

Evolución de la mortalidad por homicidio en Medellín (Colombia): 1975-2003

María de los Ángeles Rodríguez-Gázquez^{a,b}

^aSalud Pública. Universidad de Alicante. ^bInvestigación de la Corporación Universitaria Lasallista. Medellín. Colombia.

(Trends in mortality from homicide in Medellín [Colombia]: 1975-2003)

Resumen

Objetivo: Evaluar y describir la evolución de la mortalidad por homicidio en la ciudad de Medellín, Colombia, durante el período 1975-2003.

Método: Se estudiaron las defunciones por homicidio ocurridas durante el período comprendido entre enero de 1975 y diciembre de 2003. Con ayuda del programa SSS1 se efectuó un análisis de series temporales utilizando procedimientos iterativos de construcción de modelos ARIMA.

Resultados: La tasa promedio mensual de mortalidad por homicidio fue de $13,2 \times 10^5$ (mínimo de 1,94 en febrero de 1977 y máximo de 38,78 en diciembre de 1992). Se observa un incremento en el período central de la serie. Tras el estudio de varios modelos se llegó al ARIMA (0,1,1) (0,0,1)₁₂.

Conclusión: Se encontró una clara variación estacional anual en la ciudad de Medellín de la mortalidad por homicidio y se observó que en el mes de diciembre se produjeron las tasas más altas.

Palabras clave: Mortalidad. Homicidio. Colombia. Modelos ARIMA.

Abstract

Objective: To describe and evaluate homicide mortality trends in the city of Medellín, Colombia, between 1975 and 2003.

Method: Deaths from homicide between January, 1975 and December, 2003 were studied. With the aid of the SSS1 program, an analysis of temporary series was run using iterative procedures for ARIMA model construction.

Results: The mean monthly homicide mortality rate was 13.2×10^5 (minimum 1.94 February 1977 and maximum 38.78 December 1992). A peak was observed in the central period of the series. Several models were studied and an ARIMA (0,1,1)(0,0,1)₁₂ model was selected.

Conclusions: Marked annual seasonal variation was found in mortality from homicide in the city of Medellín. The highest rates were found in the month of December.

Key words: Mortality. Homicide. Colombia. ARIMA models.

Introducción

Hace menos de una década que la violencia ha sido reconocida como un problema de salud pública en el mundo¹, pues produce una alta carga de mortalidad y morbilidad evitable, requiere un elevado valor de atención médica, afecta a la víctima, a su familia y a la sociedad entera, e influye de manera negativa en el desarrollo social y económico de los países

Colombia tiene la triste fama de ser uno de los países más violentos del mundo², situación que se agrava por la persistencia un conflicto activo que dura más de 5 décadas. Medellín, con sus 2.049.127 habitantes,

es la segunda ciudad más importante de Colombia y ha sufrido con extrema dureza el flagelo del homicidio, aportando al país durante los últimos 10 años el 13% de las muertes por esta causa.

Al comparar en el año 2000 el riesgo de morir por homicidio en Medellín y España, se encuentran tasas de 148,15 y 0,98 por 100.000 habitantes, cifras que claramente muestran el exceso de riesgo de morir por esa causa violenta en Medellín.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar y describir la evolución de la mortalidad por homicidio en la ciudad de Medellín (Colombia), durante el período 1975-2003, con el fin de aportar conocimiento que ayude a la Administración municipal a la planificación de las acciones de prevención y control.

Correspondencia: María de los Ángeles Rodríguez-Gázquez. Carrera 78 B. 32 A 75 Medellín. Colombia. Correo electrónico: mrodriguezgazquez@hispanista.com

Recibido: 10 de mayo de 2004.

Aceptado: 4 de marzo de 2005.

Método

Se trata de un estudio ecológico temporal en el que se analiza la evolución de la mortalidad mensual por

homicidio entre 1975 y 2003 (348 meses) en la ciudad de Medellín (Colombia). Como fuente de los datos se utilizó la información oficial que tiene como origen primaria los certificados de defunción por lesiones intencionales ocasionadas por otra persona (CIE-9: E960-E968; CIE-10: X85-Y09) ocurridas de enero de 1975 a diciembre de 2003. Para el cálculo de las tasas se utilizaron datos de población del departamento de planificación metropolitana basados en las estimaciones y proyecciones censales.

Con ayuda del programa SSS1³ se efectuó un análisis de series temporales con el objetivo de observar la tendencia y estacionalidad de los datos, además de ajustar un modelo pronóstico. El modelo utilizó procedimientos iterativos de construcción de modelos ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) propuestos por Box y Jenkins⁴. Se evaluó la estacionariedad de la serie con la función de autocorrelación de la variable original. La falta de estacionalidad de la varianza se controló mediante transformación logarítmica y se estabilizó la media con una diferenciación regular de orden 1. Posteriormente, se verificó la presencia de estacionalidad a través del comportamiento de las funciones de autocorrelación simple (FAS) y autocorrelación parcial (FAP).

No se incluyó constante en el modelo siguiendo el criterio de Stroup et al⁵, y de su necesidad sólo si el promedio de la serie de transformada era > 2 veces su desviación estándar (DE), dividida entre la raíz cuadrada del número de puntos de la serie.

Para la búsqueda del modelo se utilizó la estrategia de avance propuesto por Pandit et al⁶, donde se parte de un ARIMA (0,d,0)(0,D,0) que se va extendiendo de forma progresiva hasta encontrar el modelo que mejor ajuste. La estrategia consiste en la comparación del ARIMA (2n,2n-1) frente a ARIMA (2n+2,2n+1). De forma sistemática se fueron comparando las sumas al cuadrado de los residuos (RSS, Residuals Sums of Squares), esperando que de uno a otro paso se disminuyera la RSS en forma progresiva tras ajustar mejor los datos. La utilidad de la extensión del modelo se evaluó con la F de Snedecor.

Para el diagnóstico de los modelos se analizaron las significaciones ($p < 0,05$) de los términos incluidos en cada modelo, cuyos intervalos de confianza (IC) del 95% no incluyeran el 0. El diagnóstico residual fue usado para explicar el comportamiento general del modelo, si éste era adecuado, o como podría ser mejorado. La Q estadística se utilizó para evaluar la significación de las autocorrelaciones residuales y se asumió que el modelo era seguro cuando las autocorrelaciones residuales no eran significativas. La bondad del ajuste se evaluó con el porcentaje promedio absoluto de error (MAPE). Cuando la serie se consideró segura se pasó a realizar los pronósticos de la serie con el modelo de Box-Jenkins⁷.

Resultados

La serie tiene una tasa promedio mensual de mortalidad por homicidio de 13,21 (desviación estándar [DE] 8,48) por 100.00, con un valor mínimo de 1,94 (febrero de 1977) y un máximo de 38,78 (diciembre de 1992). En la figura 1 se aprecia que, aunque la mayor parte de las observaciones se encuentran entre la banda de ± 2 DE de la media, un 5% de los puntos se encuentra por encima de ella, correspondiendo al período entre mayo de 1990 y enero de 1993. En la mayoría de años, es diciembre el mes que presenta la tasa más alta.

Al evaluar la FAS de la serie transformada y diferenciada se observa en especial el pico con un valor de correlación significativamente diferente de cero, que corresponde al retardo 12, lo que sugiere un componente estacional de período 12 (fig. 2).

En la tabla 1 se observan los modelos ARIMA estudiados utilizando la estrategia de avance descrita en el apartado Métodos. Se aclara que todos los modelos son estacionales por lo mencionado con anterioridad; de esta forma, se comparó el ARIMA (0,1,0) con una estacionalidad 12 con el ARIMA (2,1,1) con igual estacionalidad, y así sucesivamente.

En la tabla 1 se aprecia que la extensión del modelo ARIMA (0,1,0) al ARIMA (2,1,1) fue significativa, pero el avance al ARIMA (4,1,3) no lo fue, por lo que se retrocedió al anterior. Como el ARIMA (2,1,1) es el modelo máximo al cual se puede llegar, se buscó un modelo ideal que estaría entre el ARIMA (2,1,1) y el ARIMA (0,1,0), incluidos ambos extremos. Se analizaron los coeficientes AR y MA del ARIMA (2,1,1) en orden descendente y se retiraron los términos AR (2) no significativos. Posteriormente, se comparó el modelo ARIMA (2,1,1) con el simplificado ARIMA (0,1,1)(0,0,1)₁₂ y se encontró que no son significativamente diferentes, razón por lo que escogió el modelo de menor orden.

Figura 1. Tasas mensuales de homicidios por 100.000 habitantes. Medellín, Colombia, 1975-2003.

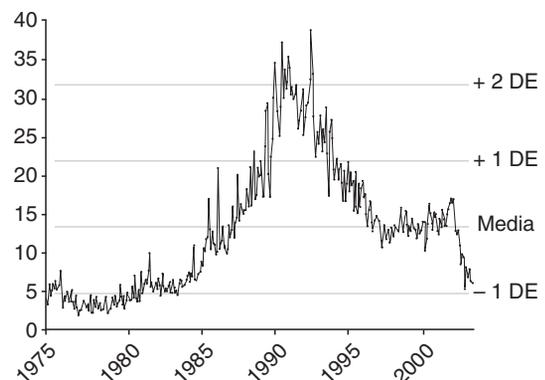
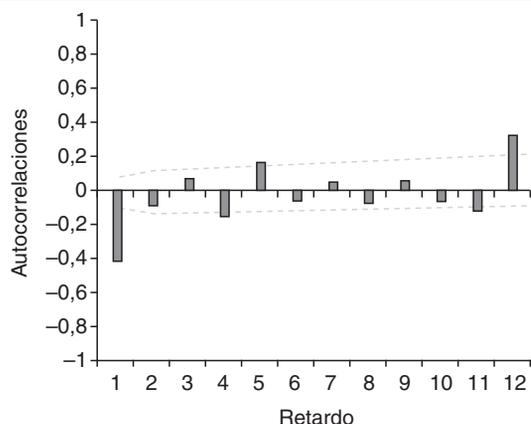


Figura 2. FAS de la serie transformada y diferenciada.



La composición del modelo ARIMA (0,1,1)(0,01)₁₂ se expone en la tabla 2, donde se observa la gran significación estadística y el bajo error estándar de los componentes, tanto regulares como estacionales del modelo.

Se evaluó la seguridad del modelo con la estadística de Box-Pierce⁸, obteniéndose una significación de 0,2848, lo que indica que el modelo residual es aleatorio y que no es diferente al modelo real.

Con un MAPE de tan sólo un 1,92%, el modelo mostró un excelente ajuste para los 348 puntos. El coeficiente de determinación fue de 0,999, lo que indica que el modelo explica casi el 100% de la variabilidad de la serie original que se ajustó.

Pronóstico

Con el fin de evaluar la exactitud de las previsiones se compararon las observaciones reales con las esperadas para los 12 meses precedentes y posteriores al último punto de la serie, lo que equivale a la estimación de un poco más del 6,8% del total de la serie. Como se encontraron grandes porcentajes de error, no se tuvieron en cuenta los resultados de las predicciones. La explicación a este fenómeno se relaciona con la altísima variación en el año 2003, mucho más alta que en el resto de la serie, debida a una brusca tendencia al descenso de las tasas mensuales de mortalidad en ese año.

Discusión

En este estudio de la mortalidad por homicidio en la ciudad de Medellín durante el período 1975-2003 se

Tabla 1. Significación de los modelos estudiados

Comparación	Modelos ARIMA	F de Snedecor	p
1	0,1,0 frente a 2,1,1	21.7703724	< 0,0001
2	2,1,1 frente a 4,1,3	2.65780061	0,0969
3	2,1,1 frente a 0,1,1	-22.905775	0,9322

Tabla 2. Estimación de de los parámetros del modelo

Parámetros	Estimación	Error estándar	t
MA (1)	0,6283	0,0418	15,0020
SMA(12)	-0,2479	0,0540	-4,5896

encontró una dinámica lineal a través de la modelación ARIMA. Se observó también una clara variación estacional de período 12, apreciándose que diciembre es el mes con las más altas tasas en la gran mayoría de los años.

El modelo ARIMA (0,1,1)(0,01)₁₂ ajustó mejor los datos de la serie de trabajo y utilizó el menor número de términos. Este modelo no encontró términos autorregresivos que explicaran la variación, como sí lo hizo el estudio de Agudelo et al⁹, en el que se analizaron las tasas mensuales de mortalidad por homicidio de 10 de los años más violentos vividos en Medellín (1987-1996), obteniendo un modelo ARIMA (1,1,1)(0,0,1)₁₂.

Se han realizado esfuerzos para entender los fenómenos que condicionaron en Colombia el comportamiento del homicidio. Brauer¹⁰ analizó la tendencia de esta causa en los últimos 50 años y encontró una asociación entre la violencia delincuencia y el incremento de la tasa de homicidios a partir de 1980 hasta el momento actual. Las conclusiones apuntaban la presencia de un componente cíclico asociado con eventos políticos principalmente debido a procesos de insurgencia, y a partir de 1991, la violencia podría ser justificada por otros factores, especialmente por el surgimiento del narcotráfico, situación que es también válida como intento de explicación para la ciudad de Medellín¹¹. Los organismos estatales analizaron los condicionantes del descenso en los índices de violencia, especialmente para los años 2002-2003, cuando las tasas de homicidio disminuyeron en un 20% de un año a otro¹²; este descenso se relacionó con acciones de la Política de Defensa y Seguridad Democrática¹³. Igual explicación podría ofrecerse para el caso de Medellín, donde se tuvo un descenso exponencial que comenzó en octubre de 2002 y que se ha asociado con la aplicación de estas medidas en sectores de la ciudad especialmente afectados por condiciones de inseguridad¹⁴.

Por último, se quiere resaltar la importancia de continuar con el estudio de este tipo de fenómenos con el

fin de disponer de más elementos de juicio que ayuden a la promulgación de políticas públicas que impacten en el riesgo de fallecer por homicidio en la ciudad de Medellín.

Bibliografía

1. World Health Organization. World Health Assembly Prevention of violence. Public health priority. Geneva: World Health Organization; 1996.
2. Franco Saul. El quinto: no matar. Contextos explicativos de la violencia en Colombia. Bogotá: Tercer Mundo editores; 1999. p. 79-82.
3. Stroup D, Williamson D, Dean A, Haddad S, Basha M y Rapose W. Statistical Software for Public Health Surveillance. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 1994.
4. Box G, Jenkins G. Time series analysis: forecasting and control. 3th ed. New Jersey: Prentice Hall; 1994.
5. Stroup D, Williamson D, Dean A, Haddad S, Basha M, Rapose W. Statistical Software for Public Health Surveillance. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 1994.
6. Pandit S, Wu S. Time Series and system analysis with applications. Reissue edition. Melbourne: Krieger Publishing Company; 2001. p. 161.
7. Pankratz A. Forecasting with univariate Box-Jenkins models. New York: John Wiley and Sons; 1983. p. 228-30.
8. Horowitz L, Lobato I. Bootstrapping the Box-Pierce Q test: a robust test of uncorrelatedness (1999). Preliminary and incomplete draft. Idaho: University of Idaho; 1999. [citado 11 Abril 2004]. Disponible en: <http://citeseer.ist.psu.edu/correct/276590>
9. Agudelo B, Grisales H, Londoño J. Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelacion temporal, Medellín, 1987-1996. Revista Facultad Nacional de Salud Pública (Medellín). 1998;16:27-50.
10. Efectividad de la República, Ministerio de Defensa Nacional. Efectividad de la Política de Defensa y Seguridad Democrática. Bogotá; agosto 2002-enero 2004.
11. Alcaldía de Medellín. Pedagogía para el mejoramiento de las costumbres ciudadanas. Medellín: Alcaldía de Medellín; 2003. [citado 12 Mar 2004]. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/contenedor.asp?m=1&s=4>
12. Departamento Nacional de Planeación. Caída en índices de violencia se mantiene durante último año, revela Planeación Nacional. Terrorismo, ataque a poblaciones y secuestro registran las mayores caídas. Hoy en Planeación. Bogotá, 9 de julio de 2003.
13. Presidencia de la República, Ministerio de Defensa Nacional. Política de Defensa y Seguridad Democrática. Bogotá: Ministerio de Defensa Nacional; 2003. p. 68.
14. Casa de Nariño. Informe sobre la Comuna 13 de Medellín. Centro Nacional de Noticias del Estado (CNE) octubre 18, 2002. Bogotá: Casa de Nariño [citado 9 Ene 2004]. Disponible en: <http://cne.presidencia.gov.co/>