

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA  
CIEGO DE ÁVILA

Pronóstico de la tuberculosis en Ciego de Ávila.  
Prognosis of tuberculosis in Ciego de Avila.

Odalys Rodríguez Martín (1), Magaly Esperanza Leal Moreira (2), Mirena Reina Alejo (3), Noelia Basulto Montejo (4), Belkys Sánchez Gómez (5).

## RESUMEN

El análisis de series temporales es de vital importancia en la vigilancia y predicción de enfermedades en salud. La Organización Mundial de Salud puso en marcha la nueva estrategia "Alto a la Tuberculosis". La estrategia se aplicará a lo largo de los próximos 10 años, para detener la Tuberculosis en el período 2006-2015. El objetivo de este estudio fue pronosticar el comportamiento de la tuberculosis en la provincia Ciego de Ávila para el 2011-2012 y poner los resultados a disposición de los directivos para la toma de decisiones oportunas para solventar los problemas que afectan a la población. Se realizó un estudio descriptivo longitudinal retrospectivo. Se empleó la serie temporal de tuberculosis con frecuencia mensual 2000-2010 y anual de 1990 al 2010. Para la obtención del pronóstico se empleó el método de alisamiento exponencial con dos y tres parámetros. Se pronosticó una estimación puntual de 12.7 en el 2011 y 12.9 en el 2012 con estrechos intervalos de predicción. El método empleado resultó adecuado, estimándose un incremento en la incidencia de tuberculosis.

Palabras clave: TUBERCULOSIS, ESTUDIOS DE SERIES TEMPORALES.

1. Dra. en Estomatología. Especialista en Bioestadística. Máster en Urgencias Estomatológicas. Profesora Asistente.
2. Licenciada en Gestión de la Información en Salud.
3. Especialista de 1er Grado en Medicina General Integral. Especialista de 1er Grado en Dermatología. Máster en Enfermedades Infecciosas. Profesora Instructora.
4. Licenciada en Sociología Marxista-leninista. Profesora Asistente.
5. Especialista de 1er Grado en Pediatría. Máster en Atención Integral al Niño. Máster en atención al niño con Discapacidad. Profesora Asistente.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de series temporales es de vital importancia en la vigilancia y predicción de enfermedades en salud. La tuberculosis (TB) ocupa el primer lugar entre las causas de muerte por enfermedades infecciosas curables, constituye la enfermedad infecciosa que más ha afectado a la humanidad a lo largo de la historia, en la actualidad representa uno de los problemas más graves de salud considerándose una importante causa de enfermedad y muerte (1-3).

La OMS puso en marcha la nueva estrategia "Alto a la tuberculosis". La estrategia se aplicará a lo largo de los próximos 10 años, según lo previsto en el Plan Mundial para Detener la Tuberculosis en el período 2006-2015 (4).

El control de la tuberculosis, de acuerdo con las recomendaciones internacionales para el control de las enfermedades infecciosas en el siglo XXI, deberá enfocarse a mejorar la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y las estrategias de control del padecimiento.

La nueva estrategia tiene como prioridad que mejore el funcionamiento de los programas y el fortalecimiento de las infraestructuras existentes (4-5).

La TB es una de las enfermedades infectocontagiosas más prevalentes de la historia. Se transmite por vía aérea, al igual que el resfriado común. Sólo transmiten la infección las personas que padecen tuberculosis pulmonar; al toser, estornudar, hablar o escupir, expulsan al aire los gérmenes de la enfermedad, conocidos como bacilos tuberculosos. Basta inhalar una pequeña cantidad de bacilos para contraer la infección (4, 6-8).

Es considerada una de las enfermedades más antiguas que afectan a los seres humanos. Aunque se estima una antigüedad entre 15.000 a 20.000 años, se acepta más que esta

especie evolucionó de otros microorganismos más primitivos dentro del propio género *Mycobacterium* (8).

La TB se manifiesta en dos formas principales: enfermedad activa e infección latente. La infección puede permanecer dormida o inactiva (latente) por años; sin embargo, en algunas personas se puede reactivar (4).

En países como México, esta enfermedad continúa representando un problema de salud pública. A pesar de que no ha alcanzado la magnitud que se muestra en otras regiones, las tasas estimadas de enfermedad son de 50 casos por 100 000 habitantes (2).

Esta enfermedad en España sigue siendo endémica en algunas zonas rurales. La incidencia de la tuberculosis varía con la edad. En África, la tuberculosis afecta principalmente a adolescentes y adultos jóvenes.

En los Estados Unidos, hay aproximadamente 10 casos de tuberculosis por cada 100,000 personas; sin embargo, las tasas varían tremendamente por área de residencia y clase socioeconómica.

La tuberculosis es curable, pero es necesario un diagnóstico temprano (acudir inmediatamente al médico), pues es una enfermedad grave si no se sigue el tratamiento adecuado (8).

El tratamiento oportuno es sumamente importante para controlar la propagación de la tuberculosis a partir de aquellos que tengan la enfermedad de tuberculosis activa hacia aquellos que nunca han estado infectados con esta enfermedad (4).

Para responder con eficacia ante esta situación, deben implantarse sistemas de vigilancia apropiados y eficientes, mecanismos de alerta precoz y respuesta, así como estrategias de prevención y preparación. La detección rápida de los nuevos brotes de enfermedades transmisibles y el intercambio de información sobre su capacidad de expansión a escala internacional son vitales para dar una respuesta adecuada (9).

La posibilidad de preparar estrategias de intervención oportuna garantiza a las autoridades sanitarias la reducción de las consecuencias, en ocasiones letales, derivadas de enfermedades y otros daños (10).

La provincia Ciego de Ávila finalizó el pasado año 2010 entre las provincias con mayor tasa de incidencia de tuberculosis y hasta el mes de abril se han reportado 29 casos con dos recaídas, motivo por el cual se presenta un estudio de la serie de tuberculosis con el objetivo de pronosticar su comportamiento y poner los resultados a disposición de los directivos para la toma de decisiones oportunas para solventar los problemas que afectan a la población.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio longitudinal descriptivo retrospectivo de series cronológicas en la provincia Ciego de Ávila del año 1990 al 2010. Se utilizó la serie temporal de Tuberculosis con frecuencia mensual del 2000 al 2010 y con frecuencia anual de 1990 a 2010. Se consultó bibliografía en las base de datos del Portal de Salud de Cuba, Infomed. Se calcularon las tasas de incidencia anual por Tuberculosis para lo cual se utilizó la población censada por año. Se comprobó que la serie cumpliera con los requisitos para su estudio: consistencia, estabilidad, no existencia de valores aberrantes y periodicidad y contar con suficiente observaciones. Para la obtención del pronóstico mensual se acortó el número de observaciones y se empleó el método de alisamiento o suavizado exponencial con tres parámetros con un horizonte de predicción de un año y para el anual el método de los mínimos cuadrados y el método de alisamiento exponencial con dos parámetros con un horizonte de predicción de dos años para lo cual se empleó el programa EVIEWS 4.1. Se empleó además el programa STATISTICA 7.0 para obtener los gráficos en el estudio de la estacionalidad. Se utilizaron medidas de resúmenes para variables cualitativas y cuantitativas. La información se representó en gráficos estadísticos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtener pronósticos de enfermedades que acierten con frecuencia es bastante difícil, motivo por el cual se realizó previamente un análisis de la serie mensual de casos acortando el número de observaciones (Gráfico No. 1).

El correlograma (Gráfico No. 2) muestra la presencia de estacionalidad mensual la cual se detecta por la forma de abanico que adquiere el gráfico, los retardos más largos muestran la presencia de estacionalidad más significativa. El correlograma evalúa la autocorrelación intrínseca de la serie. Otro de los supuestos que no se cumplen en las series es la normalidad. El Gráfico No. 3 muestra la el histograma de la tuberculosis y por debajo la curva de la normal.

Se calculó la media de caso mensuales de 4.6 hasta el 2010 con un máximo de casos de 14 y una desviación estándar de 2.7 (Gráfico No. 4).

Para realizar el pronóstico mensual (Gráfico No. 5), se empleó el alisamiento o suavizado exponencial con tres parámetros, es un método muy sencillo para obtener pronósticos rápidos y efectivos, suaviza las oscilaciones locales y se puede apreciar la tendencia o la estacionalidad de la serie. La Tabla No.1 muestra la estimación puntual e intervalos de predicción; como los intervalos de predicción inferior resultaron negativos no se pudo realizar una estimación puntual por meses, hay que preguntarle a los expertos y utilizar otro método para obtener el pronóstico mensual. De acuerdo al pronóstico al contrastar lo real con la estimación puntual esperada, hasta el momento se corresponde con febrero y abril no así con los meses de enero y marzo que se registraron 9 y 15 casos respectivamente. Por este motivo se escogió la serie anual para pronosticar el comportamiento de la TB para el 2011 y 2012.

El Gráfico No. 6 muestra la serie anual de tuberculosis, la cual ha tenido un comportamiento irregular con años muy epidémicos. Para el pronóstico anual se emplearon dos métodos: el método de los mínimos cuadrados; empleado en series donde el no cumplimiento de los supuestos no tiene efectos graves si el número de observaciones es lo suficientemente grande. Las series no cumplen los supuestos porque están autocorrelacionadas, la varianza no es constante, y no tiene distribución normal (10) y el método de alisamiento exponencial con dos parámetros.

Se probaron los dos modelos y se escogió para el pronóstico anual el alisamiento exponencial por presentar menor error.

Se pronostica un aumento de la incidencia anual de TB (Gráfico No. 7) con intervalos estrechos de predicción (Gráfico No. 8) con una estimación puntual (Tabla No. 2) en el 2011 de 12.7 con un intervalo de predicción de 5.9 a 19.6 y para el 2012 una estimación puntual de 1.9 con un intervalo de predicción de 6.1 a 19.8.

Lo cierto es que además del pronóstico cuantitativo debe tenerse en cuenta el criterio de expertos y realmente la TB en Ciego de Ávila es un problema de salud.

## CONCLUSIONES

El método empleado resultó adecuado con intervalos de predicción estrechos, estimándose un incremento en la incidencia de tuberculosis.

## RECOMENDACIONES

Mantener la vigilancia de la tuberculosis. Analizar y pronosticar el comportamiento de otras enfermedades para la toma de decisiones e intervenciones oportunas mejorando la calidad de vida de los habitantes de la provincia Ciego de Ávila.

## ABSTRACT

The temporal series analysis is vital in monitoring and predicting disease in health. WHO launched the new Stop TB Strategy. The strategy will implement over the next 10 years, to stop TB in the period 2006-2015. The aim of this study was to predict the behavior of tuberculosis in Ciego de Avila province for 2011-2012 and make the results available to managers for making timely decisions to resolve problems affecting the population. A retrospective, longitudinal study was carried out. It was used the temporal series of TB with monthly frequency from 2000 to 2010 and annual from 1990 to 2010. To obtain the forecast it was used the method of exponential smoothing with two and three parameters. It was predicted a point estimate of 12.7 in 2011 and 12.9 in 2012 with narrow interval of prediction. It was used the appropriate method, with an estimated increase in the incidence of tuberculosis.

Keywords: TUBERCULOSIS, TIME SERIES STUDIES.

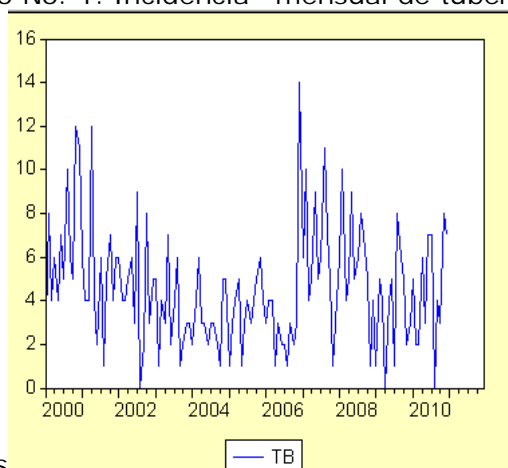
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jiménez Corona ME, García García L, Ponce de León A, Bobadilla del Valle M, Torres M, Canizales Quintero S, et al. Investigación sobre epidemiología convencional y molecular de tuberculosis. Orizaba, Veracruz, 1995-2008. Salud Públ México [Internet]. 2009 [citado 4 May 2011]; 51(supl. 3): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v51s3/a13v51>
2. Barrios Payán JA, Castañón Arreola M, Flores Valdez MA, Hernández Pando R. Aspectos biológicos, clínicos y epidemiológicos de la tuberculosis latente. Salud Públ México

- [Internet]. 2010 [citado 5 May 2011]; 52(1): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.artemisaenlinea.org.mx/articulo>
3. Álvarez N, Borrero R, Reyes F, Camacho F, Mohd N, Sarmiento ME. Mecanismos de evasión y persistencia de *Mycobacterium tuberculosis* durante el estado de latencia y posibles estrategias para el control de la infección latente. VacciMonitor [Internet]. 2009 [citado 25 Dic 2010]; 18(3): [aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.researchgate.net/publication/3810>
  4. Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis. Centro de Prensa [Internet]. OMS: 2010 [citado 2 Abr 2010]. [aprox. 7 pantallas]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/es/index.html>
  5. Llanes Coredero MJ. Programa nacional de control de la tuberculosis. La Habana: MINSAP; 2008.
  6. Tuberculosis pulmonar [Internet]. 2010 [citado 5 May 2011] [aprox. 4 pantallas]. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000077.htm>
  7. Chaves D, Sandoval A, Rodríguez L. Análisis comparativo de seis genomas del complejo *Mycobacterium tuberculosis*. Biomédica. 2010; 30:23-31.
  8. Tuberculosis [Internet]. 2011 [citado 5 Abr 2011]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Tuberculosis>
  9. Fariñas Reinoso AT. De la vigilancia epidemiológica a la vigilancia en salud. Report Téc Vigilancia [Internet]. 2006 [citado 2 May 2011]; 11(2): [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/farinasvig.pdf>
  10. Coutin Marie G. Las series temporales. Ciudad de la Habana: MINSAP; 2004.

## ANEXOS

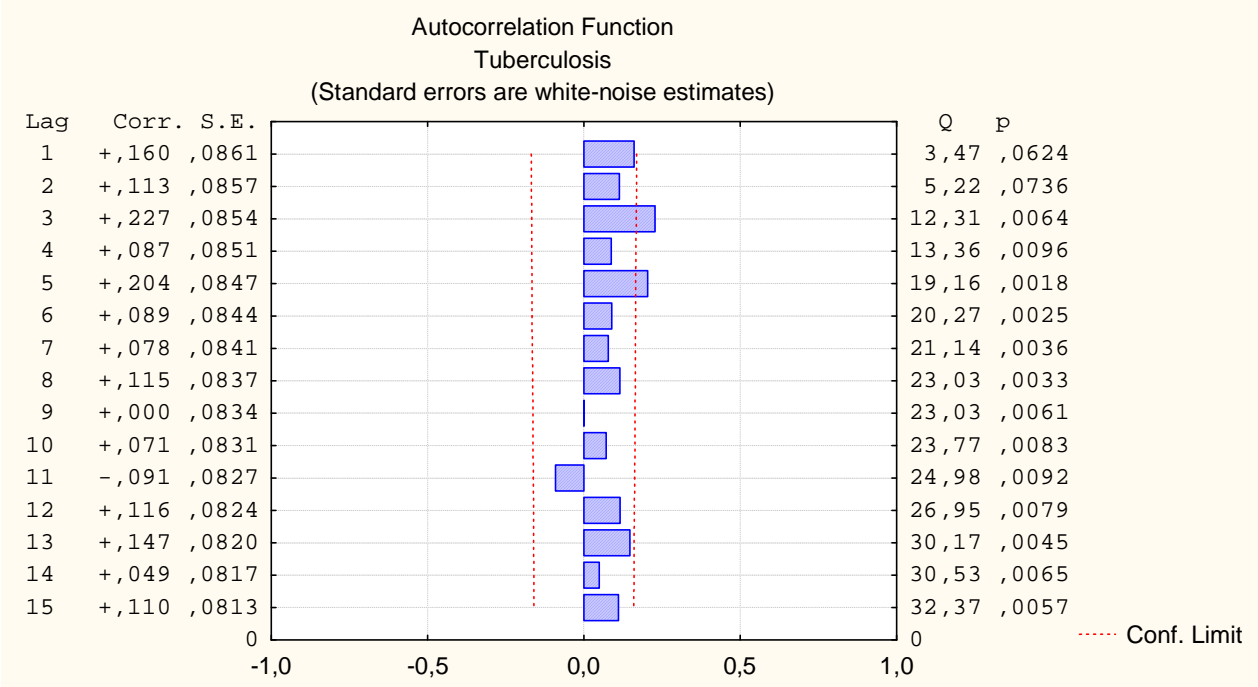
Gráfico No. 1. Incidencia\* mensual de tuberculosis. Ciego de Ávila. 2000-2010.



\*casos

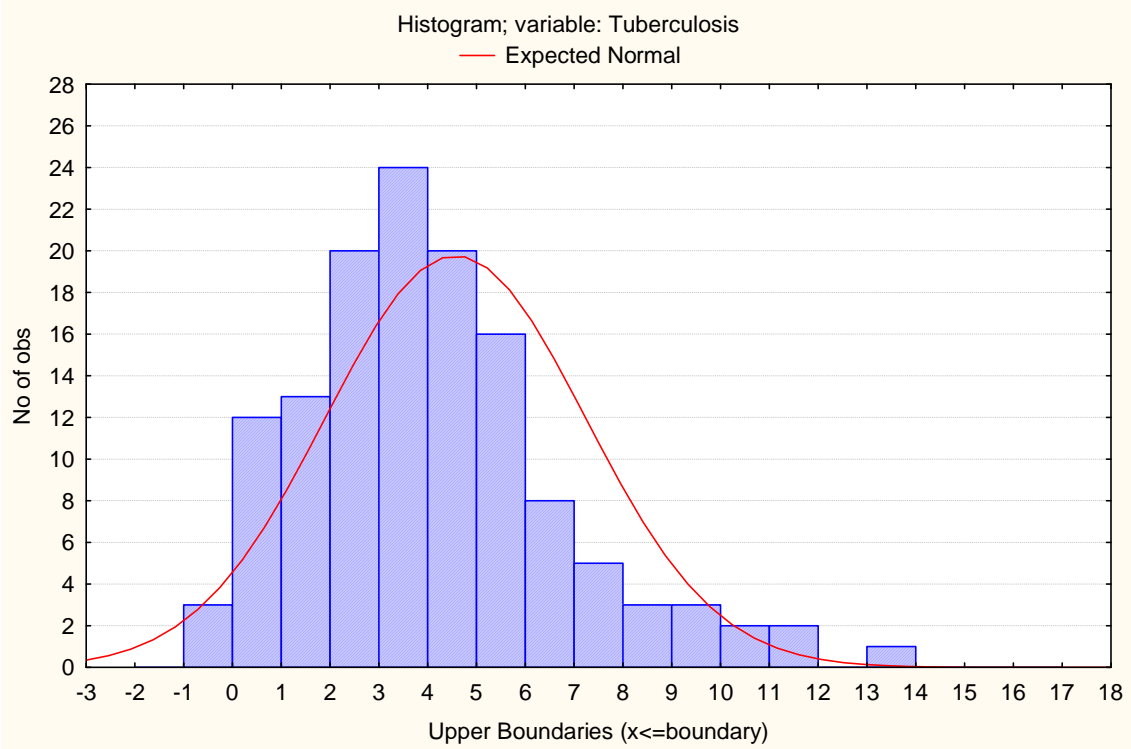
Fuente: Estadística Provincial.

Gráfico No. 2. Correlograma de tuberculosis. Ciego de Ávila. 2000-2010.



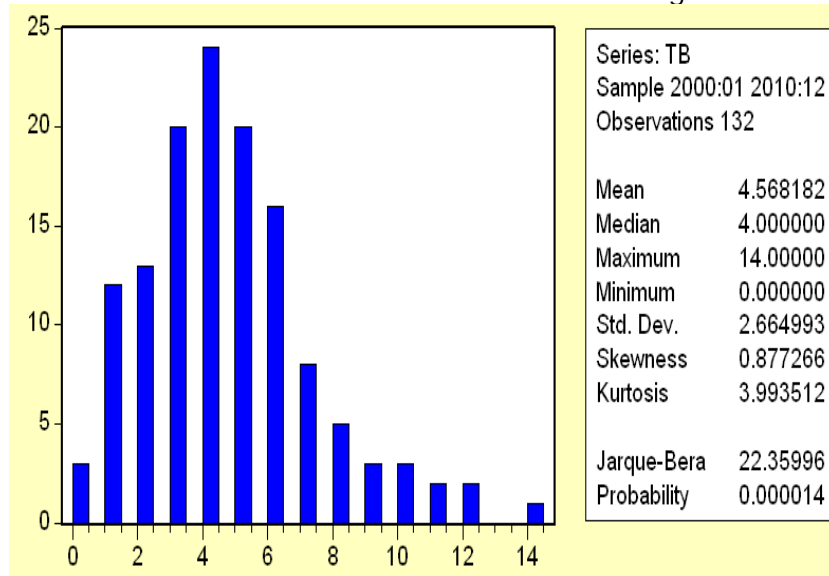
Fuente: Estadística Provincial.

Gráfico No. 3. Histograma de Tuberculosis. Ciego de Ávila. 2000-2010.



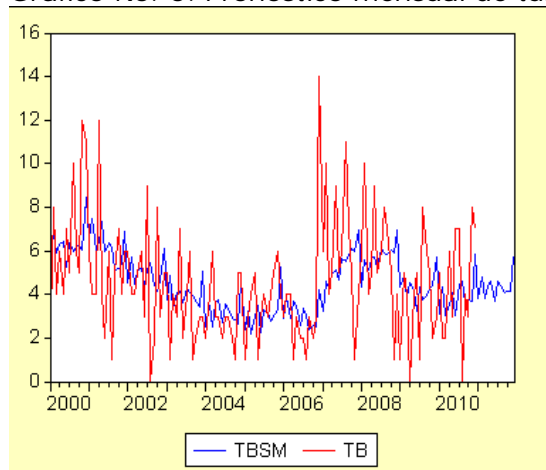
Fuente: Estadística Provincial.

Gráfico No. 4. Serie mensual de tuberculosis. Ciego de Ávila. 2000-2010.



Fuente: Estadística Provincial.

Gráfico No. 5. Pronóstico mensual de tuberculosis.2000:01-2011:12



Fuente: Estadística Provincial.

— Serie Real de TB.

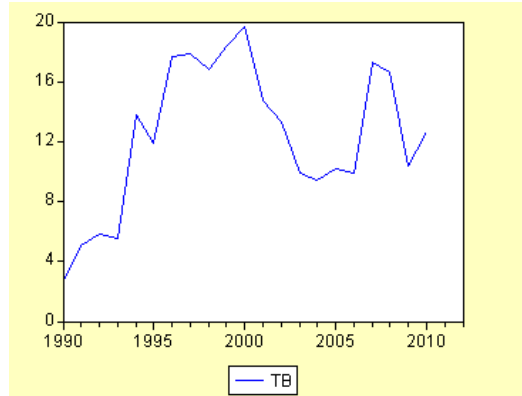
— Serie Estimada de TB.

Tabla No. 1. Estimación puntual e Intervalos de predicción. 2011:01-2011:12.

Horizonte de Pronóstico	Estimación Puntual	Intervalos de predicción	
		Límite Inferior	Límite superior
2011:01	3.791658	-1.108342	8.691658
2011:02	4.791658	-0.108342	9.691658
2011:03	3.791658	-1.108342	8.691658
2011:04	4.428021	-0.471979	9.328021
2011:05	4.609840	-0.290160	9.509840
2011:06	3.700749	-1.199251	8.600749
2011:07	4.609840	-0.290160	9.509840
2011:08	4.428021	-0.471979	9.328021
2011:09	4.064385	-0.835615	8.964385
2011:10	4.155294	-0.744706	9.055294
2011:11	4.155294	-0.744706	9.055294
2011:12	5.791658	0.891658	10.69166

Fuente: Estadística Provincial.

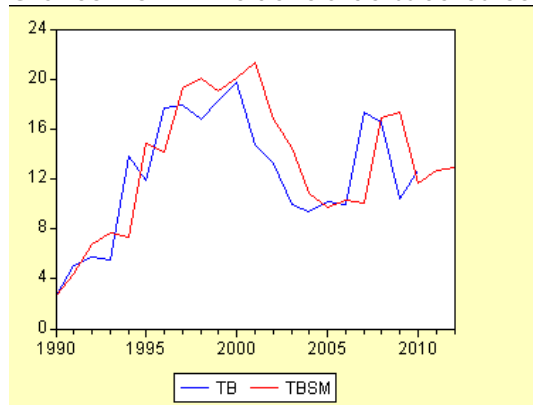
Gráfico No. 6. Incidencia\* anual de tuberculosis.1990-2010.



\*Tasas por 100 000 habitantes.

Fuente: Estadística Provincial.

Gráfico No. 7. Incidencia de tuberculosis real y estimada.1990-2012



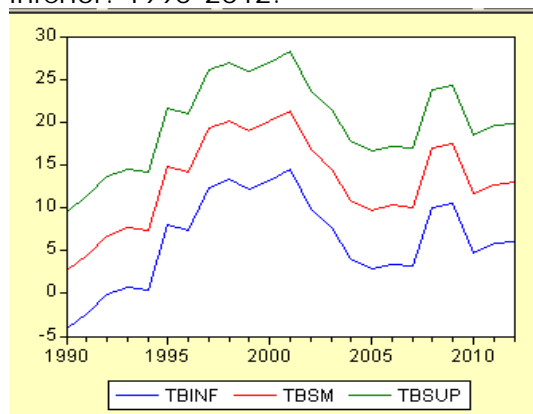
\*Tasas por 100 000 habitantes.

Fuente: Estadística Provincial.

— Serie Real de TB.

— Serie Estimada de TB.

Gráfico No. 8. Incidencia de tuberculosis estimada e intervalos de predicción superior e inferior. 1990-2012.



\*Tasas por 100 000 habitantes.

Fuente: Estadística Provincial.

— Serie Estimada de TB.

— Intervalo de predicción superior.

— Intervalo de predicción inferior.

Tabla No. 2. Estimación puntual e intervalos de predicción. 2011-2012.

Horizonte de pronóstico	Estimación puntual	Intervalos de predicción	
		Límite Inferior	Límite superior
2011	12.72918	5.869180	19.58918
2012	12.93082	6.070821	19.79082