



*Municipalidad de Rosario
Secretaría de Salud Pública
Sistema Municipal de Epidemiología*

Mortalidad Infantil: Análisis de Correlación Espacial.

En las últimas décadas la erradicación o control de algunas enfermedades infecciosas, la provisión de diversos servicios públicos y de salud, han posibilitado una mejoría considerable en las condiciones de vida de algunos grupos poblacionales. Esta situación se visualiza en América Latina en la reducción de la morbilidad por Sarampión, los 219.716 casos notificados en 1980 disminuyeron a 1.454 en el año 2000. Así mismo, la disminución de la mortalidad infantil¹ en forma sostenida en ese lapso ha impactado positivamente en la esperanza de vida al nacer de las mismas. En el período 1980-85, cada mil nacidos vivos 57 morían en el primer año de vida, mientras que en 1995-00 esta cifra disminuyó a 36 muertes infantiles. Esto significó una ganancia en la esperanza de vida al nacer de 4,4 años².

Sin embargo, el análisis de situación según los diferentes niveles de agregación de los datos y de la distribución de éstos en áreas geográficas ha permitido determinar la falta de uniformidad en el logro de estos beneficios.

En particular la mortalidad infantil, pese a sus limitaciones³, es objeto de seguimiento continuo en muchos países por razones estratégicas y políticas como indicador del estado de salud de la población. Se conoce que al interior de algunos países este indicador suele presentar gran dispersión (varianza) de los valores que se observan a nivel global. A fin de reconocer las posibles desigualdades entre diferentes unidades geopolíticas, se pueden desagregar los datos de mortalidad -ya sea en distritos, departamentos o barrios- y obtener una representación de la distribución de esas tasas que permitan visualizar la gran heterogeneidad que las caracteriza.

En el caso de Argentina esta situación se expresa del siguiente modo: en el año 2000 se registró una tasa de mortalidad infantil (TMI) de 16,6 por mil nacidos vivos (n.v.), con valores extremos de 30,4 y 10,5 por mil n.v. en las provincias de Chaco y Tierra del Fuego,

¹ La medición de la TMI incluye todas las defunciones en menores de un año que ocurren en la población de nacidos vivos (nv) en un periodo de un año.

² Fuente: Situación de Salud en las Américas: Indicadores Básicos 2001. Programa Especial de Análisis de Salud. OPS/SHA/00.01.

³ Pueden existir errores en las estimaciones debido al subregistro en el número de muertes en infantes o bien en el número de nacidos vivos que no se informan.

respectivamente⁴. En Santa Fe la mortalidad infantil varía de 20,2 por mil n.v. en el Dpto. Garay al 5,3 por mil n.v. en el Dpto. Iriondo.⁵

En igual período, en la ciudad de Rosario los registros señalan que la tasa máxima ha sido 11 veces mayor que la mínima, lo cual da una idea de las diferencias que existen entre unidades geopolíticas de una misma localidad puesto que cuánto más grande es la razón entre las tasas tanto más grandes son las desigualdades en salud.

En el estudio de las desigualdades expresadas a través de la TMI, es importante tener en cuenta la distribución de la mortalidad infantil en el espacio geográfico de una ciudad que, como es el caso de Rosario, presenta características de un elevado grado de heterogeneidad en las condiciones de vida de sus habitantes.

Este patrón de distribución espacial de la mortalidad infantil puede ser estudiado mediante técnicas de análisis exploratorio de datos espaciales. Las mismas permiten verificar si existe dependencia espacial en la determinación del patrón de distribución de las tasas observadas en las distintas unidades geopolíticas. Esto posibilita la confección de mapas que permiten visualizar fácilmente la distribución espacial de la mortalidad infantil. Estos mapas son instrumentos valiosos en estudios epidemiológicos por cuanto posibilitan identificar en el espacio urbano las áreas de riesgo para un grupo poblacional tan vulnerable como son los niños.

Este trabajo tuvo como objetivo identificar la existencia de dependencia espacial en la determinación del padrón de mortalidad infantil de la ciudad de Rosario, mediante la aplicación de estadísticas de autocorrelación espacial⁶ que permiten evaluar la interdependencia de indicadores epidemiológicos referidos a las unidades geopolíticas (seccionales policiales).

La identificación de grupos de población expuestos a altos riesgos de mortalidad infantil representa el primer paso para el establecimiento de prioridades de intervención de salud, puesto que permiten determinar cuáles son los problemas prioritarios y dónde se encuentran, definir prioridades en áreas geopolíticas específicas, y orientar el desempeño y la calidad de los servicios dirigidos a la población.

Métodos

⁴ Fuente: MS Serie 5 N°44/01 en Indicadores Básicos. Argentina 2001. Ministerio de Salud. Gobierno de la Nación. OPS/OMS.

⁵ Fuente: Ministerio de Salud y Medio Ambiente, Dirección General de Estadística, Anuario 1999.

⁶ Boots B., Dufournaud C.. "A Programming Approach to Minimizing and Maximizing Spatial Autocorrelation Statistic", *Geographical Analysis*, Vol. 26, (1): pag. 54-66. Ohio State University Press, 1994.

Este estudio se ha realizado en la ciudad de Rosario, la cual está ubicada al sur de la provincia de Santa Fe y cuenta con una población de 1 millón de habitantes, siendo la densidad poblacional de 5.661 hab./km².

La población bajo estudio comprende todas las defunciones de menores de un año registradas en la ciudad de Rosario, durante el período comprendido entre Enero de 1997 a Diciembre de 2000. Entendiéndose como tal: "todas aquellas muertes ocurridas de niños menores de un año cuyas madres tienen domicilio habitual en la ciudad y, además, de aquellas cuyos domicilios son desconocidos".

El circuito de las estadísticas de mortalidad tiene su inicio con el registro del óbito en el Informe de defunción (ID). La información referida a las defunciones infantiles ocurridas en la ciudad, fue captada a través de una planilla ad-hoc diseñada por el Sistema Municipal de Epidemiología (SIME), considerando las distintas variables requeridas legalmente para la notificación de estos hechos vitales y preservando el secreto estadístico con la debida autorización de la Dirección General de Estadística Municipal (DGE).

Para el procesamiento de la información se configuró una base de datos, tomando como unidad de análisis al niño fallecido. Cada óbito fue geocodificado según las seccionales policiales correspondientes al domicilio de residencia habitual de la madre.

Para realizar el análisis espacial se trabajó con datos agregados donde la unidad de observación la constituye cada una de las 25 seccionales policiales que dividen geopolíticamente a la ciudad. Cabe aclarar que esta división no responde a criterios de homogeneidad socioeconómica sino a un ordenamiento administrativo en el planeamiento del municipio.

Con el fin de proveer mayor estabilidad a las tasas de las seccionales más pequeñas, los coeficientes fueron estimados como medias cuadrianales (1997 - 2000).

Las técnicas estadísticas empleadas en el análisis fueron:

Análisis Descriptivo: se utilizaron medidas de dispersión (desvío estándar) y de tendencia central (medias y medianas) y diagramas de caja.

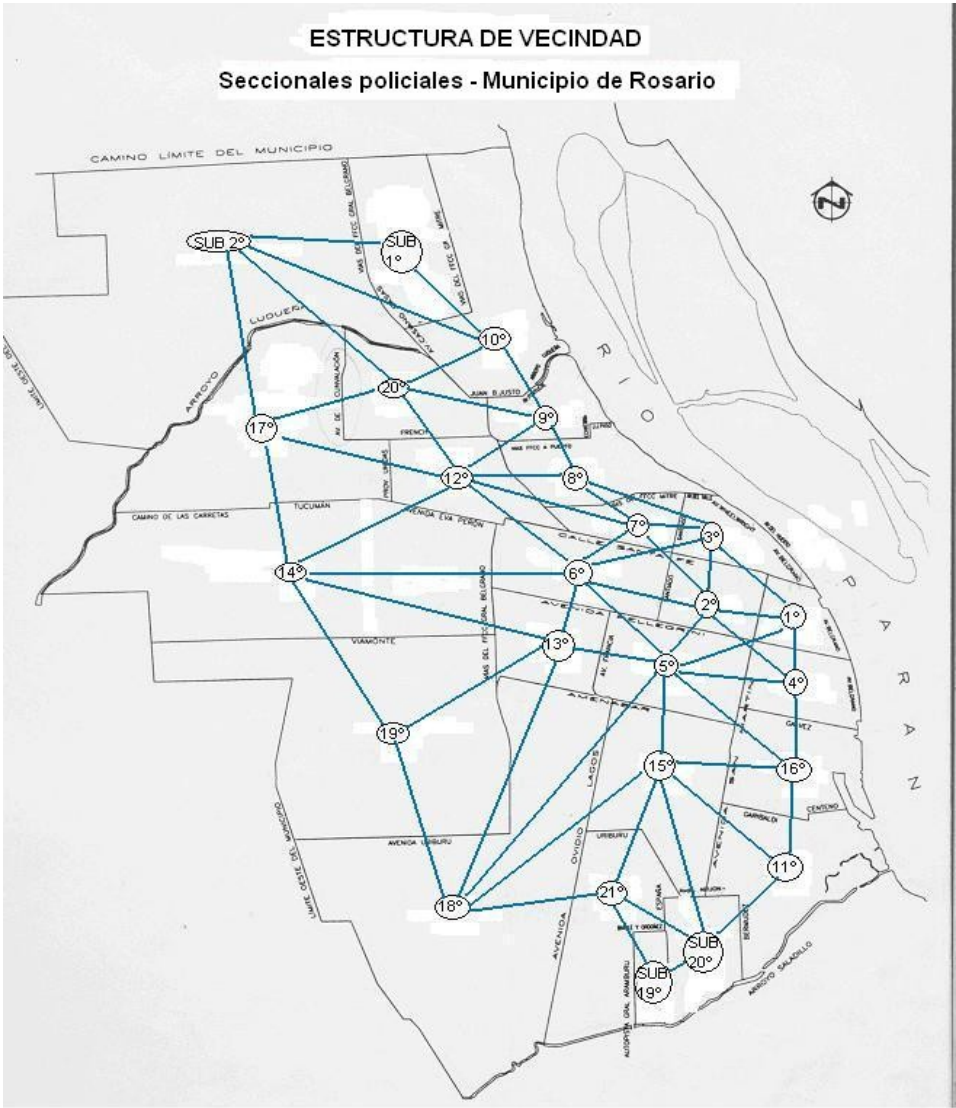
Estadística I de Moran: cuando se trabaja con observaciones medidas en escala continua, una medida para evaluar el grado de autocorrelación en el espacio es el coeficiente I de Moran, que tiene una forma semejante al coeficiente de correlación. Los valores de I pueden ser interpretados en forma similar a la correlación clásica. Para valores próximos a 0, no hay indicación de asociación espacial, mientras que valores próximo a 1 indican alta correlación.

$$I = \frac{n \sum_{i,j,j \neq i} w_{ij} (z_i - Z)(z_j - Z)}{S_0 \sum_i (z_i - Z)^2}, \text{ donde } Z = \frac{1}{n} \sum_i z_i \text{ y } S_0 = \sum_i \sum_{j,j \neq i} w_{ij}$$

A cada par de unidades espaciales, s_i y s_j , se le atribuye una ponderación w_{ij} que indica la contigüidad espacial, según el criterio de vecindad establecido. Tales pesos pueden ser: $w_{ij} = 1$ si s_i y s_j son vecinos; $w_{ij} = 0$ en caso contrario.

En este caso el criterio de vecindad utilizado fue que dos seccionales policiales se consideraban vecinas cuando eran adyacentes. (Mapa 1)

MAPA 1.



Dado que se demostró que este coeficiente tiene distribución normal asintótica, bajo la hipótesis nula: $H_0 I = -1/(n-1)$, donde la esperanza y la variancia se expresan como:

$$E(I) = -1/(n-1)$$

$$Var(I) = \frac{n^2 s_1 - n s_2 + 3 s_0^2}{s_0^2 (n^2 - 1)} - \frac{1}{(n-1)^2}$$

basta con estandarizarlo para testar la significación de autocorrelación espacial.

La importancia del uso de este índice radica en la detección de la existencia de un componente espacial por medio del instrumental estadístico. La evidencia de dependencia de las observaciones en el espacio puede estar indicando la influencia de uno o más factores causales y la identificación de áreas de mayor interés para posteriores investigaciones.

Resultados

En la ciudad de Rosario, de acuerdo a las estadísticas vitales⁷ publicadas anualmente por la DGE, la mortalidad infantil ha registrado importantes descensos históricos desde 1960. Entre 1970 y 1980 disminuye en un 50% aproximadamente; en la década del '90, el descenso más significativo se da entre los años 1990 y 1995, donde la diferencia de los índices representa un 40,3%. A partir de entonces la tendencia de la disminución se ha estabilizado. (Tabla 1).

Tabla 1. Evolución histórica de la Mortalidad Infantil en Rosario

Año	TMI
1960	45
1970	56
1980	27,3
1990	25,8
1995	15,4
2000	13,5

Fuente: Anuarios Estadísticos, DGE.

Tabla 2. Mortalidad Infantil Medidas resumen

Año	Media	Desvío estándar
1997	13,31	5,61
1998	14,22	5,35
1999	10,67	5,02
2000	14,01	7,04

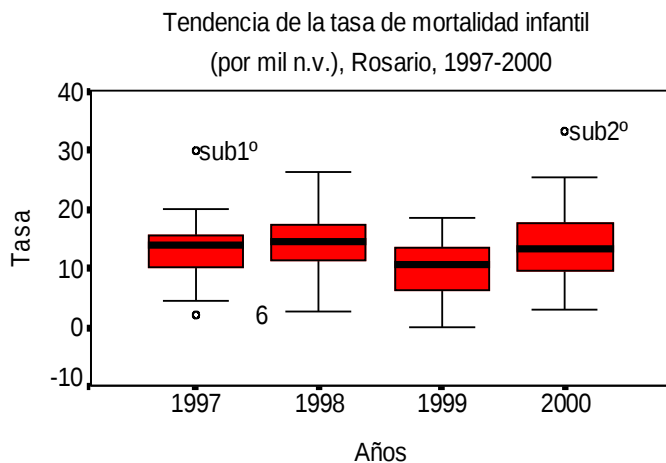
Fuente: SIME

Al interior del municipio, el comportamiento de las defunciones de los menores de un año según la seccional policial correspondiente al domicilio de la madre, se caracterizó a partir de medidas resumen. (Tabla 2). El uso de éstas pueden servir para enmascarar o

⁷ Cabe destacar que si bien estos datos oficiales difieren de los registros computados por el SIME, las diferencias entre las tasas no son estadísticamente significativas.

representar erróneamente lo que sucede en un nivel de desagregación mayor de la información. Sin embargo, es posible recurrir a otras herramientas estadísticas como los diagramas de caja para poner de manifiesto la amplitud de las desigualdades entre las unidades geopolíticas.

Gráfico 1

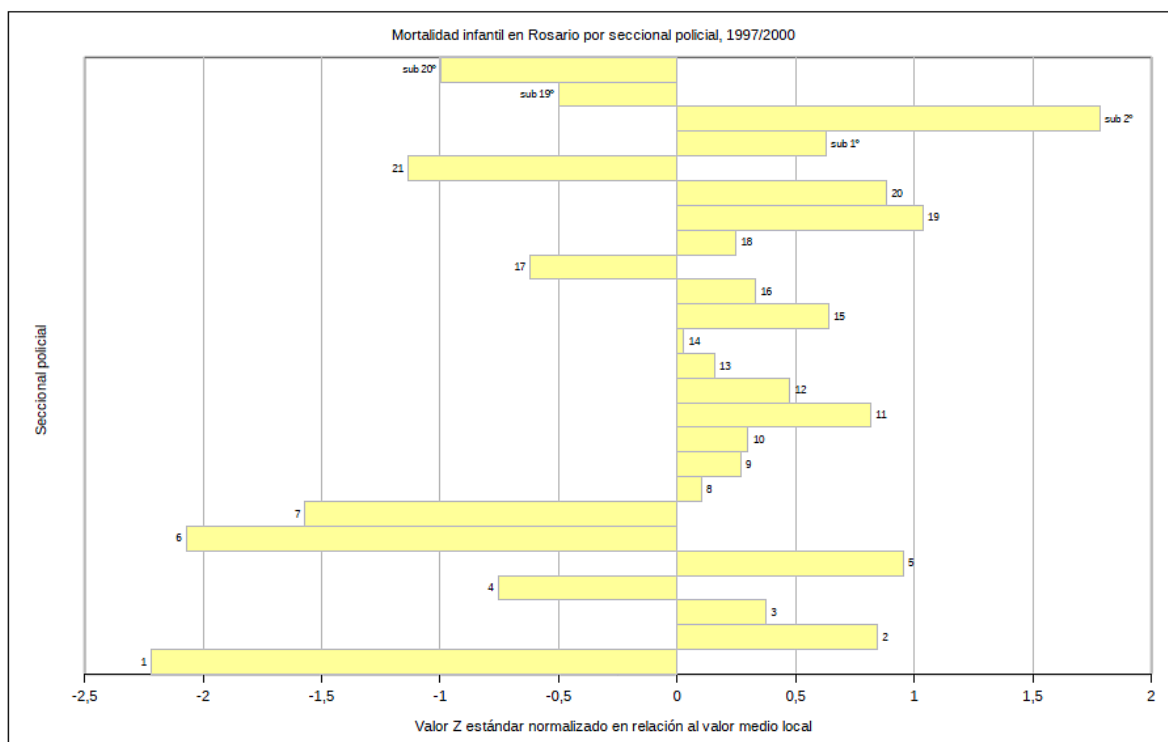


Nota: Cada conjunto de datos está representado por un recuadro central con líneas verticales que parten de su extremo inferior y su extremo superior. El extremo inferior del rectángulo indica el nivel de mortalidad por debajo del cual se encuentra el 25% inferior de las observaciones (primer cuartil Q_1), mientras que el extremo superior indica el nivel de mortalidad por debajo del cual se encuentra el 75% inferior de las observaciones (tercer cuartil Q_3). La línea que atraviesa el recuadro señala la mediana (segundo cuartil Q_2). La distancia entre Q_1 y Q_3 es el intervalo intercuartilico o IQ ($Q_3 - Q_1$). Las líneas verticales prolongan 1,5 veces el IQ. Los puntos situados más allá de esos límites son valores atípicos y se representan individualmente.

En el diagrama de caja se observa que las medianas de las tasas se mantienen estables en el período bajo estudio. Sin embargo, teniendo en cuenta que el tamaño de la caja representa la variación del 75% de las observaciones, en el año 2000 se estaría dando una mayor dispersión entre las tasas de las seccionales. Cabe destacar que la presencia de un valor extremo (subcomisaría 2°: 33,1 ‰) acentúa la amplitud de las diferencias observadas. (Gráfico 1).

Al comparar los valores máximos y mínimos, se observa que la mortalidad más alta de las seccionales policiales representa al menos 9 veces la mortalidad más baja. Por ejemplo, en el año 2000 el valor máximo (33,1 defunciones por mil n.v.) representa 11 veces el valor mínimo (2,9 defunciones por mil n.v.).

Grafico 2

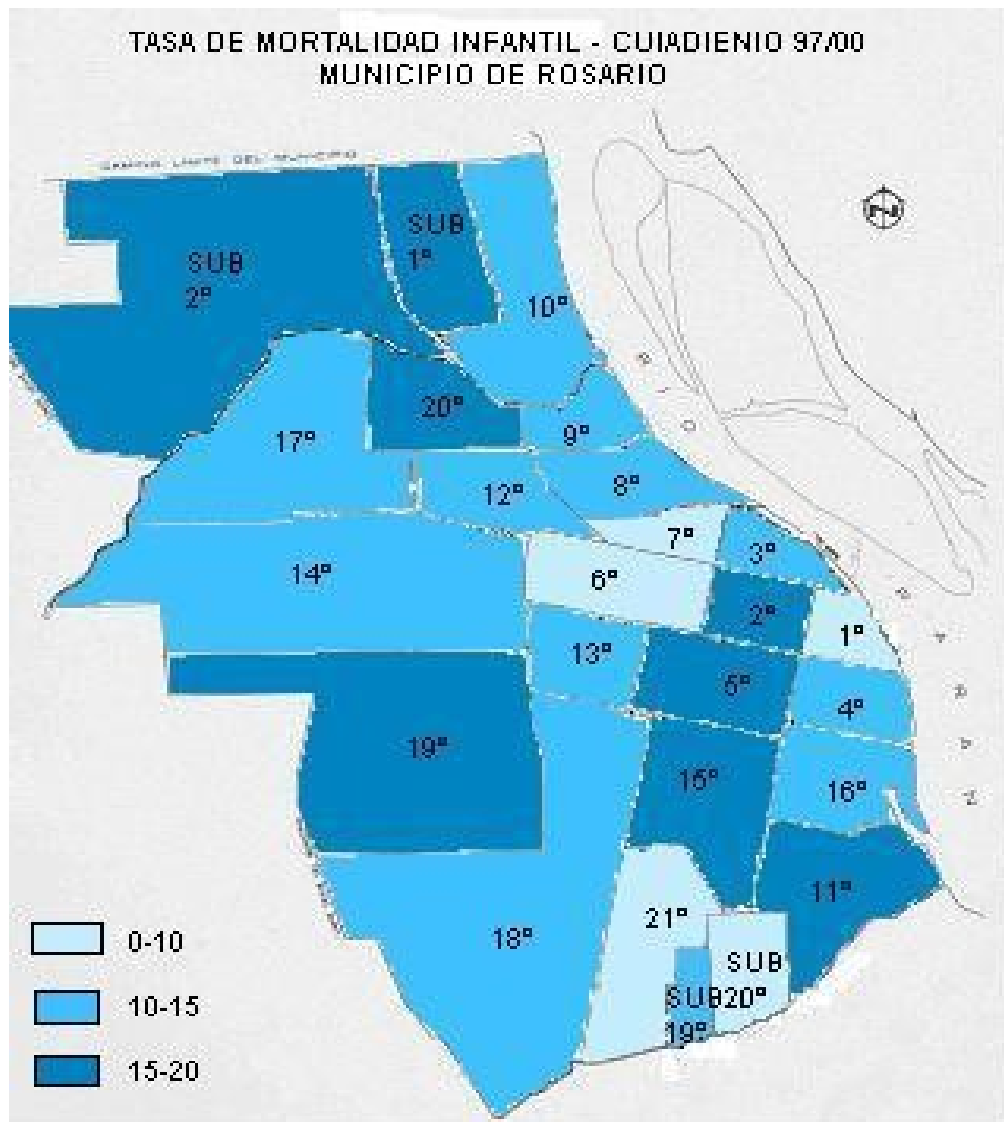


Como se pudo observar en los diagramas de caja, existe una significativa variación en la TMI al interior de la ciudad. Una manera adicional de cuantificar estas diferencias es presentar los valores Z^8 de la TMI de diferentes seccionales con respecto a la media local. Cuanto más grande el valor (del lado positivo o negativo) del Z, tanto más alejada se encuentra la TMI de la media local (la cual se asume como valor esperado). Así se puede observar que la seccional policial 1° es la unidad donde se registra la mortalidad infantil más baja . (Gráfico 2).

Esta descripción realizada por medio de herramientas simples ha permitido poner en evidencia que el riesgo de morir antes de cumplir el primer año de vida tiene un comportamiento diferencial en la ciudad de Rosario según el lugar de residencia de las madres. (Mapa 2)

MAPA 2.

⁸ El valor Z es el valor que representa la desviación de cada tasa observada respecto del valor promedio y se expresa en unidades de desviaciones estándar.



Profundizando en el análisis de las desigualdades en la mortalidad infantil resultó de interés explorar en relación a la existencia de dependencia espacial de las tasas observadas. Esto significa medir la correlación entre tasas de unidades vecinas, lo cual fue posible a través de la utilización del índice I de Moran. El cálculo de este coeficiente se basó en las tasas de mortalidad infantil cuatrienales correspondientes a las 25 seccionales policiales y sus respectivas vecindades. Cabe señalar que el criterio de vecindad entre dichas unidades geopolíticas se definió por la existencia de límites en común, es decir: seccionales adyacentes. Para el cómputo de la estadística se consideraron un total de 114 vecindades.

El valor observado de I fue -0.07 , con una esperanza $E(I) = -0.042$ y varianza $Var(I) = 0.3955$. Este resultado indicaría que no existe correlación espacial entre las TMI dado que es muy próximo a cero. Para evaluar si la diferencia era estadísticamente significativa, se

estandarizó el coeficiente, obteniéndose un valor observado que indica que la evidencia no es suficiente para sustentar el rechazo de la hipótesis de no correlación espacial con un nivel de significación del 10%. En otras palabras se estaría ante un patrón de distribución espacial aleatoria de la mortalidad infantil de la ciudad de Rosario, considerando como unidad de análisis las seccionales policiales.

Es importante señalar que la ausencia de dependencia espacial significativa podría estar relacionada con eventuales obstáculos metodológicos. Los criterios usados en el establecimiento de las relaciones espaciales a ser estudiadas pueden enmascarar las verdaderas. Es decir, la definición del concepto de vecindad admite varias posibilidades desde la adyacencia de seccionales policiales tal como se consideró en este trabajo o la distancia entre centros administrativos de referencia o la distancia entre efectores de salud, etc. Pero esto implica que tamaños muy pequeños de intervalos de distancia pueden no incluir el número suficiente de pares de observaciones para detectar asociación espacial, en cuanto intervalos muy grandes pueden enmascarar el efecto de proximidad. O bien, la consideración de una escala errada puede acarrear falsas interpretaciones, ya que la asociación espacial depende de la misma..

Conclusiones

- ✓ Entre los años 1990 y 1995, con un 40,3% se ha dado el último descenso significativo de la TMI. A partir de entonces el progreso de la disminución se ha estabilizado.
- ✓ Al interior de la ciudad este indicador ha presentado gran dispersión de los valores que se observan a nivel global, según lo revelan herramientas estadísticas de fácil aplicación.
- ✓ En relación a la existencia de dependencia espacial de las tasas observadas, la medida de correlación I de Moran utilizada ha arrojado un valor próximo a cero, lo que implica que no se ha detectado una variación sistemática espacial del fenómeno en estudio.
- ✓ La falta de relación entre los indicadores de mortalidad de las seccionales policiales se podría interpretar a partir de la heterogeneidad de las tramas urbanas que mezclan zonas de elevado nivel económico y cultural con áreas de condiciones de vida extremadamente precarias (“bolsones de pobreza”) en una misma división geopolítica.

- ✓ Una de las limitaciones del estudio proviene de trabajar con divisiones geográfico-administrativas preestablecidas para fines de planeamiento urbano y no con áreas más homogéneas desde el punto de vista socio-económico.
- ✓ Con el objetivo de atenuar la heterogeneidad verificada en el espacio urbano sería conveniente hacer un análisis recurriendo a una desagregación por áreas menores, y por tanto, más homogéneas según las condiciones de vida de sus pobladores. En este sentido se podría pensar en “zonas de información sanitaria”. Las mismas permitirían obtener los denominadores necesarios para el cálculo de indicadores para evaluar los procesos de salud-enfermedad-atención que se dan en su interior.
- ✓ La utilización de tales zonas, en estudios epidemiológicos, posibilitaría la identificación de áreas prioritarias que requieran la implementación de acciones particulares, acordes a los fenómenos asociados a los procesos de salud-enfermedad-atención.