

## **Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Medellín, 1987-1996**

***Byron Agudelo G.***

Profesor, Facultad Nacional de Salud Pública  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia

***Hugo Grisales R.***

Profesor, Facultad Nacional de Salud Pública  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia

***Juan Luis Londoño F.***

Profesor, Facultad Nacional de Salud Pública  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia

### **Resumen**

*Se presentan los resultados de un estudio descriptivo de la mortalidad observada en la ciudad de Medellín, durante el período de 1987 a 1996. La información básica se obtuvo de los archivos del Departamento Nacional de Estadística (DANE), en los cuales la causa de muerte se clasifica según la Clasificación Internacional de Enfermedades, 9ª revisión. Las cinco primeras causas son responsables del 45% de toda la mortalidad. Las causas violentas, en forma de ataque con arma de fuego o explosivos, ataque con arma cortopunzante y accidente de vehículo de motor –que figuran como primera, tercera y quinta causas– fueron responsables del 33% de la mortalidad; el infarto agudo del miocardio y la enfermedad obstructiva del pulmón ocuparon el segundo y el cuarto lugar respectivamente. Se estimó el nivel de riesgo*

de la mortalidad de los diferentes barrios y el correspondiente a las cinco primeras causas se ilustra en mapas de la ciudad; la distribución geográfica observada muestra una marcada concentración de la mortalidad en algunos de los barrios. Se realizó, además, un análisis de series de tiempo utilizando para ello el modelo ARIMA, con el objeto de predecir la mortalidad por las cinco primeras causas en los años comprendidos entre 1988 y 2000. Se anticipa un descenso en la mortalidad por causas violentas. Se recomienda el fortalecimiento de aquellos programas dirigidos a la consolidación de un clima de convivencia pacífica en la ciudad.

**Palabras claves:** mortalidad urbana, tasas de mortalidad, causas de mortalidad, violencia.

### Abstract

The results of a descriptive study of the observed mortality in Medellín during the years 1987-1996 are presented. The information was obtained from the National Administrative Department of Statistics (DANE) in which the cause of death was coded under the International Classification of Disease, 9<sup>th</sup> revision. The first five causes are responsible of the 45% of the total mortality. Urban violence, in the form of Attack with fire arm or explosives, Attack with knife and Motor vehicle accidents –first, third and fifth positions– were responsible of 33% of total mortality; myocardial infarction and obstructive lung disease were ranked in the second and four places, respectively. The risk level of mortality of the neighborhoods or barrios was obtained and it is presented in maps of the city; the geographical distribution of the risk level by the leading five causes shows a marked concentration of mortality in some of them. A time series analysis was performed to predict the mortality of the leading five causes of death for the period 1998-2000 using the ARIMA modelation technique. A decrease in the mortality by violent causes is anticipated. The continuation and fostering of ongoing programs aimed to create a peaceful urban atmosphere is encouraged.

**Key words:** urban mortality, mortality rates, causes of mortality violence.

### Introducción

La vida y la salud son condiciones que presentan un alto valor social para las personas y que figuran como derechos con-

sagrados en la Constitución Política de Colombia de 1991. A pesar de ello, tales derechos no se presentan en condiciones de igualdad, hecho que se refleja en el comportamiento histórico de los

indicadores epidemiológicos tradicionales. La mortalidad es un indicador de primera importancia para la medición del nivel de vida y la estructura de salud de la población, pues sirve para mostrar los problemas más relevantes en el tiempo y en el espacio.

El presente artículo describe la mortalidad en la ciudad de Medellín con base en los registros de defunción del período 1987-1996. Se pretende revisar el comportamiento de la mortalidad desde una óptica distinta a la que ha predominado en la mayoría de las investigaciones sobre mortalidad en el país: se presenta un análisis por grupos quinquenales de edad y se tiene en cuenta el barrio de residencia del difunto. Se utiliza, además, un modelo para el análisis de series temporales de dicha mortalidad, de amplio uso en el panorama científico internacional.

La investigación se propuso como objetivos determinar el comportamiento de la mortalidad general y por las cinco primeras causas, según la *clasificación internacional de enfermedades*, 9ª revisión, por grupos quinquenales de edad en el período 1987-1996, y por barrio, en el período 1994-1996, y construir un modelo matemático predictivo de la mortalidad por las cinco primeras causas con base en la información mensual de defunciones entre 1987 y 1996, con el fin de contribuir al conocimiento de los riesgos de mortalidad propios de la ciudad y

de aportar elementos para la toma de decisiones en el sector de la salud.

### **Materiales y métodos**

Se trata de un estudio descriptivo, longitudinal, retrospectivo de la mortalidad observada en Medellín, con base en los certificados de defunción correspondientes al período 1987-1996 y disponibles en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); los datos poblacionales fueron obtenidos por medio de proyecciones realizadas a partir de la información censal suministrada por el Departamento de Planeación Metropolitana. Para el procesamiento, la tabulación y el análisis se utilizó un computador y se utilizaron programas conocidos, como Excel, Foxpro, Epiinfo, SPSS, Epimap y Statgraphics.

### **Resultados**

#### **1. Mortalidad general**

##### **Mortalidad general en el período**

En el período 1987-1996 la tasa anual de mortalidad general varió entre 7,7 y 9,8 defunciones por cada 100.000, con fluctuaciones de poca consideración. La mayor mortalidad se presentó hacia los años centrales del período; a partir de dicho momento se observa una leve disminución, de una tasa de 9,84 en 1993 hasta una de 8,63 por 1.000 en 1996, tal como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Tasas anuales de mortalidad, Medellín, 1987-1996

Año	Defunciones	Población	Tasa por 1.000
1987	12.282	1.593.858	7,71
1988	13.524	1.626.940	8,31
1989	14.322	1.660.064	8,63
1990	16.066	1.693.883	9,48
1991	16.917	1.728.298	9,79
1992	16.659	1.763.334	9,45
1993	16.625	1.689.596	9,84
1994	16.500	1.822.819	9,05
1995	16.494	1.858.685	8,87
1996	16.356	1.895.665	8,63

#### *Mortalidad por edad y sexo*

En el decenio, aproximadamente 3 de cada 5 defunciones se presentaron en la población de sexo masculino; el riesgo de morir de este grupo poblacional es cerca del doble del que presentan las mujeres, con variaciones anuales entre 1,8 y 2,5. Hasta los 24 años, las razones de riesgo de morir entre hombres y mujeres, en promedio, presentan una marcada tendencia al aumento, desde 0,10 en el grupo de 0 a 4 años hasta 9,2 en el grupo de 20 a 24 años, a partir del cual la razón descende hasta presentar un valor de 0,67 en el grupo de 80 y más años.

#### *Mortalidad general por causa*

El análisis de la mortalidad por causa revela que el 45% de todas las defunciones se presentan

por 5 causas específicas de muerte y que la mitad de las defunciones se concentran en 10 causas; 3 de cada 5 defunciones ocurren por 15 causas y 8 de cada 10, por 50 causas. Este comportamiento presenta poca variación en el período analizado.

La distribución de las 10 primeras causas de muerte de la población de Medellín en el período 1987-1996, con base en la tasa mediana de mortalidad calculada a partir de las tasas anuales de mortalidad por las 100 primeras causas, se muestra en la tabla 2. La mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos (CIE-E965) figura como la causa principal de muerte en la ciudad, con una tasa de 23,7 por 10.000, cifra que es 3 veces la del infarto agudo del miocardio (CIE-410), que figura en segundo lugar, y 7 veces la de ataque con instrumentos

cortantes y punzantes (CIE-966), ubicada en tercer lugar. En el cuarto y en el quinto lugar figuran la obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas (CIE-496) y los accidentes de vehículo automotor (CIE-E819). En las restantes 10 primeras causas sobresale la diabetes mellitus, cuya

tasa de mortalidad se incrementó en el período hasta llegar a ocupar el séptimo lugar. La insuficiencia cardíaca y el infarto agudo del miocardio denotan la presencia de problemas cardiovasculares como una de las causas de mayor riesgo de muerte en la población de Medellín.

Tabla 2. Tasa mediana anual de mortalidad de las diez primeras causas, Medellín, 1987-1996

Posición	Causa de defunción	Tasa mediana anual (por 10.000)
1	Ataque con arma de fuego y explosivos	23,7
2	Infarto agudo del miocardio	7,71
3	Ataque con instrumentos cortantes y punzantes	3,28
4	Obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas	2,54
5	Accidentes de tráfico de vehículo automotor	2,07
6	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	1,84
7	Diabetes mellitus	1,76
8	Bronconeumonía, organismo causal no específico	1,73
9	Insuficiencia cardíaca	1,62
10	Tumor maligno del estómago	1,34

## 2. Mortalidad por las cinco primeras causas

### Las cinco primeras causas de mortalidad por año

El 45,04% del total de defunciones que se registraron en el decenio por todas las causas se debió a las 5 primeras causas. La mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos predomina de una manera marcada sobre las

otras con el 61% de las 70.160 defunciones que se presentaron por las 5 primeras causas. Aproximadamente por cada 3 defunciones que se presentan por ataque con arma de fuego y explosivos se presenta una defunción por infarto agudo del miocardio, causa que figura en segundo lugar. Las defunciones por causas no naturales -accidente de tráfico de vehículo de motor de naturaleza no especificada, ataque con arma

Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Mede 1987-1996

de fuego y explosivos y ataque con instrumentos cortantes y punzantes- representaron la tercera parte de las 155.740 defunciones registradas en el decenio en la ciudad.

**Cinco primeras causas de mortalidad por sexo**

En el decenio se presentó aproximadamente una defunción entre las mujeres por cada 14

defunciones entre los hombres por ataque con arma de fuego y explosivos y por cada 12 defunciones en el mismo grupo por ataque con instrumentos cortantes y punzantes. En cambio, el número de defunciones por obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas que se presentaron en las mujeres fue superior al observado entre los hombres en un 20%, tal como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Número y distribución porcentual por sexo de las defunciones por las 5 primeras causas, Medellín, 1987-1996

Hombres				Mujeres			
Causa		Defunciones		Causa		Defunciones	
Código CIE	Nombre	Número	%	Código CIE	Nombre	Número	%
965	Ataque con arma de fuego y explosivos	39.865	39,21	410	Infarto agudo del miocardio	6.446	11,92
410	Infarto agudo del miocardio	7.518	7,40	965	Ataque con arma de fuego y explosivos	2.927	5,41
966	Ataque con instrumentos cortantes y punzantes	5.156	5,07	496	Obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas	2.523	4,67
819	Accidentes de tráfico de vehículo automotor	2.678	2,63	250	Diabetes Mellitus	2.125	3,93
496	Obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas	2.102	2,07	428	Insuficiencia Cardíaca	1.624	3,00
Cinco primeras causas		57.319	56,38	Cinco primeras causas		15.645	28,93
Diez primeras causas		65.046	63,98	Diez primeras causas		22.047	40,77
Veinte primeras causas		73.854	72,65	Veinte primeras causas		29.675	54,87
		86.107	84,70	Cincuenta primeras causas		40.621	75,11
Cien primeras causas		94.287	92,74	Cien primeras causas		47.795	88,38
Resto de causas		7.376	7,26	Resto de causas		6.287	11,62
Todas las causas		101.663	100,00	Todas las causas		54.082	100,00

**Edad de las defunciones por cinco primeras causas**

La edad mediana en la cual se presentaron las defunciones por ataque con arma de fuego y explosivos, ataque con instrumentos cortantes y punzantes y por accidente de tráfico de vehículo de motor de naturaleza no especificada fue de 25, 28 y 30

años, respectivamente, cifras que se diferencian ostensiblemente de la edad de las defunciones ocurridas por las otras dos causas naturales –infarto agudo del miocardio y obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas en otra parte– que es cercana a los 70 años, tal como se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4. Edad de las defunciones por las cinco primeras causas, Medellín, 1987-1996

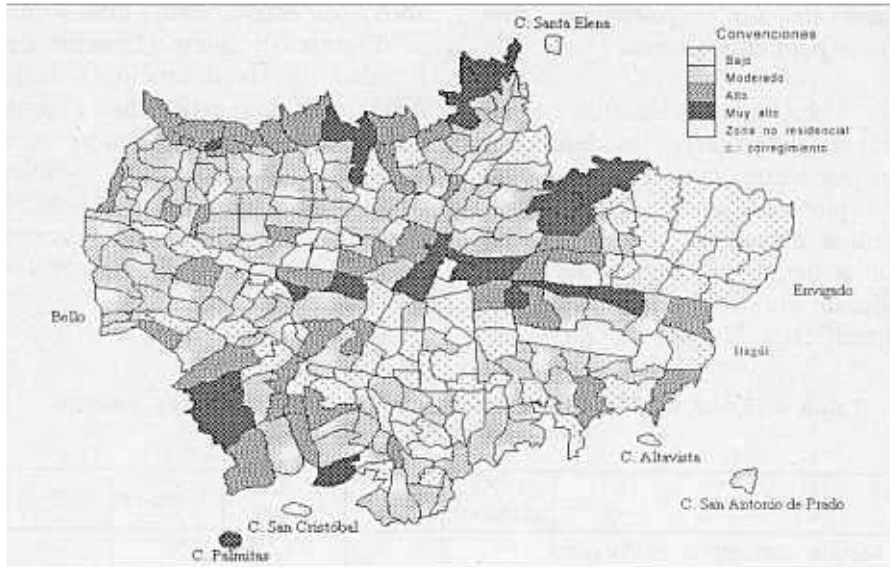
Causa	Nº defunciones	Media	Desviación Estándar	Mediana	Moda
Ataque con arma de fuego y explosivos	42.792	27,28	10,50	25	20
Infarto agudo del miocardio	13.964	67,70	16,12	70	75
Ataque con instrumentos cortantes y punzantes	5.573	30,07	11,35	28	30
Obstrucción crónica de vías respiratorias	4.625	70,99	14,32	72	72
Accidentes de tráfico de vehículo automotor	3.206	34,26	18,33	30	25

**Cinco primeras causas de mortalidad por barrio**

Para la identificación de los barrios se acogió la división político-administrativa utilizada por la administración municipal. Se excluyeron del análisis 16 barrios debido a que pertenecían a zonas eminentemente no residenciales y los corregimientos fueron tratados como barrios. Para cada barrio se calcularon las tasas específicas de mortalidad por cada una de las 5

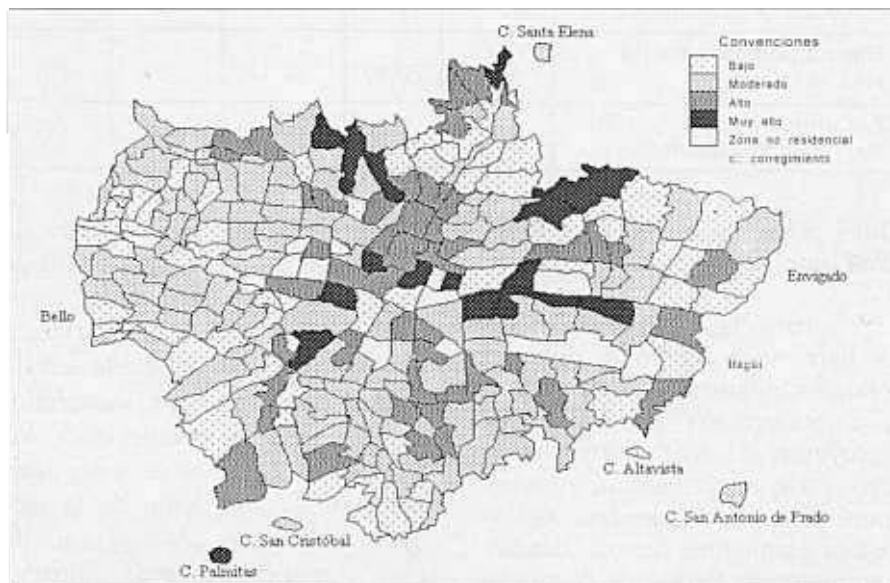
primeras causas en los años de 1994, 1995 y 1996, con el fin de identificar su distribución espacial. Finalmente, se categorizó la tasa de cada barrio en la escala ordinal de riesgo bajo, moderado, alto y muy alto, estableciendo los puntos de corte entre categorías mediante la aplicación de la técnica exploratoria del diagrama de caja, con el propósito de controlar el comportamiento de los valores extremos (figuras 1 a 5).

Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Medellín, 1987-1996



\* Base: tasa mediana por 100.000 habitantes

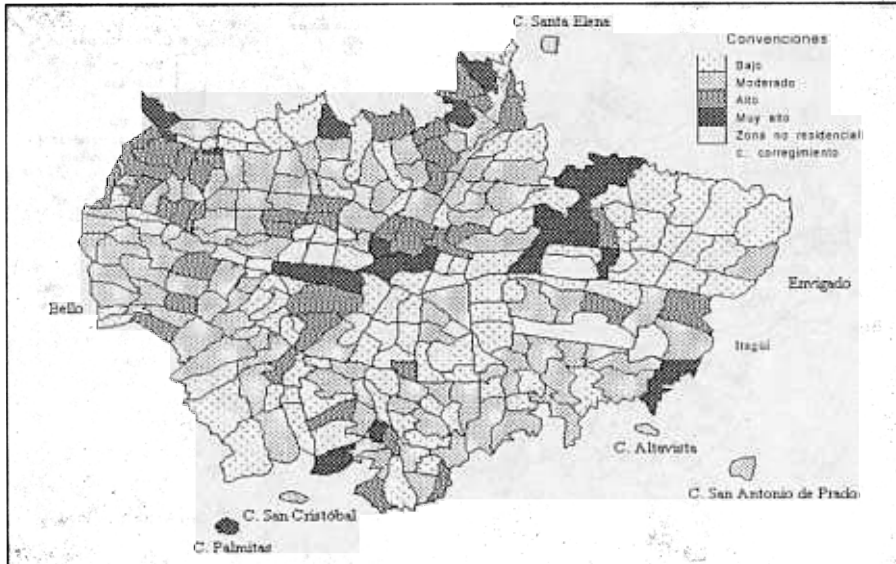
**Figura 1. Grado de riesgo de mortalidad por ataque por arma de fuego y explosivos, por barrio, Medellín, 1994-1996**



\* Base: tasa mediana por 100.000 habitantes

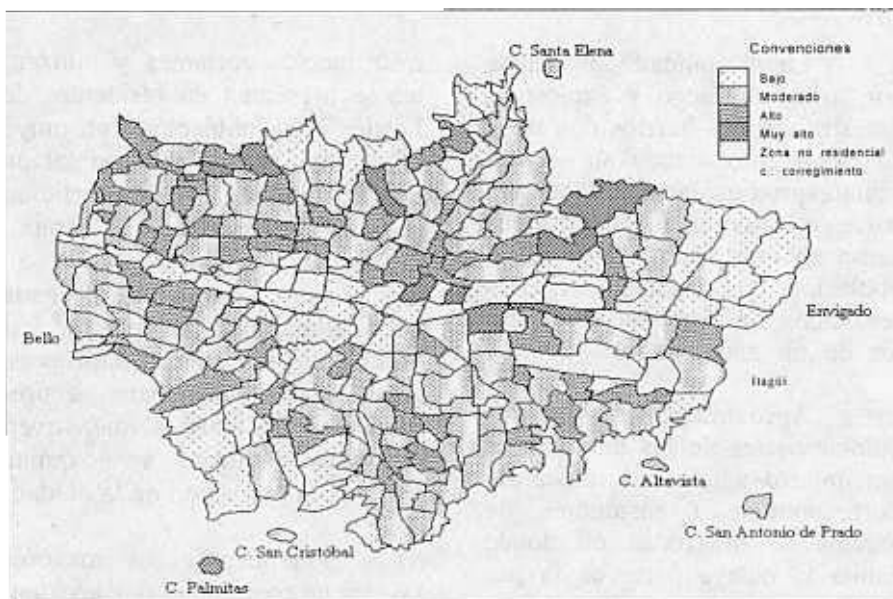
**Figura 2. Grado de riesgo de mortalidad por infarto agudo del miocardio, por barrio, Medellín, 1994-1996**





\* Base: tasa mediana por 100.000 habitantes

**Figura 3. Grado de riesgo de mortalidad por ataque con instrumentos cortantes y punzantes, por barrio, Medellín, 1994-1996**

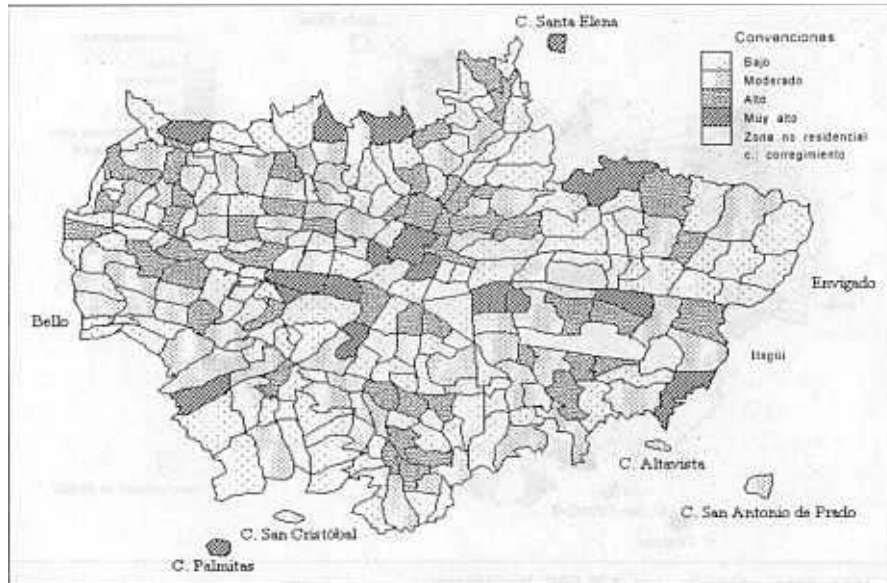


\* Base: tasa mediana por 100.000 habitantes

**Figura 4. Grado de riesgo de mortalidad por obstrucción crónica de vías respiratorias, por barrio, Medellín, 1994-1996**

al. Medellín, 1987-1996

Mortalidad por las cinco primeras causas y su mode



\* Base: tasa mediana por 100.000 habitantes

Figura 5. Grado de riesgo por mortalidad por accidente de vehículo de motor, por barrio, Medellín, 1994-1996

La mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos muestra que los barrios con nivel de riesgo alto o muy alto representan aproximadamente la tercera parte de las defunciones por dicha causa en una décima parte de la población de la ciudad. Dichos resultados son bastante consistentes de un año a otro.

Aproximadamente las dos quintas partes de las defunciones por infarto agudo del miocardio corresponden a residentes de barrios de la ciudad en donde habita la octava parte de la población.

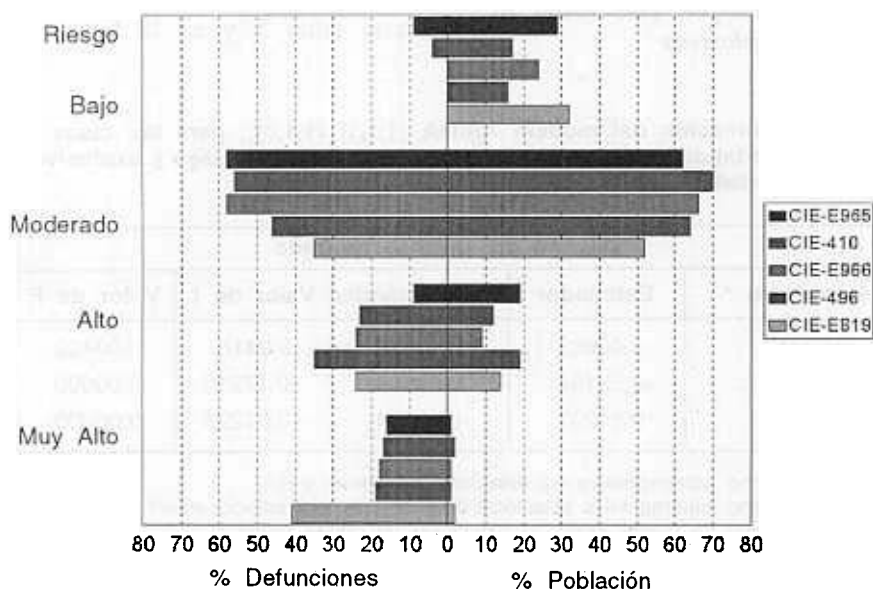
Cuarenta y dos de cada 100 defunciones por ataque con

instrumentos cortantes y punzantes se presentan en residentes de barrios cuya población constituye la décima parte de la población de la ciudad. Tal repartición espacial es constante en el tiempo.

Por su parte, 54 de cada 100 defunciones por obstrucción crónica de las vías respiratorias no clasificadas en otra parte se presentan en los barrios que sirven como asentamiento a la quinta parte de la población de la ciudad.

Finalmente, los mayores niveles de mortalidad por accidente de vehículo de motor no especificado, que representan el 65,1% de las defunciones por dicha causa,

se observan en aquellos barrios que sirven de asentamiento al 15% de la población residente en la ciudad (figura 6).



CIE-E965 Ataque con arma de fuego y explosivos  
 CIE-410 Infarto agudo del miocardio  
 CIE-E966 Ataque con instrumentos cortantes y punzantes  
 CIE-496 Obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas  
 CIE-E819 Accidente de vehículo de motor no especificado

Figura 6. Riesgo de morir por causa, porcentaje de defunciones y de población, Medellín, 1994-1996

### 3. Modelación temporal de las cinco primeras causas de mortalidad

Con el fin de describir el comportamiento temporal de la mortalidad por las 5 primeras causas y predecir la tendencia para los años 1997, 1998, 1999 y 2000, se utilizó el método de modelación conocido como ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), según el cual la variable dependiente –las tasas

mensuales de mortalidad por causa específica– es modelada como una totalidad empleando las autocorrelaciones manifiestas en las variables. Este enfoque es sistémico en contraposición con el análisis empleado en los métodos clásicos.<sup>2</sup>

La modelación se hizo para las 5 primeras causas ya descritas. Para cada una de ellas se efectuaron los procedimientos técnicos

Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Medellín, 1987-1996

y las pruebas pertinentes para la validación del modelo.<sup>18, 20</sup>

**Modelo temporal para la mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos**

El modelo adecuado que muestra el comportamiento de la mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos se expone en la tabla 5 y en la figura 7.

Tabla 5. Estimación del modelo ARIMA (1,1,1) (1,1,0)<sub>12</sub> para las tasas de mortalidad mensuales por ataque con arma de fuego y explosivos, Medellín, 1987-1996

Resumen del modelo ajustado				
Parámetro *	Estimador	Error estándar	Valor de t	Valor de P
AR (1)	0,40653	0,13819	2,94187	0,00402
SAR (12)	-0,53104	0,08604	-6,17210	0,00000
MA (1)	0,81237	0,08114	10,01223	0,00000

\*AR(1): Término autorregresivo no estacional de primer orden  
 SAR(12): Término autorregresivo estacional de orden uno con estacionalidad de 12 meses  
 MA(1): Término de media móvil no estacional de primer orden

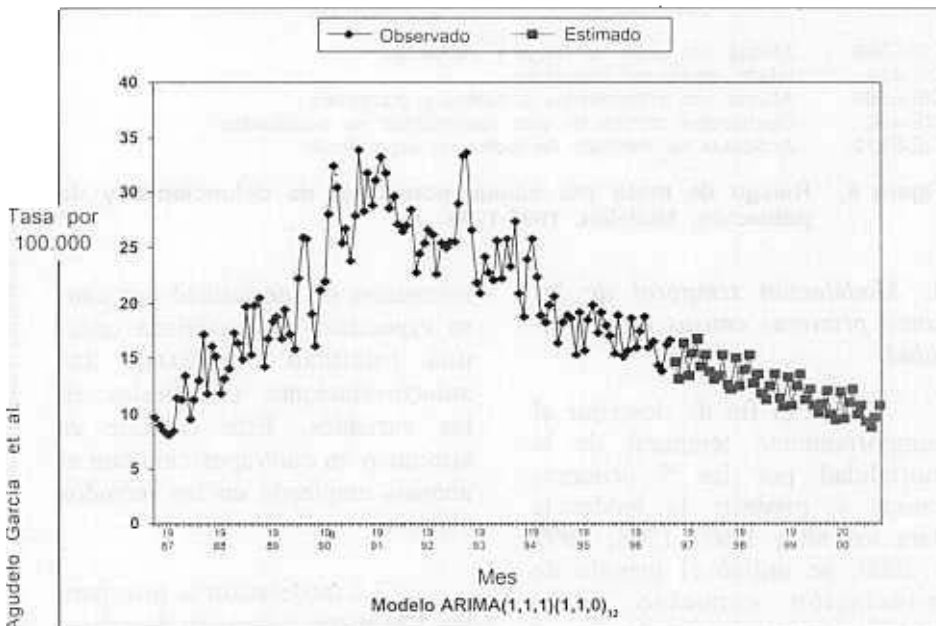


Figura 7. Tasas mensuales de mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos, Medellín, 1987-1996

En la tabla 6 se presentan los pronósticos de las tasas mensuales de mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos del modelo para el período comprendido entre el 1° de enero de

1997 y el 12 de diciembre del año 2000, bajo el supuesto de que las tendencias de diagnóstico y notificaciones no han cambiado ni van a cambiar.

Tabla 6. Pronósticos de las tasas de mortalidad por ataque con arma de fuego y explosivos, Medellín, 1997-2000

Mes	Año			
	1997	1998	1999	2000
Enero	14,5849	12,5985	11,4325	9,980
Febrero	13,2013	12,236	10,6177	9,4512
Marzo	16,2854	14,9976	13,3061	11,9426
Abril	13,4147	12,4313	10,8047	9,6252
Mayo	15,4233	14,0073	12,4558	11,0968
Junio	16,7049	15,2616	13,6242	12,2091
Julio	14,1903	12,804	11,3373	10,0352
Agosto	15,3291	13,5357	12,2017	10,7615
Septiembre	13,8338	11,8894	10,7634	9,352
Octubre	13,0913	11,2871	10,1477	8,800
Noviembre	13,4144	12,5547	10,8585	9,7066
Diciembre	15,2227	13,5394	12,1530	10,7418

El modelo anticipa una disminución del número de muertes violentas, hecho que realmente se comprobó según el Informe de la situación de la violencia, derechos humanos y derecho internacional humanitario en Antioquia, elaborado por el Instituto Popular de Capacitación<sup>1</sup>. La violencia se encuentra en un proceso de reacomodamiento y adaptación a las nuevas dinámicas de los conflictos urbanos, donde se encuentran como elemento dinamizador importante los pactos de no agre-

sión y convivencia entre diferentes grupos armados, como bandas, milicias y combos, entre otros.

**Modelo temporal para la mortalidad por infarto agudo del miocardio**

La figura 8 muestra las tasas mensuales de mortalidad por infarto agudo del miocardio. Se observan fluctuaciones bruscas y aisladas y el movimiento de la tasa en el tiempo semeja una secuencia completamente aleatoria, sin pa-

Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Medellín, 1987-1996

trón específico, es decir, la tasa su valor se destaque o sobresalga no presenta un período en el cual del resto.

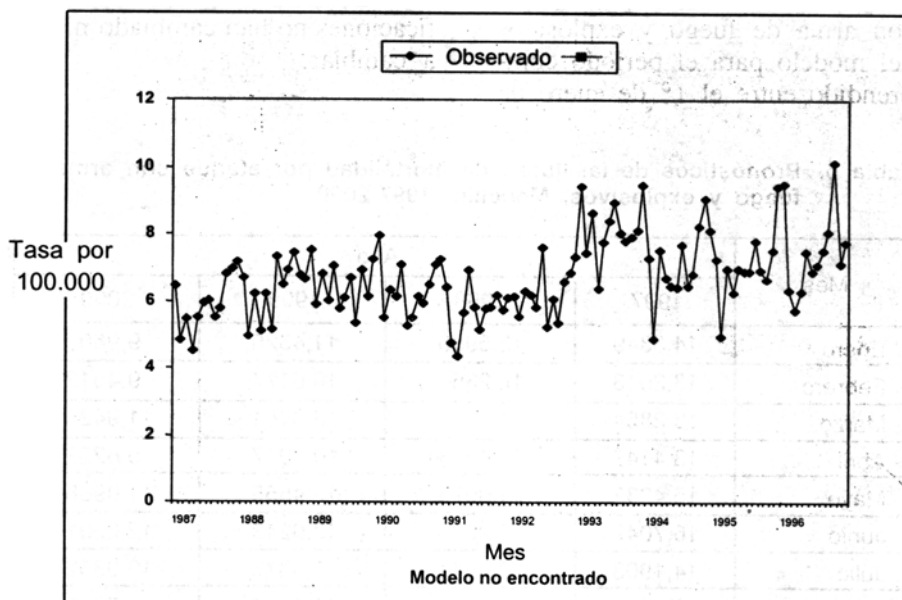


Figura 8. Tasas mensuales de mortalidad por infarto agudo del miocardio, Medellín, 1987-1996

A pesar de que se ensayaron 18 modelos, ninguno de ellos cumplió con los supuestos que permitieran catalogarlo como adecuado, de tal modo que no fue posible construir un modelo predictivo para esta causa.

*Modelo temporal para la mortalidad por ataque con instrumentos cortantes y punzantes*

Con base en las tasas mensuales de mortalidad por ata-

que con instrumentos cortantes y punzantes, se construyó el modelo temporal que se muestra en la tabla 7 y en la figura 9. La serie de tasas mensuales de mortalidad por esta causa (tabla 8) no presenta valores anómalos ni parece tener una tendencia considerable. Se observa cierta regularidad anual en las oscilaciones de la variable en los finales de año y en los meses centrales.

Tabla 7. Modelo ARIMA (0,1,1) (0,1,1)<sub>12</sub> para la mortalidad por ataque con instrumentos cortantes y punzantes, Medellín, 1987-1996

Resumen del modelo ajustado				
Parámetro *	Estimador	Error estándar	Valor de T	Valor de P
MA (1)	0,70380	0,07045	9,99048	0,0000
SMA (12)	0,84683	0,06300	13,44216	0,0000

\*MA(1): Término de media móvil no estacional de orden uno  
 SMA(12): Término de media móvil estacional con estacionalidad de 2

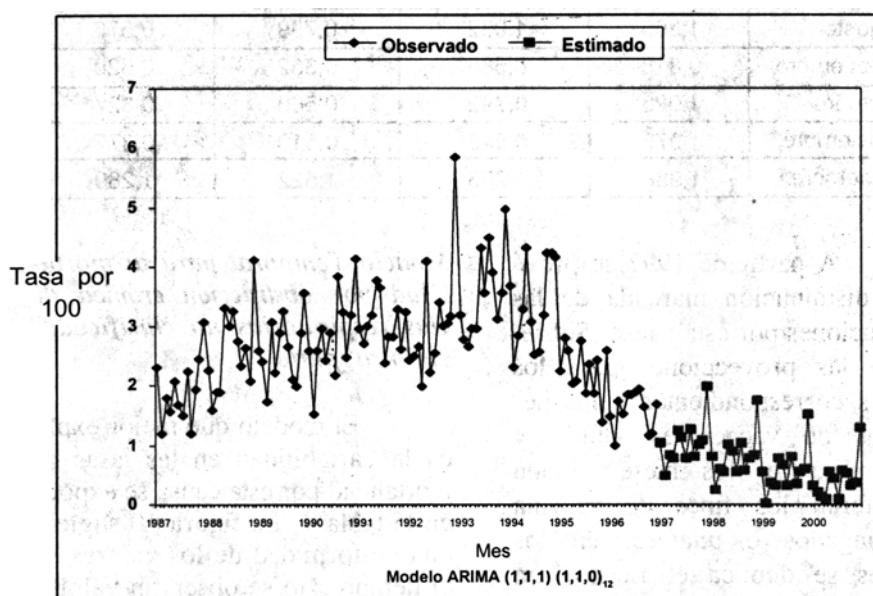


Figura 9. Tasas mensuales de mortalidad por ataque con instrumentos cortantes y punzantes, Medellín, 1987-1996

Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Medellín, 1987-1996

Tabla 8. Pronósticos para las tasas de mortalidad por ataque con instrumentos cortantes y punzantes, Medellín, 1997-2000

Mes	1997	1998	1999	2000
Enero	1,030	0,798	0,565	0,332
Febrero	0,478	0,246	0,013	0,219
Marzo	0,827	0,594	0,361	0,129
Abril	0,786	0,553	0,320	0,087
Mayo	1,259	1,026	0,793	0,561
Junio	1,137	0,904	0,672	0,439
Julio	0,789	0,556	0,323	0,090
Agosto	1,265	1,032	0,799	0,576
Septiembre	0,818	0,585	0,352	0,520
Octubre	1,025	0,792	0,560	0,327
Noviembre	1,075	0,842	0,610	0,377
Diciembre	1,988	1,755	1,522	1,289

A partir de 1997 se prevé una disminución marcada de las defunciones por esta causa. Sobresalen las proyecciones para los meses correspondientes a los períodos de vacaciones –junio y diciembre– y los meses donde proliferan los fines de semana prolongados o *puentes*, en los cuales se duplica el riesgo con respecto al mes inmediatamente anterior, lo cual los convierte en los de mayor riesgo de muerte por esta causa.

***Modelo Temporal para la mortalidad por obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas en otra parte***

El modelo que mejor explica la variabilidad en las tasas de mortalidad por esta causa se expone en la tabla 9. La figura 10 sugiere una uniformidad de los valores en el tiempo. No se observan valores extremos (picos o depresiones aisladas) ni tampoco parece haber una regularidad de tipo estacional, lo cual coincide con el conocimiento sobre el comportamiento de la incidencia de esta enfermedad como causa de muerte.



Tabla 9. Estimación del modelo AR(2) para las tasas de mortalidad mensual por obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas en otra parte, Medellín, 1987-1996

Resumen del modelo ajustado				
Parámetro *	Estimador	Error estándar	Valor de T	Valor de P
AR (1)	0,42137	0,09125	4,61772	0,00002
AR (2)	0,19923	0,09171	2,17246	0,03184
MEAN	1,34515	0,12318	10,919	0,00000
Constante	-0,51034			

\*AR(1): Término autorregresivo no estacional de orden uno  
 AR(2): Término autorregresivo no estacional de orden dos  
 MEAN: Media  
 Constante: Constante del modelo

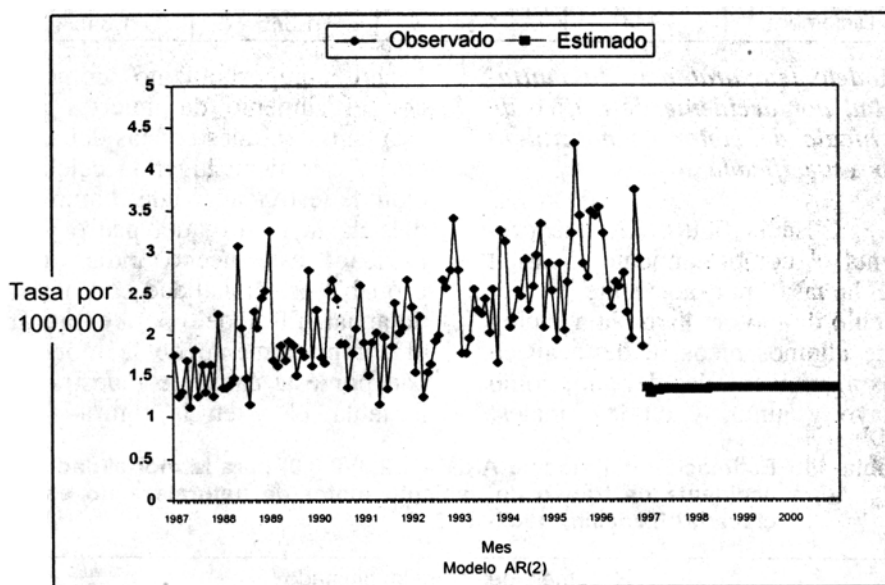


Figura 10. Tasas mensuales de mortalidad por obstrucción crónica de vías respiratorias no clasificadas en otra parte, Medellín, 1987-1996

Según los pronósticos encontrados, se prevé un leve aumento de la mortalidad por obstrucción crónica de las vías respiratorias desde 1997 hasta el

2000, tal como se aprecia en la tabla 10. El modelo refleja un patrón tendiente a la estabilidad en la mortalidad por esta causa, con pocas fluctuaciones mes a mes.

Mortalidad por las cinco primeras causas y modelación temporal, Medellín, 1987-1996

Tabla 10. Pronósticos para las tasas de mortalidad por obstrucción crónica de las vías respiratorias no clasificadas en otra parte, Medellín, 1997-2000

Mes	1997	1998	1999	2000
Enero	1.356	1.344	1.345	1.345
Febrero	1.289	1.344	1.345	1.345
Marzo	1.324	1.344	1.345	1.345
Abril	1.325	1.344	1.345	1.345
Mayo	1.332	1.344	1.345	1.345
Junio	1.335	1.345	1.345	1.345
Julio	1.338	1.345	1.345	1.345
Agosto	1.340	1.345	1.345	1.345
Septiembre	1.341	1.345	1.345	1.345
Octubre	1.342	1.345	1.345	1.345
Noviembre	1.343	1.345	1.345	1.345
Diciembre	1.344	1.345	1.346	1.345

**Modelo temporal para la mortalidad por accidente de tráfico de vehículo de motor de naturaleza no especificada**

En la figura 12, que presenta el comportamiento mensual de la tasas por accidente de vehículo de motor, llama la atención que algunos picos se destacan en los meses centrales del año, como mayo y junio, y en los finales.

Dicho comportamiento coincide con el aumento de muertes por esta causa en tales épocas del año, en las que tiene lugar la celebración de festividades tales como los días de la madre, del padre y la navidad; este hecho indica una probable estacionalidad con periodo anual. El modelo para expresar el comportamiento de la mortalidad por esta causa se muestra en la tabla 11 y en la figura 11.

Tabla 11. Estimación del modelo ARIMA(1,2,3)(0,0,0) para la mortalidad por accidente de tráfico de vehículo motor de naturaleza no especificada, Medellín, 1987-1996

Resumen del modelo ajustado				
Parámetro *	Estimador	Error estándar	Valor de T	Valor de P
AR (1)	-0,49425	0,18856	-2,62116	0,00996
MA (1)	0,94771	0,16220	5,84272	0,00000
MA (2)	0,62042	0,22039	2,81507	0,00575
MA (3)	-0,58615	0,09611	-6,09887	0,00000

\*AR(1): Término autorregresivo no estacional de orden uno  
 MA(2): Término de media móvil no estacional de orden dos  
 MA(3): Término de media móvil no estacional de orden tres

Byron Agudelo García et al.

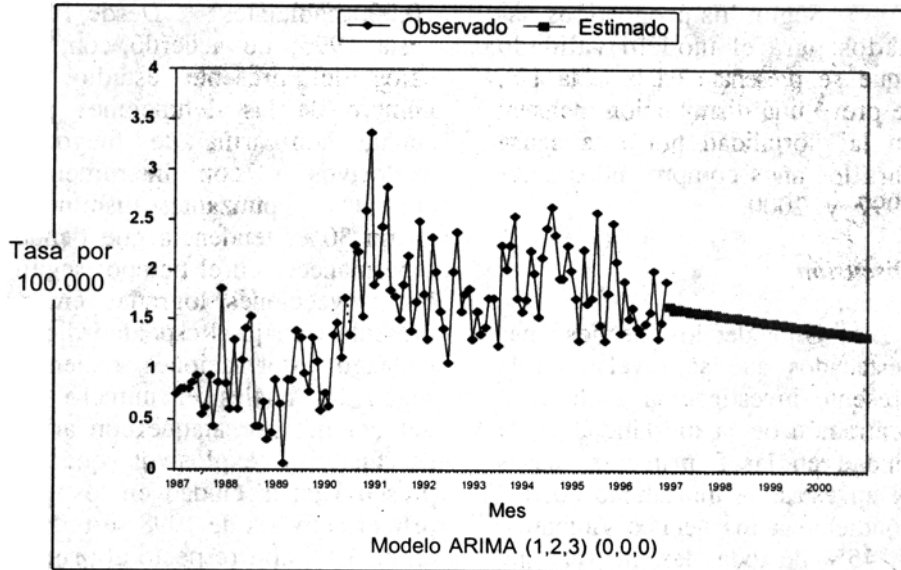


Figura 11. Tasas mensuales de mortalidad por accidente de tráfico de vehículo de motor de naturaleza no especificada, Medellín, 1987-1996

Tabla 12. Pronósticos para la mortalidad por accidente de tráfico de vehículo de motor de naturaleza no especificada, Medellín, 1997-2000

Mes	1997	1998	1999	2000
Enero	1.639	1.549	1.479	1.409
Febrero	1.602	1.543	1.474	1.403
Marzo	1.612	1.537	1.468	1.398
Abril	1.598	1.531	1.462	1.386
Mayo	1.596	1.525	1.456	1.345
Junio	1.589	1.520	1.450	1.380
Julio	1.584	1.514	1.444	1.375
Agosto	1.577	1.345	1.345	1.345
Septiembre	1.572	1.502	1.433	1.363
Octubre	1.566	1.496	1.427	1.357
Noviembre	1.560	1.491	1.421	1.352
Diciembre	1.554	1.485	1.415	1.345

\* Tasas por 100.000

Mortalidad por las cinco primeras causas y su modelación temporal, Medellín, 1987-1996

Según los pronósticos hallados para el modelo validado -que se presentan en la tabla 12-, se prevé una disminución mensual en la mortalidad por esta causa para los años comprendidos entre 1997 y 2000.

### Discusión

Uno de los hechos más destacados que se revelan en la presente investigación es la concentración de la mortalidad de la ciudad en las 5 primeras causas y, en éstas, la mortalidad correspondiente a los hechos violentos. El 45% de todas las muertes que se registraron en el período 1987-1996 corresponden a las primeras 5 causas de muerte y el 33%, a los homicidios y a los accidentes de tráfico de vehículo automotor. También es sobresaliente la mayor mortalidad de los hombres por estas dos últimas causas, especialmente en aquellos grupos etáreos que representan un mayor potencial productivo y que tienen una mayor significación social para la familia: los hombres con edades entre los 20 y los 24 años y entre los 25 y los 29 años presentan riesgos de mortalidad por violencia que son 9,2 y 10,5 veces los correspondientes a las mujeres.

A partir de 1986, los accidentes, los envenenamientos y la violencia pasan a ocupar el primer lugar en las causas de mortalidad de la ciudad, que en 1993 llega a presentar la alarmante tasa de 33 defunciones por cada

10.000 habitantes<sup>6, 26</sup>. Desde 1993 hasta 1996, de acuerdo con los datos del presente estudio, el número de las defunciones por ataque con arma de fuego y explosivos y con instrumentos cortantes y punzantes disminuye en un 30%, tendencia que tiende a permanecer en el tiempo, según las proyecciones logradas en el presente trabajo. Respaldan dicho hallazgo informaciones recientes según las cuales el número de defunciones por ataque con arma de fuego y explosivos que se presentó en la ciudad en los seis primeros meses de 1998 se redujo en un 12% con respecto al primer semestre de 1997.<sup>24</sup> Tal disminución se debe, al menos parcialmente, al desmantelamiento progresivo de los grupos armados al servicio del narcotráfico y de las bandas organizadas en los barrios periféricos de la ciudad y a la ejecución de programas comunitarios en favor de la convivencia pacífica. Los programas de desarme o de limitación para la adquisición de armas por parte de la población civil, por ejemplo, han sido efectivos en otros países para la reducción de la mortalidad por homicidio.<sup>30</sup>

No obstante, la situación aún es delicada, pues según la prensa local, cada una de las 90 bandas delictivas que operan en Medellín tiene como mínimo un fusil,<sup>5</sup> dato que adquiere mayor relevancia cuando se establece que los matones, los sicarios y las bandas delictivas cometen sus

fechorías con armamento ilegal pero se presentan con armas amparadas cuando son sometidos a una requisita.

Aparte del impacto social generado por esta situación de violencia, es importante señalar el costo económico que ella implica. El costo de la criminalidad y del conflicto armado urbanos, correspondiente al período comprendido entre 1991 y 1996, ha sido estimado en 17,2 billones de pesos, es decir, el 25,3% del producto interno bruto del país. El costo del conflicto armado propiamente dicho, en el período 1991 y 1996, ha sido estimado en 5,4 billones de pesos, valor que corresponde al 31% de los costos de la violencia en el país.<sup>14</sup>

El análisis de la mortalidad por barrio, realizado en el presente estudio, pone de manifiesto la concentración espacial de la mortalidad por las 5 primeras causas y especialmente la de aquella que tiene como causa un hecho violento. Esta observación permite focalizar las acciones de prevención y promoción con el fin de buscar una mayor eficacia, al tiempo que sirve de punto de partida para el estudio y esclarecimiento de fenómenos y de problemáticas que tienen origen en características particulares de tipo social y económico. A manera de ejemplo, vale la pena identificar aquellos sectores de la ciudad que, como la comuna de La América, presentan una mor-

talidad baja por hechos violentos, con el fin de establecer características y modos de vida saludables de sus residentes.

Con respecto a la mortalidad por infarto del miocardio, es importante advertir que las cifras referidas deben tratarse con cautela. Diferentes estudios han puesto de manifiesto una menor confiabilidad del registro por esta causa.<sup>32</sup> Quizás por dicho motivo no fue posible encontrar un modelo temporal para la predicción de la mortalidad por esta causa, tal como se indicó con anterioridad. Vale la pena citar la recomendación reciente hecha por la Subdirección de Epidemiología del Instituto Nacional de Salud, en el sentido de que la notificación de la causa básica de muerte en el registro de mortalidad colombiano por infarto agudo del miocardio debe apoyarse en la historia clínica del paciente, recurso que mejoraría la calidad del dato referente a la mortalidad institucional.<sup>13</sup>

El modelo temporal definido en el presente estudio para la mortalidad por obstrucción crónica de las vías respiratorias parece reflejar la dinámica lenta del proceso de gestación de la enfermedad, como consecuencia de la exposición prolongada a factores de riesgo -tales como el tabaco y la contaminación del aire- que no presenta marcadas variaciones en el tiempo. Aunque en la ciudad se han puesto en

marcha programas saludables, como la prohibición de fumar en algunos sitios públicos y la difusión masiva de mensajes de carácter preventivo, se hace necesaria la ejecución de políticas más efectivas, entre las cuales sobresale la implantación de una clara legislación antibacoco.<sup>22, 29</sup>

Con respecto a la mortalidad por accidente de tráfico de vehículo de motor, es importante señalar la disminución observada del 39% con respecto al período 1982-1986, en el cual la tasa mediana fue de 3,41 defunciones por 10.000. Aunque la ciudad de Medellín ha sido considerada en el contexto nacional como modelo por su organización vial, persisten problemas de índole cultural y urbanística que merecen especial atención; vale la pena citar, entre otros, el alto consumo de alcohol, la agresividad de los conductores y la inadecuada señalización en sitios de riesgo.

La situación descrita de la mortalidad que se presenta en Medellín propone una serie de tareas a la administración de la ciudad y a sus residentes con el fin de disminuir la frecuencia de las defunciones y, lo que es más importante, lograr mejores condiciones de vida. En particular, la situación que pone de manifiesto la mortalidad por hechos violentos que se presenta en este estudio constituye un poderoso argumento para la intensificación de los esfuerzos que se vienen realizando

en favor de la convivencia pacífica.

De parte de las instituciones cuya responsabilidad es velar por el bienestar de la población, se requieren renovados esfuerzos para la promoción de estilos de vida sanos, fundamentados en la educación, el respeto a la vida y la existencia de unas mejores condiciones de vida; la comunidad, a su vez, en medio de tal escenario, aportará sin duda sus mejores esfuerzos en favor de una sociedad armónica y digna.

### **Bibliografía**

1. Angarita E, et al. Guerra, paz y derechos humanos en Antioquia: informe de la situación de violencia, derechos humanos y derecho internacional en Antioquia. Diagnóstico y tesis interpretativas. Medellín: Instituto Popular de Capacitación; 1998. p. 162-163.
2. Box G, Jenkins GM. Time series analysis, forecasting and control. San Francisco: Holden Day Inc; 1966.
3. Chaves M. Salud y sistemas. Mérida: Universidad de los Andes; 1981.
4. Conrad P, Rochelle K, editors. The sociology of health and illness: critical perspectives. New York: St. Martin's Press; 1981.
5. El Colombiano, 21 de Julio de 1998, p. 11.
6. Metrosalud. Diagnóstico de la situación de salud: Medellín 1984-1993. Medellín: Metrosalud; 1994.
7. Folsom A, et al. Out of hospital coronary death in an urban

- population; validation of death certificate diagnosis. *Am J Epidemiol* 1987;125:1012-1018.
8. García CA. Causas de muerte como indicadores indirectos de necesidades en salud: una interpretación sociodemográfica. Las causas de la frontera Norte y Morelos 1980-1982. México: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIMUNAM); 1987.
  9. García H, Vélez CH. Morbimortalidad comparativa Colombia Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 1986. Medellín; 1989. Trabajo de grado (Maestría en Salud Pública). Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública.
  10. Giraldo P, Molina A. Las tasas de mortalidad, los años de vida potencialmente perdidos y los años de vida saludable perdidos como indicadores epidemiológicos para la identificación de prioridades en salud: un análisis comparativo. Medellín; 1995. Trabajo de grado (Magister en Epidemiología). Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública,
  11. Granero R, et al. Validación de «infarto de miocardio» como causa de muerte en certificados de defunción. *Cuadernos de Salud Pública* 1997;13(13):383-387.
  12. Instituto Nacional de Salud. La mortalidad en Colombia 1953-1991. Santafé de Bogotá: INS; 1993.
  13. Instituto Nacional de Salud. Calidad de la notificación de la causa básica de muerte en el registro de mortalidad colombiano. Informe Epidemiológico Nacional 1998; 3(17).
  14. Instituto de Seguros Social. Periódico Síntesis ISS, 5 de agosto de 1998.
  15. Maykonich MK. Medical sociology. California: Alfred Publishing; 1980.
  16. Ministerio de Salud. La salud en Colombia: diez años de información, 1983-1993. Santafé de Bogotá: El Ministerio; 1994.
  17. Miro C. América Latina: transición demográfica y crisis económica. En: Memorias del Congreso Latinoamericano sobre Población y Desarrollo. Vol. 1. México; 1984.
  18. Montgomery DC, Johnson LA. Forecasting and time series analysis. New York: McGraw-Hill; 1976.
  19. Organización de las Naciones Unidas. Niveles y tendencias de la mortalidad en América Latina a partir de 1950. New York: ONU; 1982.
  20. Nazem SM. Applied time series analysis for business and economic forecasting. New York: Marcel Dekker Inc.; 1988.
  21. Organización de las Naciones Unidas. Perspectivas de la población mundial evaluadas en 1980. New York: Department of International Economic and Social Affairs; 1982.
  22. Estados Unidos. Departamento de Salud y Servicios Sociales. Tabaquismo y salud en las Américas: informe de la Cirujana General, 1992, en colaboración con la Organización Panamericana de la Salud. Atlanta, Georgia: DHHS; 1992.
  23. Palloni A, Wyrick YR. Mortality decline in Latin America: changes in the structure of causes of deaths, 1950-1975. *Social Biology* 1982; 28.
  24. Restrepo EJ. *El Colombiano*, julio 14 de 1998, p. 10.

25. Rico J. Tendencias futuras de las población colombiana. Cali: Universidad del Valle; 1983.
26. Servicio Seccional de Salud de Antioquia. La violencia en Antioquia: una crisis que compromete a todos. Boletín Epidemiológico de Antioquia 1987; 12(1):5-7.
27. Servicio Seccional de Salud de Antioquia. El homicidio en Colombia, Medellín y otros lugares. Boletín Epidemiológico de Antioquia 1987;12(1):33-34.
28. Servicio Seccional de Salud de Antioquia. Situación epidemiológica de los accidentes de tránsito en el Departamento de Antioquia, 1982-1986. Boletín Epidemiológico de Antioquia 1987;12(4):287-293.
29. Stanley K. Control of tobacco production and use. En: Dean TJ, Mosley WH, Measham AR, Bobadilla JL, editors. Disease control priorities in developing countries. Washington, D.C.: Oxford University Press; 1993. p. 714.
30. Stansfield SK, Smith GS, McGreevey WP. Injury. En: Dean TJ, Mosley WH, Measham AR, Bobadilla JL, (editors), Disease control priorities in developing countries. Washington, D.C.: Oxford University Press; 1993. p. 662.
31. Tuomilehto, et al. Acute myocardial infarction in Finland: baseline data from the Finmonica Register in 1983-1985. Eur Heart J 1992;13: 577-587.
32. Tustall H, et al. Myocardial infarction and coronary death in the World Health Organization MONICA Project. Registration procedures, event rates and case-fatality in 38 populations from 21 countries in four continents. Circulation 1994; 90:583-612.
33. United Nations. Socioeconomic differentials in child mortality in developing countries. New York: UN; 1985.
34. Vallin J. Algunos problemas que sugieren otra estrategia. En: Le Monde Diplomatique en Español, París; 1984.