

## Artículos originales

### Comportamiento estacional de la mortalidad infantil en Cuba, 1987-2004

Dra. Gisele Coutin Marie<sup>1</sup> y Dr. Andrés Zambrano Cárdenas<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La mortalidad presenta un comportamiento estacional en casi todas las regiones del mundo, aunque sus patrones varían mucho según los territorios y las causas de muerte. Ha sido asociada a las variaciones resultantes de los cambios climáticos y también a diferentes factores ecológicos. Numerosos estudios han descrito un elevado número de defunciones en el invierno, sobre todo por enfermedades respiratorias, infarto agudo del miocardio y enfermedades cerebrovasculares, mientras que en el verano ha sido más común el incremento de la mortalidad por enfermedades diarreicas. En Cuba se reconoce la estacionalidad de la mortalidad desde el siglo XIX, y desde entonces se ha identificado un exceso de mortalidad durante los meses más cálidos, así como la concentración de las defunciones en los ancianos y niños pequeños; sin embargo, no existen estudios recientes que profundicen en este aspecto. En el presente trabajo se muestran los resultados de una investigación descriptiva mediante las técnicas de análisis de series temporales para identificar y describir la estacionalidad de la mortalidad infantil y de algunas causas de muerte seleccionadas para el período 1987-2005, así como para la obtención de pronósticos en los meses del año 2006. Entre los resultados más importantes están la detección de la presencia de estacionalidad en la serie de mortalidad infantil durante los meses del verano, sobre todo en julio, y un comportamiento estacional variable para las distintas causas de muerte.

*Palabras clave:* Mortalidad infantil, estacionalidad, series de tiempo, modelación ARIMA.

La mortalidad presenta un comportamiento estacional en casi todas las regiones del mundo, aunque sus patrones varían mucho según los territorios y las causas de muerte. La mortalidad ha sido asociada a las variaciones resultantes de los cambios climáticos y también a diferentes factores ecológicos. Numerosos estudios han descrito un elevado número de defunciones en el invierno, sobre todo por enfermedades respiratorias, infarto agudo del miocardio y enfermedades cerebrovasculares, mientras que en el verano ha sido más común el incremento de la mortalidad por enfermedades diarreicas.<sup>1-6</sup>

En el verano del año 2003 se observó un exceso de mortalidad asociado a las altas temperaturas ambientales en Europa, sobre todo en España y Francia. La mayoría de los fallecidos fueron personas mayores de 60 años. Esto se convirtió en un grave problema de salud pública y la posibilidad de su repetición en el futuro llevó a las autoridades sanitarias a plantearse la necesidad de sistemas de alerta y respuesta basados en la monitorización de riesgos naturales, la demanda médica de urgencia y el fortalecimiento de la capacidad de respuesta de los servicios sociales y sanitarios, entre otros.<sup>7</sup>

En Cuba se reconoce la estacionalidad de la mortalidad desde el siglo XIX. Son numerosos los trabajos realizados por miembros de la Real Academia de las Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, en los cuales se identifica un exceso de mortalidad durante los meses más cálidos y la concentración de las defunciones en los ancianos y niños pequeños.<sup>8-10</sup>

La implementación y consolidación del programa de atención materno-infantil durante las últimas 3 décadas del siglo XX, le otorgaron la más alta prioridad a la atención de la madre y el niño en Cuba, y la mortalidad infantil disminuyó en progresión lineal, desde una tasa de 38,7 por mil nacidos vivos (NV) en 1970 hasta 5,8 en el año 2004 (Anuario Estadístico de Salud 2004. Ministerio de Salud Pública. Dirección Nacional de Estadística). Lograr disminuir tasas semejantes, e incluso mantenerlas, requerirá de un incremento en las medidas de aseguramiento y control del programa, así como de un mejoramiento de la vigilancia en salud.

La vigilancia es una función esencial de la salud pública en el proceso de la prevención y el control de enfermedades y factores de riesgo, así como en la promoción de la salud; es una herramienta vital para definir la ubicación de recursos del sistema de salud y en la evaluación de la eficiencia de los programas de prevención y control.<sup>11,12</sup> Por este motivo y con la finalidad de identificar posibles patrones estacionales de la mortalidad infantil que permitan análisis más oportunos y obtener una predicción válida para los 12 meses del año 2006, que permitirán al sistema nacional de salud tomar medidas efectivas de prevención y control de la mortalidad infantil, se ha realizado la investigación cuyos resultados se exponen en este trabajo.

## MÉTODOS

Se realizó una investigación descriptiva con el uso de las técnicas de análisis de series temporales para estudiar la presencia de estacionalidad en la mortalidad infantil y de algunas causas de muerte seleccionadas para el período 1987-2004 de Cuba, y se emplearon las series de mortalidad infantil mensuales y anuales de la Dirección Nacional de Estadísticas. Los códigos de causas de muerte que se utilizan habitualmente en los análisis del indicador son muy diversos y abarcan una gama muy variada de causas de morbilidad y muerte. Para su mejor análisis se trabajaron las siguientes agrupaciones de causas: ciertas afecciones originadas en el período perinatal (P00-P96 y además el A33 y el E841); malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas (Q00-Q99); enfermedades infecciosas adquiridas en la comunidad (incluye los siguientes códigos: J10-J18, J00-J06, J10-J18, J20-J22; A00, A02-A04, A060, A062, A07-A080, A084, A09, A390, A391-A399, A86, A879, G00, G03, A40-41, P360-P365 y P367-P369) y las demás causas, que incluyen el resto de los códigos no incluidos en los grupos de causas anteriores. Además se utilizaron las series de los componentes de la mortalidad infantil: neonatal precoz (MNP), neonatal tardía (MNT) y posneonatal (MPN). Adicionalmente se solicitó la opinión de expertos del sistema nacional de salud para validar algunos de los resultados.

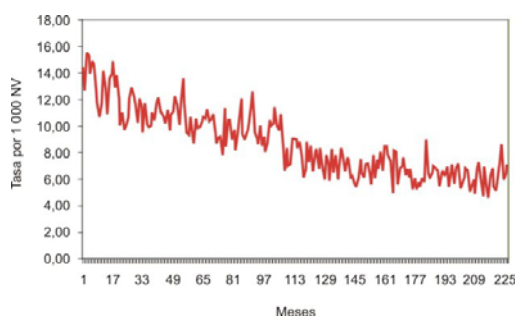
Para el análisis de las diferentes series de mortalidad se tomaron en consideración las recomendaciones de otros autores y se evaluaron la consistencia, estabilidad, existencia de valores aberrantes y la periodicidad de la serie.<sup>13,14</sup> El estudio comenzó por la elaboración de gráficos descriptivos, fundamentalmente gráficos aritméticos simples, gráficos de subseries estacionales, periodogramas, diagramas de cajas y bigotes y curvas

de expectativa con la mediana, para identificar *a priori* la presencia de patrones estacionales.<sup>15</sup>

Para la obtención del pronóstico mensual se utilizó la modelación ARIMA, técnica compleja descrita por Box y Jenkins<sup>16</sup> y se probaron diferentes modelos hasta escoger el que presentó el mejor ajuste, el cual se utilizó para el pronóstico de los meses del año 2006. A partir de las series se confeccionó una base de datos en Excel y se utilizaron además los *softwares Statistica* para la realización de correlogramas y periodogramas, obtención de los índices estacionales y SSS1 para aplicar la metodología ARIMA. El nivel de significación utilizado para todas las pruebas estadísticas fue de 5 %.

## RESULTADOS

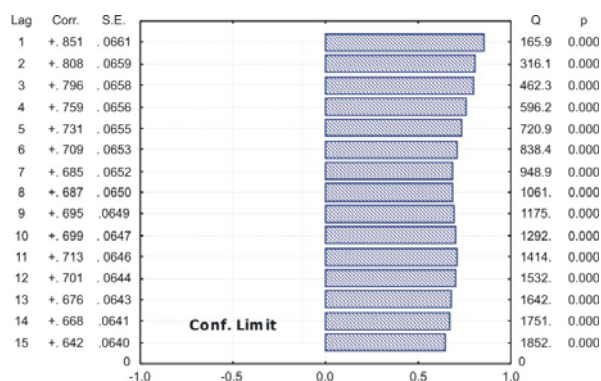
Todas las series se consideraron consistentes, pues durante el período estudiado no se produjeron modificaciones en los registros y/o mecanismos de medición de estas; también todas fueron consideradas estables y no se detectaron valores aberrantes. La periodicidad utilizada fue mensual y anual. La mortalidad infantil en Cuba presentó durante el período estudiado una tendencia marcada hacia la disminución y un comportamiento cíclico, con alzas y bajas repetitivas que supone la existencia de un patrón estacional (fig. 1).



NV: Nacidos vivos.

FIG. 1. Mortalidad infantil mensual. Cuba, 1987-2005.

La estacionalidad pudo ser comprobada mediante el periodograma de la serie, el cual arrojó valores significativos de la frecuencia para los períodos de 12 y 6 meses. (0,083 y 0,16 respectivamente). Esto significa que cada año se producen incrementos o disminuciones aproximadamente cada 6 meses. Además se observó una fuerte autocorrelación serial y se obtuvieron correlaciones significativas en todos los retardos. Este patrón de autocorrelación característico facilitó la posterior utilización de la modelación ARIMA y también corroboró la existencia de una fuerte tendencia y la presencia del componente estacional (fig. 2).



Lag: Retardo.  
 Conf Limi: Límites de confianza.  
 SE: Error estándar.  
 Q: Estadígrafo Q.  
 P: Probabilidad asociada.

FIG. 2. Mortalidad infantil mensual. Correlograma.

En la figura 3 se muestra la variabilidad mensual, con tasas más bajas y estables en los primeros meses del año y valores más elevados e inestables en el segundo semestre. Es muy interesante el hecho de que los meses de julio, agosto y junio (en este orden), junto con el mes de mayo conforman el cuatrimestre de peores resultados durante el año. El mes de julio presenta el menor rango de variabilidad, lo que indica que además de presentar los valores de tasas más altas es también el de comportamiento más consistente. Otros meses, como marzo y mayo, también presentan una tasa mediana elevada pero tienen en conjunto mayor variabilidad que los demás.

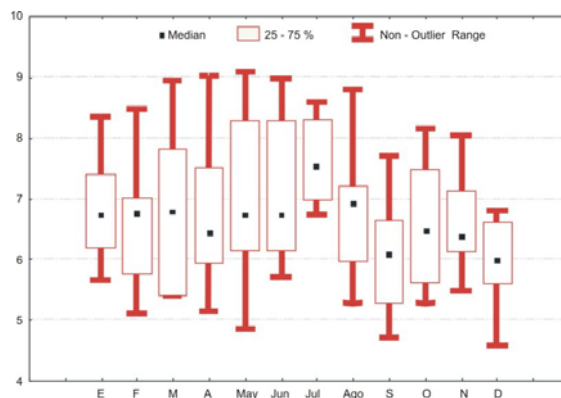


FIG. 3. Mortalidad infantil. Variabilidad.

La variabilidad del comportamiento mensual se puede observar mejor cuando se analiza la mortalidad por causas o grupos de causas, como se muestra en la figura 4. Las afecciones perinatales presentan los valores más elevados de las tasas en los meses de junio, julio y agosto, mientras que las anomalías congénitas (malformaciones, deformidades y anomalías cromosómicas), lo hacen en marzo (mes en que se obtiene el valor más elevado de la tasa), mayo, junio y agosto. En el caso de las infecciones comunitarias (fig. 5), que incluyen infecciones respiratorias agudas (IRA), síndrome neurológico infecciosos, sepsis y enfermedades diarreicas agudas (EDA), la mayor elevación se observa en el mes de julio, cuando se aprecian en conjunto. Sin embargo, al

estudiarlas por separado, vemos que las IRA se incrementan en julio; las meningocelalitis en los meses de enero, febrero, abril y mayo; la sepsis entre junio, julio, agosto y octubre, y las EDA en agosto.

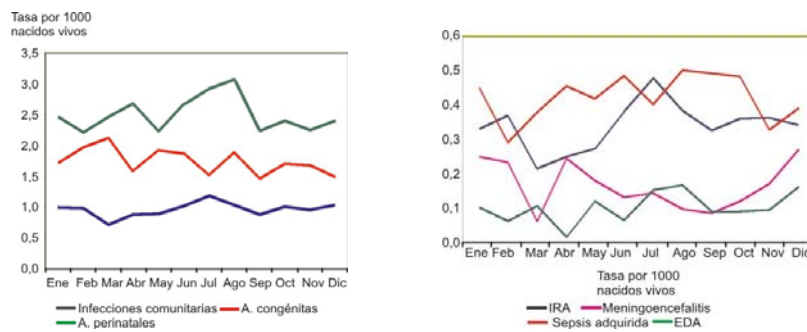


FIG. 4. Mortalidad infantil por causas seleccionadas y por infecciones en la comunidad. Curvas de expectativa.

El modelo ARIMA seleccionado para el pronóstico cumplió satisfactoriamente todas las exigencias (los parámetros fueron significativos, los residuales no estuvieron autocorrelacionados y la bondad de ajuste fue buena: PEMA= 0,88). Este modelo, que se muestra a continuación, fue el 011-011, el cual permitió obtener los pronósticos para los meses del año 2006 y con él se espera un incremento en orden creciente para los meses de mayo, junio y julio:

$$(1 - B)(1 - B^{12})Y_t = \theta_1(B) \oplus_1(B^{12})a_t$$

## DISCUSIÓN

La característica más destacada del niño en su primer año de vida es el dinámico y el complejo proceso de crecimiento y desarrollo, donde son innumerables los factores que pueden interferir en su evolución normal y, por tanto, en su salud. La interrelación de los factores que afectan a la madre, el feto, el nacimiento y el desarrollo posnatal constituyen aspectos muy importantes para el análisis del estudio de causas y condiciones que actúan sobre la morbilidad y la mortalidad. Pero también, y no menos importante, es el estudio descriptivo del comportamiento de este fenómeno para tratar de detectar la presencia de regularidades que puedan contribuir a su mejor explicación. Entre las regularidades más frecuentes que se estudian en un fenómeno en el tiempo están la detección de la presencia de los componentes de la serie temporal conformada por este, como es el caso de la estacionalidad.

En Cuba no existen estudios recientes que aborden la estacionalidad de la mortalidad infantil. En 1995, *Rico* publicó sus resultados acerca de la morbilidad por enfermedad meningocócica en el menor de un año en Cuba y evidenció que esta causa de enfermedad presentaba estacionalidad entre los meses de agosto a octubre y que se mantenía aún después de efectuada la vacunación masiva de la población.<sup>17</sup> También en un estudio realizado en Ciudad de México, *Velásquez* se refirió a la mayor mortalidad infantil por diarreas en los menores de 1 año durante los meses de la temporada de otoño-invierno, y la asoció a la mayor circulación de rotavirus en esta época.<sup>18</sup> Sin embargo, la detección de un componente eminentemente estacional en la mortalidad

infantil por todas las causas en conjunto detectadas en esta investigación concuerda con lo señalado por otros autores.<sup>19,20</sup> Los valores más elevados obtenidos para los meses más cálidos del año (junio-agosto) confirman las hipótesis de los autores, pues tradicionalmente el verano cubano resulta motivo de preocupación para pediatras y gerentes del sistema de salud.

Los expertos consultados sobre el particular coinciden en que el comportamiento de las diferentes causas de morbilidad y muerte obedece a diversos factores que tienen que ver con las características individuales de los niños (bajo peso, estado nutricional, morbilidad acompañante, etc.) y con factores ambientales y sociales (entorno higiénico-epidemiológico, situación socioeconómica de la familia, nivel cultural, etc.), pero también consideran como 2 aspectos importantes a estudiar la influencia que puede tener la calidad de la atención y las características de los nacimientos en Cuba, los cuales siempre presentan un incremento en el último cuatrimestre del año.\*

En el caso de las afecciones perinatales, responsables de una buena parte de la estacionalidad de la mortalidad infantil, el bajo peso al nacer tiene una influencia extraordinaria en su ocurrencia y este, a su vez, está condicionado con factores tales como: estado nutricional de la embarazada, infecciones genitourinarias durante el embarazo y enfermedades asociadas (fundamentalmente la hipertensión y el embarazo). Otros elementos vinculados con este grupo de causas tienen relación con la calidad de la atención médica prenatal y perinatal, con el manejo adecuado o no de la anemia y la malnutrición, el embarazo en la adolescencia, la amenaza de parto pretérmino, la rotura prematura de membranas, etc.\*\* Sin embargo, todos estos factores no nos permiten explicar el porqué de su comportamiento estacional tan característico.

Algo similar ocurre para las malformaciones congénitas, las deformidades y las anomalías cromosómicas donde, además de los factores genéticos, las anomalías cromosómicas y una serie de factores ambientales intrauterinos (como las infecciones, que según se conoce la condicionan), no encontramos una explicación para las variaciones que se producen en el tiempo. Está descrito que las enfermedades infecciosas muestran un incremento en los meses cálidos y lluviosos<sup>21</sup> y en nuestro caso este se produjo en julio; sin embargo, el aporte de estas enfermedades fue muy variable y menor que la del resto de las agrupaciones de causas de muerte estudiadas; de ahí que su contribución a la estacionalidad de la mortalidad infantil sea menor que la descrita en otros estudios. El modelo de pronóstico obtenido reproduce la regularidad del comportamiento de la mortalidad infantil mensual en Cuba y predice un incremento de las tasas para los meses del segundo cuatrimestre del año 2006.

Se concluye que la presencia de un fenómeno estacional evidente en el comportamiento de la mortalidad infantil en Cuba, aún cuando no pueda ser explicado totalmente por la variación estacional observada en los grupos de causas de muerte analizadas, apunta hacia otros factores que coinciden en ese período de tiempo, sobre todo en el mes de julio, tales como biológicos, socioculturales, ambientales, genéticos y los relacionados con la atención médica, que constituyen una reserva de vida infantil potencial.

### **Recomendaciones**

Dada la complejidad de este fenómeno y de las múltiples causas de morbilidad y de muerte que lo integran, se hace necesario profundizar en el estudio de todos los factores

que condicionan el comportamiento del indicador de la mortalidad infantil para ayudar a trazar estrategias de intervención que hagan posible mejorar los resultados alcanzados hasta hoy.

## SUMMARY

### Seasonal performance of infant mortality in Cuba, 1987- 2004

Mortality presents a variable seasonal performance in almost every region of the world, although their patterns change a lot with the different territories and the causes of death. It has been associated with the variations resulting from climate changes and with several environmental factors. A number of studies has described a high number of deaths in winter time, mainly due to respiratory diseases, acute myocardial infarct and cerebrovascular diseases whereas the increase of the mortality rate from diarrheal illnesses is more common in summer time. Since 19th century, the seasonal variation of mortality is known in Cuba and from that date on, excessive mortality rates in the warmest months, most of deaths occurring in the elderly and small children, have been observed; however, there are so far no studies that deepen into this issue. This paper presented the results of a descriptive research work through time series analysis techniques in order to identify and describe the seasonal performance of infant mortality and of some selected causes of death in the 1987-2005 period; and also to obtain forecasts for the year 2006. Among the most striking results were the detection of seasonal variation in the infant mortality series of the summer time, mainly in July, and a variable seasonal performance for the various causes of death.

*Key words:* Infant mortality, seasonal variation, time series, ARIMA modeling.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gemmel I. Seasonal variation in mortality in Scotland . International Journal of Epidemiology. 2000;29:274-9.
2. Kendrovsky V. The impact of temperature on mortality among the urban population in Skopje, Macedonia, during the period 1996-2000. BMC Public Health. 2006. Disponible en URL: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2458-6-44.pdf>
3. Nakaji S. Seasonal changes in mortality rates from main causes of death in Japan (1970-1999). Eur J Epidemiol. 2004;19(10):905-13.
4. Vrbova L, Crighton EJ, Mamdani M, Moineddin R. Temporal analysis of acute myocardial infarction in Ontario, Canada. Can J Cardiol. 2005;21(10):841-5.
5. Ballester F, Corella D, Pérez S, Hervás A, Merino C. Variación estacional de la mortalidad en la ciudad de Valencia, España. Rev Mex Sal Públ. 1997;39:95-101.
6. Kalediene R, Starkuviene S, Petrauskiene J. Seasonal patterns of suicides over the period of socioeconomic transition in Lithuania. BMC Public Health. 2006. Disponible en URL: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2458-6-40.pdf>
7. Simón F, Lopez-Abente G, Ballester E, Martínez F. La mortalidad en España durante la ola de calor del verano de 2003. Euro Surveill. 2005;10(7). Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/em/v10n07/1007-2259.asp>
8. Finlay CJ. Cuadros estadísticos relativos a la población de la isla de Cuba: raza blanca, de color; libre y esclava. Observaciones meteorológicas; población y

- mortandad de La Habana; meteorología y mortandad comparadas. Anal Acad Cien Med Fís Nat Hab. 1878;15:264-73.
9. Le Roy Cassá J. Estadística demográfica en Cuba. Imprenta El Siglo XX. La Habana. 1925:5.
  10. González del Valle A. Aspecto médico y sanitario de La Habana del verano y otoño 1872. Anal Acad Cien Med Fis Nat Hab. 1873;9:339-405.
  11. Rodríguez D, Feal P, Batista R. Las unidades de análisis y tendencias en salud dentro del sistema de salud de Cuba. Disponible en URL: [http://bvs.sld.cu/uats/articulos\\_file/uats.pdf](http://bvs.sld.cu/uats/articulos_file/uats.pdf)
  12. Wagner M, Fu Chiang T, Espino J. The emerging Science of very early detection of disease outbreaks. Journal Public Health Management and Practice. 2001;7(6):51-7.
  13. Makridakis S, Wheelwright S, Hyndman R. Forecasting: methods and applications. Washington. John Wiley and Sons.1998:132-45.
  14. Coutin G. Categorías epidemiológicas básicas: tiempo y espacio. En: Martínez Calvo S: El análisis de la situación de salud. La Habana. Editorial Ciencias Médicas. 2004: 48-52.
  15. Tobías A, Sáez M, Galán I. Herramientas gráficas para el análisis descriptivo de series temporales en la investigación médica. Med Clin Barc. 2004;122(18):701-6.
  16. Box, George; Jenkins, Gwilym. Time Series Analysis, Forecasting and Control. Third Edition Prentice Hall, New Jersey. 1994 PP 34-56.
  17. Rico O, Jiménez R, Pereira C, Alonso A. La estacionalidad de la enfermedad meningocócica en menores de 1 año. Cuba, 1983-1990. Revista Cubana de Medicina Tropical, julio - diciembre,1995.
  18. Velázquez R. Enfermedad y muerte por diarrea grave en niños mexicanos. ¿Es necesaria una vacuna contra el rotavirus? Bol Med Hosp. Infant Mex 2004;61(6):465-474.
  19. Victora CG, Vaughan P, Barros f. The seasonality of infant's deaths due to diarrheal and respiratory diseases in southern Brazil, 1974-1978. Bull Pan Am Health Org 1985;19(1):29-39.
  20. Muhury PK. Estimating seasonality effects on child mortality in Matlab, Bangladesh. Demography 1996 feb;33(1):98-110.
  21. Espinoza, A. Comportamiento de la enfermedad diarreica en Costa Rica, de 1994 al 2001. Rev Costarric Sal Púb. 2004, 13(24):50-8.

Recibido: 16 de noviembre de 2005. Aprobado 22 de febrero de 2006.

Dra. *Gisele Coutin Marie*. Unidad Nacional de Análisis y Tendencias en Salud del Ministerio de Salud Pública. Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: [gisele.coutin@infomed.sld.cu](mailto:gisele.coutin@infomed.sld.cu)

\*Infecciones perinatales y en recién nacidos de bajo peso. Informe presentado en IX Congreso de Obstetricia y Ginecología. II Congreso de Perinatología y Planificación Familiar. V Reunión del Grupo Regional México y el Caribe de la FLASOG. 2003. Entrevistas realizadas a expertos del Programa Nacional de Atención Materno-Infantil.

\*\*Estudio de bajo peso. Cuba. Informe presentado en el II Simposio Nacional y I Encuentro Internacional de Vigilancia en Salud. OPS-OMS-MINSAP-UATS. Cuba. 1999.

<sup>1</sup>Máster en Informática. Especialista de II Grado en Bioestadística.

<sup>2</sup>Especialista de I Grado en Epidemiología.