



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD
EPIDEMIOLOGÍA

CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL
PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA TUBERCULOSIS EN MÉXICO,
1998 - 2012

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA:

LUIS HUMBERTO ANAYA VELARDE

TUTOR DE TESIS: **DR. ROBERTO CONSTANTINO TAPIA CONYER**
FACULTAD DE MEDICINA UNAM

MÉXICO, D.F. DICIEMBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi esposa Dulce y mi hija Liliana, por ser la luz y motor de mi vida

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación se desarrolló gracias al programa de Posgrado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud y con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Agradezco la atención y apoyo de mi tutor Dr. Roberto Tapia, cuya experiencia, paciencia y motivación me permitieron concluir exitosamente este proyecto. Agradezco también a los miembros mi comité de grado, que destinaron parte de su valioso tiempo en la revisión y corrección de esta Tesis.

Mil gracias a mis maestros del programa por sus aportaciones a mi formación académica y profesional, especialmente a los doctores Luis Durán, Pablo Kuri, Pablo Bautista, Carolina Sepúlveda, Alejandra Moreno y Francisco Franco.

A Carlos, Adriana, Ricardo, Luz, Luis, Fernanda, Guillermo, Fátima y Miguel, gracias por su apoyo y amistad.

Mi inmensa gratitud a mis padres, Luis Anaya López y Alicia Velarde Páez, por darme la vida, por ser mis primeros maestros, por su apoyo y consejo durante todo mí andar y por inculcarme el amor a la Salud Pública.

Contenido

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA TUBERCULOSIS	4
La Tuberculosis en México	5
DETERMINANTES SOCIALES DE LA TUBERCULOSIS	6
VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LA TUBERCULOSIS	6
Vigilancia Epidemiológica de la Tuberculosis en México	8
CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA EN LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.....	11
La Planeación Estratégica del PNT en México	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS	17
PRINCIPAL	17
SECUNDARIOS.....	17
JUSTIFICACIÓN	18
MÉTODOLOGÍA.....	19
DISEÑO DEL ESTUDIO	19

ELABORACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD	20
CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO	21
GENERACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS BASES DE DATOS	22
ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	23
INDICADORES DE EVALUACIÓN EPIDEMIOLÓGICOS DE CAMINANDO A LA EXCELENCIA	23
ESTUDIO DE BROTE MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES	24
ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO	25
RESULTADOS.....	27
SELECCIÓN DE BASES DE DATOS	27
ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	27
INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS DE CAMINANDO A LA EXCELENCIA ..	30
Clasificación oportuna.....	30
Notificación Oportuna	30
Notificación oportuna de casos de TB meníngea	30
Información completa.....	30
Porcentaje de casos con estudio de contactos.....	31
Porcentaje de contactos examinados de los declarados	31
ESTUDIO DE BROTE MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES	31

ANÁLISIS VECTORIAL PARA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA.....	33
Calidad intrínseca	33
Calidad contextual	34
Calidad de representación	34
Calidad de accesibilidad	35
ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO	36
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	47
IMÁGENES	54
Imagen 1. Historia Natural de la Tuberculosis	54
Imagen 2. Tasas de incidencia de Tuberculosis en todas sus formas en el mundo, 2012.....	55
Imagen 3. Tasas de incidencia de Tuberculosis en todas sus formas en México, 2012.....	56
Imagen 4. Proceso de vigilancia de la morbilidad por Tuberculosis en México .	57
Imagen 5. Metodología de evaluación mediante vectores.....	58
Imagen 6. Red Social de Casos y Contactos con métrica de Red, Distribución Fruchterman-Reingold	59
Imagen 7. Red Social de Casos y Contactos, Distribución Geográfica.....	60

CUADROS	61
Cuadro 1. Bacterias del complejo <i>Mycobacterium tuberculosis</i> y sus huéspedes habituales.....	61
Cuadro 2. Determinantes Sociales de la Tuberculosis.....	62
Cuadro 3. Marco de Referencia propuesto para la evaluación de la calidad de la TB	63
Cuadro 4. Indicadores de Evaluación de Vigilancia Epidemiológica Caminando a la Excelencia.....	64
Cuadro 5. Bases de datos seleccionadas y descartadas para el estudio	65
Cuadro 6. Características de la morbilidad por TB en México, 1998 – 2012	66
Cuadro 7. Características de la mortalidad por TB en México, 1998 – 2012	67
Cuadro 8. Características Demográficas de los casos de TB diagnosticados en la Jurisdicción Sanitaria Atlacomulco, 2010 – 2012	68
Cuadro 9. Contactos declarados y estudiados en la Jurisdicción Sanitaria Atlacomulco, 2010 – 2012.....	69
Cuadro 10. Valores mínimos, máximos y observados para cada indicador, México, 1998 – 2012.....	70
Cuadro 11. Casos y defunciones con Factor de Ajuste Estacionario (SAF) en México, 1998 - 2012.....	71
Cuadro 12. Tests de autocorrelación del modelo.....	72
Cuadro 13. Criterios de selección de retardos	73

Cuadro 14. Modelo VAR inicial	74
Cuadro 15. Prueba de exclusión de Wald.....	76
Cuadro 16. Modelo VAR ajustado.....	78
Cuadro 17. Segunda Prueba de exclusión de Wald	79
Cuadro 18. Test Multiplicador de Lagrange	79
Cuadro 19. Test de estabilidad del modelo VAR por valores propios	80
Cuadro 20. Prueba de Causalidad Granger de Wald.....	80
GRÁFICOS.....	81
Gráfico 1. Casos con Farmacorresistencia en México, 1998 – 2012	81
Gráfico 2. Casos y defunciones por TB meníngea, dosis aplicadas de BCG en México, 1998 – 2012.....	82
Gráfico 3. Casos y defunciones Mensuales por TB en México, 1998, 2012	83
Gráfico 4. Valores Pronosticados e IC.95% para los casos nuevos por mes y año en México, 2012 - 2028.....	84
Gráfico 5. Valores Pronosticados e IC.95% para los defunciones nuevas por mes y año en México, 2012 - 2028	85
Gráfico 6. Valores Ajustados y Valores observados de Morbilidad por TB en México, 1998 – 2012.....	86
Gráfico 7. Valores Ajustados y Valores observados de Mortalidad por TB en México, 1998 – 2012.....	87

Gráfico 8. Gráfica secuencial de valores observados y pronosticados de casos y Defunciones por TB en México, 1998 - 2012	88
Gráfico 9. Valores Pronosticados para morbilidad con IC.95% y observados, Ene 2013 – Jun 2014	89
Gráfico 10. Valores Pronosticados para mortalidad con IC.95% y observados, Ene 2013 – Jun 2014	90

RESUMEN

Antecedentes: La Tuberculosis (TB) es un todavía un grave problema de Salud Pública en México. Un Sistema de Vigilancia Epidemiológica que genere información de calidad es uno de los pilares para la prevención y control de la misma. Sin embargo, no se conoce el nivel de calidad de manera objetiva ni el impacto que ésta tiene en la epidemiología de la enfermedad. **Objetivo:** Analizar la calidad de la información del Sistema Nacional para la Vigilancia Epidemiológica y evaluar su impacto en Programa Nacional de Prevención y Control de la Tuberculosis **Metodología:** Tras una revisión de la literatura se generó un marco de referencia para evaluar la calidad de la información epidemiológica basada en el usuario. Se analizaron bases de datos de morbilidad y mortalidad por TB en México para el período 1998 - 2012. Se realizó un análisis exploratorio para describir las características generales de la enfermedad. Posterior a dicho análisis se hizo una evaluación de la calidad de la información basándose en indicadores oficiales. Se hizo un análisis adicional empleando el método de análisis de redes sociales para el componente/indicador de Estudio de Contactos en una población y período delimitado. Finalmente, se realizó un análisis de series de tiempo para describir el comportamiento de la morbilidad y la mortalidad por Tuberculosis en el período antes señalado, hallar correlaciones entre ambas series y predecir el comportamiento a futuro de la enfermedad en México. **Resultados:** En total, se generaron 10 indicadores con los cuales se elaboró un índice de desempeño para los años 1998 – 2010. Salvo dos indicadores (Notificación oportuna y Porcentaje de contactos examinados de los declarados), el resto presentó un desempeño

clasificado como precario durante los 15 años estudiados. Son de especial interés los indicadores Insesgo del estudio de contactos, Notificación oportuna de casos de TB meníngea, Información epidemiológica completa, Porcentaje de defunciones por TB reportadas a la Plataforma y Uso del Estudio de contactos, los cuales presentaron de manera consistente un desempeño precario durante todos los años estudiados. El índice general promedio de desempeño (50.4%) también se clasificó como precario. Desglosado por años, el desempeño mejoró de manera considerable durante el período estudiado, pasando de 43.9% en 1998 hasta llegar a 57.4% en 2012, año con el mejor desempeño observado. Sin embargo, hay que señalar que dicho desempeño aún es clasificable como precario.

Conclusión: Nuestro estudio demuestra que la calidad de la información epidemiológica es precaria, ya que el resultado de los indicadores señala deficiencias en las cuatro categorías de calidad de la información. Lo anterior evidencia un sistema de vigilancia donde el reporte de los casos y la clasificación de sus formas graves (TB meníngea) no es oportuna, el seguimiento de los casos es deficiente, el estudio de contactos no aporta datos de interés para el personal de salud y la información se encuentra incompleta. Es necesario que la SSA replantee su estrategia de análisis de calidad, separando sus componentes (calidad de la atención, calidad de la información, etcétera), que replantee los que ya tiene y adicione los que este estudio incluyó y que busque mejorar en aquellos indicadores que de forma consistente presentaron un desempeño precario.

INTRODUCCIÓN

La Tuberculosis (TB), es una enfermedad grave y potencialmente fatal derivada la infección por bacterias del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (**Cuadro 1**) [1]. El microorganismo por lo general ataca los pulmones, aunque tiene la capacidad de invadir otros órganos [2]. A pesar de su gran potencial infectante (se estima que uno de cada tres individuos en el mundo es portador) [3], la capacidad del microorganismo generar la enfermedad activa es baja y está relacionada directamente con cuestiones que comprometen la respuesta inmune del huésped. Una vez desarrollada la enfermedad sin embargo, la letalidad de la misma puede ser de más del cincuenta por ciento en casos no tratados [4] (**Imagen 1**).

La TB es una enfermedad que se conoce desde la antigüedad, y se cree se originó en el humano a través del contacto con bovinos infectados [5]. Debido a sus características, su presentación insidiosa y errática, y sus múltiples manifestaciones, ha recibido numerosos nombres a lo largo de la historia: Tisis, Consunción, Peste blanca, entre otros [6, 7]. La historia de la TB incluye varios hitos médicos y de salubridad, entre los que podemos mencionar el aislamiento del agente causal por Robert Koch en 1882, la propuesta de Franz von Soxhlet de pasteurizar la leche en 1886, el desarrollo de la vacuna BCG por Albert Calmette y Camille Guerin en 1906, y el descubrimiento de la estreptomycin (el primer agente antifímico) por Selman Waksman y Albert Schatz en 1943 [7,8].

SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA TUBERCULOSIS

A pesar de todos estos avances, la tuberculosis es aun una importante causa de daños a la salud, tanto en nuestro país como en el resto del mundo [9, 10]. En 2011, se registraron en el mundo aproximadamente 8.7 millones de casos nuevos de la enfermedad por 1.4 millones de defunciones [11]. La Tuberculosis es la segunda causa de muerte tras el VIH/SIDA por agente infeccioso en el mundo [3].

La mayor carga por la enfermedad la tienen países en vías de desarrollo, en donde se reportan el 95% de los casos [3]. Las regiones más afectadas son Asia, donde ocurren 60% de los casos de TB en el mundo, y África Subsahariana, donde se presenta la mayor tasa de incidencia: 260 casos nuevos por cada 100,000 habitantes [11] (**Imagen 2**). Como referencia, Baja California, el estado más afectado por TB en nuestro país, tiene una tasa de 43 casos nuevos por cada 100,000 habitantes (**Imagen 3**) [12].

Por sus características bacteriológicas, la erradicación del bacilo tuberculoso es un proceso difícil el cual requiere la administración de múltiples antibióticos con diversos efectos adversos por un período largo de tiempo, a fin de evitar generación de resistencia al tratamiento [13, 14]. Es por dicha razón existen una serie de antibióticos indicados exclusivamente en el tratamiento de la TB. La cada vez más común coexistencia de la TB con otras enfermedades (EPOC, Diabetes Mellitus, Desnutrición, VIH/SIDA), obliga a la administración de politratamientos y reduce la calidad de vida del paciente [15].

La Tuberculosis en México

De acuerdo a datos de la Secretaría de Salud, en México se registran alrededor de 17 mil casos nuevos de Tuberculosis Pulmonar cada año, con una tasa de incidencia de 14.5 casos por cada 100,000 habitantes; y poco más de 2 mil defunciones anuales, lo que representa una tasa de mortalidad de 2 defunciones por cada 100,000 habitantes [12]. México es responsable por el 12% de todos los casos de Tuberculosis en las Américas, lo que lo convierte en el segundo país de la región con más casos después de Brasil [11]. La Tuberculosis en México afecta todos grupos etarios, si bien su impacto es mayor en la población en edad productiva, en particular del sexo masculino [16]. La media de edad al momento de la muerte es de 54 años.

A nivel de entidades federativas, la TB se concentra principalmente en estados costeros y fronterizos (**Imagen 3**). En dos estados (Baja California y Tamaulipas), la tasa de incidencia es dos o hasta tres veces mayor que la media nacional (13.5 x 100,000 habitantes) [12]. Baja California es también el estado con la mayor tasa de mortalidad (8.05 x 100,000 habitantes). Aproximadamente la mitad de todos los casos diagnosticados presenta alguna patología concomitante: Diabetes Mellitus con 18% (35% en mayores de 40 años), desnutrición 11.6% (24% en niños), alcoholismo 6.8% y VIH/SIDA 4% [16].

DETERMINANTES SOCIALES DE LA TUBERCULOSIS

La TB es una enfermedad social [17] (**Cuadro 2**): está asociada a factores como la educación, la marginación y el nivel socioeconómico [18]. La TB es una enfermedad clásica de poblaciones en condición de rezago y miseria, así como variables asociadas como son la desnutrición, el hacinamiento y la falta de acceso a los servicios de salud [17-21]; asimismo es más prevalente en grupos vulnerables (migrantes, indígenas, personas privadas de su libertad) [12, 16] y está asociado a ciertas conductas de riesgo (usuarios de drogas intravenosas, fumadores y alcohólicos) [21]. Sin embargo, y a pesar de ser constantemente descrito en la literatura el rol que tienen las DSS en la epidemiología de la TB, son en realidad pocas las acciones que se han llevado a cabo para incidir sobre las mismas en el esfuerzo por combatir la enfermedad [17].

VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LA TUBERCULOSIS

Hoy en día, las principales acciones en materia de Salud Pública para el control de la Tuberculosis son la vacunación, la identificación oportuna y tratamiento adecuado de pacientes sintomáticos, así como un adecuado sistema de vigilancia epidemiológica de los casos para su detección, contención y tratamiento [22].

Los Centros para la Prevención y Control de Enfermedades (CDC) definen la vigilancia epidemiológica como “el continuo y sistemático proceso de recolección, análisis e interpretación de las estadísticas de salud, esenciales para la planeación, implementación y evaluación del quehacer en Salud Pública,

estrechamente integrado con la disseminación de la información aquellos que necesitan saber” [23]. La Vigilancia Epidemiológica, para lograr su cometido, debe lograr los siguientes objetivos [24]:

- a) Evaluación de la magnitud del problema
- b) Seguimiento de la ejecución de los programas de salud
- c) Comprensión de la epidemiología local del problema detectado
- d) Evaluación de los cambios en la tendencia de la enfermedad o su distribución
- e) Identificación de grupos específicos en situación de riesgo
- f) Elaboración de predicciones sobre el patrón de aparición de enfermedades
- g) Evaluación del impacto de la intervención de programas para el control de enfermedades

Para lograr dichos objetivos, un sistema de vigilancia debe tener los siguientes atributos [24]:

- a) Sensibilidad y Especificidad en la detección de la enfermedad
- b) Representatividad de la población de estudio
- c) Puntualidad en la generación de información para la acción
- d) Simplicidad y economía de ejecución a gran y pequeña escala
- e) Flexibilidad y adaptabilidad para diversos tipos de problemas
- f) Aceptabilidad entre la población del mismo.

Hoy en día contamos con un gran conjunto de herramientas para la vigilancia y control de la tuberculosis, entre las que podemos destacar el método clínico llevado a cabo por el personal de salud en general, el estudio de caso y el estudio de contactos para conocer la dinámica de la transmisión de la enfermedad entre la población, así como el apoyo por parte del laboratorio de Salud Pública para la confirmación y tipificación de los casos, todos los cuales ayudan al fortalecimiento

del Sistema de Vigilancia Epidemiológica y generan el Sistema de Información Epidemiológica [25].

Vigilancia Epidemiológica de la Tuberculosis en México

El Programa Nacional para la Prevención y Control de la Tuberculosis (PNT) opera desde la Dirección de Micobacteriosis que a su vez depende de la Dirección General Adjunta del Programas Preventivos del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) [26]. El principal objetivo del PNT es reducir la morbilidad y mortalidad, así como cortar la cadena de transmisión de la TB, en concordancia con los objetivos del plan regional 2006 – 2015 de la OMS [27].

Mientras la Dirección de Micobacteriosis es la responsable de la operación y supervisión de todos los componentes del PNT, el proceso de vigilancia epidemiológica es responsabilidad de la Dirección General de Epidemiología, la cual coordina al Sistema Nacional para la Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) [28]. El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica es un programa de acción conformado por un conjunto de estrategias y acciones que permiten identificar y detectar los daños y riesgos para la salud. Su importancia radica en la capacidad de generar información útil para la orientación de los programas, las intervenciones que se requieren en la atención de los padecimientos, situaciones de riesgo que afectan a la comunidad en forma grave y frecuente. Desde la creación del SINAVE en 1995 se estableció el Sistema Único de Información para

la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) que sistematiza la información de morbilidad y mortalidad, con participación de todo el sector [29, 30].

La vigilancia de la Tuberculosis está regulada por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-017-SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica [28], así como la NOM-006-SSA2-2013, para la prevención y control de la tuberculosis en la atención primaria a la salud [31]; mismas cuyo sustento jurídico emana de la Ley General de Salud y el Reglamento Sanitario Internacional. Las normas, a su vez, emanan los manuales de procedimientos de vigilancia [32], control [33] y enfermería [34].

De acuerdo a la NOM-017, la TB es una enfermedad de interés para la Salud Pública, y por lo tanto está sujeta a vigilancia tanto de la morbilidad como de la mortalidad. La vigilancia de la morbilidad inicia en los centros del Sistema Nacional de Salud, donde a partir del método clínico se establece un caso sospechoso de TB. Dicho caso ingresa al SINAVE por medio del subsistema de notificación de casos nuevos. Todos los casos de TB son sujetos a notificación semanal excepto los casos de TB meníngea, los cuales están sujetos a notificación inmediata. Una vez que el paciente ingresa al sistema, es responsabilidad del nivel operativo (jurisdiccional) el realizar el estudio epidemiológico que tiene por objetivo responder las siguientes preguntas [32]:

- a) ¿Es un caso de Tuberculosis?
- b) ¿Quién lo infectó?
- c) ¿A quién infectó?

La primera pregunta se resuelve mediante la aplicación del método epidemiológico más el soporte por parte de los laboratorios que forman parte de la Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública (RNLSP). Las otras dos preguntas se resuelven mediante el estudio de contactos, el cual como objetivo identificar las cadenas de transmisión del bacilo en el entorno familiar, social y laboral del paciente. Por normatividad, todos los casos de TB deben ser capturados en la Plataforma Única del SINAVE en su módulo Tuberculosis, donde se debe llevar el seguimiento del paciente hasta el resultado final (cura, abandono o muerte). La representación gráfica del proceso antes mencionado se describe en la **Imagen 4**.

Por su parte, el estudio de la mortalidad emplea como fuente primaria el Certificado de Defunción [35]. Tras la expedición del mismo por el médico, y su entrega por parte del familiar al Registro Civil para obtener el acta de defunción, el original del mismo es enviado a la Jurisdicción Sanitaria correspondiente, donde se realiza el proceso de codificación, lotificación y selección de causa básica. La información es incorporada al Sistema Epidemiológico y Estadístico de las Defunciones (SEED). Es obligación de la Jurisdicción el hacer la ratificación y/o rectificación de todos aquellos diagnósticos sujetos a vigilancia epidemiológica. Dicho mecanismo se logra mediante el estudio epidemiológico del caso. La jurisdicción envía sus resultados al nivel estatal, el cual tiene por obligación validar y supervisar los resultados del nivel operativo. Asimismo, el nivel estatal es el responsable de enviar las ratificaciones/rectificaciones al INEGI. El nivel Nacional, por su parte, es el encargado de elaborar la normatividad a través de su cuerpo

colegiado (CONAVE) [36], genera y difunde la base nacional del SEED y coordina junto con el INEGI la elaboración de las estadísticas oficiales sobre mortalidad.

CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA EN LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

Una adecuada planeación estratégica es un componente esencial para el éxito de los programas en salud [37]. El ciclo de planeación en empresas públicas se puede resumir en cuatro pasos: planeación, ejecución, control y retroalimentación. Dentro de los supuestos básicos de del proceso de planeación se encuentra la obtención de información, la cual es vital en los pasos de planeación y retroalimentación [38]. Hoy en día, las organizaciones se hacen cada vez más dependientes de la información [39], y el actuar de una organización en muchas ocasiones depende y genera significativas cantidades de la misma [40, 41]. La calidad de la información tiene un papel importante en el éxito ó fracaso de un programa, pues sin información, dicho programa actúa a ciegas [42].

La evaluación de la calidad de la información no es sencilla. Klein y Rossin [43] señalan que no existe una definición universalmente aceptada de calidad de la información. Al ser la información un concepto multidimensional [43], la calidad de la información también debe ser multidimensional [44]. Wang y colaboradores (1997) [45] ven al usuario de la información como una pieza integral del término calidad de la información y de manera acorde elaboraron un marco de referencia basado en el usuario para el análisis de la calidad de la misma [45].

La Planeación Estratégica del PNT en México

Como ya se mencionó anteriormente, el PNT es responsabilidad del CENAPRECE [26]. La planeación estratégica del programa es un proceso sexenal, enmarcado en el Programa de Acción Específico de Tuberculosis (PAE-TB) [46], el cual forma parte del Programa Sectorial de Salud (PSS) [47]. En él se presenta el diagnóstico del programa que deja la administración saliente, especialmente en los rubros de daños a la salud y recursos; así como las metas, objetivos y directrices que tomará la presente administración para hacer frente a la enfermedad, y los mecanismos para la evaluación acerca del nivel de cumplimiento de dichas metas. En todos los casos, la información utilizada para hacer dicha planeación y evaluación es generada a partir del SINAVE [16].

Para la planeación en este sentido, se requiere disponer de información útil que oriente las políticas en salud. Entre las principales fuentes se encuentran, sin duda, los datos obtenidos de los sistemas y estrategias de evaluación. Es en esta dinámica que la Secretaría de Salud, a través de la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud (SPPS), ha impulsado la evaluación en la integración de “Caminando a la Excelencia” [48]. Este ejercicio inició en 2001 cuando se identificó la necesidad de implementar una estrategia que permitiera comparar tanto el avance como el impacto de los Programas de Salud Pública en nuestro país. Era necesario contar con indicadores que aplicaran criterios de evaluación uniformes y a la vez individualizados. Bajo esta óptica se consideró que “no importa que tan bien aparentemente funcione un programa de Salud Pública, siempre hay algo que

puede mejorar”, por lo que la SPPS emprendió una cruzada para la creación de indicadores dentro de un único proceso integral de evaluación.

Tradicionalmente los indicadores de "Caminando a la Excelencia" se han enfocado en la evaluación operativa. De hecho el 87% de los indicadores son destinados a evaluar la operación, el 11% la planeación táctica (incluido el presupuesto), y sólo un 2% está abordando la evaluación desde el planteamiento de la normatividad. Hasta el 2012 en “Caminando a la Excelencia” se han monitoreado 27 programas a nivel nacional, en las 32 entidades federativas. En general se ha cuidado de incluir para cada programa, solo los indicadores correspondientes a los procesos que las propias Direcciones Generales y/o los Programas realicen; se da inicio a la aplicación de indicadores que contemplan asignación de presupuesto contra logro de metas; y se han planteado metodologías de evaluación para ajustar los indicadores en las entidades donde no se presente una enfermedad específica [48].

El manual de Caminando a la Excelencia 2014 [48] contiene un componente para la evaluación del PNT, el cual consta de cuatro indicadores sectoriales y uno de la SSA, a través de los cuales se evalúa el desempeño general del PNT. Asimismo, existe un componente para la evaluación del SINAVE separado en los subcomponentes de Vigilancia y Laboratorio, en los cuales se incluye un componente para la evaluación de la Vigilancia de la TB. Dicho subsistema se evalúa a través de tres indicadores: Oportunidad en el registro y Seguimiento de los casos de TB, y Oportunidad en el registro de casos de TB meníngea [48].

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Sistema de Vigilancia Epidemiológica es un componente esencial del Sistema Nacional de Salud (SNS), elaborando las estadísticas que indican el estado actual del Sistema, recomendando y evaluando la implementación de Políticas Sanitarias a través de su subsistema de información, el Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) [28].

El Programa Nacional para la Prevención y Control de la Tuberculosis (PNT) ha logrado importantes avances en los últimos 20 años, entre los que destaca una mejora continua en las tasas de detección oportuna y curación, lo mismo que una atención más integral para los usuarios de servicios. No obstante, a pesar de los avances señalados, aún persisten diversas limitaciones estructurales y de recursos institucionales, que inciden en el adecuado funcionamiento del Programa en los distintos niveles técnico-administrativos del SNS, particularmente en las localidades de mayor rezago, donde la cobertura de la atención dista de ser la más adecuada. Destacan al respecto [16]:

- a) Falta de apego y desconocimiento de la normatividad vigente por parte de las instituciones de salud en los estados, en particular del sector privado, tanto para el diagnóstico de los casos como para el tratamiento de los mismos.
- b) Insuficiencia de recursos por falta de inversión de las entidades federativas y las instituciones del sector para el manejo integrado de los pacientes y la población en riesgo, así como para la supervisión del programa y la capacitación continua del personal.

- c) Limitada funcionalidad de los mecanismos de información para la vigilancia y seguimiento de los pacientes dentro y fuera del sector, y falta de supervisión de los esquemas de tratamiento en los estados.
- d) Alta movilidad de personal operativo, lo cual dificulta el desarrollo de competencias técnicas y humanísticas con sostenibilidad para la atención de los pacientes y sus familias.
- e) Marcada insuficiencia de acciones de promoción de la salud y comunicación de riesgos para la difusión de medidas individuales y colectivas de auto-cuidado y corresponsabilidad social.
- f) Falta de sistematización de las acciones para la atención de grupos vulnerables y poblaciones móviles a través de búsqueda activa de casos y su seguimiento en prisiones, comunidades indígenas y de bajo índice de desarrollo humano así como migrantes y otros grupos de riesgo.
- g) Presencia de casos fármacorresistentes y extremadamente resistentes sin cobertura de atención, ni seguimiento epidemiológico.
- h) Dificultades institucionales para la sistematización de acciones integradas para la atención de personas con VIH-SIDA y tuberculosis, particularmente en entidades federativas fronterizas y grupos móviles de mayor vulnerabilidad.
- i) Elevadas tasas de abandono y fracasos al tratamiento por falta de adherencia terapéutica y deficiencias en la gerencia de los programas, así como mecanismos efectivos de evaluación en los estados.
- j) Persistencia de amplias zonas geográficas y grupos de población con tasas de incidencia y mortalidad mayores a lo esperado, dentro de las cuales destacan 45 jurisdicciones sanitarias que concentran la mitad de los casos del país.
- k) Escaso liderazgo de los responsables de programas estatales y deficiencias en la coordinación interinstitucional.

Un Sistema de Vigilancia Epidemiológica que genere información de calidad es vital para hacerle frente a estos retos, ya que la información generada por el

mismo es la misma utilizada para la planeación y retroalimentación del PNT. Es necesario conocer la calidad de la información que se genera a partir del SUIVE y su impacto en la efectividad del PNT. Para ello, es necesario el desarrollo de una estrategia de evaluación de la calidad basada en el usuario final de la información (en este caso, los tomadores de decisiones en materia de planeación estratégica para el PNT).

Como ya se mencionó, la estrategia Caminando a la Excelencia analiza la calidad de la información epidemiológica de TB como parte del estudio del Desempeño del SINAVE [48]. Sin embargo, dicho componente (basado en la estructura y resultado), analiza solamente un pequeño aspecto del universo de información epidemiológica de TB y más aún, no analiza el impacto que la calidad (o falta de) tiene en el desempeño del PNT.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la calidad de la información epidemiológica producida por el SINAVE y utilizada para la planeación estratégica del Programa Nacional para la Prevención y Control de la Tuberculosis en México?

HIPÓTESIS

La calidad de la información epidemiológica del SINAVE es deficiente, lo que se traduce en serias carencias en la planeación estratégica del Programa Nacional para la Prevención y Control de la Tuberculosis en México.

OBJETIVOS

PRINCIPAL

Analizar la calidad de la información epidemiológica del SINAVE y evaluar su impacto en la Planeación Estratégica del Programa del Programa Nacional para la Prevención y Control de la Tuberculosis en México.

SECUNDARIOS

1. Establecer un modelo para el análisis de la calidad de la información epidemiológica del SINAVE, basado en el marco de referencia de Wang y cols [45].
2. Analizar, por medio del estudio de series de tiempo, la relación entre las estadísticas de morbilidad y mortalidad por de TB en México, de 1998 a 2012.
3. Generar, por medio del estudio de series de tiempo antes mencionado, un pronóstico sobre el comportamiento de la enfermedad para los próximos 15 años.

JUSTIFICACIÓN

El Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 propone en materia de salud, avanzar hacia la universalidad en el acceso a los servicios médicos de calidad, a través de una integración funcional y programática de las instituciones públicas, y en cuanto a la política social establece el compromiso de elevar el nivel de salud de los mexicanos, reducir las desigualdades, garantizar un trato adecuado a los usuarios, ofrecer protección financiera en salud y fortalecer el sistema de salud [49]

Los desafíos actuales para el control de la TB en México son mayores que en décadas anteriores, no sólo por su importancia operativa para el desempeño de los Programas estatales, sino también y de manera especial por la re-emergencia del padecimiento en distintos sectores de la población. Hoy se presentan nuevos escenarios para la prevención y el control de la enfermedad y en ellos converge la necesidad de mejorar y consolidar en todo el país la estrategia TAES, con una cobertura universal de calidad, lo mismo que la atención eficaz de los casos con coinfección TB-VIH y la tuberculosis con resistencia a fármacos [16].

La Tuberculosis es una enfermedad grave la cual puede causar la muerte de la persona y que impacta de manera especial en grupos vulnerables [5, 17]. La detección temprana y el tratamiento adecuado son fundamentales para el control de la Tuberculosis. El conocimiento de las variables biológicas, socioeconómicas y ambientales que influyen en el desarrollo de la enfermedad y el impacto real que éstas tienen en la epidemiología de la Tuberculosis es fundamental para un control efectivo de la misma.

MÉTODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio se basó en la exploración, comparación y análisis de bases de datos sobre morbilidad y mortalidad por Tuberculosis en México en el período de 1998 a 2012, a fin de generar un marco de referencia para el análisis de la calidad de la información epidemiológica. Tras una revisión de la bibliografía, se elaboró un marco de referencia de cuatro categorías basándose en el marco de evaluación de calidad de la información propuesto por Wang y cols. [45].

Tras la obtención y selección de las bases de datos, así como la limpieza de las mismas, se realizó un análisis exploratorio para describir las características generales del comportamiento de morbilidad y mortalidad por Tuberculosis en México para el período antes señalado. Se elaboraron y analizaron los Indicadores de Evaluación Epidemiológica de la Dirección General de Epidemiología. Se hizo un análisis adicional empleando el método de análisis de redes sociales para el componente/indicador de Estudio de Contactos en una población y período delimitado. Se realizó un análisis de series de tiempo para describir el comportamiento de la morbilidad y la mortalidad por Tuberculosis en el período antes señalado, hallar correlaciones entre ambas series y predecir el comportamiento a futuro de la enfermedad en México.

Finalmente, los datos se utilizaron para generar un índice de desempeño basándose en la metodología de evaluación vectorial, utilizando las categorías como vectores y así determinar de forma cuantitativa la calidad de la información.

ELABORACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

Usando como fundamento el marco de referencia propuesto por Wang y cols [45], se generó un marco para evaluar la calidad de la información epidemiológica. Para cada categoría (Precisión, Relevancia, Representatividad y Accesibilidad), se escogió una sola dimensión de estudio. Para cada dimensión se asignaron diversos indicadores basándose en los componentes de información epidemiológica del SINAVE (**Cuadro 3**), con el objetivo de crear un marco de referencia que abarcara los componentes esenciales del SINAVE-TB. Dicho marco fue evaluado por un panel de expertos en la vigilancia de TB para asegurar validez de contenido.

A partir de dichos indicadores se construyó un índice de desempeño empleando la metodología vectorial utilizada en la construcción de los índices del programa Caminando a la Excelencia [48] (**Cuadro 3**). Para definir el nivel de calidad, se clasificó el resultado del índice de desempeño en cuatro grupos: sobresaliente, satisfactorio, mínimo y precario, utilizando los puntos de corte utilizados en caminando a la excelencia. Finalmente, se obtuvieron los valores de desempeño medio utilizando los datos obtenidos de la plataforma del SINAVE, módulo Tuberculosis para el período 1998 – 2012 y se determinó el nivel de calidad de la información epidemiológica.

CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO

Para construir el índice de calidad de la información epidemiológica, utilizamos la característica de la magnitud vectorial de los vectores V_E , V_C , y utilizamos como magnitud vectorial la distancia Euclidiana o la norma Euclidiana, la que denotaremos como: $M(V_E)$; y $M(V_C)$ respectivamente. Se desea evaluar el desempeño del SUIVE en materia de calidad de la información epidemiológica para México del período 1998 a 2012 a través de K indicadores (en donde $K=2$ o $K=3$ o $K=4$, o cualquier otro valor n), y las calificaciones obtenidas para cada uno de los indicadores son: V_1 , V_2 , V_3, \dots, V_K , y sus calificaciones máximas para cada uno son V_{1max} , V_{2max} , $V_{3max}, \dots, V_{Kmax}$, respectivamente. Con esta información el vector esperado y el vector de calificación respectivamente son los mostrados en la **Imagen 5**. Estas cantidades nos permiten construir el índice de desempeño (ID). Expresando en términos porcentuales la magnitud del vector de calificación, en términos de la magnitud del vector excelencia, mostrados la **Imagen 5**.

Para definir el nivel de calidad, se clasificó el resultado del índice de desempeño en cuatro grupos: sobresaliente, satisfactorio, mínimo y precario. Se establecieron tres puntos de corte ($X_1 = 60\%$, $X_2 = 80\%$, $X_3 = 90\%$) usando como referencia los puntos de corte usados para evaluar los indicadores relacionados con información por parte del programa Caminando a la Excelencia módulo TB los cuales delimitan las áreas que determinan la clasificación de calidad calculada. De esta forma se pueden establecer cuatro grupos de clasificación de la siguiente manera:

- 1.- Precario, si el valor del indicador se encuentra entre V_{min} y X_1
- 2.- Mínimo, si el valor del indicador se encuentra entre X_1 y X_2
- 3.- Satisfactorio, si el valor del indicador se encuentra entre X_2 y X_3
- 4.- Sobresaliente, si el valor del indicador se encuentra entre X_3 y V_{max}

GENERACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS BASES DE DATOS

Se obtuvieron distintas bases de datos sobre morbilidad y mortalidad y se seleccionó una para cada elemento para su análisis. Para ser consideradas en este estudio, se buscaron bases de datos que presentaran registros ininterrumpidos de enero de 1998 a diciembre de 2012. Una vez obtenidas dichas bases, se contrastó la información contenida en ellas a fin de hacer un descarte y seleccionar una sola base de datos para morbilidad y una base de datos para mortalidad.

Las bases de datos seleccionadas fueron sometidas a una limpieza con la finalidad de identificar y eliminar registros duplicados. La eliminación de dichos duplicados se logró utilizando el paquete estadístico Stata versión 12.0, identificando y eliminando duplicados basándose en el nombre, sexo, entidad federativa y municipio de residencia. Se eliminaron los registros más antiguos a favor de los más recientes a fin de reflejar mejor el resultado final de la enfermedad.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Un análisis exploratorio de las principales bases de datos estudiados se realizó con el fin de describir las características más importantes para ambas estadísticas de morbilidad y mortalidad. Por tanto la morbilidad y la mortalidad, se describió la localización de la enfermedad, el sexo, la edad y la afiliación a seguridad social. Se describió también resultado final de la enfermedad y multifarmacorresistencia para la morbilidad y lugar de la muerte para la mortalidad. Se obtuvo también información sobre vacunación con BCG para comparación de las dosis aplicadas versus casos y muertes de TB meníngea.

INDICADORES DE EVALUACIÓN EPIDEMIOLÓGICOS DE CAMINANDO A LA EXCELENCIA

El manual de Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de las Micobacteriosis (Tuberculosis y Lepra) señala un total de 6 indicadores para evaluar el desempeño de la Vigilancia Epidemiológica en todos los niveles de atención. Dichos indicadores se muestran en el **Cuadro 4**. Todos los indicadores fueron calculados para cada año a partir de los datos obtenidos de las bases de datos, y aquellos relacionados estrictamente con manejo de la información fueron incluidos en el análisis vectorial.

ESTUDIO DE BROTE MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

Se realizó una revisión de la información obtenida del estudio de contactos reportada por las unidades médicas a la Jurisdicción de control sanitario Atlacomulco, a través de la plataforma única del SINAVE, para aquellos casos comprendidos de enero de 2010 a diciembre de 2012. La jurisdicción se compone de 4 municipios, y en promedio reporta al SINAVE 19 casos por año. En 2011, se presentó un aumento inesperado de casos (29), lo que planteó la probabilidad de la existencia de un brote de tuberculosis.

Se definió como caso todo paciente con cultivo confirmatorio ó con evaluaciones clínicas características, y como contacto toda persona mencionada por un paciente durante el estudio de contactos realizado a cabo por las autoridades sanitarias. Los datos fueron descargados de la plataforma e ingresados a una base de datos. Se incluyó en la base para cada caso su nombre, edad, sexo, localidad, estatus de VIH, resultado del cultivo, resultado radiológico, localización de la enfermedad y clasificación final. A cada caso se le asignó un número de identificación. Se elaboró una segunda base de datos a partir de los contactos mencionados por cada paciente, donde se incluyó si fue estudiado o no, si se le diagnosticó como caso y si recibió quimioprofilaxis. Una tercera base de datos fue elaborada incluyendo todas las relaciones paciente – contacto, con el fin de elaborar una red social de los casos y sus contactos y estudiar sus características.

Las bases de datos fueron vertidos a un programa para análisis de Grafos (Gephi), donde se hizo el trazado del Grafo de relaciones utilizando el algoritmo de Fruchterman – Reingold [50] hasta su estabilización. Posteriormente se obtuvieron

los parámetros de la red (Grado Medio [51], Diámetro [52] y Modularidad [53]) para analizar su estructura en general y verificar su comportamiento de red de mundo pequeño (tipo de grafo para el que la mayoría de los nodos no son vecinos entre sí, y sin embargo la mayoría de los nodos pueden ser alcanzados desde cualquier nodo origen a través de un número relativamente corto de saltos entre ellos). Finalmente, se hizo un nuevo trazado de la red utilizando las distancias geográficas entre los casos para evaluar la posibilidad de contacto por cercanía entre pacientes y contactos aparentemente no relacionados.

ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Se utilizó el paquete estadístico Stata ver12 para ajustar el modelo más adecuado para las series de tiempo estudiadas. Se utilizó el Factor de Ajuste Estacional (SAF) para determinar el pico de las variaciones estacionales para ambas estadísticas [54]. Se determinó la correlación serial entre ambas series de tiempo utilizando las estadísticas de Breush-Godfrey [55] y Durbin-Watson [56]. Para determinar el orden de retardos a utilizar se utilizaron el Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (SBIC), el Criterio de información de Akaike (AIC), y el Criterio de información de Hannan y Quinn (HQIC) [57].

Se emplearon las estadísticas de exclusión de retardos de Wald para determinar la correcta especificación del modelo [57], y se realizó una prueba de Wald con el fin de determinar causalidad de Granger entre morbilidad y mortalidad [58]. La predicción de los casos incidentes de TB mensuales y las defunciones por TB

también se obtuvieron utilizando el modelo de mejor ajuste. Se contrastaron los resultados de los primeros 18 meses (enero 2013 – junio 2014) con aquellos obtenidos por el modelo a fin de verificar su confiabilidad. Se comprobó la estabilidad del modelo mediante valores propios [57], así como la ausencia de correlación de los residuos mediante la prueba multiplicativa de Lagrange [59].

RESULTADOS

SELECCIÓN DE BASES DE DATOS

En total, se obtuvieron 4 bases de datos para morbilidad y 3 para mortalidad. La descripción de las mismas puede observarse en el **Cuadro 5**. Para el estudio de la morbilidad se seleccionó la Plataforma Única del SINAVE, módulo tuberculosis, mientras que para mortalidad se utilizaron las bases de datos de las estadísticas definitivas de mortalidad INEGI/SSA.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La Plataforma única del SINAVE contiene 279,177 registros de morbilidad, de 1998 a 2012. En total, fueron eliminados 23,926 registros (8.57%) La base de datos de mortalidad reportó 41,121 muertes que se produjeron durante el mismo período. Ya que el INEGI realiza confrontas al momento de realizar la base de datos nacional en donde los duplicados y casos mal codificados son eliminados, no se realizó mayor limpieza a los datos obtenidos.

Las estadísticas descriptivas de la morbilidad y la mortalidad se muestran en los **Cuadros 6 y 7**. En general, la carga de la TB recae en hombres de 25 a 44 años, que representan aproximadamente una quinta parte de todos los casos reportados y dos terceras partes de todas las muertes. La mayoría de los casos tenía una presentación respiratoria y estaban afiliados a la SSA (Seguro Popular) o no tenían seguridad social.

En cuanto a la morbilidad, el resultado de aproximadamente 60% de los casos podría ser clasificado como un éxito (es decir, ya sea declarado curado ó finalizado el tratamiento sin BK). El 40% restante de los casos terminó en falla, ya sea muerte por tuberculosis u otras causas, como recaídas de la enfermedad o el abandono. En cuanto a la mortalidad, aproximadamente la mitad de las muertes ocurrieron en una institución médica, mientras que el 40% murió en su casa y el 10% restante en otros lugares.

La plataforma SINAVE-TB tuvo un subregistro importante de casos entre 1998 y 2003 en comparación con las otras fuentes de información (el sistema de notificación de casos nuevos y el anuario de morbilidad). A partir de ese año, las tres bases de datos son relativamente consistentes entre sí. Sin embargo, cabe señalar que desde 2005 la plataforma SINAVE-TB muestra más casos por año que las otras bases de datos.

El tiempo de retraso medio desde el diagnóstico hasta el informe fue de 4,3 meses, con una SD de 128 días. 11.480 registros indican la fecha de diagnóstico más reciente que la fecha del informe, mientras que 6.683 registros no muestran fecha del informe. Menos del 10% de todos los casos fueron la prueba del VIH, prácticamente ninguno antes de 2011. A pesar de que en teoría el SEED retroalimenta a la plataforma SINAVE, en el mismo período la plataforma registró sólo 1.098 muertes, menos del 3% de las muertes por tuberculosis en total que se produjeron entre 1998 y 2012 de acuerdo a las cifras definitivas. El estudio de contactos no se realizó en aproximadamente 60% de todos los casos. Sólo el 16% de los casos tenía 5 o más contactos declarados. Si bien estas cifras aumentaron

durante los años estudiados (cero por ciento hasta casi el cuarenta por ciento en 2012), siguen estando muy por debajo de las normas y directrices mexicanas. En promedio, sólo cuatro contactos fueron declarados y tres fueron estudiados cuando la localización de contactos se realizó (porcentaje de estudio del 75%).

Los casos de farmacorresistencia se incrementaron paulatinamente desde 1998 hasta 2012 (**Gráfico 1**). De 34 casos reportados en 1998 (0.59% del total de casos totales de TB reportados a la plataforma), éstos se incrementaron hasta 272 en 2012 (1.3% de los casos totales reportados). Lo anterior significa un incremento del 116% en el período reportado.

Tras un período de relativo cambio entre 1998 y 2003, los casos de TB meníngea se incrementaron de manera considerable alcanzando su nivel máximo en 2010 (**Gráfico 2**). De un promedio de 120 casos entre 1998 y 2003, éstos se incrementaron a casi 300 por año entre 2005 y 2010. Por su parte, las dosis aplicadas de de BCG, tras permanecer en un promedio de 3 millones para los años 1998 a 2003, cayeron drásticamente en el año 2004 a 2 millones, tras lo cual no se recuperaron. De 2005 a 2010, el promedio de dosis aplicadas fue apenas de 2.4 millones.

INDICADORES EPIDEMIOLOGICOS DE CAMINANDO A LA EXCELENCIA

Clasificación oportuna

Sólo el 28.9% de los casos fue clasificado de manera oportuna. El desempeño en este indicador mejoró durante el período de estudio, pasando de un 3% (un desempeño clasificado como precario) en 1998 hasta alcanzar el 76.34% en 2012 (desempeño limítrofe). El año de 2012 fue también el de mejor desempeño.

Notificación Oportuna

La mayoría de los casos fueron notificados de manera oportuna a la Jurisdicción Sanitaria (90.17%) por lo que se le consideró un indicador con desempeño sobresaliente. Al igual que en el indicador anterior, el desempeño en este rubro mejoró durante el período en estudio, pasando de 83.5% en 1998 hasta un 93.37% en 2012.

Notificación oportuna de casos de TB meníngea

Por otra parte, la notificación oportuna de esta variante grave de la enfermedad tuvo un indicador con un desempeño pobre, pasando de un 2.7% en 1998 a un 36.37% en 2012. El comportamiento de este indicador fue precario durante todo el período estudiado.

Información completa

De la misma manera que el anterior, este indicador tuvo un desempeño precario durante todo el período de estudio. De un 6% en 1998, se llegó a solamente 41.6% en 2012. La variable con peor desempeño fue el estudio de las enfermedades asociadas, la cual nunca tuvo un desempeño adecuado. La variable

con mejor desempeño fue contacto con persona tuberculosa, la cual fue contestada en la gran mayoría de los casos.

Porcentaje de casos con estudio de contactos

Como ya se mencionó anteriormente, solamente al 40% de los casos se les realizó estudio de contactos. Sólo el 16% de los casos tenía 5 o más contactos declarados. Si bien estas cifras aumentaron durante los años estudiados (cero por ciento hasta casi el cuarenta por ciento en 2012), siguen estando muy por debajo de las normas y directrices mexicanas.

Porcentaje de contactos examinados de los declarados

Éste fue el indicador con menor variabilidad durante el estudio (entre 70 y 100% para los años estudiados). En promedio, se estudió a un 75% de los contactos declarados, lo que apunta a un comportamiento limítrofe para este indicador.

ESTUDIO DE BROTE MEDIANTE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

Las características demográficas de los casos se presentan en el **Cuadro 8**. En total, la jurisdicción reportó a través de sus unidades médicas un total de 65 casos de enero de 2010 a diciembre de 2012. A 62 casos (95.38%), se les realizó estudio de contactos, declarándose un total de 255 contactos, 128 de los cuales fueron estudiados (50.20%). El desglose por año se muestra en el **Cuadro 9**. En promedio, por cada caso reportado fueron declarados 4 contactos, igual a la media nacional. Sin embargo, el porcentaje de contactos estudiados fue significativamente menor que la media nacional (50% vs 87%).

La gran mayoría de los contactos declarados por los pacientes fueron en su mayoría intradomiciliarios, la mención de casos extradomiciliarios fue prácticamente nula. Entre otras limitantes identificadas estuvieron: duplicidad de contactos, contactos señalados como no estudiados, que posteriormente fueron registrados como casos, heterogeneidad en la captura de los nombres de los contactos (uso de siglas, uso combinado de formatos apellido-nombre y nombre-apellido), casos sin estudio de contactos así como un registro no oportuno de casos (50%). Por otra parte, entre las fortalezas identificadas se halló un adecuado seguimiento de los casos diagnosticados, así como estudio y quimioprofilaxis en un 100% de los contactos menores a 5 años. La calidad de la información fue similar para entornos urbano y rural.

La red completa se puede visualizar en la **Imagen 6**. La métrica de la red arrojó un grado medio de 2.17, un diámetro de 3 y una densidad de 0.0006, lo que indica una red con pocas conexiones entre los casos y muy dispersa entre sí. La modularidad de la misma fue de 0.929, lo que apunta a la formación de subgrupos altamente conectados entre sí, sin relación con los demás grupos. Con dichos datos, no es posible establecer el comportamiento de mundo pequeño para la red. Al analizar la red desde su dispersión geográfica (**Imagen 7**), se pueden apreciar pequeños grupos de casos agrupados geográficamente (con distancias de menos de 2 Km entre los casos).

ANÁLISIS VECTORIAL PARA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA

En total, se generaron 10 indicadores (**Cuadro 3**). Los resultados de cada indicador se presentan en la **Cuadro 10**. Salvo dos indicadores (Notificación oportuna y Porcentaje de contactos examinados de los declarados), el resto presentó un desempeño clasificado como precario durante los 15 años estudiados. Son de especial interés los indicadores Insesgo del estudio de contactos, Notificación oportuna de casos de TB meníngea, Información epidemiológica completa, Porcentaje de defunciones por TB reportadas a la Plataforma y Uso del Estudio de contactos, los cuales presentaron de manera consistente un desempeño precario durante todos los años estudiados.

El índice general promedio de desempeño (50.4%) también se clasificó como precario. Desglosado por años, el desempeño mejoró de manera considerable durante el período estudiado, pasando de 43.9% en 1998 hasta llegar a 57.4% en 2012, año con el mejor desempeño observado. Sin embargo, hay que señalar que dicho desempeño aún es clasificable como precario.

Calidad intrínseca

Este apartado se midió exclusivamente con un indicador, evaluando la dimensión de objetividad. Se midió la capacidad del estudio de contactos de generar redes de mundo pequeño, evaluando si dichas redes se comportaban o no como mundos pequeños. de manera uniforme, los 15 años evaluados no mostraron presencia de redes con características de mundo pequeño, por lo que fueron evaluados de manera no satisfactoria.

Calidad contextual

En este caso se midió la dimensión oportunidad de la información basándose en tres indicadores: clasificación oportuna de casos, notificación oportuna a la jurisdicción, y notificación oportuna de casos de TB meníngea, todos ellos indicadores utilizados en la evaluación del SINAVE por medio de caminando a la excelencia. Como ya se mencionó anteriormente, solamente el indicador Notificación Oportuna presentó un desempeño satisfactorio/sobresaliente en el período estudiado, mientras que clasificación oportuna y notificación oportuna de casos de TB meníngea presentaron desempeños que van de precarios a mínimos al finalizar el período en estudio.

Calidad de representación

En esta categoría se optó por analizar la exhaustividad de la información epidemiológica presentada. Se generaron 5 indicadores (Información epidemiológica completa, porcentaje de defunciones por TB reportadas a la plataforma, subregistro de casos de TB a la plataforma, porcentaje de casos con estudio de contactos y porcentaje de contactos examinados de los declarados). Salvo el indicador de subregistro (el cual se elabora a partir de estimaciones usando como referencia el número de casos reportados a la plataforma vs en número de casos reales), todos son indicadores usados también en caminando a la excelencia. En esta categoría, todos los indicadores iniciaron con un desempeño precario al inicio. La mitad de ellos (subregistro, porcentaje de casos con estudio de contactos y porcentaje de casos examinados), lograron mejorar su desempeño hasta alcanzar un desempeño sobresaliente en contactos

examinados, satisfactorio en contactos declarados y mínimo en subregistro. Los otros dos indicadores (defunciones reportadas a la plataforma e información epidemiológica completa) presentaron un desempeño precario durante los 15 años estudiados.

Calidad de accesibilidad

En esta categoría se analizó exclusivamente la accesibilidad por capacidad de uso. Se midió dicha dimensión utilizando la capacidad de utilizar la herramienta de estudio de contactos en la vigilancia epidemiológica. La generación de dicho indicador se basó en tres premisas, las cuales determinan el desempeño del indicador:

1. Presencia de casos que fueron previamente contactos y no fueron estudiados
2. Capacidad de generar redes de transmisión del bacilo
3. Identificación del caso que generó al caso

En los años analizados, solamente el subcomponente 3 presentó un adecuado desempeño, ya que en todos los años se encontraron casos registrados previamente como contactos no estudiados, y como ya se mencionó anteriormente, no se pudieron generar redes de contagio efectivas. El desempeño del indicador en el período fue uniformemente precario.

ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Tanto la morbilidad y la mortalidad siguen un patrón cíclico anual, donde los casos nuevos se disparan al inicio del año y caen a su nivel más bajo al final del mismo. Por el contrario, la mortalidad alcanza su cenit durante el invierno y disminuye en el verano. Dicho patrón se mantuvo estable durante los 15 años estudiados.

Al analizar la morbilidad se muestra una tendencia creciente, partiendo de cerca de 15,000 nuevos casos en 1998 hasta 21,000 nuevos casos en 2012. Por el contrario, la mortalidad muestra una tendencia a la baja, comenzando con más de 4,000 muertes en 1998, y bajar a poco más de 2,000 en 2012 (**Gráfico 3**). Tanto en la morbilidad y la mortalidad, dicho el cambio se mantuvo constante durante todos los meses del año. El factor de ajuste estacional (SAF) (**Cuadro 11**) demostró que la mayor variabilidad en morbilidad se da en los meses de noviembre y diciembre, en donde los casos nuevos caen de manera dramática. Por su parte las defunciones aparentan un ligero incremento, estadísticamente significativo ($p < 0.023$) en los meses de invierno versus las demás estaciones.

Las Estadísticas Breush-Godfrey y Durbin-Watson demostraron una correlación serial entre ambas series de tiempo altamente significativa ($p < 0,0001$) (**Cuadro 12**). Los tres criterios de información (SBIC, AIC, y HQIC) apuntaron a un modelo de doce retardos (**Cuadro 13**). Usando dichos criterios, se elaboró un modelo de Vector Autorregresivo (VAR) de 12 retardos usando ambas series de tiempo como variables dependientes (**Cuadro 14**). La prueba de exclusión de Wald apuntó para la exclusión de todos los retardos salvo el primero, segundo y duodécimo (**Cuadro**

15). Tras ajustar el modelo, una segunda prueba reveló un adecuado ajuste del modelo (**Cuadros 16 y 17**). Se utilizó R cuadrada como prueba de bondad de ajuste. Nuestro modelo ajustado explicó 88,91% de la variación de la morbilidad y 77,85% de la variación de la mortalidad, ambas estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). La prueba de multiplicadora de Lagrange demostró la ausencia de correlación residual, mientras que la prueba por valores propios demostró la estabilidad del modelo (**Cuadros 18 y 19**).

La prueba F de Wald demostró una relación unidireccional de causalidad de Granger entre morbilidad y mortalidad, con la primera determinando la segunda (**Cuadro 20**). Se obtuvieron valores pronosticados (hasta 150 meses) (**Gráficos 4 y 5**) mostrando tendencias consistentes con los valores observados previamente (**Gráficos 6 y 7**). Los últimos valores pronosticaron un comportamiento asintótico para ambas series (**Gráfico 8**) donde la mortalidad se asienta en alrededor de 2000 casos nuevos al mes por 175 defunciones. Al contrastar los valores pronosticados y los valores reales observados en 2013 y el primer semestre de 2014 se observó que en ambas series coincidían razonablemente bien con los valores calculados (**Gráficos 9 y 10**).

DISCUSIÓN

Las estadísticas oficiales del gobierno mexicano respecto a la morbilidad son los anuarios de morbilidad. Sin embargo, la información adicional que aportan es poca y están sujetos al sesgo por retraso. La Plataforma de SINAVE ofrece más datos y se actualiza sistemáticamente, eliminando sesgo antes mencionado. Es, sin embargo, es importante notar algunos problemas dentro de ella: el enorme desfase de tiempo entre el diagnóstico médico y la incorporación a la plataforma, la subutilización epidemiológicas (como el estudio de contactos), y la falta de registros clasificados como Defunción por TB. Dado que los casos restantes en la plataforma no pueden considerarse muertes, es posible que representen casos que siguieron la Historia Natural de la Enfermedad (NHD), es decir, pacientes que no tenían acceso a la salud e ingresaron al sistema sólo cuando murieron. El abismalmente bajo número de casos la prueba del VIH puede atribuirse a dos causas o a una combinación de las mismas: la prueba diagnóstica realmente no se realiza al paciente; ó el resultado no se captura en la base de datos.

El aumento en los casos multifarmacorresistente (MFR) y extensamente farmacorresistente (XFR) puede explicarse por la pérdida de casos, tratamientos no completados por causas médicas y el contacto de personas sanas sin quimioprofilaxis con pacientes bacilíferos en tratamiento. Nuestro modelo apunta a que el número de casos con farmacorresistencia irá en aumento, lo cual debe ser considerado por el personal de salud.

La caída en las coberturas de BCG ha impactado de forma inmediata y grave en los casos de TB meníngea, una de las formas más letales de TB. Desde la caída

por desabasto de la vacuna [60], las dosis aplicadas de la misma no se han recuperado. En este escenario, es esperado el seguir observado un aumento de casos de esta variante en los años próximos.

Solamente en un caso se presentó un desempeño sobresaliente de los indicadores de desempeño epidemiológico (Notificación Oportuna de Casos). El resto de indicadores nos evidencia un sistema de vigilancia donde la clasificación final de los casos no es oportuna, el seguimiento de los mismos es deficiente y la información se encuentra incompleta.

El estudio realizado en la Jurisdicción muestra que el estudio de contactos en la región se ve limitado por el número total promedio de contactos declarados (4) y estudiados (50%). A pesar de la normatividad existente [30 - 36], la cual señala que el estudio debe abarcar a los contactos intra y extradomiciliarios, la mayoría de los contactos declarados en el estudio fueron casi exclusivamente intradomiciliarios. La calidad de la captura de la información (duplicados, omisiones) también es un importante factor a considerar. La capacidad del análisis de redes para poder identificar brotes se vio limitada a aquellos que se originaron en un entorno intradomiciliario. No fue posible por medio de esta estrategia y utilizando la información disponible identificar una fuente primaria de la infección, en contraste con hallazgos reportados previamente en poblaciones comparables. La cercanía geográfica de muchos casos, sin embargo, apunta a que dichos contactos probablemente estén relacionados, y que una mejora en el estudio de contactos podría hallar relaciones entre los mismos. Más aún, es esperado en comunidades cercanas el comportamiento de redes sociales siguiendo un patrón

de mundo pequeño. La discrepancia en este estudio apunta a una deficiencia originada en la calidad de los datos recolectados durante el estudio de contactos. Todo lo anterior nos indica que es poco probable que el estudio de contactos sea de utilidad para romper cadena de transmisión en la jurisdicción.

Aunque la muestra empleada no es representativa del comportamiento nacional, el desempeño similar de sus indicadores indica que la situación del estudio de contactos es similar para el resto del país. Es posible asumir que el estudio de contactos se encuentra subutilizado y es de poco valor para los epidemiólogos mexicanos en cualquiera de los tres niveles (jurisdiccional, estatal o federal). Muñoz (2007) menciona al estudio de contactos Cubano y Uruguayo entre los más completos de América Latina, con un adecuado estudio y seguimiento de los contactos intra y extradomiciliarios [61]. El mismo texto señala la deficiencia en la quimioprofilaxis a los contactos, la cual en nuestro país es obligatoria solamente a menores de 5 años, contactos de 5 a 14 años sin antecedente de vacunación o inmunocomprometidos.

La calidad de la información es vital para la buena planeación, implementación y evaluación de los programas en salud [37]. Ya que el fin último de la información en salud es servir de evidencia para la toma de decisiones, un marco de referencia basado en el usuario es un mecanismo adecuado para evaluar la calidad de la información en Salud. El sistema de información epidemiológica mexicano es vital en el proceso de toma de decisiones para el PNT. Sin embargo, si dicha información es deficiente, es muy posible que la planeación y evaluación del PNT

sea deficiente y en consecuencia, no cumpla con sus principales objetivos (reducir la carga de la enfermedad por TB)

Las causas reales de los patrones estacionales de la tuberculosis siguen siendo desconocidas, pero la tendencia estacional hallada en nuestro estudio, con una mayor tasa de incidencia y mortalidad en meses fríos, donde se observa un aumento de los períodos de permanencia en condiciones de hacinamiento, poca ventilación y exposición al sol, podría darnos una idea de la patogénesis y complicación de la enfermedad. Por otra parte, podrían asumirse los meses cálidos, con un mayor tiempo en exteriores y convivencia con personas no cohabitantes como el período de transmisión y propagación de la enfermedad [9].

La relación entre las estadísticas de morbilidad y mortalidad ya ha sido previamente establecida en estudios anteriores [64]. La relación unidireccional entre la morbilidad y la mortalidad observada en nuestro estudio se puede explicar por el hecho de que el aumento de diagnóstico y tratamiento tiende a causar una disminución en la mortalidad ya que menos casos siguen la Historia Natural de la Enfermedad. Esta estrategia, sin embargo, tiene poco impacto en el objetivo principal de la vigilancia de la tuberculosis (cortar cadena de transmisión). Como lo demuestra nuestro estudio y a diferencia de las estadísticas oficiales, la tendencia real de morbilidad por TB muy probablemente sea de incremento y/o estancamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El actual Sistema de Vigilancia Epidemiológica es una herramienta de suma importancia para el Programa de Prevención y Control de la Tuberculosis. Es por lo tanto, imperativo realizar acciones que mejoren la calidad del mismo y evitar los rezagos identificados en este estudio.

Nuestro estudio fue capaz de hallar importantes áreas de oportunidad del Programa de Prevención y Control de la Tuberculosis, entre las que se encuentran:

- El Programa está logrando una disminución a la mortalidad por TB sin hacer un impacto en la morbilidad por TB. El programa está encaminado más a prevenir la muerte que a cortar cadena de transmisión y prevenir la aparición de casos nuevos.
- La caída en las coberturas de BCG ha derivado en un aumento importante en la morbilidad y mortalidad por TB meníngea, la cual sigue una clara tendencia al aumento en los últimos años.
- Las fallas en el tratamiento y seguimiento de los pacientes han derivado en el incremento de casos de TB multi farmacorresistente y extensamente farmacorresistente. Si bien el número de casos de TB MFR y XFR es aún pequeño, el costo de su manejo es exponencialmente mayor (de \$17,000 USD por año en casos sin resistencia al tratamiento a \$260,000 en TB MFR y hasta \$554,000 USD en casos XFR), la duración del tratamiento aumenta de 6 a 20 o hasta 32 meses, y tiene efectos adversos que afectan la calidad y ponen en riesgo la vida del paciente [48].

- El indicador de información completa muestra que en muchas ocasiones no se interroga / analiza al paciente por posibles co-morbilidades (VIH/SIDA, DM2).
- Se debe fortalecer la vigilancia en grupos vulnerables y en aquellos propensos a abandonar el tratamiento antifímico: migrantes, trabajadores(as) sexuales, así como aquellas personas en situación de cárcel y/o abandono.
- Los actuales indicadores de desempeño muestran un descuido en la realización de los estudios de caso y estudios de contacto, lo que limita nuestra habilidad para entender la dinámica de la enfermedad en nuestra población.
- Con la actual metodología es poco probable establecer cadenas de transmisión de TB más allá del entorno hogar.
- Los actuales indicadores sólo evalúan algunos aspectos del sistema de Vigilancia. El panorama epidemiológico oficial [12] no hace mención a los indicadores del manual de vigilancia, salvo al de contactos estudiados.

Dichas conclusiones se pueden traducir en las siguientes recomendaciones

- Se deben replantear los objetivos secundarios del PNT para que sean congruentes con el principal (cortar cadena de transmisión).
- Se debe buscar la implementación de estrategias encaminadas a cortar la cadena de transmisión de TB, por sobre el diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado, el cual de igual manera no debe ser descuidado.

- Es imperativo fomentar la producción nacional de BCG y así no depender de productores extranjeros en la prevención de TB meníngea
- Se debe reforzar el seguimiento de los pacientes y reducir a un mínimo las pérdidas, así como fomentar el uso de pruebas de farmacorresistencia previas al tratamiento antifímico.
- Se debe reforzar en la metodología del estudio de caso el interrogatorio y reporte de dichas variables, para así tener un claro panorama de los binomios VIH/TB y DM2/TB en nuestro país.
- Se debe establecer una metodología para su elaboración en campo así como su estudio en la jurisdicción y/o a nivel estatal y nacional. Sería recomendable la elaboración de un manual de estudio de contactos y de análisis de redes de pacientes con tuberculosis, que complemente a los actuales manuales de procedimientos para vigilancia y enfermería.
- Se debe fortalecer la búsqueda de las rutas de transmisión entre los enfermos y sus contactos, tanto en hogar como en su esfera social y laboral.
- Se deben replantear, adicionar y sobre todo, asegurar la utilización de indicadores en la planeación estratégica del PNT.
- Se debe homogeneizar la información epidemiológica elaborada por a partir del SINAVE y fomentar su difusión a aquellos que la deban saber.

Las actuales estadísticas de morbilidad demostraron ser inferiores en calidad a las estadísticas de mortalidad por TB. Si bien dicho comportamiento es esperado por razones conceptuales y operativas que definen ambos conceptos [50], se debe considerar morbilidad como el área crítica del sistema de información para TB.

Nuestro estudio se vio limitado por la imposibilidad de acceder a la base de datos nominal de mortalidad, lo que evitó que se realizara un pareo entre las bases de morbilidad y mortalidad a fin de confirmar la hipótesis de casos graves que no fueron captados por el sistema hasta su muerte, y que no retroalimenta al sistema en la búsqueda de casos nuevos.

Asimismo, el pequeño número de contactos estudiado a profundidad en el estudio de brote podría enriquecerse con un estudio en una población y período más grande, haciendo uso de técnicas moleculares para corroborar los hallazgos epidemiológicos, con el último fin de desarrollar una gran red de casos y contactos, la cual se espera podrá ofrecer un mayor entendimiento de los mecanismos y dinámica de la transmisión de la tuberculosis en nuestro país.

El sistema de información epidemiológica mexicano es una adecuada herramienta para evaluar las áreas de oportunidad del programa de prevención y control de la TB. Las putativas enmiendas en las áreas de oportunidad del mismo deberán ser analizadas con mayor detenimiento, ya que dichas mejoras repercutirán en un sistema de prevención y control de tuberculosis más eficaz y equitativo.

El programa nacional específico para la tuberculosis [16] indica que su objetivo principal es la prevención de la enfermedad y la muerte relacionada con la

tuberculosis. Sin embargo, los objetivos específicos tienden a centrarse en el tratamiento de pacientes que ya están enfermos en lugar de prevenir que contraigan la infección. Esta política ya está mostrando sus consecuencias.

Nuestro estudio demuestra que la calidad de la información epidemiológica es precaria, ya que el resultado de los indicadores señala deficiencias en las cuatro categorías de calidad de la información. Lo anterior evidencia un sistema de vigilancia donde el reporte de los casos y la clasificación de sus formas graves (TB meníngea) no es oportuna, el seguimiento de los casos es deficiente, el estudio de contactos no aporta datos de interés para el personal de salud y la información se encuentra incompleta. Es necesario que la SSA replantee su estrategia de análisis de calidad, separando sus componentes (calidad de la atención, calidad de la información, etcétera), que replantee los que ya tiene y adicione los que este estudio incluyó y que busque mejorar en aquellos indicadores que de forma consistente presentaron un desempeño precario.

Con base en los resultados de este estudio, el pronóstico para la carga por TB en México es que no habrá ninguna mejora evidente en un futuro próximo. Los resultados indican que la incidencia seguirá aumentando, aumentando la carga económica de la TB en el país mientras más pacientes sean captados por el sistema y requieran tratamiento. La mortalidad por su parte, se espera disminuirá sólo ligeramente o incluso se incrementará.

Es importante para las autoridades en Salud el tomar en cuenta estos datos que arrojó este estudio y a partir de ellos discutir el re-direccionar la actual estrategia para la prevención y control de la TB.

REFERENCIAS

1. Ryan K, Ray CG, Ahmad N, Drew WL, Plorde J. Sherris Medical Microbiology (5th ed). New York: McGraw-Hill, 2010. pp 321 – 326.
2. Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Mitchell RN. Robbins Basic Pathology (8th ed.). Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007. pp. 516–522.
3. WHO. Tuberculosis Fact Sheet. 2013 [citado el 25 de Julio de 2014]; Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/en/>
4. Korenromp, E.L., et al., The measurement and estimation of tuberculosis mortality. The international journal of tuberculosis and lung disease : the official journal of the International Union against Tuberculosis and Lung Disease, 2009. 13(3): p. 283-303.
5. Wirth, T., F. Hildebrand, et al. (2008). "Origin, spread and demography of the Mycobacterium tuberculosis complex." PLoS Pathog 4(9): e1000160.
6. La tuberculosis a través de la historia. (Consultado el 2014-09-03). Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/Medicina/Ima_Histo_Med_Per/Cap_1.htm
7. María José Báguena Cervellera. La tuberculosis y su historia (Colección Histórica de Ciencias de la Salud). Madrid: Fundación Uriach, 1992.

8. Izquierdo Laguna, Silvano. Historia de la tuberculosis. Bilbao: Editorial Moderna, 1993.
9. Kaufmann, S.H., New issues in tuberculosis. *Annals of the rheumatic diseases*, 2004. 63 Suppl 2: p. ii50-ii56.
10. Dye, C., et al., Measuring tuberculosis burden, trends, and the impact of control programmes. *The Lancet infectious diseases*, 2008.8(4): p.233-43
11. WHO, Global tuberculosis control: WHO report 2013, 2013, World Health Organization: Geneva, Switzerland.
12. SINAVE/DGE/SALUD. Perfil Epidemiológico de la Tuberculosis en México. México: SSA, 2012.
13. World Health Organization. Treatment of Tuberculosis: Guidelines for National Programmes. Geneva, 2003.
14. Tuberculosis Coalition for Technical Assistance. International Standards for Tuberculosis Care. The Hague, 2006.
15. Kittikraisak W, Kingkaew P, Teerawattananon Y, Yothasamut J, et al. Health related quality of life among patients with tuberculosis and HIV in Thailand. *PLoS One*. 2012;7(1):e29775.
16. SPPS/SALUD. Tuberculosis. Programa de Acción Específico 2007 – 2012. México: SSA, 2008.
17. Rasanathan K, Sivasankara Kurup A, Jaramillo E, Lönnroth K. The social determinants of health: key to global tuberculosis control. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2011 Jun;15 Suppl 2:S30-6.

18. Hargreaves JR, Boccia D, Evans CA, Adato M, et al. The social determinants of tuberculosis: from evidence to action. *Am J Public Health*. 2011 Apr;101(4):654-62.
19. Hossain S, Quaiyum MA, Zaman K, Banu S, et al. Socio economic position in TB prevalence and access to services: results from a population prevalence survey and a facility-based survey in Bangladesh. *PLoS One*. 2012;7(9):e44980.
20. Cantwell MF, McKenna MT, McCray E, Onorato IM. Tuberculosis and race/ethnicity in the United States: impact of socioeconomic status. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Apr;157(4 Pt 1):1016-20.
21. Narasimhan P, Wood J, Macintyre CR, Mathai D. Risk factors for tuberculosis. *Pulm Med*. 2013;2013:828939.
22. WHO. The Global Plan to Stop TB 2011 - 2015. Geneva: World Health Organization, 2011.
23. Hall HI, Correa A, Yoon PW, Braden CR. Lexicon, Definitions, and Conceptual Framework for Public Health Surveillance. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Reports*. July 27, 2012 / 61(03);10-14
24. Thacker SB, Parrish RG, Trowbridge FL. A method for evaluating systems of epidemiological surveillance. *World Health Stat Q*. 1988;41(1):11-8.
25. Fox GJ, Barry SE, Britton WJ, Marks GB. Contact investigation for tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J*. 2012 Aug 30.

26. CENAPRECE. Misión, Visión y Objetivos del Programa de Micobacteriosis. SSA, 2012. Disponible en http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/portada_tuberculosis.html
27. Visión, misión, objetivos, metas del plan y líneas estratégicas de trabajo. En OPS: Plan Regional de Tuberculosis 2006 – 2015. Washington DC; 2006.
28. NORMA Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica.
29. Información Epidemiológica DGE, Introducción. Disponible en http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/infoepid/intd_informacion.html
30. SPPS/SALUD. Manual de Procedimientos Estandarizados para la Notificación Semanal de Casos Nuevos (SUIVE). México: SSA, 2012.
31. NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SSA2-2013, Para la prevención y control de la tuberculosis.
32. SPPS/SALUD. Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de las Micobacteriosis (Tuberculosis y Lepra). México: SSA, 2012.
33. CENAVECE/SALUD. Manual para la prevención de la transmisión de la Tuberculosis en los Establecimientos de Salud. México, SSA, 2007.
34. CENAVECE/SALUD. Manual de Procedimientos en Tuberculosis para Personal de Enfermería. México, SSA, 2007.

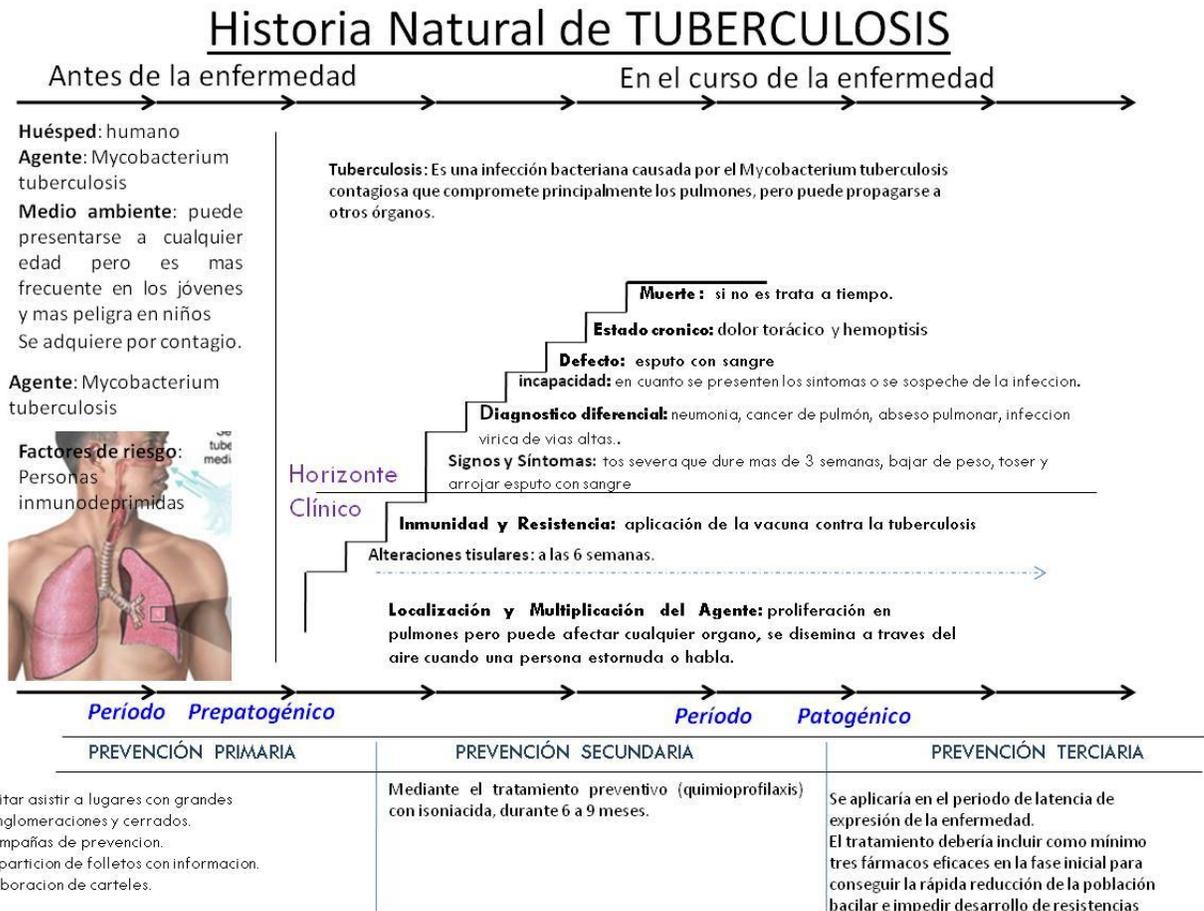
35. SPPS/SALUD. Manual de Procedimientos Estandarizados para el Sistema Estadístico Epidemiológico de las Defunciones [SEED]. México: SSA, 2012.
36. SPPS/SALUD. Manual de Procedimientos del Comité Nacional para la Vigilancia Epidemiológica (CoNaVE) 2012. México: SSA, 2012.
37. The Nature of Strategic Management. En Swayne LE, Duncan WJ, Ginter PM. Strategic Management of Health Care Organizations, 6th Edition. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd; 2008.
38. Arredondo-Pérez LG. Planeación estratégica en hospitales. En: Malagón-Londoño, Galán-Morera, Pontón-Laverde. Administración Hospitalaria, 3^a. Edición. Colombia: Editorial Médica Panamericana, 2008. Pp 71-86.
39. Kerr, K. The Development of a Data Quality Framework and Strategy for the New Zealand Ministry of Health.
40. Pautke RW, Redman TC. The Organisation's Most Important Data Issues. 2001.
41. Kester L. New product Development Portfolios. Identifying the antecedents and consequences. Ph.D. thesis, Delft University of Technology of decision-making processes
42. The Value Proposition for High Quality Data. En: Eckerson, W. Data quality and the bottom line. Achieving Business Success through a Commitment to High Quality Data. Chatsworth, CA: The Data Warehousing Institute; 2002.

43. Klein B, Rossin DF. Data errors in neural network and linear regression models: An experimental comparison. *Data Quality*, 1999. 5(1): p. 25.
44. Klei B. and D.F. Rossin, Data errors in neural network and linear regression models: An experimental comparison. *Data Quality*, 1999. 5(1): p. 25.
45. Wang, R.Y., D.M. Strong, and L.M. Guarascio, *Beyond Accuracy: What data quality means to data consumers*. 1996, Total Data Quality Management Programme.
46. SPSS/SALUD. Tuberculosis. Programa de Acción Específico 2013 – 2018. México: SSA, 2013.
47. Programa Sectorial de Salud 2013 – 2018. México, 2013.
48. DGE/SPSS/SALUD. Manual de Caminando a la Excelencia 2014. México: SSA, 2014.
49. Presidencia de la República, Plan Nacional de Desarrollo, 2013 – 2018.
50. Fruchterman, T. M. J., & Reingold, E. M. (1991). Graph Drawing by Force-Directed Placement. *Software: Practice and Experience*, 21(11).
51. Albert, R.; Barabasi, A.-L. (2002). "Statistical mechanics of complex networks". *Rev Mod Phys* 74: 47–97.
52. Ulrik Brandes, A Faster Algorithm for Betweenness Centrality, in *Journal of Mathematical Sociology* 25(2):163-177, (2001)
53. Valente T. *Social Networks and Health: Models, Methods, and Applications*. New York: Oxford University Press, 2010.
54. Eurostat. *Ess Guidelines on seasonal Adjustment*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009

55. Breusch, TS. "Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models", *Australian Economic Papers*, 1979:17, 334–355.
56. Durbin, J, Watson, GS. "Testing for serial correlation in least squares regression.III". *Biometrika* 1971:58 (1): 1–19.
57. Lütkepohl, H. 1993. Introduction to Multiple Time Series Analysis. 2nd ed. New York: Springer.
58. Granger, C. W. J. 1969. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica* 37: 424–438.
59. Johansen, S. 1995. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models. Oxford: Oxford University Press.
60. Presidencia de la República. Administra SSA vacuna para atacar tuberculosis. Abril de 2005. Disponible en <http://fox.presidencia.gob.mx/buenasnoticias/?contenido=17900&pagina=269>
61. Muñoz, W. México en el contexto de la Vigilancia Epidemiológica de la Tuberculosis en América Latina del 2000 a 2007: un análisis comparativo. Tesis, Facultad de Medicina, UNAM; agosto de 2007.
62. CDC. The costly Burden of Drug-Resistant TB in the US. Disponible en http://www.cdc.gov/nchstp/newsroom/2014/TB-Infographic2014.html?s_cid=nchstp-nr-wtbd-004
63. Brennan ME, Clare PH. The relationship between mortality and two indicators of morbidity. *J Epidemiol Community Health*. Jun 1980; 34(2): 134–138.
64. Camel, F. Estadísticas de Mortalidad. En Fayad, Estadísticas médicas y de salud pública. Caracas: Universidad de Los Andes, 1991.

IMÁGENES

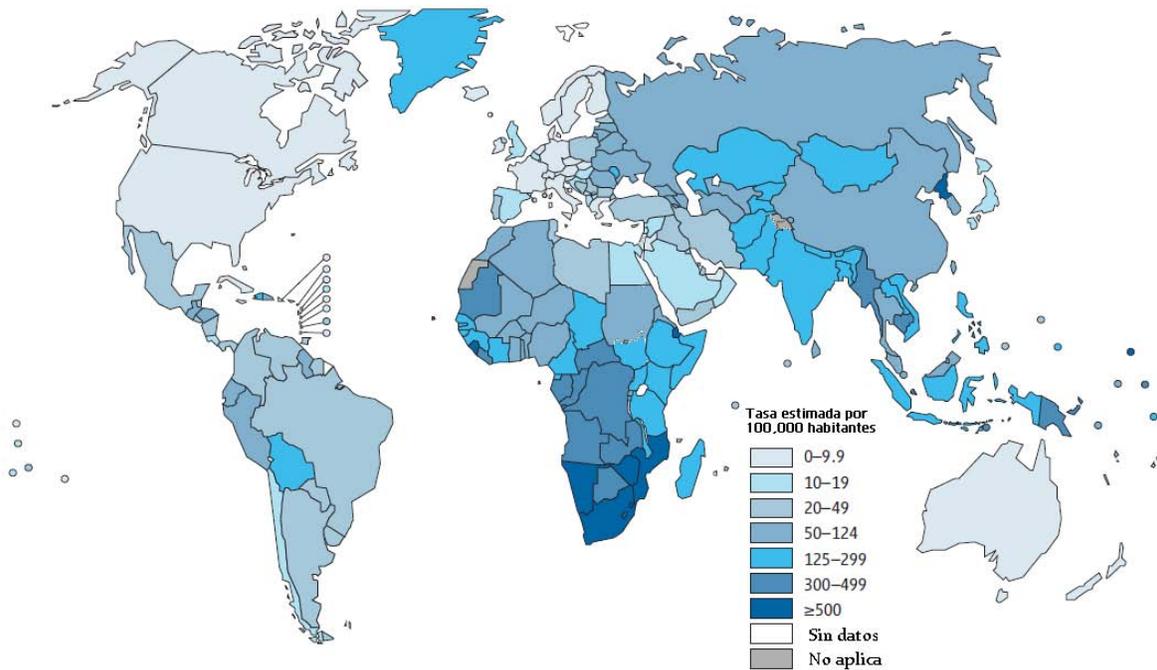
Imagen 1. Historia Natural de la Tuberculosis



Fuente: <http://es.slideshare.net/gramos089/historia-natural-de-tuberculosis>

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa y transmisible, potencialmente mortal. Primero, hay una exposición al bacilo, seguida de infección, que puede progresar a enfermedad y que termina en algunos casos con la muerte. En esta lucha entre el organismo humano y el microorganismo invasor, son múltiples las circunstancias que pueden condicionar el mayor o menor riesgo de infectarse, de enfermar o de morir.

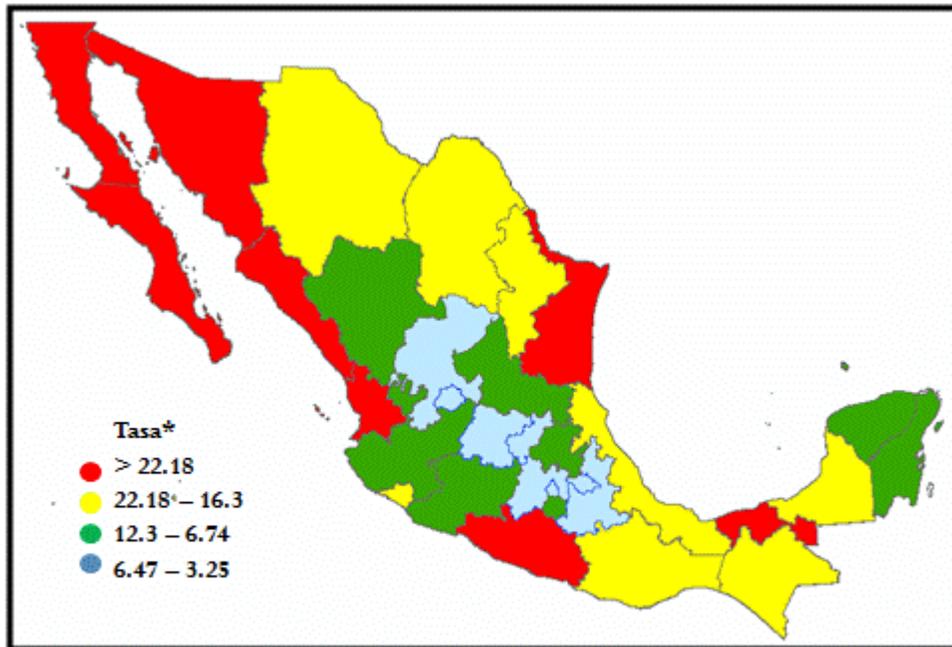
Imagen 2. Tasas de incidencia de Tuberculosis en todas sus formas en el mundo, 2012



Fuente: WHO. Global Tuberculosis Report 2013.

El mayor impacto de la TB ocurre en países de África Subsahariana, donde la coexistencia con la epidemia de VIH incrementa el riesgo de padecer la enfermedad, y Asia, donde países del sudeste (India, Laos, Papúa Nueva Guinea) presentan un número elevado de casos. La carga por la enfermedad es significativamente menor. Sin embargo, existen diferencias entre Norteamérica y América Latina, la cual concentra un número mayor de casos y tasas de incidencia más elevadas.

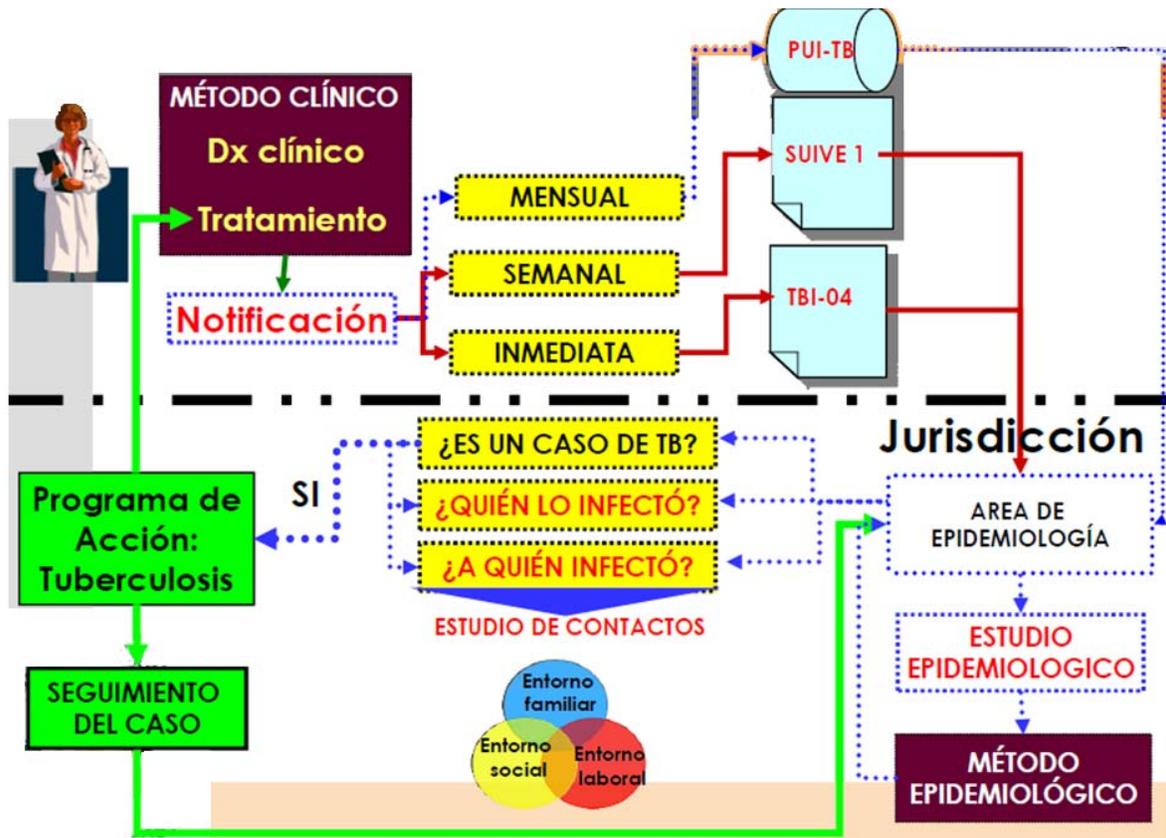
Imagen 3. Tasas de incidencia de Tuberculosis en todas sus formas en México, 2012



Fuente: SUIVE/Secretaría de Salud, México, 1991 – 2011
CONAPO, Proyecciones de la población de México 1990 – 2025.
*Tasa por 100,000 habitantes

A nivel de entidades federativas, la TB se concentra principalmente en estados costeros y fronterizos. En dos estados (Baja California y Tamaulipas), la tasa de incidencia (43x100,00 habitantes) es hasta tres veces mayor que la media nacional (13.5 x 100,000 habitantes). Baja California es también el estado con la mayor tasa de mortalidad (8.05 x 100,000 habitantes).

Imagen 4. Proceso de vigilancia de la morbilidad por Tuberculosis en México



Fuente: Dirección General de Epidemiología

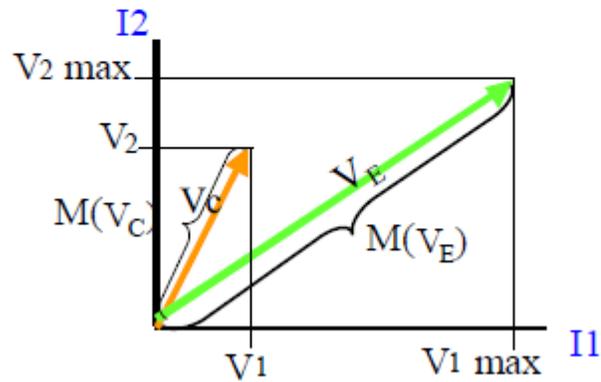
La vigilancia de la morbilidad inicia en los centros del Sistema Nacional de Salud, donde a partir del método clínico se establece un caso sospechoso de TB. Dicho caso ingresa al SINAVE por medio del subsistema de notificación de casos nuevos. Todos los casos de TB son sujetos a notificación semanal excepto los casos de TB meníngea, los cuales están sujetos a notificación inmediata. Una vez que el paciente ingresa al sistema, es responsabilidad del nivel operativo (jurisdiccional) el realizar el estudio epidemiológico, el cual se basa en el estudio de caso y de contactos, con apoyo de laboratorio.

Imagen 5. Metodología de evaluación mediante vectores.

Representación gráfica de los vectores de excelencia y de calificación

V_E = Vector de excelencia
 $V_E = (V_1 \text{ max}, V_2 \text{ max})$

V_C = Vector de calificación
 $V_C = (V_1, V_2)$



Fórmula para el cálculo de magnitud de vectores

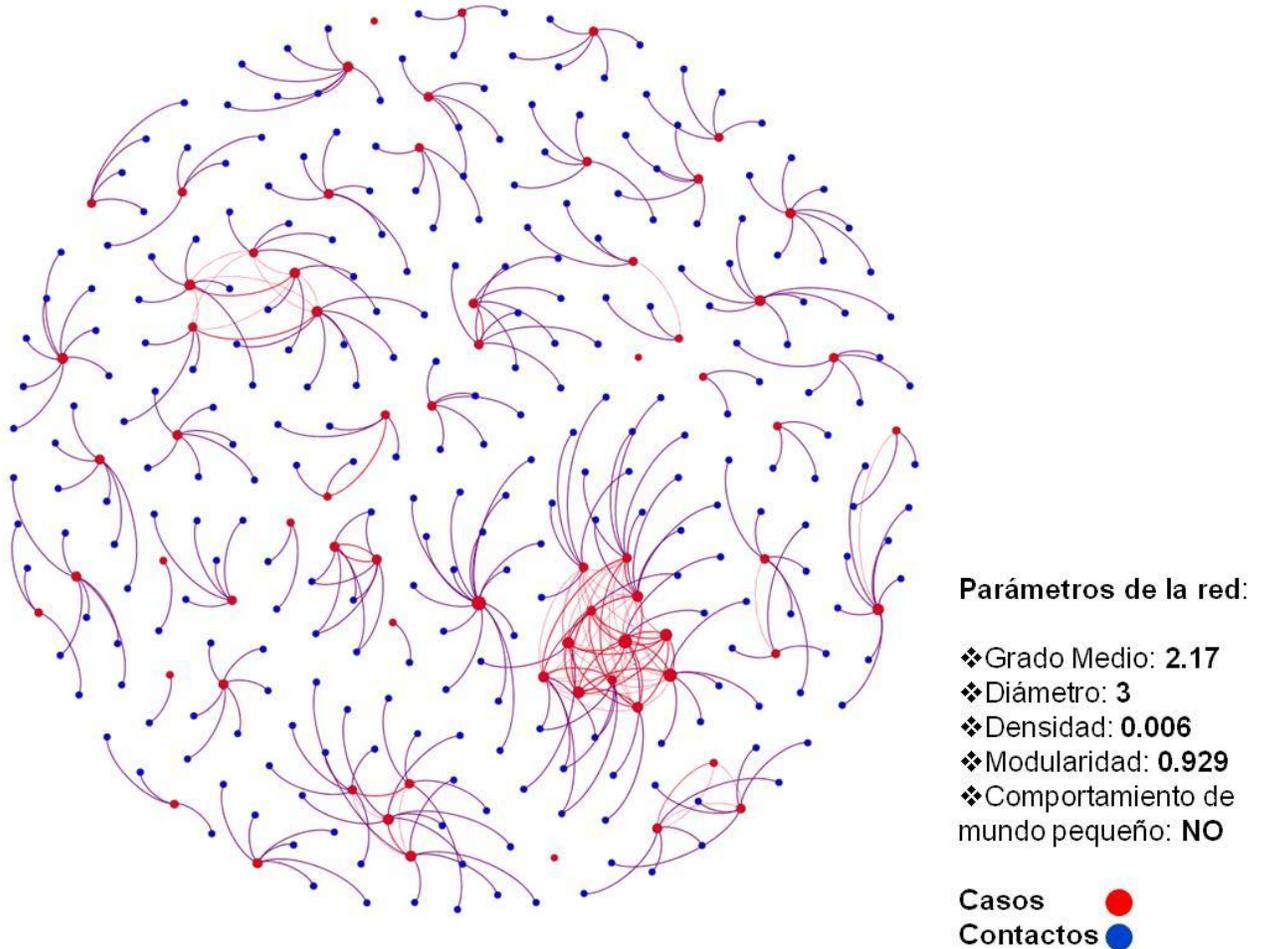
$$M(V_E) = \sqrt{V_{1MAX}^2 + V_{2MAX}^2 + \dots V_{KMAX}^2}$$
$$M(V_C) = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + \dots V_K^2}$$

Fórmula para el cálculo del índice de desempeño

$$ID = \frac{M(V_C)}{M(V_E)} \times 100$$

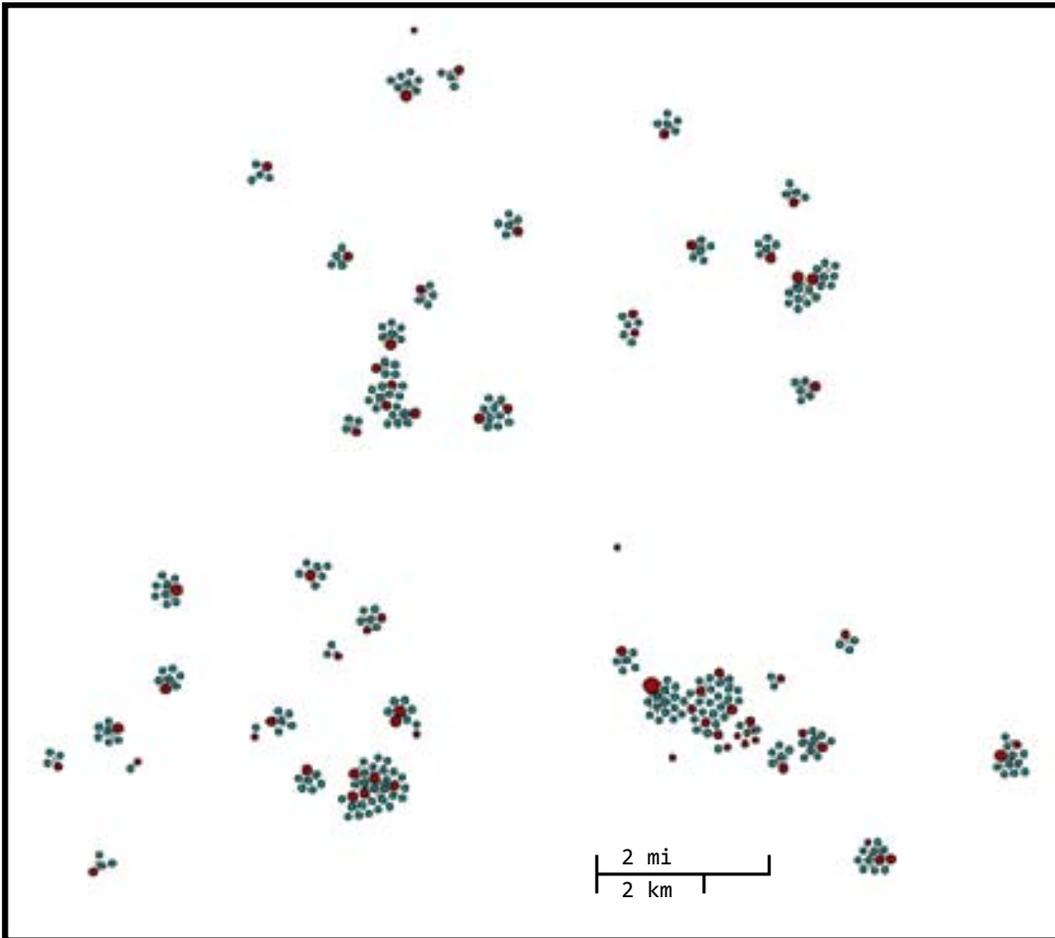
Fuente: SPPS/SALUD. Manual de Caminando a la Excelencia 2014. México, Secretaría de Salud, 2014.

Imagen 6. Red Social de Casos y Contactos con métrica de Red, Distribución Fruchterman-Reingold



La métrica de la red arrojó un grado medio de 2.17, un diámetro de 3 y una densidad de 0.0006, lo que indica una red con pocas conexiones entre los casos y muy dispersa entre sí. La modularidad de la misma fue de 0.929, lo que apunta a la formación de subgrupos altamente conectados entre sí, sin relación con los demás grupos. Con dichos datos, no es posible establecer el comportamiento de mundo pequeño para la red.

Imagen 7. Red Social de Casos y Contactos, Distribución Geográfica



Al analizar la red desde su dispersión geográfica, se pueden apreciar pequeños grupos de casos agrupados geográficamente (con distancias de menos de 2 Km entre los casos). La cercanía geográfica apunta a que dichos contactos probablemente estén relacionados, y que una mejora en el estudio de contactos podría hallar relaciones entre los mismos.

CUADROS

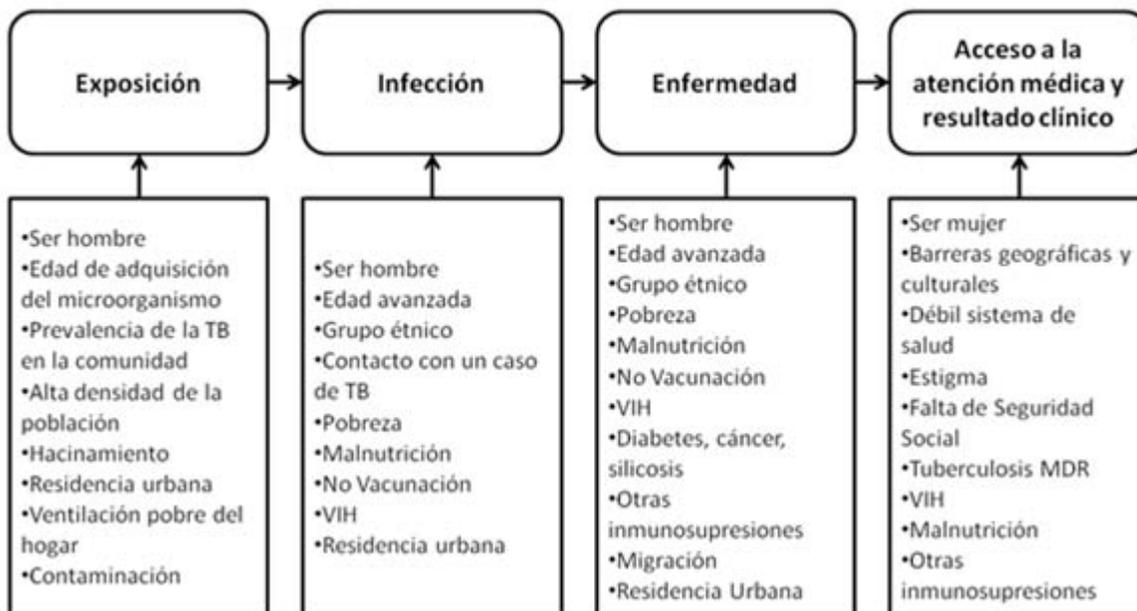
Cuadro 1. Bacterias del complejo *Mycobacterium tuberculosis* y sus huéspedes habituales

Bacteria	Huésped usual
<i>M. tuberculosis</i>	Humanos
<i>M. bovis</i>	Bovinos
<i>M. bovis BCG</i>	- Vacuna -
<i>M. bovis caprae</i>	Caprinos
<i>M. africanum</i>	Humanos con VIH
<i>M. canettii</i>	Humanos con VIH
<i>M. mungi</i>	Herpéstidos
<i>M. microti</i>	Arvicolinos
<i>M. pinnipedii</i>	Pinnípedos

Fuente: Smith NH, Kremer K, Inwald J, Dale J, *et al.* Ecotypes of the *Mycobacterium tuberculosis* complex. J Theor Biol. 2006 Mar 21;239(2):220-5.

En el cuadro se muestran las principales bacterias del complejo *M. tuberculosis*. La bacteria tipo (*M. tuberculosis*) es el principal agente causal de la TB en humanos y raramente infecta a otras especies. Por su parte, *M. bovis*, antiguamente causa común de la enfermedad, se ha reducido su carga en humanos significativamente tras la generalización de la pasteurización de lácteos. Una cepa atenuada de dicha especie es la actual vacuna contra la TB (Bacillus Calmette-Guérin). Las otras especies, cuyos huéspedes habituales son otros mamíferos, se han aislado principalmente en humanos con VIH y otros tipos de inmunosupresión.

Cuadro 2. Determinantes Sociales de la Tuberculosis



Fuente: Hargreaves JR, Boccia D, Evans CA, Adato M, et al. The Social Determinants of Tuberculosis: from evidence to action. Am J Pub Health. 2011 Apr; 101(4): 654-62.

Los principales factores de riesgo para padecer tuberculosis, están relacionados especialmente con nivel socioeconómico: hacinamiento, pobreza, malnutrición y acceso a los servicios de salud. Diversos grupos sociales (indígenas, migrantes, personas privadas de su libertad), tienen un importante factor de riesgo para desarrollar la enfermedad.

Cuadro 3. Marco de Referencia propuesto para la evaluación de la calidad de la TB

CATEGORÍA	DIMENSIÓN	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	METRICA
Calidad Intrínseca	Objetividad	Insesgo del estudio de contactos para la generación de redes de transmisión entre casos y contactos	Comportamiento de mundo real para redes de casos y contactos de tuberculosis	No comportamiento de mundo pequeño: 1 Se comporta como mundo pequeño: 2
Calidad contextual	Oportunidad	Clasificación oportuna de los casos	Casos clasificados en los primeros 6 meses de notificación entre el total de casos nuevos notificados.	Número de casos clasificados* en los primeros 6 meses de su notificación / el número de casos nuevos notificados.
		Notificación oportuna de los casos	Casos que se notifiquen al sistema de información en los primeros 30 días entre la fecha de notificación y la fecha de captura.	Número de casos notificados con oportunidad / total de casos notificados X 100.
		Notificación oportuna de los casos de TB meníngea	Casos de TBM notificados al sistema de información en las primeras 24 hrs entre el total de casos TBM notificados.	Números de casos de TBM notificados con oportunidad / total de casos TBM notificados X 100.
Calidad de representación	Exhaustividad	Información Epidemiológica Completa	Casos notificados con información completa** entre el total de casos notificados.	Número de casos notificados con información completa** / total de casos notificados X 100.
		Porcentaje de defunciones por TB reportadas a la plataforma	Porcentaje de defunciones que fueron reportadas a la plataforma única del SINAVE	Número de defunciones por TB reportadas en plataforma / total de defunciones por TB en el período X 100
		Subregistro de casos de TB a la plataforma	Porcentaje de casos nuevos que son reportados a la plataforma	Número de casos reportados a la plataforma / total de casos en el período X 100
		Porcentaje casos con estudio de contactos	El indicador se elabora con base en el número de casos en los que se realizó el estudio de sus contactos del total de casos reportados	Número de casos con estudio de contactos / número de casos reportados X 100.
		Porcentaje de contactos examinados de los declarados	El indicador se elabora con base en el número de contactos que se examinaron del total de contactos declarados de los casos de TB.	Número de contactos examinados/ número de contactos declarados X 100.
Calidad de accesibilidad	Utilización	Uso del estudio de contactos	Utilización del estudio de contactos en la vigilancia de la TB	No se utiliza: 1 Se utiliza: 2

*Clasificación corresponde a la clasificación final del caso.

**Información completa: se refiere a 12 variables mínimas que requiere el sistema de información (fecha de inicio de signos y síntomas, lugar de detección, fecha de inicio del estudio, fecha de terminación del estudio, enfermedades asociadas, tuvo contacto con alguna persona que padezca TB pulmonar, Cicatriz de BCG, Le aplicaron PPD, Contactos declarados, Estudio de susceptibilidad antimicrobiana, Tiempo de tratamiento y Clasificación)

Cuadro 4. Indicadores de Evaluación de Vigilancia Epidemiológica Caminando a la Excelencia

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	CONSTRUCCIÓN	EVALUACIÓN ESPERADA
Clasificación oportuna	Casos clasificados en los primeros 6 meses de notificación entre el total de casos nuevos notificados.	Número de casos clasificados* en los primeros 6 meses de su notificación / el número de casos nuevos notificados. *Clasificación corresponde a la clasificación final del caso.	Categoría % Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60
Notificación Oportuna	Casos que se notifiquen al sistema de información en los primeros 30 días entre la fecha de notificación y la fecha de captura.	Número de casos notificados con oportunidad / total de casos notificados X 100.	Categoría % Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60
Notificación oportuna de casos de TB meníngea	Casos de TBM notificados al sistema de información en las primeras 24 hrs entre el total de casos TBM notificados.	Números de casos de TBM notificados con oportunidad / total de casos TBM notificados X 100.	Categoría % Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60
Información completa	Casos notificados con información completa** (12 variables mínimas que requiere el sistema de información) entre el total de casos notificados.	Número de casos notificados con información completa** / total de casos notificados X 100.	Categoría % Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60
Porcentaje de casos con estudio de contactos	El indicador se elabora con base en el número de casos en los que se realizó el estudio de sus contactos del total de casos reportados	Número de casos con estudio de contactos / número de casos reportados X 100.	Categoría % Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60
Porcentaje de contactos examinados de los declarados	El indicador se elabora con base en el número de contactos que se examinaron del total de contactos declarados de los casos de TB.	Número de contactos examinados/ número de contactos declarados X 100.	Categoría % Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60

Cuadro 5. Bases de datos seleccionadas y descartadas para el estudio

Bases de datos para Morbilidad		
Base	Fuente primaria de datos	Motivo del descarte
SAEH	Hoja de egreso hospitalario	Sólo contiene información de egresos de la SSA Es información preliminar
SUAVE	Sistema de Notificación de Casos Nuevos	La información adicional es limitada Presenta sesgo por retraso Es información preliminar
Anuarios de morbilidad	Sistema de Notificación de Casos Nuevos	Información adicional limitada Presenta sesgo por retraso
Plataforma Tuberculosis	Sistema Especial para la Vigilancia de la Tuberculosis	
Bases de datos para Mortalidad		
Base	Fuente primaria de datos	Motivo del descarte
SAEH	Hoja de egreso hospitalario	Sólo contiene información de egresos de la SSA Es información preliminar
SEED	Certificado de Defunción	Es información preliminar
INEGI/SSA	Certificado de Defunción	

Tras el proceso de análisis, se decidió conservar la Plataforma de SINAVE para morbilidad y la base de datos de INEGI para mortalidad. Se eliminaron bases con información preliminar, de grupos específicos o con sesgo por retraso

Cuadro 6. Características de la morbilidad por TB en México, 1998 – 2012

Características de morbilidad		
Edad	Media 43 años	Desviación Estándar 19.58 años
	Frecuencia	Porcentaje
Sexo		
Masculino	153,155	60.01%
Femenino	102,081	39.99%
Localización de la Enfermedad		
Pulmonar (Respiratoria)	219,276	85.91%
Meníngea (CNS)	3,220	1.26%
Miliar	5,003	1.96%
Otras	27,752	10.87%
Seguridad Social		
Secretaría de Salud	169,700	66.48%
IMSS Ordinario	58,339	22.86%
IMSS Oportunidades	11,448	4.48%
ISSSTE	9,061	3.55%
Otras	6,703	2.63%
Resultado de la enfermedad		
Curado	125,451	52.41%
Continúa en tratamiento	51,924	21.69%
Termino de tratamiento sin BK	25,124	10.50%
Defunción por otras causas	15,759	6.58%
Abandono	11,812	4.93%
Traslado a otra unidad	6,287	2.63%
Fracaso	1,932	0.81%
Defunción por TB	1,098	0.46%

La media de edad de los casos fue de 43 años con una DE de 19.58 años, afectando especialmente al sexo masculino (60%), presentación pulmonar (86%), y atención por la SSA (66%). La mitad de los casos se reportan como curados, con un 20% en tratamiento. Menos de 1% de los casos se reportó como defunción por TB.

Cuadro 7. Características de la mortalidad por TB en México, 1998 – 2012

Características de mortalidad		
Edad	Media 55 años	Desviación Estándar 58.33 años
Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	27,634	66.96%
Femenino	13,632	33.03%
Localización de la Enfermedad		
Pulmonar (Respiratoria)	36,003	87.24%
Meníngea (CNS)	1,297	3.14%
Miliar	2,396	5.81%
Otras	1,575	3.82%
Seguridad Social		
Seguro Popular	3,719	9.01%
IMSS Ordinario	10,716	25.96%
IMSS Oportunidades	14	0.03%
ISSSTE	1,543	3.74%
Otras	1,186	2.87%
No Especificado	4,725	11.45%
Sin Derechohabencia	19,368	46.93%
Lugar de la Defunción		
Unidad Medica	22,111	53.58%
Vía Pública	200	0.48%
Hogar	16,149	39.13%
Otro Lugar	1,129	2.74%
Se Ignora	1,123	2.72%
No especificado	559	1.35%

Por su parte, la media de edad para defunciones por TB fue de 55 años, con una amplia dispersión. De la misma manera, la presentación fue mayoritariamente pulmonar. La mitad de las muertes se asentaron en el certificado como no derechohabientes. Un 53% falleció en unidad médica y 40% en su hogar.

Cuadro 8. Características Demográficas de los casos de TB diagnosticados en la Jurisdicción Sanitaria Atlacomulco, 2010 – 2012

VARIABLE		
Edad	Media 53 años	Desviación Estándar 25.8 años
Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	28	43%
Masculino	37	57%
Localización de la enfermedad		
Pulmonar	42	65%
Ganglionar	8	12%
Intestinal	5	8%
Otra	10	15%
Resultado		
Curación / Fin Tx	53	83%
Continúa en Tx	4	6%
Defunción por TB	4	6%
Defunción por otras causas	4	6%
Municipio		
Acambay	13	20%
Atlacomulco	23	35%
El Oro	16	25%
Temascalcingo	13	20%

La media de edad de los casos en la Jurisdicción ligeramente mayor a la media nacional. Sin embargo, la distribución por sexo es similar. Es posible que el pequeño tamaño de la muestra influyera en la localización de la enfermedad, la cual se distribuyó entre otras formas de TB, si bien la presentación respiratoria siguió siendo mayoritaria. Un porcentaje elevado (83%), mayor a la media nacional (52%), concluyó satisfactoriamente el tratamiento.

Cuadro 9. Contactos declarados y estudiados en la Jurisdicción Sanitaria Atlacomulco, 2010 – 2012.

AÑO DE REGISTRO	CASOS		CONTACTOS		CONTACTOS POR CASO
	NOTIFICADOS / CON ESTUDIO DE CONTACTOS	PCTJE	DECLARADOS / ESTUDIADOS	PCTJE	DECLARADOS / ESTUDIADOS
2010	19 / 18	95%	76 / 50	66%	4 / 3
2011	29 / 27	93%	105 / 52	50%	4 / 2
2012	17 / 12	71%	51 / 44	86%	4 / 4
MEDIA NACIONAL	21,224 / 19,429	92%	79543 / 69246	87%	4 / 3

En total, la jurisdicción reportó a través de sus unidades médicas un total de 65 casos de enero de 2010 a diciembre de 2012. A 62 casos (95.38%), se les realizó estudio de contactos, declarándose un total de 255 contactos, 128 de los cuales fueron estudiados (50.20%). En promedio, por cada caso reportado fueron declarados 4 contactos, de los cuales se estudiaron 3, igual a la media nacional.

Cuadro 10. Valores mínimos, máximos y observados para cada indicador, México, 1998 – 2012

INDICADOR	RANGO DE VALORES	ESCALA	VALOR MEDIO OBSERVADO*	RANGO OBSERVADO
Insesgo del estudio de contactos para la generación de redes de transmisión entre casos y contactos	1 – 2	Bueno: 2 Malo: 1	1	1
Clasificación oportuna de los casos	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	28.90%	3.2% - 76.34%
Notificación oportuna de los casos	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	90.17%	83.51% - 93.37%
Notificación oportuna de los casos de TB meníngea	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	19.70%	2.7% - 36.37%
Información Epidemiológica Completa	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	23.80%	6.45% - 41.6%
Porcentaje de defunciones por TB reportadas a la plataforma	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	2.70%	0% - 36.11%
Subregistro de casos de TB a la plataforma	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	59.7%	25% - 77%
Porcentaje casos con estudio de contactos	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	40.35%	0.04% - 88.73%
Porcentaje de contactos examinados de los declarados	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	74.79%	56.41% - 100%
Uso del estudio de contactos	1 – 2	Bueno: 2 Malo: 1	1	1
INDICE DE DESEMPEÑO	0 – 100%	Sobresaliente = 90 a < 100 Satisfactorio = 80 a < 90 Mínimo = 60 a < 80 Precario = < 60	50.4%	43.9% - 57.4%

*Valores promedio de los 15 años estudiados

Cuadro 11. Casos y defunciones con Factor de Ajuste Estacionario (SAF) en México, 1998 - 2012

Casos			Defunciones		
Mes	Casos	SAF (%)	Mes	Defunciones	SAF (%)
Enero	24,702	116.13%	Enero	3,907	114.26%
Febrero	22,108	103.94%	Febrero	3,465	101.34%
Marzo	24,574	115.53%	Marzo	3,633	106.25%
Abril	22,903	107.67%	Abril	3,385	99.00%
Mayo	24,061	113.12%	Mayo	3,329	97.36%
Junio	23,722	111.52%	Junio	3,138	91.77%
Julio	21,877	102.85%	Julio	3,186	93.18%
Agosto	22,162	104.19%	Agosto	3,377	98.76%
Setiembre	19,884	93.48%	Setiembre	3,237	94.67%
Octubre	20,256	95.23%	Octubre	3,393	99.23%
Noviembre	16,695	78.49%	Noviembre	3,320	97.10%
Diciembre	12,307	57.86%	Diciembre	3,661	107.07%

El factor de ajuste estacional (SAF) demostró que la mayor variabilidad en morbilidad se da en los meses de noviembre y diciembre, en donde los casos nuevos caen de manera dramática, con un incremento en los meses de mayo y junio. Por su parte las defunciones aparentan un ligero incremento, estadísticamente significativo ($p < 0.023$) en los meses de invierno versus las demás estaciones.

Cuadro 12. Tests de autocorrelación del modelo

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(p)	chi2	df	Prob > chi2
1	61.947	1	0.0000
2	79.985	2	0.0000
3	80.949	3	0.0000
4	81.357	4	0.0000
5	84.979	5	0.0000
6	85.254	6	0.0000
7	87.183	7	0.0000
8	87.807	8	0.0000
9	90.313	9	0.0000
10	95.905	10	0.0000
11	97.526	11	0.0000
12	102.645	12	0.0000

H0: no serial correlation

Durbin's alternative test for autocorrelation

lags(p)	chi2	df	Prob > chi2
1	92.880	1	0.0000
2	140.753	2	0.0000
3	143.018	3	0.0000
4	143.509	4	0.0000
5	154.718	5	0.0000
6	154.768	6	0.0000
7	160.620	7	0.0000
8	161.914	8	0.0000
9	170.179	9	0.0000
10	191.594	10	0.0000
11	197.478	11	0.0000
12	220.270	12	0.0000

H0: no serial correlation

Ambas pruebas para 12 retardos demuestran la existencia de correlación serial entre ambas series de tiempo. El resultado es altamente significativo para todos los retardos estudiados.

Cuadro 13. Criterios de selección de retardos

Selection-order criteria (lutstats)

Sample: 1999m1 - 2012m12						Number of obs = 168		
lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-2064.7				1.7e+08	18.904	18.904	18.904
1	-1949.33	230.75	4	0.000	4.4e+07	17.5781	17.6083	17.6525
2	-1928.57	41.519	4	0.000	3.6e+07	17.3786	17.439	17.5274
3	-1924.89	7.3573	4	0.118	3.6e+07	17.3824	17.473	17.6056
4	-1919.83	10.111	4	0.039	3.6e+07	17.3699	17.4906	17.6674
5	-1917.45	4.7653	4	0.312	3.7e+07	17.3891	17.54	17.761
6	-1912.42	10.062	4	0.039	3.6e+07	17.3768	17.558	17.8231
7	-1904.93	14.97	4	0.005	3.5e+07	17.3354	17.5467	17.856
8	-1899.3	11.262	4	0.024	3.4e+07	17.3159	17.5574	17.911
9	-1894.71	9.1938	4	0.056	3.4e+07	17.3088	17.5805	17.9783
10	-1891.72	5.9722	4	0.201	3.4e+07	17.3209	17.6228	18.0647
11	-1873.51	36.42	4	0.000	2.9e+07	17.1517	17.4838	17.9699
12	-1755.69	235.64*	4	0.000	7.5e+06*	15.7967*	16.159*	16.6893*

Endogenous: deaths cases
Exogenous: _cons

La tabla muestra las predicciones finales de error (FPE), el Criterio de Información Akaike (AIC), el Criterio Bayesiano de Información de Schwarz's (SBIC), y el Criterio de Información de Hannan y Quinn (HQIC) para la serie de vectores autorregresivos de muertes y casos. Con una p significativa ($p < 0.0001$), los cuatro criterios indican un modelo de 12 retardos.

Cuadro 14. Modelo VAR inicial

Vector autoregression

Sample: 1999m1 - 2012m12	No. of obs	=	168
Log likelihood = -1755.689	AIC	=	21.49629
FPE = 7459440	HQIC	=	21.87363
Det(Sigma_ml) = 4095092	SBIC	=	22.42604

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
deaths	25	20.9562	0.8088	710.8625	0.0000
cases	25	113.592	0.8953	1436.067	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	

deaths						
deaths						
L1.	.187348	.0765957	2.45	0.014	.0372231	.3374729
L2.	.2216399	.0779601	2.84	0.004	.0688409	.374439
L3.	.1526545	.0796914	1.92	0.055	-.0035378	.3088468
L4.	.1540409	.0801935	1.92	0.055	-.0031356	.3112173
L5.	.1489751	.0808144	1.84	0.065	-.0094181	.3073684
L6.	.0283934	.0807463	0.35	0.725	-.1298663	.1866532
L7.	-.1270789	.0807976	-1.57	0.116	-.2854393	.0312816
L8.	-.1574997	.0809598	-1.95	0.052	-.3161781	.0011786
L9.	-.0843938	.0809823	-1.04	0.297	-.2431161	.0743285
L10.	.1032483	.0808429	1.28	0.202	-.0552009	.2616976
L11.	.0527522	.0790633	0.67	0.505	-.102209	.2077134
L12.	.1458676	.0770964	1.89	0.058	-.0052385	.2969738
cases						
L1.	-.0235721	.0071792	-3.28	0.001	-.037643	-.0095012
L2.	.0024971	.0070571	0.35	0.723	-.0113345	.0163288
L3.	-.0005016	.0070879	-0.07	0.944	-.0143936	.0133904
L4.	-.0033167	.0070105	-0.47	0.636	-.017057	.0104236
L5.	.0038367	.0069618	0.55	0.582	-.0098083	.0174817
L6.	.012151	.0068552	1.77	0.076	-.001285	.025587
L7.	.0152761	.0069206	2.21	0.027	.0017119	.0288402
L8.	-.0099307	.0070213	-1.41	0.157	-.0236921	.0038307
L9.	-.004433	.0070009	-0.63	0.527	-.0181544	.0092885
L10.	-.0043676	.0070174	-0.62	0.534	-.0181215	.0093863
L11.	.0026611	.0069573	0.38	0.702	-.010975	.0162973
L12.	-.0079561	.0067245	-1.18	0.237	-.0211358	.0052236
_cons	60.61561	33.85481	1.79	0.073	-5.7386	126.9698

cases						
deaths						
L1.	.3347535	.4151856	0.81	0.420	-.4789954	1.148502
L2.	.3278272	.4225813	0.78	0.438	-.500417	1.156071
L3.	.084359	.4319657	0.20	0.845	-.7622782	.9309962
L4.	-.5480571	.4346874	-1.26	0.207	-1.400029	.3039146
L5.	.2360643	.4380527	0.54	0.590	-.6225032	1.094632
L6.	.5670657	.4376834	1.30	0.195	-.2907781	1.424909
L7.	-.121376	.4379619	-0.28	0.782	-.9797656	.7370135
L8.	.0085484	.4388411	0.02	0.984	-.8515644	.8686612
L9.	-.590112	.4389626	-1.34	0.179	-1.450463	.2702389
L10.	.5100809	.4382074	1.16	0.244	-.3487898	1.368952
L11.	-.4605875	.428561	-1.07	0.282	-1.300552	.3793766
L12.	-.3595199	.4178994	-0.86	0.390	-1.178588	.4595479
cases						
L1.	.0106488	.0389145	0.27	0.784	-.0656223	.0869199
L2.	.0549982	.0382529	1.44	0.151	-.0199761	.1299724
L3.	.0175249	.0384197	0.46	0.648	-.0577763	.0928261
L4.	-.0047881	.0380002	-0.13	0.900	-.0792672	.0696911
L5.	-.0210419	.0377365	-0.56	0.577	-.0950041	.0529204
L6.	.0005726	.0371587	0.02	0.988	-.0722571	.0734022
L7.	.0374561	.0375131	1.00	0.318	-.0360682	.1109804
L8.	.005567	.0380585	0.15	0.884	-.0690264	.0801604
L9.	.0077872	.037948	0.21	0.837	-.0665895	.0821639
L10.	-.0109559	.0380377	-0.29	0.773	-.0855084	.0635967
L11.	.0334985	.0377122	0.89	0.374	-.040416	.107413
L12.	.8113051	.0364498	22.26	0.000	.7398647	.8827454
_cons	138.0919	183.5093	0.75	0.452	-221.5798	497.7635

El modelo presenta un elevado coeficiente de determinación para ambas variables (80.88% para defunciones y 89.53% para casos). Sin embargo, como se puede apreciar, el valor de los coeficientes individuales de cada retardo no es significativo. Como se ve más adelante (cuadro 13) el modelo indica la exclusión de todos los retardos salvo 1, 2 y 12.

Cuadro 15. Prueba de exclusión de Wald

Equation: deaths

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	18.39638	2	0.000
2	8.113383	2	0.017
3	3.709514	2	0.156
4	4.020853	2	0.134
5	3.640399	2	0.162
6	3.241234	2	0.198
7	7.505675	2	0.023
8	5.858717	2	0.053
9	1.459189	2	0.482
10	2.039127	2	0.361
11	.6047133	2	0.739
12	4.630821	2	0.099

Equation: cases

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	.6902117	2	0.708
2	2.53875	2	0.281
3	.2352718	2	0.889
4	1.593168	2	0.451
5	.6212762	2	0.733
6	1.678722	2	0.432
7	1.086742	2	0.581
8	.0218547	2	0.989
9	1.862107	2	0.394
10	1.446697	2	0.485
11	1.897183	2	0.387
12	496.518	2	0.000

Equation: All

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	19.00712	4	0.001
2	10.43099	4	0.034
3	3.92598	4	0.416
4	5.870597	4	0.209
5	4.20056	4	0.380
6	4.88837	4	0.299
7	8.341596	4	0.080
8	5.920908	4	0.205
9	3.202233	4	0.525
10	3.324355	4	0.505
11	2.546145	4	0.636
12	504.9149	4	0.000

Cuadro 16. Modelo VAR ajustado

Vector autoregression

Sample: 1999m1 - 2012m12	No. of obs	=	168
Log likelihood = -1772.826	AIC	=	21.27173
FPE = 5933214	HQIC	=	21.37739
Det(Sigma_ml) = 5021872	SBIC	=	21.53206

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
deaths	7	21.2613	0.7785	590.3625	0.0000
cases	7	110.16	0.8891	1346.9	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
deaths						
deaths						
L1.	.302307	.0701666	4.31	0.000	.1647829	.439831
L2.	.2933751	.0655716	4.47	0.000	.1648571	.4218931
L12.	.1758784	.0605751	2.90	0.004	.0571533	.2946035
cases						
L1.	-.0259892	.0070435	-3.69	0.000	-.0397942	-.0121842
L2.	.0055549	.0065025	0.85	0.393	-.0071898	.0182996
L12.	-.006173	.0057472	-1.07	0.283	-.0174374	.0050914
_cons	85.50698	21.41229	3.99	0.000	43.53967	127.4743
cases						
deaths						
L1.	.261119	.3635512	0.72	0.473	-.4514281	.9736662
L2.	.2018734	.3397433	0.59	0.552	-.4640112	.8677581
L12.	-.5411454	.3138553	-1.72	0.085	-1.15629	.0739996
cases						
L1.	.0006165	.0364943	0.02	0.987	-.0709109	.072144
L2.	.0590015	.0336913	1.75	0.080	-.0070322	.1250352
L12.	.8563072	.0297779	28.76	0.000	.7979437	.9146708
_cons	190.6194	110.9425	1.72	0.086	-26.82394	408.0627

Cuadro 17. Segunda Prueba de exclusión de Wald

Equation: deaths

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	32.95799	2	0.000
2	20.85818	2	0.000
12	10.25694	2	0.006

Equation: cases

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	.5158769	2	0.773
2	3.449609	2	0.178
12	846.5901	2	0.000

Equation: All

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	33.2299	4	0.000
2	23.90081	4	0.000
12	864.627	4	0.000

Cuadro 18. Test Multiplicador de Lagrange

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	6.9982	4	0.13598
2	8.6151	4	0.07148

H0: no autocorrelation at lag order

El segundo modelo presenta un coeficiente de determinación menor para ambas variables, sin embargo, la segunda prueba de exclusión muestra que el modelo explica de manera adecuada muertes. El test de Lagrange demuestra la ausencia de correlación en los residuos del modelo.

Cuadro 19. Test de estabilidad del modelo VAR por valores propios

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
.9936448	.993645
.8610374 + .4915307i	.991457
.8610374 - .4915307i	.991457
-.9904326	.990433
-.857457 + .491517i	.988343
-.857457 - .491517i	.988343
.4977377 + .8513533i	.986177
.4977377 - .8513533i	.986177
-.4942793 + .8514369i	.984508
-.4942793 - .8514369i	.984508
.00169366 + .9831783i	.98318
.00169366 - .9831783i	.98318
.9396865	.939687
.7994162 + .398986i	.893452
.7994162 - .398986i	.893452
-.8684106	.868411
-.7481485 + .4178819i	.856943
-.7481485 - .4178819i	.856943
.4607325 + .7153723i	.850901
.4607325 - .7153723i	.850901
-.4235772 + .725777i	.840339
-.4235772 - .725777i	.840339
.01706215 + .8360504i	.836224
.01706215 - .8360504i	.836224

All the eigenvalues lie inside the unit circle.
VAR satisfies stability condition.

Cuadro 20. Prueba de Causalidad Granger de Wald

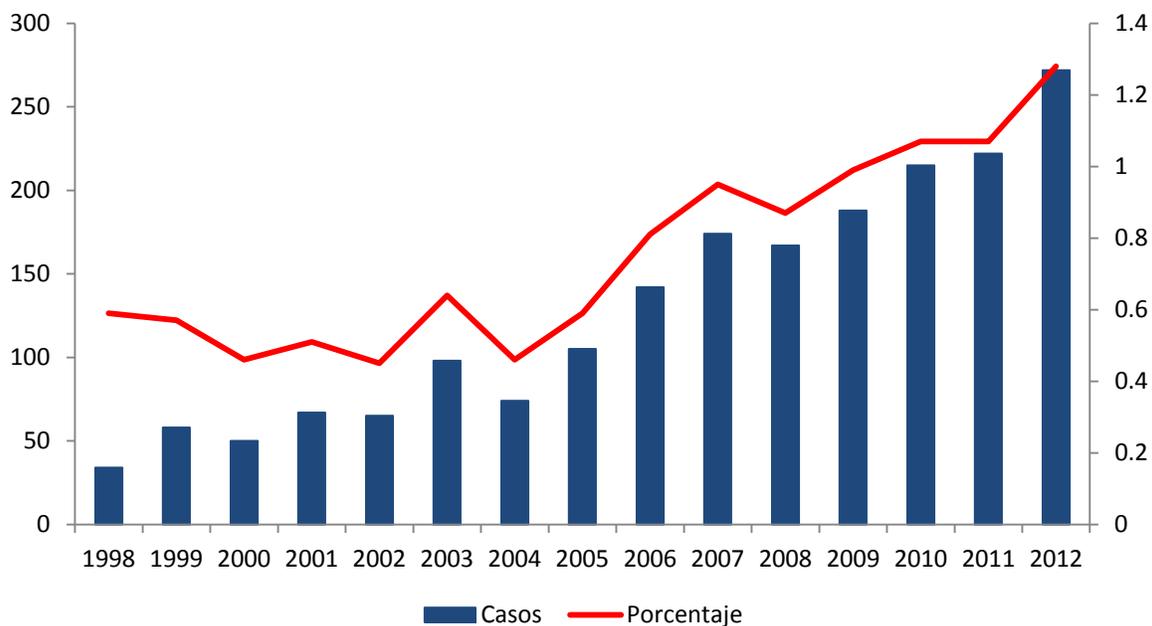
Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
deaths	cases	18.842	3	0.000
deaths	ALL	18.842	3	0.000
cases	deaths	3.0586	3	0.383
cases	ALL	3.0586	3	0.383

Cases unilinealy Granger-causes deaths

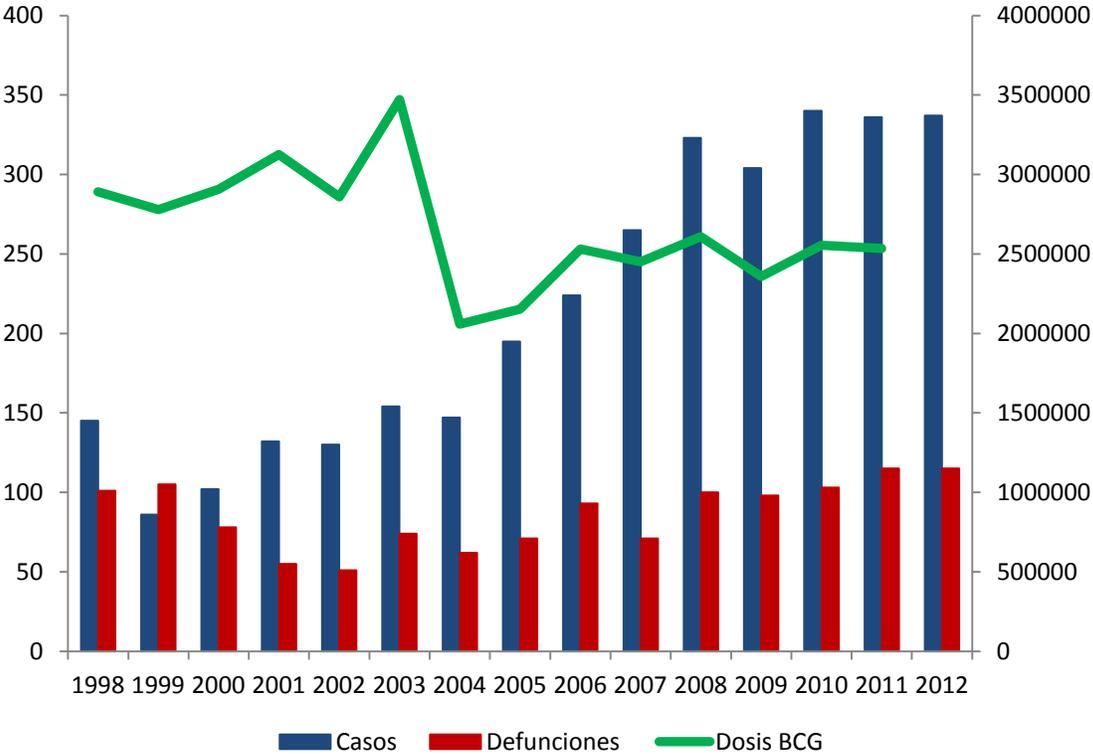
GRÁFICOS

Gráfico 1. Casos con Farmacorresistencia en México, 1998 – 2012



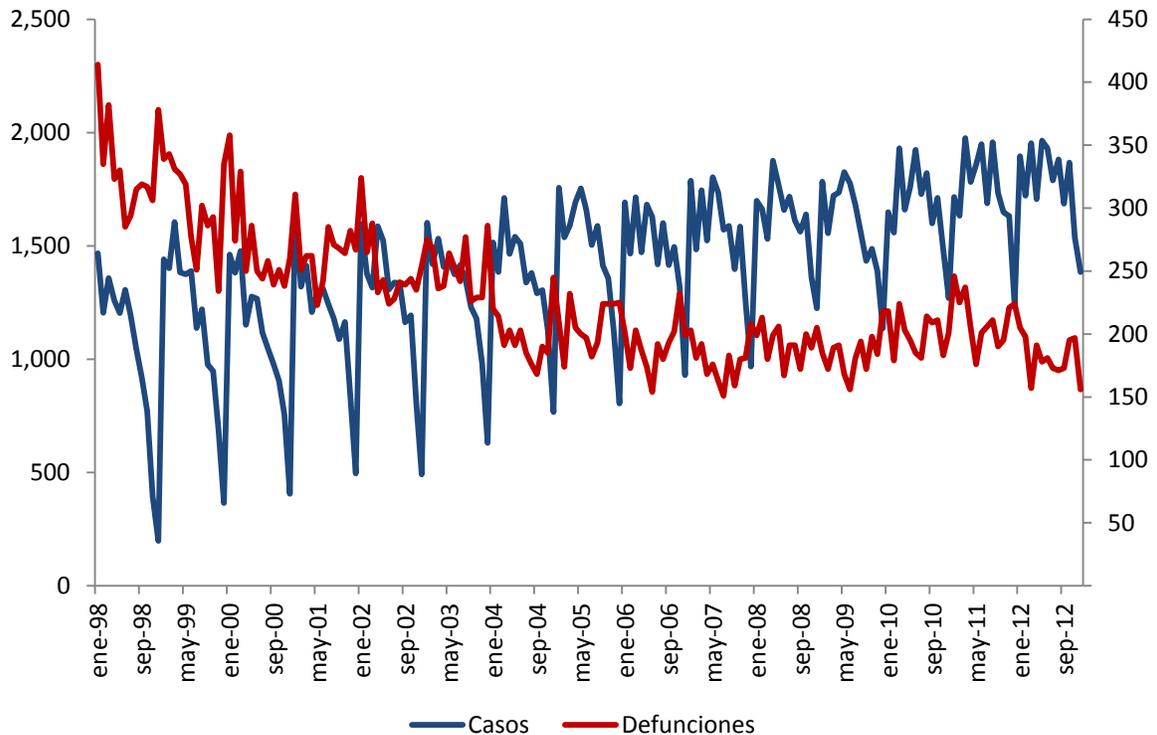
Los casos de farmacorresistencia se incrementaron paulatinamente desde 1998 hasta 2012. De 34 casos reportados en 1998 (0.59% del total de casos totales de TB reportados a la plataforma), éstos se incrementaron hasta 272 en 2012 (1.3% de los casos totales reportados). Lo anterior significa un incremento del 116% en el período reportado.

Gráfico 2. Casos y defunciones por TB meningéa, dosis aplicadas de BCG en México, 1998 – 2012.



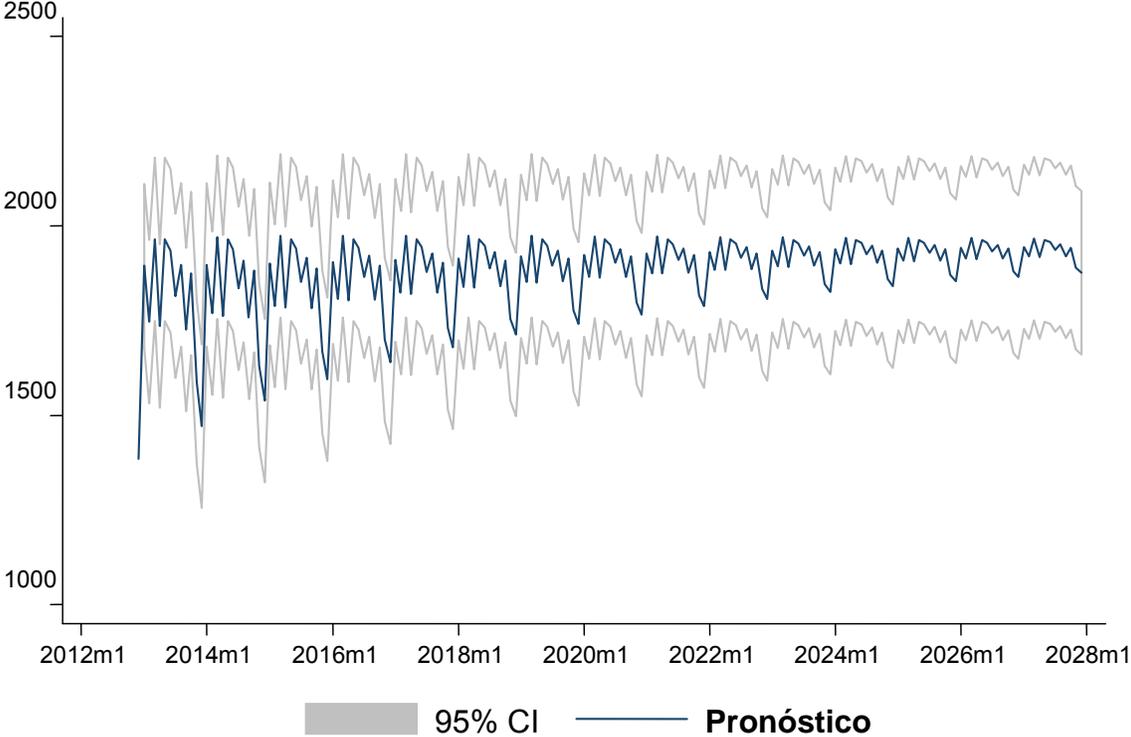
Tras un período de relativo cambio entre 1998 y 2003, los casos de TB meningéa se incrementaron de manera considerable alcanzando su nivel máximo en 2010. De un promedio de 120 casos entre 1998 y 2003, éstos se incrementaron a casi 300 por año entre 2005 y 2010. Por su parte, las dosis aplicadas de de BCG, tras permanecer en un promedio de 3 millones para los años 1998 a 2003, cayeron drásticamente en el año 2004 a 2 millones, tras lo cual no se recuperaron. De 2005 a 2010, el promedio de dosis aplicadas fue apenas de 2.4 millones.

Gráfico 3. Casos y defunciones Mensuales por TB en México, 1998, 2012



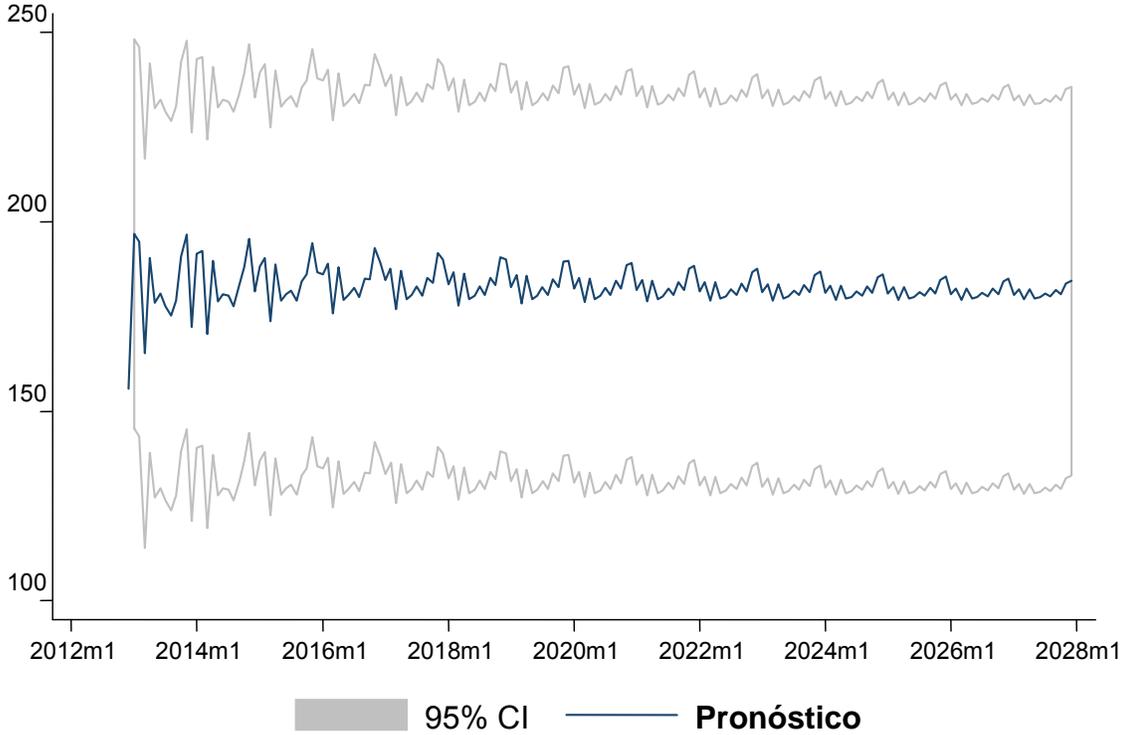
Al analizar la morbilidad se muestra una tendencia creciente, partiendo de cerca de 15,000 nuevos casos en 1998 hasta 21,000 nuevos casos en 2012. Por el contrario, la mortalidad muestra una tendencia a la baja, comenzando con más de 4,000 muertes en 1998, y bajar a poco más de 2,000 en 2012.

Gráfico 4. Valores Pronosticados e IC.95% para los casos nuevos por mes y año en México, 2012 - 2028



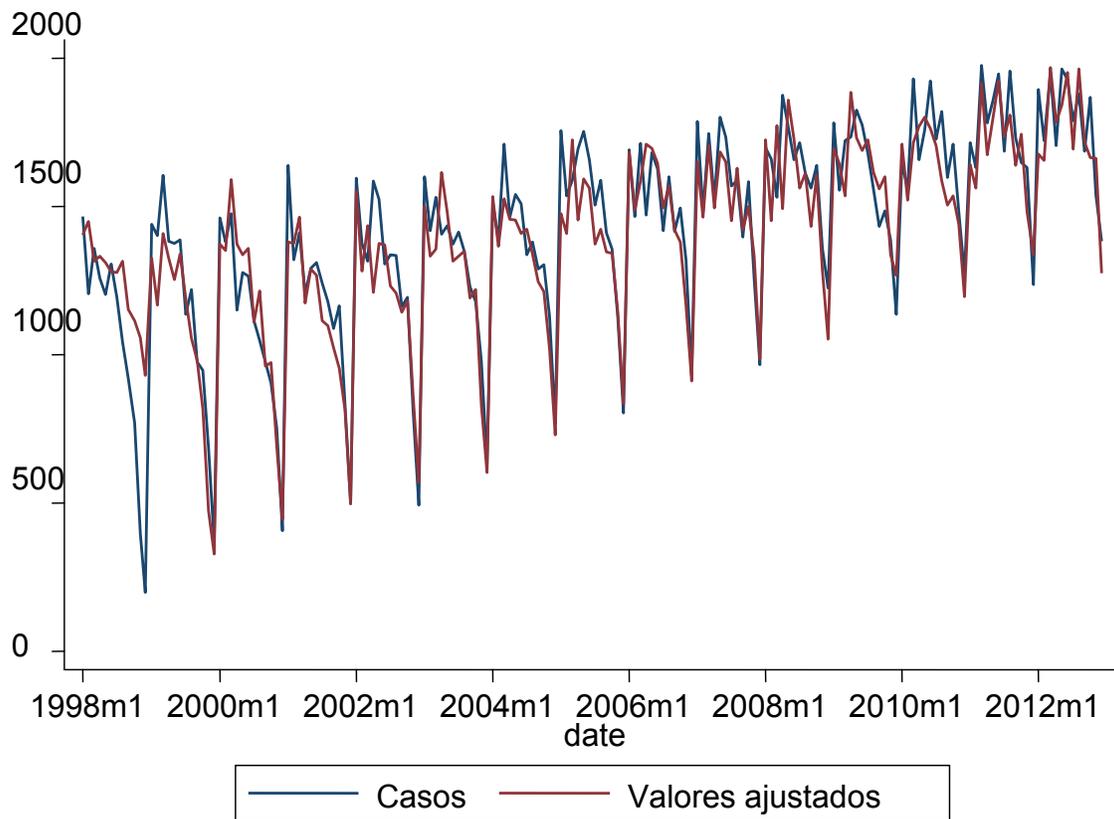
Se puede observar una ligera tendencia de los casos nuevos por mes. En general, nuestro modelo predice una estabilización de los casos, llegando a un pico de 2,000 por mes en 2018.

Gráfico 5. Valores Pronosticados e IC.95% para los defunciones nuevas por mes y año en México, 2012 - 2028



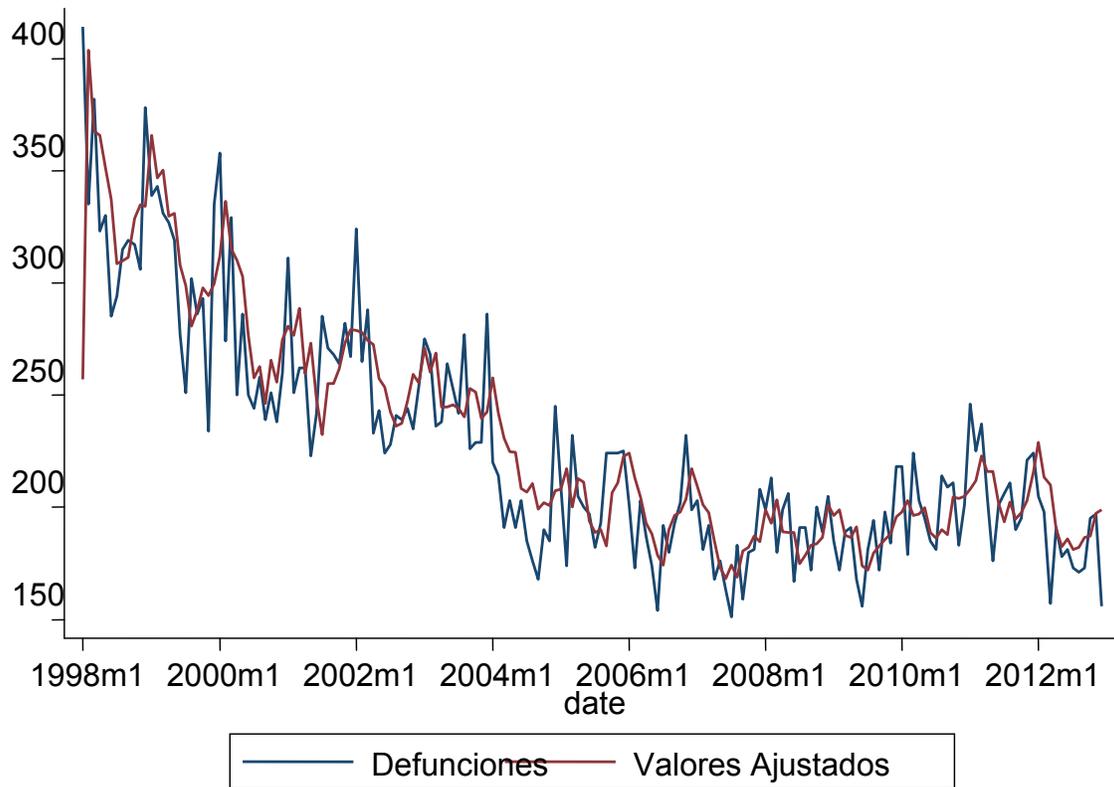
A diferencia de los valores de morbilidad, aquí se observa una tendencia muy discreta a la baja en los valores pronosticados, con una estabilización de los casos en 175 defunciones por mes para 2018.

Gráfico 6. Valores Ajustados y Valores observados de Morbilidad por TB en México, 1998 – 2012.



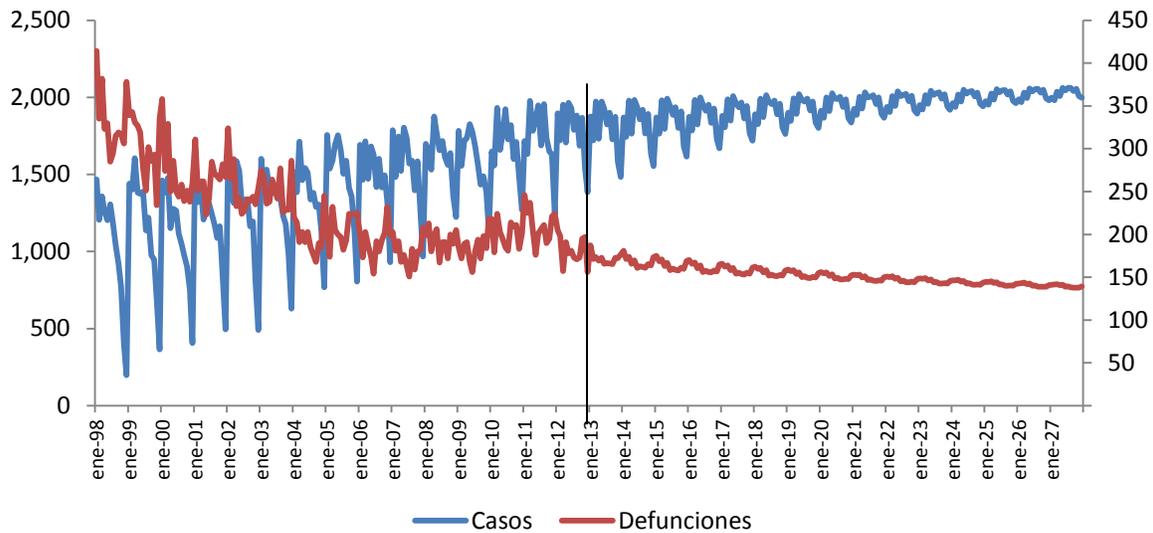
Se observa un comportamiento congruente entre los valores ajustados y los casos observados en el período estudiado, lo que nos apunta hacia un adecuado ajuste del modelo.

Gráfico 7. Valores Ajustados y Valores observados de Mortalidad por TB en México, 1998 – 2012.



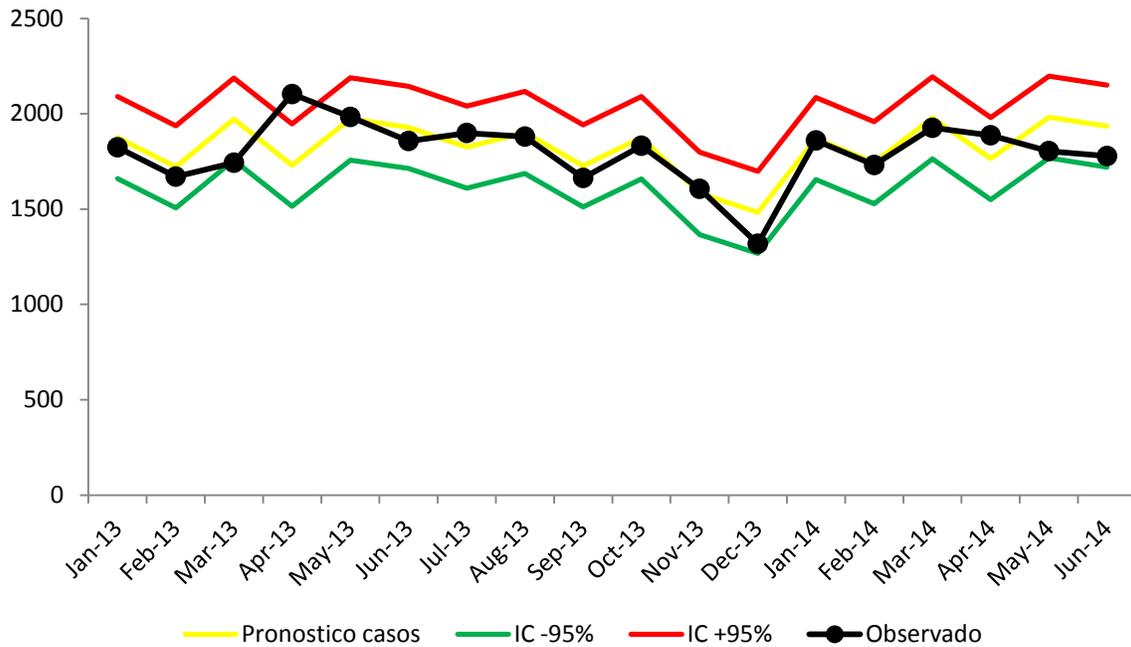
Se observa un comportamiento congruente entre los valores ajustados y los casos observados en el período estudiado, lo que nos apunta hacia un adecuado ajuste del modelo.

Gráfico 8. Gráfica secuencial de valores observados y pronosticados de casos y Defunciones por TB en México, 1998 - 2012



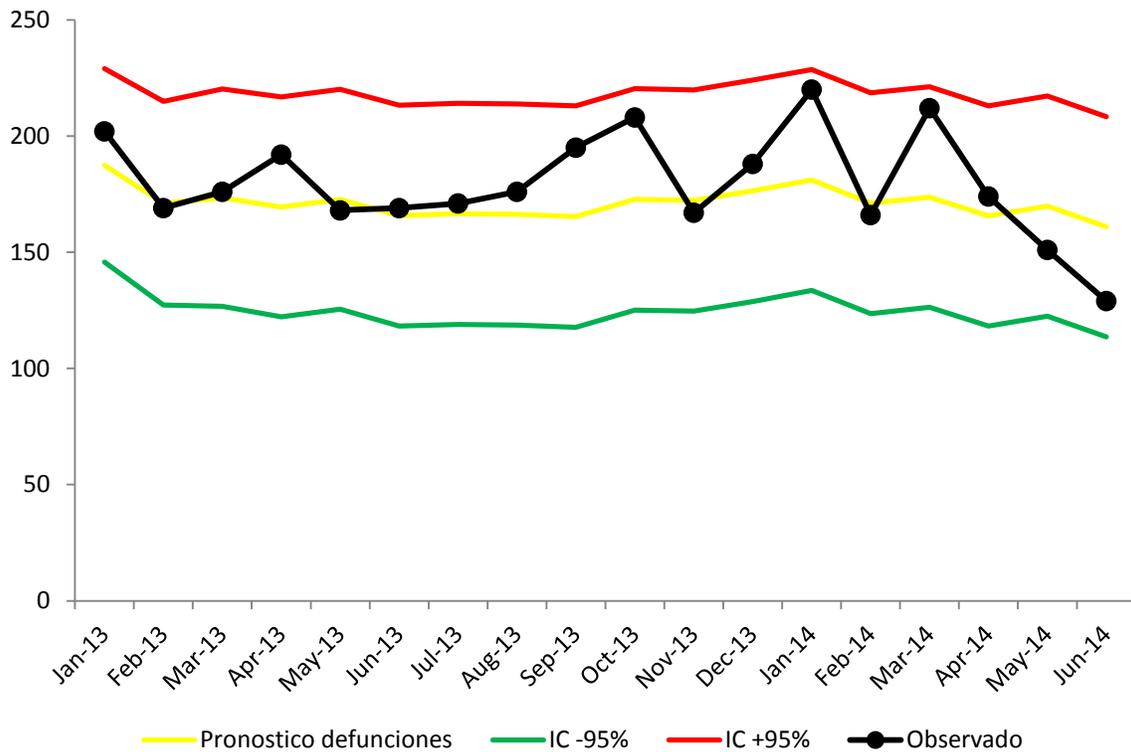
Se puede observar que la tendencia a la alza de casos nuevos se preserva en los valores pronosticados para morbilidad y la tendencia de la mortalidad se estanca, siguiendo el comportamiento observado a partir de 2007.

Gráfico 9. Valores Pronosticados para morbilidad con IC.95% y observados, Ene 2013 – Jun 2014



Al contrastar los valores pronosticados y los valores reales observados en 2013 y el primer semestre de 2014 se observó que los datos observados coincidían razonablemente bien con los valores calculados. Solamente se observa un valor atípico en abril de 2013, el cual cruza el IC95% superior.

Gráfico 10. Valores Pronosticados para mortalidad con IC.95% y observados, Ene 2013 – Jun 2014



Al contrastar los valores pronosticados y los valores reales observados en 2013 y el primer semestre de 2014 se observó que los datos observados coincidían razonablemente bien con los valores calculados. En el caso de la mortalidad, todos los datos cayeron dentro del IC95%