo la malnutrición afecta a la correcta función del sistema inmunológico, lo que aumenta la vulnerabilidad a la enfermedad.

La exposición laboral o institucional, los trabajadores de la salud aquellos que están en contacto frecuente con pacientes con tuberculosis, como médicos, enfermeras y personal de hospitales como laboratoristas clínicos que están al frente del procesamiento de las muestras para abonar al diagnóstico oportuno, tienen un riesgo de contagio.

Las condiciones insalubres en prisiones, como el hacinamiento en las celdas aumentan la probabilidad de transmisión de la tuberculosis, especialmente entre los mismos reclusos.

El factor de la edad también es de mucha importancia debido a que en los niños su sistema inmunológico aún está en desarrollo, y en ancianos, puede disminuir con la edad. También juega un papel muy importante la inmunización incompleta como la falta de vacunación y es que aunque la vacuna BCG (bacilo de Calmette-Guérin) se usa para prevenir formas graves de tuberculosis en niños, no protege completamente contra la infección, la ausencia de vacunación incrementa el riesgo de padecerla.

En cuanto a los comportamientos de riesgo está el tabaquismo, ya que fumar debilita los pulmones y por tanto el sistema respiratorio; el consumo excesivo de alcohol afecta el sistema inmunológico y aumenta la vulnerabilidad a padecer la enfermedad, también el uso de drogas inyectables en especial las personas que comparten agujas tienen un mayor riesgo de desarrollar tuberculosis, tanto por la transmisión del bacilo como por la relación con el VIH.

6.8 TUBERCULOSIS PULMONAR

La tuberculosis pulmonar se caracteriza principalmente por afectar al sistema respiratorio, específicamente al parénquima pulmonar y al árbol traqueobronquial.

Las manifestaciones clínicas de la tuberculosis pulmonar son muy inespecíficas, lo habitual es que el enfermo presente un cuadro de semanas de evolución caracterizado por tos y expectoración mucosa o purulenta, en ocasiones con expectoración hemoptoica, asociado a síntomas generales como fatiga, fiebre, sudoración nocturna, pérdida de peso, anorexia, etc.

Se debe sospechar el diagnóstico de tuberculosis pulmonar en todo paciente sintomático respiratorio, el cual se define como “Toda persona que presenta tos y expectoración durante un tiempo igual o mayor a 15 días”.

Las manifestaciones clínicas de la tuberculosis pulmonar son de sensibilidad variable y carecen de especificidad, por lo que se debe tener un alto índice de sospecha clínica, en este sentido es de gran ayuda el estudio radiográfico, ya que una radiografía de tórax normal hace que sea muy improbable el diagnóstico de tuberculosis pulmonar en un individuo inmunocompetente (solo ocurre en un 5% de los casos). Sin embargo, esto no significa que a un paciente con cuadro clínico

sugerente y radiografía de tórax normal no se le deba realizar los estudios microbiológicos que permitan establecer el diagnóstico oportuno.

Una radiografía de tórax alterada no permite afirmar con certeza el diagnóstico de tuberculosis, ya que las lesiones son inespecíficas y pueden ser secundarias a diversas causas, sin embargo, todo paciente con sospecha clínica o diagnóstico de tuberculosis pulmonar debe tener un estudio radiológico inicial para establecer la localización anatómica y extensión del daño pulmonar, y debido al diferente valor pronóstico que tienen las formas cavitarias y no cavitarias de la enfermedad.

6.8.1 NEUMONÍA TUBERCULOSA

La neumonía tuberculosa puede deberse a primoinfección o la reactivación, aunque la infección primaria suele causar pocos síntomas se caracteriza por la formación del complejo primario de Ghon (adenitis regional parahiliar, linfangitis y neumonitis), en el caso de la reactivación las manifestaciones clínicas suelen ser insidiosa, con fiebre y malestar general.

En la neumonía tuberculosa es frecuente la sudoración nocturna y la pérdida de peso y suele haber tos persistente que puede estar acompañada de esputos hemoptoicos. La neumonía tuberculosa es muy contagiosa, sus pacientes deben estar aislados durante dos semanas desde el inicio del tratamiento.

6.8.2 PLEURITIS TUBERCULOSA

La pleuritis tuberculosa es el resultado de la inflamación de la membrana que cubre los pulmones (la pleura) causada por la exposición a la bacteria *Mycobacterium tuberculosis* que infecta los pulmones. Este hecho da lugar a una acumulación de líquido alrededor del pulmón (derrame pleural) que causa dolor y fiebre, dificulta la respiración y puede provocar un deterioro de la función pulmonar a largo plazo.

Aparece en personas jóvenes y suele hacerlo de forma aguda y unilateral. El signo principal es un exudado en el espacio pleural, la característica de este exudado es que se puede detectar la enzima adenosin-desaminasa (ADA) elevada. El tipo celular predominante en el exudado son los linfocitos y las células mesoteliales son escasas.

6.9 TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR

La tuberculosis extrapulmonar puede aparecer como consecuencia de la diseminación del bacilo de Koch a otros sitios anatómicos diferentes a las vías respiratorias como consecuencia de la reactivación de un foco tuberculoso pulmonar. Este tipo de tuberculosis es debida a la diseminación sanguínea del bacilo, afectando a distintos órganos, suele ocurrir en personas con grave alteración del sistema inmune y es más frecuente en ancianos.

Puede cursar con inicio agudo o insidioso, la sintomatología es dominada por fiebre, malestar general y pérdida de peso. Su clasificación depende del órgano que está siendo afectado.

6.9.1 MENINGITIS TUBERCULOSA

Está provocada por la colonización de las meninges por *Mycobacterium tuberculosis*, el cual se disemina a través de la sangre (diseminación hematológica), procedente de otro foco situado por lo general en el pulmón o la región gastrointestinal. En ocasiones la diseminación es por proximidad, es decir a partir de un foco de tuberculosis ósea situado en la columna vertebral.

Es una forma de tuberculosis poco común, se ha calculado que afecta al 1% del total de pacientes de tuberculosis y al 6% de los que tienen alguna deficiencia en el sistema inmune (inmunodeficiencia).

Se diferencia de otros tipos de meningitis infecciosa porque su curso clínico de evolución es más lenta. Los síntomas iniciales son similares a los de otros tipos de meningitis, fundamentalmente fiebre, cefalea, rigidez de nuca y convulsiones. Es una afección grave que puede dejar como secuela déficits neurológicos permanentes. Muchas de las complicaciones consisten en secuelas derivadas de la afectación del sistema nervioso central, algunas de las más frecuentes son hidrocefalia y convulsiones.

6.9.2 TUBERCULOSIS OSTEOARTICULAR

La tuberculosis osteoarticular se produce cuando tras una infección pulmonar por tuberculosis, el bacilo circula por el torrente sanguíneo hasta alojarse en alguna región esquelética, la infección también puede originarse por una herida producida

por un objeto contaminado con el bacilo, si bien no está documentada ninguna por esta vía. Se debe tomar cultivos para diagnóstico.

La tuberculosis osteoarticular afecta conjuntamente hueso y articulación, suele proceder de una infección primaria pulmonar, así como encontrarse otras infecciones secundarias en riñones o meninges.

Aunque puede comprometerse cualquier hueso o articulación, las más propensas a padecerla son las siguientes: Columna, cadera, sacroiliaco, tarsos, carpos, hombro, codo y tobillo.

Otras formas de presentarse la enfermedad es únicamente en las articulaciones, se trataría así de una osteoartritis tuberculosa o tuberculosis osteoarticular, o aparecer osteomielitis tuberculosa sin afectación articular, aunque su frecuencia es baja.

La tuberculosis osteoarticular es una enfermedad secundaria, por lo que debe ser tratada junto a su foco original. El tratamiento completo incluiría tanto acciones farmacológicas tales como quimioterapia y terapia antibiótica específica efectiva, como un régimen de actividad adecuado que consistiría en reposo, una adecuada alimentación y la inmovilización de la articulación afectada.

6.9.3 TUBERCULOSIS GENITOURINARIA

Se conoce como tuberculosis genitourinaria a la infección crónica del aparato urinario o genital provocada por el bacilo de Koch. Uno de los órganos más afectados es el riñón, por lo que en ocasiones se describe como tuberculosis renal.

Afecta principalmente a adultos jóvenes y siempre es secundaria a la afectación primaria de otro órgano, generalmente el pulmón, desde donde la infección se extiende por vía hematógena, es decir a través de la sangre. Aunque el agente que origina la infección es habitualmente el *Mycobacterium tuberculosis*. El órgano afectado con más frecuencia es el riñón, donde se producen lesiones inflamatorias y formación de cavidades llenas de material caseoso con destrucción progresiva del tejido renal, desde el riñón la infección puede diseminarse a través de la vía urinaria el uréter, la vejiga urinaria, la próstata o el epidídimo en el testículo.

La sintomatología suele consistir en fiebre, polaquiuria y sensación de escozor al orinar, pueden existir otros síntomas como hematuria y cólico nefrítico.

6.9.4 TUBERCULOSIS GANGLIONAR

Denominada escrófula, linfadenitis cervical por micobacterias o mal del rey, es un proceso infeccioso que afecta a los ganglios linfáticos, sobre todo los del cuello.

Está causado por *Mycobacterium tuberculosis*, agente causante de la tuberculosis, aunque en niños también puede deberse a micobacterias atípicas, entre ellas *Mycobacterium scrofulaceum* y *Mycobacterium avium*.

La infección tuberculosa se contrae generalmente por contacto con pacientes propagadores del *Mycobacterium*, a través de las vías aéreas. Desde el pulmón el germen puede diseminarse por vía linfática al resto del organismo, y cuando coloniza los ganglios cervicales provoca unas úlceras características que pueden drenar material purulento.

Los síntomas son inflamación no dolorosa de los ganglios del cuello, en ocasiones fiebre, y en algunos casos, la ulceración y drenaje de los ganglios.

El diagnóstico se sospecha por los síntomas y se confirma mediante cultivo del material purulento en medio de Löwenstein Jensen e histología de una muestra de tejido.

6.9.5 TUBERCULOSIS CARDIACA

Este tipo de tuberculosis afecta al corazón, pericardio o vasos sanguíneos. La pericarditis tuberculosa puede evolucionar a pericarditis constrictiva. Ocurre por la diseminación del bacilo de Koch por vía hematógena o por contigüidad hacia el tejido cardíaco.

6.9.6 TUBERCULOSIS OCULAR

La tuberculosis ocular es una enfermedad infecciosa producida por *Mycobacterium tuberculosis* que afecta principalmente al pulmón, pero también se disemina a otros órganos del cuerpo. Según algunos estudios, la afectación ocular se produce en el 1% de los pacientes que sufren tuberculosis, pudiendo provocar diferentes manifestaciones, dependiendo de la porción del ojo afectada, lo más habitual es que produzca uveítis, coroiditis o afectación de la esclerótica y la córnea (esclero-queratitis). Es muy frecuente que los pacientes con tuberculosis ocular no

presenten manifestaciones en el pulmón u otros órganos, lo que dificulta el diagnóstico.

La enfermedad ocular puede producirse por dos mecanismos diferentes: Una infección activa que afecta directamente al ojo, o una reacción inmunológica mediada por un mecanismo de hipersensibilidad retardada a ciertos componentes del *Mycobacterium tuberculosis*. En el primer caso ocurre una infección activa del agente causal y en el segundo caso no existen microorganismos en el ojo y la enfermedad ocular es un fenómeno secundario.

6.9.7 TUBERCULOSIS INTESTINAL

La tuberculosis intestinal es la infección por *Mycobacterium tuberculosis* o *Mycobacterium bovis* de cualquier porción del intestino, la región más afectada es la ileocecal, al final del intestino delgado.

Puede producirse por diseminación de una infección tuberculosa de otra localización, por ejemplo por deglución del esputo de una tuberculosis pulmonar, o por la ingestión de alimentos contaminados, principalmente leche de vaca infectada por *Mycobacterium bovis*, también por diseminación a través de la sangre o desde un órgano adyacente afectado, por ejemplo el riñón.

Una vez que la bacteria coloniza la pared del intestino, provoca una reacción inflamatoria y la formación de granulomas que conducen a una necrosis caseosa y aparición de úlceras intestinales que se complican por un proceso de cicatrización espontánea y fibrosis. La enfermedad puede pasar desapercibida durante un periodo prolongado por producir inicialmente síntomas inespecíficos, más adelante aparece dolor abdominal, pérdida de peso, falta de apetito, sudoración, fiebre aparentemente inexplicable, diarrea o estreñimiento y en ocasiones presencia de sangre en las heces.

Cuando el proceso patológico progresa, tienen lugar las complicaciones, principalmente obstrucción intestinal, aparición de fístulas y diseminación del proceso al peritoneo originando una peritonitis tuberculosa.

6.10 DIAGNÓSTICO

El personal de salud debe realizar la búsqueda e identificación de los sintomáticos respiratorios y personas con tuberculosis presuntiva, priorizando los grupos de poblaciones de mayor riesgo y vulnerabilidad tanto a nivel interinstitucional como a nivel comunitario. Se consideran grupos de riesgo de padecer tuberculosis a contactos de caso índice, personas con VIH, niños, niñas y adolescentes que han tenido contacto con un caso índice, personas privadas de libertad, trabajadores de la salud que han sido expuestos, adultos mayores, drogodependientes, alcohólicos crónicos, personas con diabetes, con enfermedad renal crónica, con enfermedades pulmonares como asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía, personas con inmunosupresión, entre otras.

Los métodos de apoyo diagnósticos a utilizar en la búsqueda de tuberculosis dependen del sitio anatómico en que se sospeche la enfermedad, siendo autorizados por el MINSAL los siguientes:

a) Pruebas de laboratorio:

- Prueba molecular rápida GeneXpert MTB/RIF ULTRA: Utilizado para el diagnóstico rápido de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar, así como también determinar el grado de resistencia a la rifampicina.
- Cultivo: Utilizado en casos de confirmación de diagnóstico y resistencia.
- Baciloscopia: Utilizado para el control del tratamiento.

b) Pruebas de gabinete: Radiografías, tomografía axial computarizada (TAC).

c) Otras pruebas: Prueba de lipoarabinomano en orina de flujo lateral (LF LAM) y prueba de tuberculina con derivado proteico purificado (PPD).

En este documento se abordarán las pruebas enfocadas a la práctica de laboratorio clínico para el diagnóstico y confirmación de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar, haciendo especial énfasis en la prueba molecular rápida GeneXpert MTB/RIF ULTRA debido a que es la principal prueba utilizada para el diagnóstico rápido de tuberculosis tanto pulmonar como extrapulmonar.

6.10.1 BACILOSCOPIA

La baciloscopía de esputo es uno de los métodos más utilizados para el diagnóstico presuntivo de la tuberculosis y el control del tratamiento; se puede realizar a través de la técnica de coloración de Zielh Neelsen, la cual se basa en la propiedad que tienen las micobacterias de captar en su pared a la fucsina fenicada (de color fucsia) y retenerla aún con la acción de decolorantes, como la mezcla de ácido y alcohol, propiedad conocida como ácido alcohol resistencia. Esta característica se debe al alto contenido en lípidos, particularmente del ácido micólico, que poseen en la pared celular.

A. PREPARACIÓN DEL EXTENDIDO

Antes de empezar el trabajo, el personal debe lavarse las manos y colocarse el equipo de protección personal requerido. Cada serie de muestras a procesar, no debe ser superior a doce. Las láminas deben estar nuevas y en buen estado, si es necesario desengrasar las previamente con alcohol al 70%.

Procedimiento:

- a) Colocar sobre la mesa de trabajo una hoja doble de papel, humedecida con la solución de hipoclorito de sodio al 0.5%. Esta hoja de papel constituye el área contaminada, todo el procedimiento debe realizarse en esa área.
- b) Colocar las muestras sobre la mesa de trabajo, en el área delimitada en línea horizontal. Si las muestras han estado en movimiento, dejar reposar los frascos por lo menos 20 minutos antes de abrirlos.
- c) Para cada muestra, numerar en el esmeril de una lámina portaobjeto, con lápiz de grafito el mismo número asignado de la boleta y al frasco;
- d) Destapar cuidadosamente sólo el frasco de la muestra que se va a procesar, cerca del mechero encendido, el cual estará colocado entre la persona y la muestra, como medio de protección; el frasco se coloca sobre el papel junto a la lámina correspondiente, comprobando que ambos tengan el mismo número.

- e) Quebrar el aplicador de madera en dos, utilizando el extremo astillado para mezclar y tomar la partícula útil purulenta. Si la muestra es saliva, se debe mezclar bien y colocar mayor cantidad de muestra.
- f) Tomar la lámina con los dedos en la parte correspondiente al número, colocar la partícula de muestra sobre la lámina, extendiéndose con el aplicador realizando movimientos suaves circulares, tratando de dispersar en forma homogénea en el centro de la lámina, dibujando un óvalo de 2 centímetros de largo por un centímetro de ancho, sin llegar a los bordes de la lámina para evitar que el operador se contamine al manipularla.
- g) Al terminar el extendido, se deben desechar los aplicadores en un recipiente con hipoclorito de sodio al 0.5%, los extendidos se dejan secar a temperatura ambiente. Las muestras ya procesadas sólo deben ser descartadas después de la observación microscópica, colocando a cada frasco 10 gotas de hipoclorito de sodio al 0.5%.
- h) Una vez secos los frotis, fijar la lámina con el extendido hacia arriba, pasándola rápidamente sobre la llama tres veces, cuidando que no se caliente demasiado.
- i) Al finalizar el trabajo, deben ser cuidadosamente descartados en el depósito de material bioinfeccioso, el papel, aplicadores y otros materiales utilizados.

B. PROCEDIMIENTO DE LA COLORACIÓN

El personal de laboratorio debe utilizar la técnica de Ziehl-Neelsen con los siguientes pasos:

- a) Colocar la serie de láminas fijadas (no superior a 12) sobre la bandeja metálica o varilla que está en el lavabo, con el extendido hacia arriba separadas una de otra como mínimo un centímetro y con el número hacia el operador. No olvidar colocar las láminas de control positivo y negativo de muestras conocidas, previamente preparadas.
- b) Cubrir la totalidad de la superficie del extendido con fucsina fenicada.

- c) Improvisando una pequeña antorcha (algodón impregnado con alcohol en una pinza), pasarla lentamente por debajo de las láminas hasta que se produzca emisión de vapores; en este momento inician los 5 minutos de coloración, cuando los vapores sean visibles dejar de calentar. Al cesar la emisión de vapores se calienta nuevamente, se repite este paso una vez más hasta completar tres emisiones sucesivas. La fucsina no debe hervir (la pared de los bacilos puede destruirse y colorearse inadecuadamente) y si disminuye por evaporación o derrame, hay que reponerla porque el extendido debe estar cubierto constantemente durante el calentamiento.
- d) Eliminar la fucsina, tomando el portaobjetos por el extremo numerado, inclinándose hacia adelante y lavar dejando caer una corriente de agua de chorro a baja presión sobre la parte esmerilada de la lámina (donde no hay extendido), la que escurrirá suavemente sobre la película.
- e) Cubrir la totalidad de la superficie del extendido con alcohol ácido por dos minutos haciendo un movimiento de vaivén de modo que el alcohol vaya decolorando y a la vez arrastrando suavemente la fucsina. Se considera decolorado el extendido cuando sus partes más gruesas conservan solo un ligero tinte rosado. Si las partes más densas quedan mal decoloradas, se pueden observar estructuras teñidas que no son micobacterias.
- f) Una vez eliminado el alcohol ácido, lavar las láminas cuidando de no desprender la película.
- g) Cubrir la totalidad de la superficie del extendido con azul de metileno y dejarlo que actúe por un minuto.
- h) Lavar tanto el extendido como la cara inferior del portaobjetos.
- i) Limpiar la parte posterior de la lámina (donde no hay extendido), con un algodón humedecido con alcohol, para quitar los restos de colorante.
- j) Colocar cada lámina en la gradilla hasta que se seque a temperatura ambiente.

C. EXAMEN MICROSCÓPICO

La observación microscópica debe cumplir principalmente dos objetivos:

1. Determinar si en el extendido hay BAAR.
2. Cuantificar el número de bacilos por campo, si los hay.

Los bacilos ácido alcohol resistentes tienen entre 1 y 10 micras de largo y 0.2 a 0.6 micras de ancho. Con la coloración de Ziehl Neelsen se observan como bastoncitos delgados, ligeramente curvos, fucsia, destacándose claramente contra el fondo azul.

El número de bacilos encontrados es muy importante como elemento de información, dada su relación con el nivel de contagio del paciente, la severidad de la enfermedad y la evolución del paciente bajo tratamiento. Por esta razón el informe debe ser cualitativo y cuantitativo; debe reportarse en un máximo de 3 días hábiles desde el momento de recepción de la muestra en el laboratorio

D. REPORTE DE RESULTADOS:

TABLA #1: INFORME DE RESULTADOS DE LA BACILOSCOPIA.

Informe de resultados de la baciloscopia		
Número de bacilos encontrados	Número de campos de inmersión observados	Reporte
No se observan BAAR en	100 campos	Negativo
De 1 a 9 BAAR en	100 campos	Número exacto de bacilos observados en 100 campos
De 10 a 99 BAAR	100 campos	+
De 1 a 10 BAAR por campo en	50 campos	++
Más de 10 BAAR por campo en	20 campos	+++

Fuente: Manual de lineamientos técnicos para el control y la prevención de la tuberculosis.

6.10.2 GENEXPERT MTB RIF/ULTRA.

El GeneXpert MTB/RIF Ultra es una prueba molecular rápida que permite detectar ácidos nucleicos del gen *rpoB* específica del complejo *Mycobacterium tuberculosis* y, de forma adicional, mutaciones asociadas con la resistencia a rifampicina, uno de los medicamentos de primera línea en el tratamiento de la tuberculosis. Esta prueba está diseñada para ser rápida, altamente sensible y eficaz en el diagnóstico de la tuberculosis, especialmente en áreas con limitados recursos.

Se realiza en forma directa, es decir, a partir de muestras tanto pulmonares como extrapulmonares, sin necesidad de esperar el resultado del cultivo.

A. FUNDAMENTO DE LA PRUEBA.

Se basa en la tecnología de amplificación genética, específicamente en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) en tiempo real para ampliar y detectar el ADN de *Mycobacterium tuberculosis* en una muestra biológica como esputo, orina, líquido cefalorraquídeo, entre otros.

La PCR permite detectar incluso pequeñas cantidades de material genético, lo que hace que la prueba sea altamente sensible, especialmente en casos de baja carga bacteriana, como en personas con VIH o con tuberculosis extrapulmonar.

No solo identifica la presencia de *Mycobacterium tuberculosis*, sino que también evalúa la resistencia a la rifampicina, la cual generalmente está asociada a mutaciones en el gen *rpoB*, que codifica para una subunidad de la ARN polimerasa bacteriana. Estas mutaciones interfieren con la acción del medicamento y permiten que la bacteria sobreviva al tratamiento.

El GeneXpert al detectar específicamente las mutaciones en el gen *rpoB*, permite identificar rápidamente a los pacientes con tuberculosis multirresistente (MDR-TB), que son aquellos resistentes a rifampicina y, a menudo, a otros medicamentos de primera línea.

A medida que el ADN se amplifica, el sistema monitorea la señal emitida para identificar la presencia del patógeno o las mutaciones relacionadas con la resistencia.

La interpretación de los resultados y análisis de los datos ocurre de manera automática.

Ventajas:

- a) Es adecuado para todos los niveles de laboratorios con una infraestructura apropiada y con una carga de trabajo acorde a la capacidad del equipo, el sistema es completamente automatizado, lo que minimiza el error humano y la necesidad de una intervención técnica especializada.
- b) Posee una alta sensibilidad y especificidad: Permite detectar bajas cantidades del complejo *Mycobacterium tuberculosis* y resistencia a rifampicina en la muestra en el mismo cartucho, incluso cuando la carga bacteriana es baja.
- c) Puede ser usada como prueba diagnóstica independiente: Los resultados son rápidos, se obtienen en un lapso de 1 a 2 horas, lo que permite tomar decisiones rápidas sobre el diagnóstico y el tratamiento.

Desventajas:

- a) El costo de la prueba, aunque proporciona resultados rápidos y precisos, puede ser una limitación en áreas de bajos recursos, especialmente cuando se compara con otras pruebas más tradicionales, como la baciloscopia ya que este requiere suministro de electricidad estable e ininterrumpida, calibración anual de los módulos, ambiente con temperaturas entre 15 a 30 °C ya que los cartuchos y reactivos deben ser almacenados entre 2-28 °C.
- b) La prueba no debe ser utilizada para monitorizar el control del tratamiento.
- c) La prueba detecta específicamente la resistencia a rifampicina, pero no cubre todas las posibles resistencias a otros medicamentos. En pacientes con sospecha de resistencia múltiple, pueden ser necesarias pruebas adicionales, la prueba de sensibilidad a drogas (PSD) es aún requerida para la detección de resistencia a otras drogas diferentes a la rifampicina.

El primer paso para el procesamiento de las muestras es la recolección adecuada de la misma. El GeneXpert puede trabajar con diversas muestras, siendo

las más comunes el esputo y otras muestras extrapulmonares como orina, líquido cefalorraquídeo (líquido cerebroespinal) o tejidos. El proceso varía ligeramente dependiendo de la muestra, pero el principio general es el mismo.

B. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

a) ESPUTO

1. Abrir el frasco de esputo cuidadosamente.
2. Añadir directamente en el frasco de la muestra, 2 volúmenes de buffer para un volumen de muestra (proporción 2:1), evitando la formación de aerosoles.
3. Si la muestra supera el volumen recomendado: pasar un aproximado de 2 ml de esputo a otro recipiente, adicionar el buffer para lograr la proporción recomendada 2:1 (1 mililitro de esputo es la cantidad mínima, pero de 3-4 mililitros es la cantidad requerida ideal).
4. En el caso de las muestras que son demasiado viscosas o densas: mezclar bien (de preferencia en vórtex) y esperar hasta que la muestra alcance la consistencia adecuada para ser procesada.
5. Tapar y cerrar bien el frasco, agitar enérgicamente de 10 a 20 veces o utilizar un mezclador tipo vórtex durante 10 segundos como mínimo.
6. Esperar a que la muestra se homogenice, mezclando cada 5 minutos por 15 minutos.
7. Después de homogeneizar la muestra, esperar por 5 minutos e inocular 2.0 mililitros de la muestra inactivada dentro del cartucho.

Procedimiento para muestras concentradas:

1. Utilización de esputo procesado: se puede utilizar el sedimento resultante de la descontaminación por el método de Petroff.
2. Líquido cerebroespinal y otros líquidos: pueden ser procesados de una manera similar a la del esputo; sin embargo, la concentración de la muestra por centrifugación proporciona mejores resultados en la prueba.

3. Se requiere un laboratorio con una cabina de seguridad biológica (CSB) para abrir las camisetas de la centrífuga y decantar el sobrenadante.
4. A 0.5 mililitros del sedimento de muestra concentrada o descontaminada, añadir 1.5 mililitros de buffer.
5. Cerrar la tapa del frasco y agitar enérgicamente de 10 a 20 veces o utilizar un vórtex durante 10 segundos como mínimo.
6. Incubar a temperatura ambiente por 10 minutos
7. Luego agitar nuevamente de 10 a 20 veces o utilizar un mezclador tipo vórtex, durante 10 segundos como mínimo.
8. Incubar a temperatura ambiente durante 5 minutos.
9. Transcurrido el tiempo de incubación, la muestra debe estar líquida antes de ser procesada a lo cual se debe verificar que se encuentra sin grumos visibles.
10. Después de homogeneizar la muestra, esperar por 5 minutos e inocular 2.0 mililitros del sedimento o concentrado dentro del cartucho.

b) LÍQUIDO CEREBROESPINAL

El método óptimo para procesar líquido cerebro espinal con Xpert MTB/RIF Ultra depende del volumen de la muestra disponible para la prueba. Las muestras de líquido cerebroespinal teñidas con sangre y xantocrómicas pueden producir resultados falsos negativos debido a la inhibición de la PCR, por lo que, en la medida de lo posible, este tipo de muestra debe cultivarse a la par de la prueba molecular Xpert Ultra.

Si hay más de 5 ml de disponible para la prueba:

1. Transferir la muestra de líquido cerebroespinal a un tubo de centrífuga cónico y concentrar la muestra a 3,000 g durante 15 minutos.

2. Verter con cuidado el sobrenadante en otro tubo estéril. Asegurarse de dejar aproximadamente 0.5 ml de sobrenadante en el tubo, para garantizar que el sedimento permanezca intacto.
3. El líquido cerebroespinal concentrado debe decantarse en una cabina de seguridad biológica.
4. Resuspender el sedimento hasta un volumen final de 2 ml, agregando el reactivo de muestra Xpert MTB/RIF Ultra.
5. Mezclar el sedimento con el buffer mediante agitación con vórtex, para garantizar que nada de la suspensión quede en los lados o en el fondo del tubo.
6. Después de siete a ocho minutos de incubación a temperatura ambiente, agitar la muestra por segunda vez. Incubar de siete a ocho minutos adicionales (15 minutos en total de incubación) a temperatura ambiente.
7. Etiquetar un cartucho Xpert MTB/RIF Ultra con el número de identificación de la muestra.
8. Con una pipeta de transferencia nueva, transferir 2 ml de la muestra de líquido cerebroespinal resuspendida al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra.
9. Cargar el cartucho en el instrumento Gene Xpert siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si hay de 1 a 5 ml de líquido cerebroespinal disponible:

1. Agregar un volumen igual de buffer al líquido cerebroespinal.
2. Mezclar la muestra y el buffer con agitación como fue descrito anteriormente.
3. Después de siete a ocho minutos a temperatura ambiente, agitar la muestra en vórtex por segunda vez.
4. Incubar durante siete a ocho minutos adicionales (15 minutos de incubación total) a temperatura ambiente.

5. Agregar 2 ml de la mezcla de la muestra directamente al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra.
6. Cargar el cartucho en el instrumento Gene Xpert siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si hay de 0.1 a 1 ml de líquido cerebroespinal disponible:

1. Agregar suficiente buffer a la muestra de líquido cerebroespinal para lograr un volumen final de 2 ml.
2. Mezclar la muestra y el buffer agitando en un vórtex como se describió anteriormente.
3. Después de siete a ocho minutos a temperatura ambiente, agitar la muestra por segunda vez. Incubar de siete a ocho minutos adicionales (15 minutos en total incubación) a temperatura ambiente.
4. Agregar los 2 ml de mezcla de muestra directamente al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra.
5. Cargar el cartucho en el instrumento Gene Xpert siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si hay menos de 0.1 ml de líquido cerebroespinal disponible, este es un volumen de muestra insuficiente para realizar pruebas con Xpert MTB/RIF Ultra, por lo que es recomendable que la muestra solamente se cultive.

c) GANGLIOS LINFÁTICOS Y OTROS TEJIDOS

Todas las manipulaciones deben realizarse en una cabina de seguridad biológica.

1. Cortar la muestra de tejido en trozos pequeños en un mortero, homogeneizador o triturador de tejidos estéril utilizando pinzas con garra, bisturís y tijeras (si se tienen disponibles).
2. Agregar aproximadamente 2 ml de solución salina estéril.

3. Triturar el tejido y solución salina estéril con un mortero hasta obtener una suspensión homogénea.
4. Colocar aproximadamente 0.7 ml de la suspensión homogénea en un tubo cónico con tapón de rosca estéril, utilizando una pipeta de transferencia.
5. Evitar transferir cualquier grumo de tejido que no se haya homogeneizado correctamente.
6. Utilizar una pipeta de transferencia para duplicar el volumen de la muestra con el buffer Xpert MTB/RIF Ultra (es decir, agregar 1.4 ml de buffer por 0.7 ml de suspensión homogénea).
7. Agitar el tubo vigorosamente de 10 a 20 veces o agitar en vórtex durante al menos 10 segundos.
8. Incubar el tubo con la preparación de la muestra durante 10 minutos a temperatura ambiente y luego agitar la muestra de nuevo, durante otras 10^a 20 veces durante al menos 10 segundos.
9. Incubar el tubo con la preparación de la muestra a temperatura ambiente, durante 5 minutos más.
10. Con una pipeta de transferencia nueva, transferir 2 ml de la muestra procesada al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra.
11. Cargar el cartucho en el instrumento Gene Xpert siguiendo las instrucciones del fabricante.
12. Para las muestras no recolectadas de manera estéril, el manual de la OMS sugiere una decontaminación/protocolo de concentración similar al utilizado para el esputo.

d) MUESTRAS DE HUESOS Y ARTICULACIONES

Seguir instrucciones del macerado de tejido mencionadas anteriormente.

1. Obtener 1 ml de muestra purulenta y mezclar con 2 ml de buffer.

2. Agitar la muestra en el vórtex durante, al menos, 10 segundos, luego incubar a temperatura ambiente durante 10 minutos. Mezclar con vórtex otros 10 segundos e incubar a temperatura ambiente durante cinco minutos.
3. Agregar 2 ml de la mezcla al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra y cargar el cartucho en el instrumento siguiendo las instrucciones del fabricante.

Aspirados bronquiales o lavados broncoalveolares obtenidos por fibroscopias:

1. Descontaminar la muestra con NaOH al 4% (el mismo procedimiento realizado con el esputo) y concentrar la muestra por centrifugación a 3000 g durante 20 minutos. Desechar el sobrenadante dejando aproximadamente 0.5 ml del sobrenadante y resuspender el sedimento.
2. Agregar buffer en una proporción de 2:1 al sedimento resuspendido.
3. Mezclar la muestra y el buffer agitando con mezclador tipo vórtex
4. Después de siete a ocho minutos a temperatura ambiente, realizar un segundo paso de agitación.
5. Incubar de siete a ocho minutos adicionales (15 minutos en total incubación) a temperatura ambiente.
6. Agregar 2 ml de la muestra tratada con el buffer al cartucho GeneXpert MTB/RIF Ultra y cargar el cartucho en el instrumento siguiendo las instrucciones del fabricante.

e) MUESTRA DE HECES

Antes de procesar las heces, se evalúa la consistencia de la muestra mediante la escala de heces de Bristol.

1. En el caso de las heces consistentes, se transfieren directamente 0.8 g de heces o una cantidad del tamaño de la uña del pulgar al frasco con buffer usando una varilla de madera o un aplicador.
2. En cuanto a las heces líquidas, se extraen 2 ml de buffer del frasco de buffer y se descarta, se transfieren 2 ml de heces al frasco de buffer con una pipeta de transferencia.

3. Con todos los tipos de heces, el buffer se agita durante 30 segundos y luego se incuba durante 10 minutos a temperatura ambiente. Este paso se repite una vez.
4. Después de comprobar cuidadosamente que las partículas y los restos sólidos se han asentado, se transfieren 2 ml del sobrenadante del frasco de buffer al cartucho GeneXpert MTB/RIF Ultra.
5. Posteriormente se introduce el cartucho en el instrumento Gene Xpert.

f) ASPIRADOS GÁSTRICOS

1. Neutralizar 5 ml de aspirado gástrico con un volumen igual de bicarbonato de sodio estéril al 1%. (almacenar congelado a menor o igual a -20 °C si la muestra no se va a analizar inmediatamente).
2. Descongelar la muestra (si se ha congelado previamente), homogeneizar y digerir en NaOH al 4% y agitar durante 30 segundos.
3. Incubar la muestra durante 15 minutos a temperatura ambiente, seguido a eso la neutralización con Buffer fosfato, luego centrifugar a 3000 g durante 15 minutos.
4. Desechar el sobrenadante y resuspender el sedimento en 2 ml de buffer fosfato.
5. Para realizar la prueba en GeneXpert MTB/RIF Ultra, agregar 1.5 ml de buffer a 0.5 ml del sedimento concentrado. Mezclar la muestra y el buffer agitando con vórtex. Después de siete a ocho minutos a temperatura ambiente, agitar la muestra por segunda vez.
6. Incubar de siete a ocho minutos adicionales (15 minutos en total incubación) a temperatura ambiente.
7. Añadir 2 ml de la muestra tratada con el buffer al cartucho GeneXpert MTB/RIF Ultra y cargarlo en el equipo

g) MUESTRAS DE ORINA

Opción 1:

1. Obtener 1 ml de orina sin procesar y sin diluir y agregar el buffer en una proporción de 2: 1 y mezclar vigorosamente o agitar en vórtex.
2. Después de siete a ocho minutos a temperatura ambiente, agitar la muestra por segunda vez.
3. Incubar la muestra durante siete a ocho minutos adicionales (15 minutos de incubación total) a temperatura ambiente.
4. Agregar 2 ml de la muestra tratada con el buffer, al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra y cargar el cartucho en el instrumento.

Opción 2:

1. Obtener 2 ml de orina sin procesar y sin diluir y centrifugar 3000 gravedades durante 15 minutos, retirar el sobrenadante y resuspender el sedimento en 0.75 ml de buffer fosfato.
2. Agregar el buffer en una proporción de 2:1 al sedimento de orina.
3. Mezclar la muestra y el buffer.
4. Después de siete a ocho minutos a temperatura ambiente, agitar la muestra por segunda vez. Incubar de siete a ocho minutos adicionales (15 minutos en total incubación) a temperatura ambiente.
5. Añadir 2 ml de la muestra tratada con el buffer al cartucho Xpert MTB/RIF Ultra y cargar el cartucho en el instrumento.

Las muestras inactivadas son estables a temperatura ambiente por 5 horas; si no es posible procesarlas, pueden mantenerse hasta 12 horas en refrigeración a temperatura entre 2 y 8 grados centígrados.

C. REPORTE DE RESULTADOS

TABLA #2: INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA MOLECULAR GENEXPERT
MTB/RIF ULTRA.

Informe de resultados por metodología GeneXpert MTB/RIF Ultra	
Resultado del equipo	Reportar
CMTB Not Detected	CMTB No detectado
CMTB Detected Rif Resistance Not Detected	CMTB detectado resistencia a rifampicina no detectada.
CMTB Detected Rif Resistance Detected	CMTB detectado resistencia a rifampicina detectada Solicitar una muestra adicional para realizar cultivo y PSD, para determinar el perfil completo de resistencia a fármacos y confirmar TB-MDR y XDR
CMTB Trace Detected Rif Resistance Inderterminate	CMTB detectado trazas resistencia a rifampicina indeterminada Reportar tal como lo da el equipo y solicitar nueva muestra para cultivo y PSD
Invalid	Inválido. No se reporta este resultado del equipo hasta repetir la prueba con la misma muestra.
Error	Error

	No se reporta este resultado del equipo hasta repetir la prueba con la misma muestra
Not Result	No resultado No se reporta este resultado del equipo hasta repetir la prueba con la misma muestra

Al persistir el resultado inválido, error, no resultado se reporta tal cual y se solicita nueva muestra.

Fuente: Manual de lineamientos técnicos para el control y la prevención de la tuberculosis.

6.10.3 CULTIVO

El cultivo es el método bacteriológico más sensible y específico de los conocidos en la actualidad, ya que puede detectar entre 10 a 100 BAAR por mililitro en una muestra determinada, además permite estudiar los bacilos vivos por técnicas de identificación, y es un método de mayor complejidad y costo que la baciloscopia, cuyos resultados se obtienen entre 20 y 60 días después del procesamiento de la muestra.

Mediante el cultivo es posible incrementar la confirmación del diagnóstico de tuberculosis en aproximadamente 15-20% del total de casos y en 20-30% de los casos de tuberculosis pulmonar. Si se considera el total de casos con diagnóstico de tuberculosis pulmonar confirmado bacteriológicamente, la baciloscopia detecta el 70-80% y el cultivo 20-30% el restante. Entre los casos de tuberculosis extrapulmonar el aporte del cultivo al diagnóstico es muy variable según la localización de la patología.

Aun con un resultado negativo del cultivo es posible que se establezca o se mantenga el diagnóstico de tuberculosis sobre la base de las evidencias clínicas y epidemiológicas.

Cuando es necesario priorizar el uso de recursos, el cultivo es reservado para los sintomáticos que no han podido ser diagnosticados por baciloscopia. Con este criterio, se siembran principalmente las muestras de sintomáticos adultos con enfermedad pulmonar poco avanzada, las de los niños y todas las muestras extrapulmonares. En ciertas circunstancias, el cultivo permite dar seguridad al resultado de la baciloscopia positiva.

Tipos de muestras:

Para los tipos de muestras existen dos maneras de clasificarlos:

- Muestras que contienen flora normal:
 - Esputo, contenido gástrico, orina, biopsia de intestino
- Muestras normalmente estériles, tomadas asépticamente:
 - Líquidos tomados por punción pleural, cefalorraquídeo, médula ósea, pericárdico, sinovial, articular, pus, sangre.
 - Biopsia de tejidos pleural, ganglionar, genital, óseo.
 - Pus y secreciones.

Se recomienda procesar la totalidad de cada muestra para no perder material que puede contener bacilos. Es conveniente procesar por separado cada muestra del mismo paciente, sin mezclarlas. Esto incrementa la posibilidad de recuperar bacilos, en especial en el caso en que alguna de las muestras se contamine de la misma forma evitar la contaminación cruzada, ordenando de tal forma que al inicio queden las muestras estériles, seguidas de las muestras contaminadas, y según su motivo de indicación de diagnóstico a control de tratamiento.

A. MEDIOS DE CULTIVO

Se han desarrollado diversos medios sólidos para el aislamiento del *Mycobacterium tuberculosis* a partir de muestras clínicas. Los medios a base de huevo, como Lowenstein–Jensen (LJ) y Ogawa, han sido los principales medios de cultivo tanto para muestras de diagnóstico como para muestras de pacientes con tuberculosis que reciben terapia antituberculosa.

- Medio de cultivo Ogawa – Kudoh:

Es un medio selectivo para el aislamiento y cultivo de microorganismos del género *Mycobacterium*, se recomienda sólo para procesar esputos en laboratorios sin equipamiento adecuado o suficiente para aplicar la técnica de Petroff modificada, si aún no se dispone de cabina de seguridad biológica, deberán aplicarse las prácticas y medidas de bioseguridad.

- Medio de cultivo Lowenstein-Jensen:

Este medio de cultivo sirve para la diferenciación de micobacterias, principalmente para *Mycobacterium tuberculosis*, su fundamento se basa en los nutrientes que constituyen un rico soporte para el crecimiento de una gran variedad de micobacterias excepto *Mycobacterium leprae*. El verde de malaquita inhibe el desarrollo de la flora acompañante Gram positiva y algunas Gram negativas, la glicerina estimula el crecimiento de *Mycobacterium tuberculosis*.

- Método de Petroff modificado:

Este método debe utilizarse en la homogeneización/decontaminación de muestras y su inoculación se realiza en medios a base de huevos con pH cercano al neutro, los medios a base de huevos son los más económicos y siempre es beneficioso utilizarlos para obtener una buena recuperación de BAAR, el profesional de laboratorio debe tener en cuenta que el tiempo de contacto con el decontaminante no debe exceder los 30 minutos, de manera tal que normalmente no es posible procesar series de más de 12 muestras.

Es importante tener presente que para el cultivo es fundamental observar las siguientes recomendaciones:

- Procesar las muestras lo más rápido posible. Lo más recomendable es procesar las muestras de contenido gástrico y las extrapulmonares dentro de las cuatro horas siguientes a la recolección.
- Evitar que las muestras queden expuestas a la luz solar, desecación y el calor, en dado caso las muestras no se procesen inmediatamente se deben de mantener refrigeradas a 4° C hasta el momento de su procesamiento.

- No se debe de agregar a las muestras fenol, formol o solución de formaldehído.

B. REVISIÓN Y REPORTE DE LAS MUESTRAS CULTIVADAS

Es importante recalcar que se debe asignar un día de la semana para realizar la lectura y revisión de los cultivos.

Se debe de mantener los tubos en incubación hasta las 8 semanas en el caso de medios a base de huevos, y hasta las 6 semanas en el caso de medios con agar o caldos hasta que se detecte desarrollo. Inspeccionarlos bajo una buena fuente de luz que permita observar con claridad hasta las colonias más pequeñas.

A los 2-3 días después de sembrados se debe de verificar si hay indicios de mala neutralización de la muestra o si se detecta contaminación, también se debe de observar si la siembra está absorbida y el líquido se ha evaporado.

Cuando quedan restos de hidróxido de sodio en el inóculo, los medios a base de huevos se aclaran hacia un tono amarillento que lo diferencia del resto de los tubos sembrados.

Ciertos microorganismos contaminantes proteolíticos que desintegran el medio de cultivo, otros producen ácido a partir de los constituyentes del medio que pueden bajar el pH y desintegran el verde de malaquita del medio el que, entonces, adquiere color verde oscuro. El bacilo de la tuberculosis no crece en el medio desintegrado ni en el acidificado.

Se debe de observar a los 7 días después de sembrados y luego una vez por semana.

Identificar tubos/placas o caldos contaminados y proceder como se ha descrito más arriba. Un tubo contaminado tardíamente puede enmascarar el desarrollo de *Mycobacterium tuberculosis*, por lo que antes de descartar es conveniente hacer un frotis con material del medio y colorear por Ziehl Neelsen. Si se detectan BAAR proceder a decontaminar el cultivo para intentar aislar el bacilo en un nuevo tubo con medio de cultivo. Puede ser necesario recurrir al uso de soluciones ácidas para eliminar cierto tipo de contaminación.

C. REPORTE DE RESULTADOS

TABLA #3: INFORME DE RESULTADOS DEL CULTIVO

Informe de resultados de cultivo de <i>Mycobacterium tuberculosis</i>		
Registrar	Si se observa	
Contaminado	Todos los tubos inoculados con la muestra contaminados	
negativo	Sin desarrollo luego de la inspección de la octava semana de incubación	
El número de colonias exacto.	Entre 1 y 19 colonias en el total de medios sembrados	
+	20 a 100 colonias	(colonias separadas)
++	Más de 100 colonias	(colonias separadas)
+++	Colonias incontables	(colonias confluyente)

Fuente: Manual de lineamientos técnicos para el control y la prevención de la tuberculosis.

6.10.4 OTRAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Además de las pruebas anteriormente mencionadas, también se llevan a cabo otras pruebas de laboratorio que pueden ayudar a confirmar el diagnóstico de tuberculosis en los pacientes, entre estas tenemos:

- Prueba de Lipoarabinomanano en orina de flujo lateral (LF LAM): Es una prueba en la cual mediante inmunocromatografía se detecta de forma cualitativa el antígeno Lipoarabinomanano producido por *Mycobacterium tuberculosis*, esto se realiza a partir de muestras de orina humana, esto se realiza gracias a que el antígeno es filtrado por los riñones, es detectable en la orina, particularmente en pacientes con infección por el VIH en fase avanzada y TB diseminada.

- Prueba de la tuberculina: Se utiliza para identificar si una persona ha estado en contacto con *Mycobacterium tuberculosis* o si tiene una infección latente, puede usarse como el primer paso para evaluar si una persona puede estar en riesgo de desarrollar la enfermedad. La prueba está diseñada para evaluar la hipersensibilidad retardada mediada por células. La prueba se realiza colocando una pequeña cantidad de un antígeno denominado como derivado proteico purificado (PPD). Se coloca una cantidad medida de PPD en una inyección debajo de la capa superior de la piel en el antebrazo. En las personas que han estado expuestas previamente al bacilo de la tuberculosis, sus linfocitos T sensibilizados reconocerán los antígenos de la tuberculina y se activarán. Luego, después de 48 a 72 horas, se examina la zona para ver si hay una reacción, la reacción positiva se identifica por la formación de una pápula en el sitio de la inyección.

VII.RESULTADOS

Los siguientes resultados fueron obtenidos por medio de la revisión de casos positivos y negativos a tuberculosis pulmonar y extrapulmonar del Hospital Nacional Rosales durante el año 2024 tomando en cuenta los resultados de la prueba de biología molecular GeneXpert ULTRA/RIF. Se revisaron un total de 1308 casos, pertenecientes a diversos servicios del Hospital Nacional Rosales, donde se incluyeron a pacientes masculinos y femeninos de diversas edades.

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados fueron los siguientes:

TABLA #4: PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS PULMONAR Y EXTRAPULMONAR EN EL HOSPITAL NACIONAL ROSALES EN EL AÑO 2024.

FORMAS DE TUBERCULOSIS						
CASOS	PULMONARES	%	EXTRAPULMONARES	%	TOTAL	%
POSITIVOS	134	10%	46	4%	180	14%
NEGATIVOS	890	68%	238	18%	1128	86%
TOTAL	1024	78%	284	22%	1308	100%

En la tabla No. 4 se presenta el total de muestras procesadas en el área de tuberculosis en el Hospital Nacional Rosales durante el periodo comprendido de enero a diciembre del año 2024. Se procesaron un total de 1,308 muestras provenientes de los diferentes servicios que integran dicho nosocomio; los especímenes que fueron enviados a las instalaciones del laboratorio eran en su mayoría muestras de origen pulmonar y extrapulmonar.

De las 1,308 muestras procesadas (100%), 1,024 corresponden a muestras de origen pulmonar (78%), destacando que dentro de este número se procesaron y dieron como resultado 134 casos confirmados de tuberculosis pulmonar (10%) y 890 casos negativos a tuberculosis pulmonar (68%). Por otro lado, de las 1308 muestras enviadas para su análisis, 284 son de origen extrapulmonar (22%), dentro de este número se procesaron y dieron como resultado 46 casos confirmados de tuberculosis extrapulmonar (4%) y 238 casos negativos de tuberculosis extrapulmonar (18%).

Con los resultados anteriores se observa que, de las 1,308 muestras analizadas, 180 (14%) muestras dieron resultados positivos a la prueba molecular GeneXpert ULTRA/RIF para detección de *Mycobacterium tuberculosis*, y 1,128 (86%) de las muestras analizadas dieron resultados negativos a la presencia del bacilo.

TABLA #5: PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS PULMONAR EN LOS SERVICIOS DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES DURANTE EL AÑO 2024

SERVICIO	CASOS DE TUBERCULOSIS PULMONAR	
	POSITIVOS	%
INFECTOLOGÍA	9	8%
MEDICINA	7	5%
NEUMOLOGÍA	109	81%
EMERGENCIA	4	3%
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	2	1%
ENDOCRINOLOGÍA	2	1%
CARDIOLOGÍA	1	1%
TOTAL	134	100%

En la tabla No. 5 se representa una población de casos positivos de 134 pacientes correspondientes a tuberculosis pulmonar y su distribución según servicios hospitalarios, expresada en cantidad absoluta y porcentual, en la cual el servicio de Neumología concentra el 81% de los casos (109 casos), evidenciando su papel central en el diagnóstico y tratamiento de tuberculosis pulmonar; Infectología con 9 casos (8%), refleja la participación en casos más complejos o con coinfecciones. Mientras tanto, Medicina Interna, Emergencia y otras especialidades como Unidad de Cuidados Intensivos, Endocrinología y Cardiología manejan casos esporádicos, probablemente debido a diagnósticos iniciales o complicaciones asociadas con el 1% en sus servicios.

TABLA #6: PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR EN LOS SERVICIOS DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES DURANTE EL AÑO 2024

SERVICIOS	CASOS DE TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR	
	POSITIVOS	%
INFECTOLOGÍA	1	2%
MEDICINA	18	39%
NEFROLOGÍA	5	11%
NEUMOLOGÍA	10	22%
EMERGENCIA	3	7%
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	2	4%
CIRUGÍA	2	4%
ESPECIALIDADES MÉDICAS	5	11%
TOTAL	46	100%

En la tabla No. 6 se representa una población de casos positivos de 46 pacientes correspondientes a tuberculosis extrapulmonar y su distribución según servicios hospitalarios, expresada en cantidad absoluta y porcentual, en la cual, el servicio de Medicina concentra el 39% de los casos (18 casos), lo cual corresponde a la importancia del servicio respecto a la atención de pacientes con sintomatología general y diagnóstico inicial, Neumología con 10 casos (22%) lo cual sugiere que

muchos pacientes con tuberculosis extrapulmonar también presentan manifestaciones respiratorias como consecuencia del foco primario pulmonar de la infección, por otro lado los servicios de nefrología y Especialidades médicas presentan un 11% de los casos (5 casos por cada servicio) indicando casos de tuberculosis con afectación sistémica, los servicios de Emergencia con un porcentaje de 7% (3 casos), Unidad de Cuidados Intensivos y Cirugía con un porcentaje de 4% cada uno (2 casos por servicio) manejan casos esporádicos y poco frecuentes, por último en el servicio de Infectología obtuvo la menor cantidad de casos representando un 2% del total (1 caso), esto probablemente se debe a que en este servicio es poco frecuente el manejo de posibles casos de tuberculosis extrapulmonar.

TABLA #7: FRECUENCIA DE CASOS DE TUBERCULOSIS PULMONAR DE ACUERDO AL SEXO EN LOS SERVICIOS DEL HOSPITAL ROSALES EN EL AÑO 2024.

SEXO	CASOS DE TUBERCULOSIS PULMONAR	
	POSITIVOS	%
HOMBRES	92	69%
MUJERES	42	31%
TOTAL	134	100%

En la tabla No. 7 se refleja el sexo que presenta mayor frecuencia de casos de tuberculosis pulmonar en el periodo de enero a diciembre del año 2024 en los diferentes servicios del Hospital Nacional Rosales.

De 134 (100%) casos positivos, el 69% de los casos corresponden al sexo masculino (92 casos) y el 31% al sexo femenino (42 casos), lo que indica que de cada 10 pacientes con tuberculosis pulmonar, aproximadamente 7 son hombres y 3 mujeres.

TABLA #8: FRECUENCIA DE CASOS DE TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR DE ACUERDO AL SEXO EN LOS SERVICIOS DEL HOSPITAL ROSALES EN EL AÑO 2024.

SEXO	CASOS DE TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR	
	POSITIVOS	%
HOMBRES	31	67%
MUJERES	15	33%
TOTAL	46	100%

En la tabla No. 8 se representa que, durante el año 2024, se registraron 46 casos positivos de tuberculosis extrapulmonar, de los cuales el sexo masculino presentó una frecuencia significativamente mayor de casos, acumulando el 67% del total, el sexo femenino representó el 33% de los casos, esto significa que, de cada 10 pacientes con tuberculosis extrapulmonar, aproximadamente 7 son hombres y 3 son mujeres.

TABLA #9: PREVALENCIA POR EDAD DE TUBERCULOSIS PULMONAR EN LOS PACIENTES DE LOS SERVICIOS DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES EN EL AÑO 2024

RANGO DE EDADES	CASOS DE TUBERCULOSIS PULMONAR	
	POSITIVOS	%
MENOR DE 18 AÑOS	4	3%
18-35 AÑOS	31	23%
36-53 AÑOS	57	43%
54-75 AÑOS	34	25%
MAYOR DE 75 AÑOS	8	6%
TOTAL	134	100%

En la tabla No. 9 se reflejan los grupos etarios de los pacientes atendidos en los diversos servicios del Hospital Nacional Rosales y la frecuencia de tuberculosis pulmonar en cada grupo.

Se ha identificado que el rango de edad comprendido entre los 36 y 53 años es el grupo más afectado por *Mycobacterium tuberculosis*, representando un 43% de los casos (57 casos) es decir la mayor parte de casos de tuberculosis pulmonar.

El rango de 54 a 57 años ocupa el segundo lugar de prevalencia con un 25% (34 casos), a pesar de que es menor al rango anterior, es significativo. El rango de 18 a 35 años es el tercer grupo de acuerdo con el grado de prevalencia con un 23% (31 casos).

Los rangos de edades con menor prevalencia son los mayores de 75 años con un 6% (8 casos) y los menores de 18 años con un 3% (4 casos), a pesar de que representan el menor porcentaje es importante vigilar constantemente el surgimiento de nuevos casos debido a la vulnerabilidad de la población perteneciente a esos rangos de edad.

TABLA #10: PREVALENCIA POR EDAD DE TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR EN LOS PACIENTES DE LOS SERVICIOS DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES EN EL AÑO 2024

RANGO DE EDADES	CASOS DE TUBERCULOSIS EXTRAPULMONAR	
	POSITIVOS	PORCENTAJE
MENOR DE 18 AÑOS	5	11%
18-35 AÑOS	20	44%
36-53 AÑOS	11	24%
54-75 AÑOS	8	17%
MAYOR DE 75 AÑOS	2	4%
TOTAL	46	100%

En la tabla No.10 se reflejan los grupos etarios de los pacientes atendidos en los servicios del Hospital Nacional Rosales y la frecuencia de tuberculosis extrapulmonar en cada grupo.

El rango de edad comprendido entre los 18 y 35 años representa un 44% (20 casos), lo que implica que es el grupo más afectado, el rango de 36 a 53 años representa un 24% (11 casos) por lo tanto ocupa el segundo lugar en prevalencia, la cual a pesar de ser menor sigue siendo significativo, el rango de 54 a 75 años

comprende un 17% (8 casos), aunque tienen menor exposición laboral que los grupos jóvenes aún mantienen una proporción importante y adicionalmente pueden influir enfermedades crónicas que debilitan el sistema inmune. Los pacientes menores de 18 años representan un 11% (5 casos) y los pacientes mayores de 75 años un 4% (2 casos), aunque son de los grupos menos afectados, también se les debe prestar atención debido a la vulnerabilidad de esta población.

VIII. DISCUSIÓN

El agente causal de la tuberculosis también conocido como Bacilo de Koch, es un agente de amplia distribución mundial que ha provocado el surgimiento de nuevos casos de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar en los últimos años, no siendo la excepción nuestro país, ya que en los últimos años se ha presentado un aumento considerado de casos, el Hospital Rosales al ser un hospital de tercer nivel que atiende a pacientes de diversas partes del país juega un papel importante a la hora de determinar el número de nuevos casos durante el año 2024.

Se recolectaron un total de 1,308 muestras, de las cuales 1,024 fueron de origen pulmonar (esputo, lavado bronquial, secreción bronquial y aspirado bronquial) y 284 muestras de origen extrapulmonar (líquido pleural, orina, líquido cerebroespinal, aspirado traqueal, líquido peritoneal, fragmentos de tejido, secreción de úlcera y heces), estas muestras provenientes de los siguientes servicios del Hospital Nacional Rosales: Neumología, Medicina, Infectología, Nefrología, Unidad de Cuidados Intensivos, Endocrinología, Cardiología y Especialidades Médicas.

De las 1,308 muestras obtuvimos un total de 134 muestras positivas de origen pulmonar (tuberculosis pulmonar) lo que representa un 10% de la totalidad de la muestra y, 890 muestras negativas de origen pulmonar que representan un 68% del total de muestras, lo que implica que el grado de prevalencia de la tuberculosis pulmonar es poco considerable respecto a lo esperado, sin embargo, es importante tener en cuenta que detectar la presencia de *Mycobacterium tuberculosis* en esa cantidad de casos es significativo y debe ser un punto de alarma que incentive para tomar medidas preventivas que eviten la propagación y surgimiento de nuevos casos, puesto que se disemina rápidamente.

También, de las 1,308 muestras, se obtuvo un total de 46 muestras positivas de origen extrapulmonar, lo cuál representa un 4% de la muestra total y, 238 muestras negativas de origen extrapulmonar que representan un 18% del total, lo que implicaría que el número de casos de tuberculosis extrapulmonar es menor al número total de casos de tuberculosis pulmonar, lo que hace inferir que estos hallazgos podrían deberse a que la diseminación de la tuberculosis extrapulmonar ocurre por medio de la vía hematógica del bacilo iniciando desde el foco pulmonar primario, lo cual no ocurre tan a menudo a menos que el paciente posea un estado de inmunosupresión o que no se diagnostique a tiempo y por lo tanto, no se reciba tratamiento oportuno.

Obtuvimos un total de 180 muestras positivas, entre tuberculosis pulmonar y extrapulmonar; de éstas, 134 fueron de origen pulmonar mientras que, 46 de origen extrapulmonar.

Cabe mencionar que de los 134 casos positivos de tuberculosis pulmonar, 109 casos pertenecen al servicio de Neumología, representando un 81% de los casos de tuberculosis de este tipo; esto podría deberse a que dicho servicio atiende pacientes con padecimientos respiratorios, entre los cuales se encuentra la tuberculosis, por lo tanto se hace un seguimiento exhaustivo para la detección de nuevos casos enviando una cantidad considerable de muestras para su análisis y detección del bacilo; en segundo lugar se encuentra el servicio de Infectología, con 9 casos representando un 8% del total de casos, en tercer lugar tenemos al servicio de Medicina con un total de 7 casos representando un 5% del total de casos, en cuarto lugar el servicio de Emergencia con un total de 4 casos correspondiente a un 3% de los casos, luego tenemos a los servicios de Unidad de Cuidados Intermedios y Endocrinología con un total de 2 casos en cada servicio respectivamente correspondiendo a un 1% del número total de casos, y en último lugar el servicio de Cardiología con 1 caso.

Respecto a los 46 casos positivos de tuberculosis extrapulmonar, 18 casos pertenecen al servicio de Medicina, representando un 39% del total de casos, esto puede deberse principalmente a que el servicio recibe pacientes que consultan por diversos síntomas inespecíficos, a lo cual el médico solicita la prueba para descartar un posible caso de tuberculosis extrapulmonar, dando como resultado algunas

ocasiones como positivos; en segundo lugar se encuentra el servicio de Neumología, con un total de 10 casos positivos representando un 22% del total de las muestras, en tercer lugar los servicios de Nefrología y Especialidades Médicas con 5 casos cada uno correspondiente a un 11%, en cuarto lugar el servicio de Emergencia con 3 casos equivalente a un 7%, en quinto lugar los servicios de Unidad de Cuidados Intermedios y Cirugía con 3 casos cada uno equivalentes a un 4%, y en último lugar el servicio de Infectología con 1 caso equivalente a un 2% del total de muestras positivas a tuberculosis extrapulmonar.

Por lo tanto, los servicios con mayor prevalencia de tuberculosis pulmonar y extrapulmonar son Neumología con 109 casos y Medicina con 18 casos respectivamente.

Respecto al sexo que presentó una mayor prevalencia de tuberculosis pulmonar, se registró que 92 de los casos positivos corresponden a hombres y, mientras que 42 de los casos positivos fueron en mujeres, con un 69% y 31% respectivamente, es decir, es decir de cada 10 casos de tuberculosis pulmonar aproximadamente 7 corresponden a hombres 3 a mujeres, por lo tanto hay una mayor prevalencia de casos en el sexo masculino.

En el caso de la tuberculosis extrapulmonar, de los 46 casos positivos 31 corresponde a hombres y, 15 de los casos positivos corresponden a mujeres, representando un 67% y 33% respectivamente, es decir que de cada 10 casos de tuberculosis extrapulmonar, aproximadamente 7 casos corresponden a hombres y 3 casos corresponden a mujeres, prevaleciendo en mayor porcentaje los casos de tuberculosis extrapulmonar en el sexo masculino.

De los 134 casos positivos de tuberculosis pulmonar, 57 casos corresponden a las edades entre 36 a 53 años lo que equivale a un 43% del total de casos, 34 casos corresponden a las edades 54 a 75 años equivalente a un 25% de los casos, 31 casos corresponden a las edades entre los 18 y 35 años equivalente a un 23% de los casos, 8 casos correspondientes a las personas mayores de 75 años y 4 casos a menores de 18 años lo que corresponde a un 6% y 3% respectivamente del total de casos. Es decir, las edades comprendidas entre los 36 y 53 años son las más afectadas por tuberculosis pulmonar, esto se debe a que en el establecimiento donde se realizó el estudio las personas comprendidas entre estas edades tienen

enfermedades asociadas como VIH, diabetes y otros factores de riesgo como desnutrición, hacinamiento, tabaquismo, los cuales favorecen el contagio y manifestación de la enfermedad. La convivencia con otros pacientes con tuberculosis pulmonar que aún no han sido detectados también es un factor de riesgo a tomar en cuenta recalcando así la importancia de detectar a los pacientes sintomáticos respiratorios para evitar la propagación del bacilo.

Respecto a la tuberculosis extrapulmonar, de los 46 casos, 20 casos corresponden a las edades entre los 18 y 35 años representando un 44% del total de casos, 11 casos corresponden a las edades entre los 36 y 53 años representando un 24%, 8 casos corresponden a las edades entre 54 y 75 años representando un 17%, 5 casos corresponden a menores de 18 años representando un 11% y 2 casos corresponden a mayores de 75 años con un 4% del total de casos. Por lo tanto el rango de edad más afectado por la tuberculosis extrapulmonar es la población de entre 18 a 35 años de edad, esto se debe a que presentó mayores factores de riesgo asociados que promovieron la diseminación del bacilo tales como inmunosupresión provocada por enfermedades concomitantes entre las cuales destaca principalmente el VIH. Los rangos de edad entre los 36 a 53 años, y 54 a 75 años manifestaron haber recibido un diagnóstico tardío de la enfermedad debido principalmente a la inespecificidad de los signos y síntomas manifestados. Y en el caso de los extremos de la vida, los menores de 18 años y mayores de 75 años también manifestaron situaciones de inmunosupresión lo que provocó la diseminación del bacilo.

IX. CONCLUSIONES

Considerando los objetivos planteados y la información recopilada durante la presente investigación, concluimos que la tuberculosis se mantiene a lo largo del tiempo como un problema de salud pública en nuestro país, evidenciado por la necesidad de identificar y cuantificar los casos atendidos en el Hospital Nacional Rosales, siendo éste el principal hospital que atiende a la mayor parte de la población altamente vulnerable proveniente de todo el país, entre ellos pacientes con enfermedades agudas y crónicas que provocan una condición de inmunosupresión, lo que aumenta la probabilidad de adquirir la enfermedad.

Se destaca la necesidad urgente de establecer registros precisos de los casos de tuberculosis diagnosticados, tanto pulmonares como extrapulmonares durante el año 2024, ya que la información recopilada es crucial para conocer la magnitud real del problema y evaluar la efectividad de estrategias de prevención y control implementadas por el Ministerio de Salud.

El estudio permitió la determinación de rangos de edad y que servicios hospitalarios registran una mayor frecuencia de los casos, lo cual facilitará las intervenciones sanitarias y diagnósticas en poblaciones y áreas de mayor riesgo.

Se identificó que la tuberculosis pulmonar sigue siendo la presentación más común de la enfermedad, aunque el cuadro extrapulmonar presentó una presencia significativa, especialmente en formas como la ganglionar. También, cabe mencionar que ciertos servicios hospitalarios, como los relacionados con la medicina interna, neumología, concentraron mayor número de casos diagnosticados. Esto sugiere una necesidad de reforzar los protocolos de tamizaje y atención en estas áreas.

A pesar de los esfuerzos realizados por el programa “Alto la tuberculosis” impulsado por el Ministerio de salud de El Salvador, se siguen manteniendo deficiencias en la vigilancia epidemiológica y cobertura diagnóstica. Se reafirma la necesidad de continuar con la implementación de métodos diagnósticos modernos, como la prueba GeneXpert MTB/RIF Ultra y el compromiso con el fortalecimiento de la coordinación entre los diversos niveles de atención.

X. RECOMENDACIONES

A las autoridades del Hospital Nacional Rosales:

- Fortalecer las estrategias de tamizaje y diagnóstico temprano de tuberculosis pulmonar, dado que esta representó el mayor porcentaje de casos positivos (10%) en las muestras procesadas en el Hospital Nacional Rosales durante el 2024.
- Impulsar la vigilancia activa y capacitación médica para la detección de tuberculosis extrapulmonar, considerando que, aunque representa una menor proporción de casos (4%), su diagnóstico puede ser más complejo y su subregistro es frecuente en contextos clínicos.
- Optimizar el uso del sistema GeneXpert ULTRA MTB/RIF, asegurando su disponibilidad continua en todos los servicios clínicos que remiten muestras al laboratorio, para mantener la calidad y rapidez del diagnóstico tanto en formas pulmonares como extrapulmonares.

Al Ministerio de Salud (MINSAL):

- Fortalecer los registros epidemiológicos y su digitalización, con el objetivo de facilitar el análisis de tendencias, mejorar la trazabilidad de los casos confirmados y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia.
- Desarrollar campañas informativas y educativas dirigidas tanto al personal de salud como a la comunidad hospitalaria, enfocadas en los signos y síntomas de tuberculosis extrapulmonar, para promover una búsqueda activa de casos y reducir retrasos en el diagnóstico.
- Fomentar estudios posteriores con enfoque analítico, que exploren los factores de riesgo asociados a la tuberculosis extrapulmonar, así como las características sociodemográficas de los pacientes afectados, con el fin de diseñar intervenciones más específicas y efectivas.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Revista Española de Salud Pública. La tuberculosis en los albores del siglo XXI. [Internet]. Abril 2023. [Revisado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en:https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000200001&lng=es&nrm=iso
2. Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis'. [Internet] Marzo 2025. [Revisado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en:<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis#>
3. Organización Panamericana de la Salud. Guía clínica regional de coinfección TB/VIH. [Internet]. 2017. [Revisado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en:https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34855/9789275319857_spa.pdf
4. Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis. [Internet]. Marzo 2025.[Revisado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis#>
5. Merino Reyes, W. A., Ortega Pérez, C. A., & Velis Barrientos, B. L. *Revista Minerva: Revista Científica Multidisciplinaria De La Universidad De El Salvador*. Prevalencia de infección latente por Mycobacterium tuberculosis, en estudiantes del área de la salud, El Salvador. [Internet].Noviembre 2024. [Revisado el martes 3 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/revminerva.v7i4.19270>
6. Organización Mundial de la Salud. 10 Datos sobre la tuberculosis. [Internet]. Marzo de 2025. [Revisado el miércoles 4 de abril de 2025]. Disponible en:<https://web.archive.org/web/20180131083512/http://www.who.int/features/factfiles/tuberculosis/es/>
7. Juan Carlos Parra. Breve historia de la tuberculosis. [Internet]. 2013. [Revisado el sábado 5 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2013/rmc131z.pdf>
8. Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis. [Internet]. Marzo 2025.[Revisado el sábado 5 de abril de 2025]. Disponible en:<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis#:~:text=S%20eg%C3%BAn%20las%20estimaciones%2C%20alrededor%20de,enfermado%20no%20transmiten%20la%20enfermedad.>

9. Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis. [Internet]. Marzo 2025.[Revisado el sábado 5 de abril de 2025]. Disponible en:<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis#:~:text=S eg%C3%BA n%20las%20estimaciones%2C%20alrededor%20de,enfermado %20no%20transmiten%20la%20enfermedad.>
10. Organización Panamericana de la Salud. Tuberculosis. [Internet]. Marzo 2025.[Revisado el sábado 5 de abril de 2025]. Disponible en: [https://www.paho.org/es/temas/tuberculosis#:~:text=Para%20ese%20mismo %20a%C3%B1o%20\(2023,el%20incremento%20fue%20del%2020%25.](https://www.paho.org/es/temas/tuberculosis#:~:text=Para%20ese%20mismo %20a%C3%B1o%20(2023,el%20incremento%20fue%20del%2020%25.)
11. Merino Reyes, W. A., Ortega Pérez, C. A., & Velis Barrientos, B. L. *Revista Minerva: Revista Científica Multidisciplinaria De La Universidad De El Salvador*. Prevalencia de infección latente por Mycobacterium tuberculosis, en estudiantes del área de la salud, El Salvador. [Internet]. Noviembre 2024. [Revisado el martes sábado de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/revminerva.v7i4.19270>
12. Organización Mundial de la Salud. La tuberculosis y el tabaco. [Internet]. Noviembre 2009.[Revisado el sábado 5 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/29-05-2019-who-highlights-huge-scale-of-to bacco-related-lung-disease-deaths#:~:text=La%20tuberculosis%20activa%2C %20agravada%20por,y%20muerte%20por%20insuficiencia%20respiratoria.>
13. Merck Sharp and Dohme. Manual MSD. Tuberculosis. [Internet]. Julio 2022. [Consultado el martes 8 de abril]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/mico bacterias/tuberculosis>
14. Organización Panamericana de la Salud. VIH/SIDA. [Internet] Diciembre 2024.[Consultado el martes 8 de abril]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/vihsida#info>
15. Ministerio de Salud de El Salvador. *Lineamientos técnicos para la prevención y control de la tuberculosis en el laboratorio clínico* [INTERNET]. (2023). [Consultado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en: https://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/lineamientos/lineamientostecnicospara eldiagnosticoycontroldelatuberculosisenellaboratorioclinico-Acuerdo-1047_v1. pdf

16. Ministerio de Salud de El Salvador. *Lineamientos para la prevención y control de la tuberculosis*. [INTERNET]. (2024). [Consultado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.transparencia.gob.sv/system/documents/documents/000/525/509/original/normatecnicaparalaprevencionycontroldelatuberculosis-Acuerdo-273_reforma2.pdf
17. Ministerio de Salud de El Salvador. *Norma técnica para la prevención y control de la tuberculosis*. [INTERNET]. (2023). [Consultado el martes 1 de abril de 2025]. Disponible en: https://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/normatecnicaparalaprevencionycontroldelatuberculosis-Acuerdo-273_reforma2.pdf
18. Clínica Universidad de Navarra. *Diccionario médico*, Bacilo de Koch o Mycobacterium tuberculosis .[INTERNET]. (2025). [Consultado el miércoles 2 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/bacilo-koch-mycobacterium-tuberculosis>
19. Organización Panamericana de la Salud. Métodos de diagnóstico rápido para la detección de tuberculosis, *Manual operativo de la OMS sobre la tuberculosis*. [INTERNET] .(2025). [Consultado el miércoles 2 de abril de 2025]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55927/9789275325377_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. Laboratorio central de sanidad de santa fe. Programa Nacional de erradicación de la tuberculosis, *Manual para la realización de estudios histopatológicos, inmunohistoquímicos y de PCR directa de tejidos para el diagnóstico rápido de la tuberculosis*. [INTERNET] .(2025). [Consultado el jueves 3 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/3manual_diagnostico_rapido_2024_tcm30-698344.pdf
21. Jawetz, Melnicik, Adelberg. *Microbiología médica de Jawetz 27a Edición* .[INTERNET] .(2015). Micobacterias (página 309). [Consultado el viernes 4 de abril de 2025]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1F2WZKYcf4Ps8nXQeRA29A6cUegiaMKF3/view>

22. Organización Panamericana de la Salud. *Manual para el diagnóstico bacteriológico de la tuberculosis*, parte II: Cultivo. [INTERNET] .(2008). [Consultado el jueves 3 de abril de 2025]. Disponible en: [/iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/18616/tblabscultivo_2008.pdf](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/18616/tblabscultivo_2008.pdf)
23. Organización Panamericana de la Salud. Sitio Web Regional de la Organización Panamericana de la Salud: Tuberculosis. [INTERNET] .(2024). [Consultado el viernes 4 de abril de 2025]. Disponible en: Tuberculosis, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis#:~:text=La%20tuberculosis%20se%20trata%20con,isoniazida>
24. Servicio extremeño de Salud. *Protocolo de vigilancia epidemiológica de tuberculosis*. [INTERNET] .(2016). [Consultado el viernes 4 de abril de 2025]. Disponible en: https://areasaludbadajoz.com/SALUD_PUBLICA/EPIDEMIOLOGIA/protocolo_tuberculosis_2016_extremadura2.pdf
25. Juan Carlos Cartes Parra. Breve historia de la tuberculosis, Revista médica de Costa Rica y Centroamérica. [INTERNET]. (2013). [Consultado el viernes 4 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2013/rmc131z.pdf>
26. The associated press. Tuberculosis infected 8 million people last year , the most who has ever tracker, Apnews. [INTERNET] (2024). [Consultado el viernes 4 de abril de 2025]. Disponible en: <https://apnews.com/article/tb-who-tuberculosis-covid-c0fd5cc6542e7f9135833366b71546d2>
27. Ministerio de salud de El Salvador. Unidad de prevención y control de la tuberculosis y enfermedades respiratorias, Portal de transparencia. [INTERNET].(2024). [Consultado el sábado 5 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.salud.gob.sv/programas/unidad-de-prevencion-y-control-de-la-tuberculosis-y-enfermedades-respiratorias/>
28. José Saenz, Luz Rivera, Hector Carvajal, Jaione González. La tuberculosis en la historia hasta Robert Koch, Revista Humanidades. [INTERNET]. (2024). [Consultado el domingo 6 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.livemed.in/canales/respiratorio-en-la-red/respiratorio-atencion-pri>

maria/numero-6/pdfs/reIr-n6-la-tuberculosis-en-la-historia-hasta-robert-koch.pdf

29. David Bernal. La Prensa gráfica, Régimen de excepción generará consecuencias graves en El Salvador por tuberculosis. [INTERNET]. (2024). [Consultado el domingo 6 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Regimen-de-excepcion-generara-consecuencias-graves-en-El-Salvador-por-tuberculosis-segun-estudio-internacional-20241101-0091.html?utm_source=chatgpt.com
30. Juan Carlos Rodríguez. Revista médica clínica Las condes. Tuberculosis: Estado actual. [INTERNET]. (2024). [Consultado el domingo 6 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-tuberculosis-estado-actual-S0716864024000439>
31. Organización Mundial de la Salud. Prueba Xpert MTB/RIF. [INTERNET]. (2024). [Consultado el viernes 25 de abril de 2025]. Disponible en: <https://tbksp.who.int/es/node/744>
32. Cepheid. Xpert MTB/RIF Ultra. [INTERNET]. (2024). [Consultado el viernes 25 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.cepheid.com/es-ES/tests/tb-emerging-infectious-diseases/xpert-mtb-rif-ultra.html>