



Vigilada Mineducación

INFARTO CARDIACO Y HOMICIDIO: CONSECUENCIAS IMPENSADAS DE LA  
VIOLENCIA EN COLOMBIA

Heart Attack and Homicide: Unintended Consequences of Violence in Colombia

LUCAS RESTREPO PASOS

Tesis

Asesor

Gabriel Jaime Suárez Obando

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

ECONOMÍA

MEDELLÍN

2022

# Tabla de Contenido

Resumen.....	3
Introducción .....	4
Contexto.....	7
Datos .....	9
Estrategia empírica.....	11
Modelo .....	14
Resultados.....	14
Discusión.....	18
Conclusiones.....	20
Bibliografía .....	22
Anexos .....	26

**RESUMEN.** Las enfermedades cardiovasculares suponen un enorme problema de salud pública alrededor del mundo. Asimismo, la violencia trae consigo una serie multidimensional de efectos socioeconómicos adversos. Este trabajo utiliza modelos de panel de datos por efectos fijos para caracterizar la relación entre homicidio e infarto cardiaco en los municipios de Colombia. Se halla una relación positiva entre las tasas municipales de muerte por ataque cardiaco y homicidio. Los resultados son preliminares y se necesita de más investigación para corroborar estos hallazgos.

Palabras clave: Infarto cardiaco, homicidio, violencia, enfermedad cardiovascular.

**ABSTRACT.** Cardiovascular disease implies an immense public health problem around the globe. Likewise, violence carries a multidimensional series of negative socioeconomic outcomes. This paper uses fixed effects for panel data models to characterise the relationship between homicide and cardiac arrest in Colombia's municipalities. A positive relation is found between municipal death by heart attack rates and homicide rates. Results are preliminary and further investigation is required to ascertain these findings.

Keywords: Heart attack, homicide, violence, cardiovascular disease.

## Introducción

La incidencia de enfermedades cardíacas ha aumentado considerablemente en décadas recientes, y la prevalencia de estas se ha fortalecido de igual manera. Se ha dicho sobre el paro cardíaco que

[D]ebe reconocerse como un problema de salud pública en el mundo, toda vez que así lo indican las cifras: en Estados Unidos se calcula una muerte súbita de origen cardíaco cada 5 minutos y en Europa una cada 20 a 30 minutos. En Colombia según el DANE en el año 2016 ocurrieron 32.958 muertes por enfermedad isquémica cardíaca, equivalente a una muerte cada 15 minutos. (Bonilla, 2018, p. 1)

Lo anterior quiere decir que, en Colombia y alrededor del globo, hacen falta herramientas para poder prevenir estos casos, atenderlos con mayor oportunidad y mitigar sus consecuencias.

La medicina moderna ha logrado explicar lo que ocurre durante un infarto, sus síntomas físicos. En este sentido, estos incidentes se han vuelto cada vez más fáciles de identificar y atender. No obstante, son eventos a contrarreloj para salvar la vida del paciente. Según Dracup *et al*, alrededor de la mitad de las muertes por infarto cardíaco ocurren antes de llegar al hospital (1995). De este modo, queda claro que el paradigma puede mejorar a través de atención más oportuna, pero esto puede resultar costoso, difícilmente escalable y de mejora marginal.

Así pues, se ha dado una discusión sobre los infartos desde un enfoque preventivo. Autores como Karpman recalcan que más del 90% del riesgo de desarrollar un Infarto Agudo de Miocardio (AMI)<sup>1</sup> ha sido atribuido a la exposición a largo plazo a múltiples factores de riesgo como lo son la hiperlipidemia, la obesidad exógena y la falta de actividad física (2017). Otros investigadores, como Nawrot, Perez, Künzli, Munters & Nemery, hallaron que las razones de oportunidad (OR)<sup>2</sup> ligadas a un Infarto Miocardio, en orden descendente, son: uso de cocaína, comidas pesadas, consumo de marihuana, emociones negativas, ejercicio físico, emociones positivas, sentimiento de ira, actividad sexual, exposición al tráfico vehicular, infecciones respiratorias, consumo de café y contaminación atmosférica (2011, p. 735). Nawrot *et al*, también advierten sobre la prevalencia

---

<sup>1</sup> Acute Myocardial Infarction.

<sup>2</sup> Odds Ratio.

de los riesgos, si bien el uso de cocaína afecta fuertemente la probabilidad de Infarto Miocardio, no son muchos los consumidores de esta sustancia. Análogamente, aunque la OR ligada a la contaminación del aire sea de tan solo 1.05, la contaminación del aire afecta a casi todas las personas.

Ahora bien, no sólo existen factores a nivel de individuo que pueden afectar el riesgo de sufrir un infarto de miocardio. Como ya se mencionó, factores ambientales como la contaminación del aire pueden aumentar el riesgo de infarto dentro de una población. Así también, hay eventos aislados que podrían tener incidencia sobre episodios de infarto cardiaco. Dobson, Alexander, Malcolm, Steele & Miles (1991), estudiaron los efectos del terremoto de Newcastle 1989 sobre su población en lo referente a infartos de miocardio y hallaron que esta ocurrencia no solo dejó un número atípico de muertes por infarto, sino que en el periodo subsecuente hubo un riesgo relativo más alto de muerte por enfermedad coronaria, muerte por infarto de miocardio, infarto de miocardio no fatal, entre otros. Similarmente, Trichopoulos, Zavitsanos, Katsouyanni, Tzonou & Dalla-Vorgia (1983), hallaron un exceso de muertes por eventos cardiacos tras el terremoto de Atenas de 1981. Según estos autores (1983), la explicación de esta diferencia yacería en el estrés agudo y subagudo que un evento de esta naturaleza puede tener sobre los pacientes. Como estos, existe una variedad de literatura que muestra evidencia estadística de una relación entre eventos aislados y episodios cardiacos.

De este modo, queda en evidencia que los infartos son eventos que han sido ampliamente estudiados. Igualmente, sus causas han sido estudiadas desde varios esquemas con potentes conclusiones. No obstante, hasta donde sabemos, en la literatura aún no figura un ejercicio que busque estudiar la posible relación entre infartos y crimen violento. Aun así, es claro que existen razones que permitirían explicar la relación entre infarto cardiaco y violencia. Por ejemplo, el estrés que desencadena un evento aislado como argumentan Trichopolous *et al.* (1983). Desde Nawrot *et al.* (2011), las emociones negativas aumentan la razón de oportunidades de infarto de miocardio, y la violencia podría ser causante de estas emociones. Además, hay literatura que aboga que existe una relación entre ataques de pánico y episodios cardiacos.

En el caso colombiano, hacer un análisis de la incidencia de la violencia sobre otras variables de interés resulta un ejercicio justificado dada la historia y el contexto del país. Para

1980, Colombia, con “una tasa de muertes violentas cercana al 80 por 100.000 habitantes, se ubica a la cabeza de todos los países del mundo, con exclusión de aquellos que se encuentran en abierto estado de guerra” (Pecaut & González, 1997, p. 891). Esa tasa ha venido reduciéndose desde entonces, sin embargo, desde 2015 la “desaceleración en la reducción de homicidios en Colombia se mantiene” (Castillo & Lleras, 2019, p. 7). Es claro así que los homicidios son un problema que ha afectado a Colombia históricamente, y así vale la pena indagar sobre las dimensiones de esta afectación.

En este punto, es propicio plantear los homicidios, al igual que los eventos cardiacos, como un problema de salud pública. Según Moreno & Cendales, entre 1985 y 2006 la causa principal de mortalidad en las mujeres en Colombia fue las enfermedades del sistema circulatorio; en el mismo periodo, la causa principal en los hombres fue causas externas, excepto en 2006 donde las enfermedades del sistema circulatorio también se posicionaron primero (2011). Los investigadores agregan que “los motivos más frecuentes de mortalidad por causas externas en ambos sexos fueron los homicidios y las agresiones” (2011, p. 344). De este modo, se puede concluir que las enfermedades del corazón y la violencia se ubican entre los mayores problemas de salud pública en Colombia.

En este sentido, encontramos propicio hacer la investigación pertinente sobre los efectos de la violencia en infartos cardiacos, y así sentar un precedente en los campos de la Economía de la Salud y Economía del crimen. Como ya se mencionó, hasta donde sabemos, no existe una investigación previa que busque caracterizar la relación entre violencia e infartos cardiacos, de modo que este estudio resultaría innovador. Por otra parte, de existir una relación entre infartos y violencia, ésta representa una externalidad negativa en términos de salud pública que es fundamental cuantificar. Adicionalmente, de existir esta relación, se encontraría un costo económico indirecto del crimen que no habría sido identificado anteriormente. Así pues, encontramos que la investigación de la relación entre ambos no solo es propicia y novedosa, sino que también podría resultar útil y esclarecedora.

En este estudio se usan datos mensuales de estadísticas vitales (defunciones) y estadísticas de crimen (homicidios) a nivel municipal para estimar un modelo de panel de datos de efectos fijos que permita encontrar el efecto de la tasa de homicidios sobre la tasa de muertes por infartos en

los municipios de Colombia durante el período 2010-2018. El modelo de efectos fijos nos permite controlar por la heterogeneidad invariante en el tiempo que pueda generar una correlación espuria entre estas dos variables. Además, los errores estándar se estiman con clúster a nivel de municipio para controlar por la interdependencia entre periodos dentro de cada municipio, permitiendo una inferencia estadística más robusta.

Ahora bien, este estudio tiene una serie de limitaciones que se mencionan a continuación. Primero, observamos las defunciones por mes y no por día. Esto representa una limitante ya que los infartos al miocardio son eventos que requieren atención inmediata, por lo cual perdemos variación importante a nivel de día que puede brindar información relevante sobre cómo se relacionan los homicidios con los infartos. No obstante, de existir la relación entre homicidios y defunciones por infartos, es probable que se observe tanto en datos diarios como mensuales. Esto podría solucionarse en un estudio futuro obteniendo datos más precisos del DANE u otro ente confiable, Segundo, si bien los efectos fijos de municipio nos permiten controlar por todos aquellos factores invariantes en el tiempo, es probable que existan factores variantes en el tiempo que expliquen la correlación entre homicidios y defunciones por infarto. Para mitigar este problema en cierta medida, se estima una especificación con variables de control que varían por municipio y año.

## **Contexto**

Desde fines del siglo XIX, Colombia se ha caracterizado por ser un país violento. En lo referente a homicidios “en Colombia hay una tendencia a la agrupación de municipios violentos y pacíficos” (Sánchez-Jabba, 2012, p. 3). Asimismo, la violencia no es homogénea dentro de los mismos municipios. Por otra parte, existe en el país un problema de salud pública en lo referente a infartos. “En Colombia según el DANE en el año 2016 ocurrieron 32.958 muertes por enfermedad isquémica cardíaca, equivalente a una muerte cada 15 minutos” (Bonilla, 2018, p. 1).

Mucho se ha estudiado sobre las causas y los factores de riesgo relacionados a enfermedades cardíacas. Estos estudios se han concentrado notablemente en factores de riesgo relativos a la persona, y no hay consenso completo sobre cuáles factores de riesgo causan infartos cardiacos. Por ejemplo, sobre la obesidad como factor de riesgo de enfermedad coronaria, Alexander advierte que los estudios epidemiológicos suelen apoyar esta idea, particularmente

aquellos que se concentran en pacientes con obesidad central. Sin embargo, estos dichos estudios son imprecisos y propensos a sesgos de clasificación errónea (2001, p. 215). Alexander indica que la obesidad puede tener relación con «verdaderos» factores de riesgo como hipertensión. No obstante, esto no quiere decir que no exista evidencia estadística que apunte a que hay riesgo relativo de enfermedades cardiovasculares por diversas causas como mostraron Nawrot *et al* (2011).

Ahora bien, varias investigaciones han tratado de encontrar posibles «triggers» o eventos desencadenantes de infartos cardiacos. Según Baccarelli & Benjamin, el infarto agudo de miocardio es muchas veces precedido por desencadenantes específicos, que incluyen actividades comunes como consumo de alcohol, comidas pesadas, actividad física, y eventos estresantes (2011, p. 694). Esto quiere decir que un infarto cardiaco puede ser desencadenado por actividades rutinarias y eventos singulares.

Adicionalmente, en la literatura se ha mencionado la posibilidad de que los factores de riesgo no se den sólo a nivel de individuo. Al igual que con la exposición prolongada a factores de riesgo cardiovasculares, la prevalencia de posibles desencadenantes del infarto agudo de miocardio también puede variar por región geográfica (Smyth et al, 2016, p. 1060). Esto significa que existen factores poblacionales que inciden en el riesgo de enfermedad cardíaca en las personas. No obstante, Baccarelli & Benjamin señalan que la mayor parte de la investigación sobre desencadenantes de infarto de miocardio se ha enfocado en el aumento del riesgo del individuo. La carga poblacional de los desencadenantes de este tipo de infarto no ha recibido mucha atención (2011, p. 694).

Existe variada literatura sobre la carga de enfermedades cardiovasculares alrededor del globo. Trabajos como Yusuf, Reddy, Ôunpuu & Anand (2001), han indagado sobre factores de riesgo de importancia, estrategias de prevención y la carga de estas enfermedades por región y etnia. Además, Baptista y Queiroz afirman que los factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares incluyen factores demográficos, socioeconómicos, comportamentales, ambientales, y fisiológicos. No obstante, la distribución espacial de estos factores, al igual que la mortalidad asociada a estas enfermedades, no están uniformemente distribuidas a través de los países (2022, p. 2). De hecho, según la Organización Mundial de la Salud, al menos tres cuartas

partes de las muertes por enfermedades cardiovasculares en el mundo ocurren en países de ingresos bajos o medios. A menudo, las personas que habitan estos países no tienen el beneficio de programas de atención en salud para la detección temprana y el tratamiento de personas con factores de riesgo (2021). Esto en particular es relevante al caso colombiano que, como ya se mencionó, sufre de un problema de Salud Pública en lo que a infarto cardiaco se refiere.

## Datos

Se integró una base de datos con información para 1121 municipios de Colombia. Las variables, a nivel municipio-mes, provienen de múltiples institutos colombianos de alta confianza. Las variables de Estadísticas vitales<sup>3</sup> provienen del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Dentro de estas estadísticas se encuentran las defunciones por infarto cardiaco, además del municipio y mes del suceso. Los datos sobre homicidios a nivel municipio son publicados por la Policía Nacional de Colombia en Estadística Delictiva<sup>4</sup>. El período de análisis es desde enero de 2010 hasta diciembre de 2018; comienza desde 2010 porque es el año desde que están disponibles las estadísticas de homicidios. Las variables de control provienen de diferentes fuentes. Por un lado, los datos de PIB por municipio fueron suministrados por el DANE<sup>5</sup>. Datos sobre educación, salud, buen gobierno y demás datos generales sobre los municipios fueron otorgados por el Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE)<sup>6</sup> de la Universidad de los Andes. Los datos tienen ciertas limitaciones que, aunque se espera en cierta medida superar, deben ser nombradas. Por un lado, los datos de eventos de infarto cardiaco sólo están registrados en las estadísticas vitales del DANE si resultan en una muerte. Este problema puede solucionarse obteniendo datos de ingresos por infarto cardiaco<sup>7</sup> de otra fuente, como el Ministerio de Salud. Por otra parte, los datos públicos del DANE no indican el día preciso del evento de muerte por infarto cardiaco.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas

Variable	Media	D.S.	Min	p50	Max
Tasa de muertes por infartos por cada mil habitantes	0.03	0.08	0.00	0.00	1.86
Número de muertes por infartos	1.33	7.79	0.00	0.00	272.00

<sup>3</sup> [Estadísticas vitales nacimientos y defunciones \(dane.gov.co\)](http://dane.gov.co)

<sup>4</sup> [Estadística delictiva \(policia.gov.co\)](http://policia.gov.co)

<sup>5</sup> [Cuentas nacionales departamentales: PIB por departamento \(dane.gov.co\)](http://dane.gov.co)

<sup>6</sup> [Facultad de Economía \(uniandes.edu.co\)](http://uniandes.edu.co)

<sup>7</sup> Un ejercicio preliminar con esta variable dependiente no arrojó resultados estadísticamente significativos.

Tasa de homicidios por cada mil habitantes	0.02	0.06	0.00	0.00	1.26
Número de homicidios	0.90	3.84	0.00	0.00	132.00
Tasa de homicidios de dos o más víctimas por cada mil habitantes	0.00	0.01	0.00	0.00	0.54
Número de homicidios con dos o más víctimas	0.13	1.45	0.00	0.00	60.00
Índice de ruralidad: Relación entre la población rural y la población total	0.57	0.24	0.00	0.60	1.00
Número de prestadoras de servicio de salud pública	0.96	1.88	0.00	1.00	63.00
Número de sedes de prestadoras de servicio de salud pública	2.84	9.04	0.00	1.00	248.00
Proporción de afiliados al régimen subsidiado relativo al total de afiliados	0.64	0.39	0.00	0.84	1.00
Total de transferencias del Gobierno Central para salud (miles de millones)	5.12	18.69	0.00	2.09	544.83
Producto interno bruto per cápita (miles de millones)	0.01	0.02	0.00	0.01	0.93
Población municipal	40,550.28	245,021.30	569.00	12,325.00	7,337,449.00
Proporción de la población de 65 años o mayor	8.99	3.66	0.00	8.37	26.99
Número de observaciones	121,068				

Notas: esta tabla muestra las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el presente estudio. La unidad de observación es municipio-mes. Algunas variables son cuantificadas de forma anual, es decir, el dato se repite durante todos los meses para un mismo municipio y año.

La variable de muertes por ataques cardíacos mensuales a nivel municipio tiene un mínimo de 0, un máximo de 272, y sus percentiles 25, 50, 75 y 99 son respectivamente 0, 0, 1 y 20. Esta variable tiene una media de 1.33 muertes por mes, lo que quiere decir que, en promedio, 1.33 personas murieron en cada municipio de Colombia cada mes en los años comprendidos entre 2010 y 2018. Las muertes por ataques cardíacos mensuales tienen una desviación estándar de 7.79 muertes por mes. Todo esto nos indica que la variable se comporta igual en la mayoría de los municipios en los diferentes meses, con muchos meses de 0 o 1 incidentes, pero que algunos municipios de gran población tienen grandes valores atípicos con respecto a la media y de ahí que la desviación estándar sea tan grande en comparación a la media. La misma variable por cada 1,000 habitantes tiene media 0.032, desviación estándar 0.075, mínimo 0, máximo 1.86, y percentiles 25, 50, 75 y 99 de 0, 0, 0.016 y 0.253 respectivamente. Es claro que una gran parte de la variación de estos datos se daba por tamaño poblacional, de modo que conviene controlar por esta variable.

La variable de homicidios mensuales por municipio se comporta de forma similar que la variable muertes por ataques cardíacos mensuales, es decir, pocos municipios con altas poblaciones alteran de gran manera las estadísticas muestrales. La media y desviación estándar de

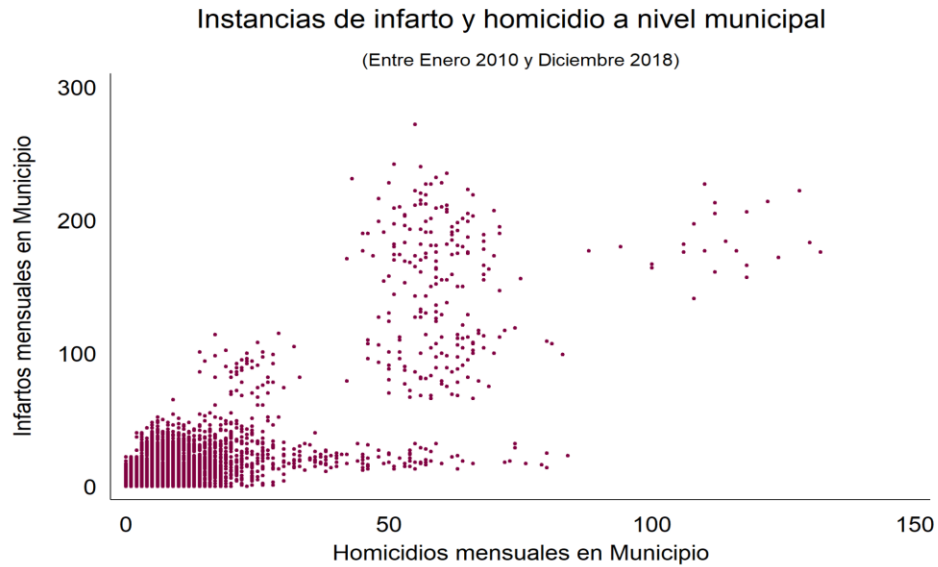
la variable son, respectivamente, 0.899 y 3.84 homicidios mensuales por municipio. El mínimo y máximo son 0 y 132, mientras que los percentiles 25, 50, 75 y 99 son 0, 0, 1 y 12. Con una mediana de 0, se afirma que en más de mitad de los meses-municipio observados no hubo homicidios registrados, y la alta desviación estándar respecto a la media corrobora que valores atípicos en la distribución están afectando las estadísticas muestrales. Controlando por población hallamos una media y desviación estándar de 0.022 y 0.055 homicidios mensuales por cada 1,000 habitantes a nivel municipio. Los respectivos mínimo, p25, p50, p75, p99 y máximo de esta tasa son 0, 0, 0, 0.165, 0.254 y 1.257. De este modo, controlar por población permite deflactar la variable homicidios.

Remontándose a la teoría económica del crimen de Becker (1968), se puede abogar que la pobreza es un determinante del crimen puesto que los beneficios asociados superan en utilidad a aquello a lo que se renuncia obtener por medios legales. En este sentido, resulta pertinente controlar por los ingresos de los individuos. La variable propuesta es el PIB *per capita* anual a nivel municipal.

### **Estrategia empírica**

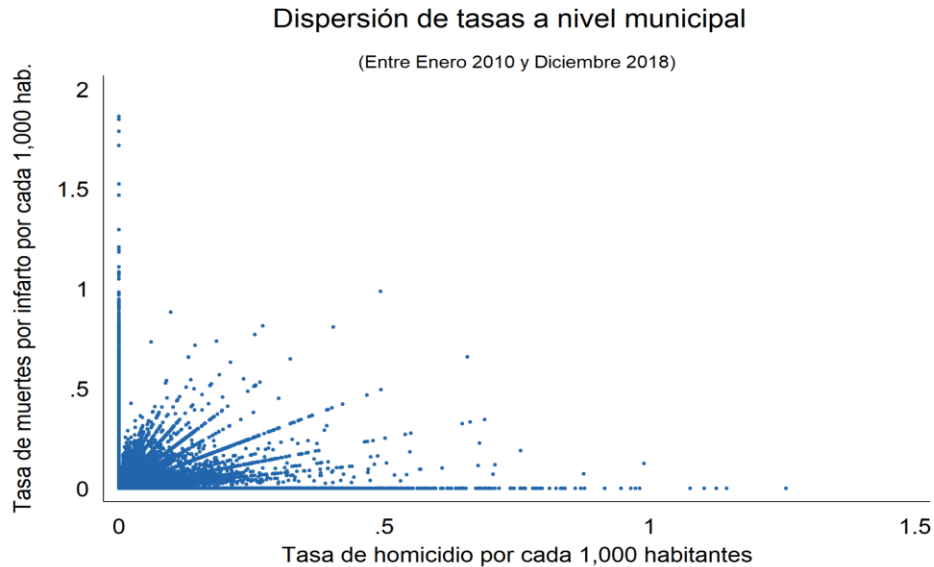
Teniendo en cuenta el contexto colombiano y toda la literatura revisada, que abarca desde los desencadenantes de eventos cardiacos hasta los efectos de eventos de violencia aleatoria sobre los comportamientos de los habitantes, se decidió medir la incidencia de los homicidios sobre los infartos cardiacos en Colombia. En el Gráfico 1 se puede observar la relación entre muertes por infarto cardiaco y homicidios a nivel municipal en Colombia.

## Gráfico 1



A partir de esto, se podría conjeturar que existe una relación positiva entre ambas variables. No obstante, es claro que ambas variables pueden estar aumentando vía tamaño poblacional. El Gráfico 2 muestra la dispersión de las tasas de muertes por infarto y las tasas de homicidio a nivel municipal en el país.

## Gráfico 2



Consecuentemente, se formuló la siguiente hipótesis: El nivel de crimen violento dentro de una región tiene un impacto positivo estadísticamente significativo sobre el número de casos de infartos cardiacos dentro de la misma. Para corroborar o refutar esta hipótesis se construyó un modelo que permitiera medir estos efectos con los datos a disposición, es decir, las variables tasa de mortalidad por ataque cardiaco, tasa de homicidio y los controles a nivel municipal.

De este modo, se elaboró un panel de datos con efectos fijos. En este, la variable dependiente es la tasa de muerte por infartos por cada 1,000 habitantes en cada municipio. La variable independiente que prima es la tasa de homicidios por cada 1,000 habitantes. Adicionalmente, se utilizó variables de control como el tamaño del municipio, la proporción de la población de la tercera edad, índice de ruralidad, PIB per cápita, número de prestadores y sedes de salud pública, proporción de afiliados al régimen subsidiado y transferencias del gobierno central para salud. La elección de este modelo de efectos fijos se da porque, como explica Dranove, este modelo logra capturar las diferencias intermunicipales en las variables, y ayuda enormemente a reducir la amenaza de sesgo por variables omitidas (2012, p. 8).

## Modelo

$$Y_{m dt} = \alpha_m + \lambda_{dt} + \beta \cdot TH_{m dt} + \gamma \cdot X_{m dt} + \varepsilon_{m dt} \quad (1)$$

Donde  $Y_{m dt}$  representa la tasa de mortalidad por infarto al miocardio en el municipio  $m$ , departamento  $d$  y año-mes  $t$ , por cada mil habitantes.  $TH_{m dt}$  es la tasa de homicidios por cada 1,000 habitantes,  $\alpha_m$  representa los efectos fijos de municipio,  $\lambda_{dt}$  son efectos fijos de departamento-año-mes, que permiten controlar por eventos a través del tiempo y a nivel departamento que puedan influir en la correlación entre homicidios y muertes por infartos.  $X_{m dt}$  son las variables de control y  $\varepsilon_{m dt}$  es la perturbación estocástica.

## Resultados

El modelo fue estimado para diferentes especificaciones, en todos estos para todos los meses comprendidos entre enero de 2010 y diciembre de 2018.

Tabla 2. Efecto de la tasa de homicidios sobre las defunciones por infartos

Variable dependiente: tasa de infartos por cada mil habitantes			
	(1)	(2)	(3)
Tasa de homicidios por cada mil habitantes			
Coefficiente	0.01**	0.01**	0.01**
Error estándar	(0.005)	(0.005)	(0.005)
P-valor	0.024	0.028	0.029
Controles básicos	No	Si	Si
Controles adicionales	No	No	Si
Observaciones	120960	120960	120960
Número de municipios	1120	1120	1120
Promedio tasa de muertes por infartos	0.032	0.032	0.032
D.S. tasa de homicidios	0.055	0.055	0.055

Notas: esta tabla muestra los resultados de estimar la ecuación (1) mediante una regresión lineal con efectos fijos de municipio y departamento-año-mes. Los controles básicos incluyen logaritmo natural de la población y proporción de la población de 65 años o mayor. Los controles adicionales incluyen: índice de ruralidad, PIB per cápita, número de prestadores y sedes de salud pública, proporción de afiliados al

régimen subsidiado y transferencias del gobierno central para salud. Los errores estándar se estimaron usando clúster a nivel de municipio. Niveles de significancia: 1% \*\*\*; 5% \*\*; 10% \*.

Primero, en la columna (1) se estimó el modelo para 1121 municipios de Colombia sin variables de control y regresó un coeficiente de  $\approx 0.011$  con un p-valor asociado de  $\approx 0.02$ . Segundo, se estimó nuevamente para todos los municipios, pero con dos variables de control: Población total y porción de la población de la tercera edad (columna 2). Se obtuvo un coeficiente muy similar de  $\approx 0.01$  con un p-valor asociado de  $\approx 0.023$ . Tercero, se estimó con las mismas dos variables de control y se agregaron variables adicionales que podrían provocar una correlación espuria entre la tasa de muertes por infartos y la tasa de homicidios tales como el PIB per cápita del municipio y el índice de ruralidad. Los resultados muestran similitud en magnitud y significancia estadística.

Estos resultados implican que, manteniendo el resto de los factores constantes, un aumento de una desviación estándar en la tasa mensual de homicidios ( $\sim 0.06$ ) causa un aumento de 1.8% en la tasa de muertes por infartos<sup>8</sup>, lo que traduce a cerca de 26 muertes en promedio por mes en Colombia. Si bien este cálculo demuestra que el efecto es económicamente importante, se debe tener en cuenta que una desviación estándar en la tasa de homicidios es cerca de 2.6 veces la media de esta variable, por lo que representa un escenario poco probable en la realidad. En consecuencia, se procede a realizar el análisis con un aumento en la tasa de homicidios más razonable, en particular, de 0.1 desviaciones estándar (25% de incremento respecto a la media). El cálculo se traduce en un incremento promedio de 0.17% en la tasa mensual de defunciones por infartos, es decir, un aumento de 0.1 desviaciones estándar en la tasa de homicidios se traduce en 2.6 muertes al mes o 31 muertes al año por casos de infarto al miocardio.

Es importante reconocer que los resultados de la Tabla 2 pueden estar sesgados por factores variantes en el tiempo a nivel de municipio que estén correlacionados con nuestras variables relevantes. Por lo anterior, se recomienda para futuros estudios el uso de una variable instrumental que permita realizar inferencia corrigiendo por los posibles problemas de inconsistencia que posean los estimadores estimados. Por otro lado, este ejercicio empírico puede estar explicado por el hecho de que municipios con más población poseen más casos de infartos además de experimentar tasas de homicidios más grandes. Para controlar por esto, se agregó como variable

---

<sup>8</sup> El 2% resulta de la siguiente ecuación: (D.S. tasa de homicidios [0.055]  $\times$  coeficiente estimado [0.01]) / Promedio tasa de muertes por infartos [0.032].

de control la población municipal del año anterior y la proporción de la población con 65 años o más, los coeficientes no cambiaron significativamente. Adicionalmente, en la Tabla 3 se muestran las estimaciones de la especificación con todos los controles, pero excluyendo el percentil 99 y 95 de municipios por tamaño poblacional, es decir, no se tuvo en cuenta el 1% y 5% de municipios más grandes del país, respectivamente. Los resultados muestran un coeficiente de  $\approx 0.01$  y un p-valor de  $\approx 0.024$ , corroborando que la población no es un factor que está explicando la correlación encontrada en este estudio

Tabla 3. Efecto de la tasa de homicidios sobre las defunciones por infartos, excluyendo municipios grandes

Variable dependiente: tasa de infartos por cada mil habitantes	Excluyendo municipios grandes	
	P99	P95
	(1)	(2)
Coefficiente	0.01**	0.01**
Error estándar	(0.005)	(0.005)
P-valor	0.029	0.029
Controles básicos	Si	Si
Controles adicionales	Si	Si
Observaciones	119772	114912
Número de municipios	1109	1064
Promedio tasa de muertes por infartos	0.032	0.032
D.S. tasa de homicidios	0.056	0.056

Notas: esta tabla muestra los resultados de estimar la ecuación (1) mediante una regresión lineal con efectos fijos de municipio y departamento-año-mes. La columna 1 excluye al 1% de los municipios con mayor población en el año 2009, mientras que la columna 2 excluye al 5%. Los controles básicos incluyen logaritmo natural de la población y proporción de la población de 65 años o mayor. Los controles adicionales incluyen: índice de ruralidad, PIB per cápita, número de prestadores y sedes de salud pública, proporción de afiliados al régimen subsidiado y transferencias del gobierno central para salud. Los errores estándar se estimaron usando clúster a nivel de municipio. Niveles de significancia: 1% \*\*\*; 5% \*\*; 10% \*.

Lo anterior confirma que el efecto de este tipo de violencia sobre las defunciones por ataque cardíaco es positivo, aunque su magnitud se encuentra en un rango variable. Adicional a esto, se estimaron efectos heterogéneos de la tasa de homicidios, para ocho variables independientes de

interés, sobre la variable dependiente. Para esto se dividió los municipios alrededor de la mediana<sup>9</sup> de las variables de interés (v.g. municipios de ingreso mayor y menor a la mediana). Encontramos que todos los coeficientes estimados son mayores a cero. No obstante, la mayoría tienen intervalos de confianza al 95% que contienen cero y valores negativos. Las únicas dos excepciones a esto son la proporción de afiliados al régimen subsidiado en salud y el número de prestadoras de salud, en ambos casos para los municipios que tienen observaciones de estas variables por debajo de la media muestral ( $\leq P50$ ). Ahora bien, lo que interesa es medir la diferencia de los coeficientes asociados a la tasa de homicidios en los dos grupos resultantes. Encontramos que en municipios en que la proporción de afiliados al régimen subsidiado de salud es menor o igual a la mediana, el efecto de la tasa de homicidios sobre la tasa de muertes por ataque cardíaco es mayor a aquel en municipios por encima de la mediana. Este coeficiente, junto con el de número de prestadoras de salud, ambos para municipios donde la observación de la variable es  $\leq P50$ , son los únicos dos coeficientes significativos al 5%. Otro resultado interesante es que, en el grupo de mayores ingresos por persona, parece que la tasa de homicidio tiene una mayor incidencia sobre la tasa de muertes por ataque cardíaco. En el Gráfico 3, en la sección de Anexos, se encuentra la figura con los coeficientes del efecto de la tasa de homicidio en la tasa de muerte por ataque cardíaco, junto con intervalos de confianza al 90 y 95 por ciento.

Es importante recordar que la decisión de rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : *No hay diferencia entre los grupos de la muestra, o en este caso, los homicidios no tienen efectos en los ataques cardíacos*) no significa que la hipótesis alternativa que aquí se plantea sea cierta. Este trabajo utilizó la regla de decisión para rechazar la hipótesis nula si el p-valor asociado es menor a 0.05. No obstante,  $P < 0.05$  es solo una convención arbitraria. Además, ningún experimento aislado, sin importar que tan significativo sea, puede ser suficiente para la demostración experimental de un fenómeno natural (Fisher, 1937, traducción de cómo se citó en Amrhein, Korner-Nievergelt, & Roth, 2017, p. 5). Por otra parte, autores como Dahiru recuerdan que, con el umbral en 0.05, 1 de 20 comparaciones en que la hipótesis nula es cierta resultarían en  $P < 0.05$  (2008, p. 23). Además, hay una gran diferencia entre significancia estadística y significancia clínica (Dahiru, 2008, p.23). Por todo esto, no se pueden extraer conclusiones definitivas de los resultados de este trabajo.

---

<sup>9</sup> Más precisamente, restringiendo la muestra a aquellas observaciones por debajo de la mediana ( $\leq P50$ ) o por encima de la media ( $> P50$ ). Cada coeficiente es estimado mediante el modelo de la Ecuación 1. Se divide alrededor de la media para crear conjuntos de similar cardinalidad.

Posteriores ejercicios podrán agregar a la literatura y corroborar o refutar los resultados aquí expuestos.

## **Discusión**

Como se mencionó anteriormente, se encontró una relación positiva y estadísticamente significativa entre la tasa de homicidios y la tasa de mortalidad por infarto cardiaco. Esto podría darse por una multitud de razones. Antes de elaborar sobre posibles hipótesis, cabe recordar que estos resultados simplemente podrían ser resultado de un problema de especificación en el modelo, pues se podría haber omitido una variable importante a la hora de estimar la tasa de infartos; o un asunto de azar en los datos, de modo que si bien la relación se encuentra en estos no podría ser replicada con otras bases. A continuación, se exploran posibles mecanismos desde la literatura que explican los hallazgos.

Primero, los crímenes violentos pueden causar altos niveles de estrés en quienes los presencian, lo que en turno produce los eventos cardiacos. Autores como Trichopoulos *et al* (1983), encontraron que, en los cinco días subsecuentes a un evento singular como el terremoto de Atenas de 1981, aumentan en un 50% la probabilidad a corto plazo de eventos cardiacos fatales, y 100% la probabilidad a corto plazo de muerte por aterosclerosis (p. 443). En el mismo periodo, estos autores no encontraron un exceso en muertes por cáncer u otras causas. Según Lown, DeSilva, Reich & Murawski (1980), hay evidencia considerable, en animales y humanos, que soporta la hipótesis de que señales en el sistema nervioso central constituyen factores de riesgo transitorios para repentino infarto cardiaco por fibrilación ventricular. Sergey *et al* (2010), afirman que, en un experimento, el estrés emocional tenía una prevalencia de casi el doble en los sujetos con síndrome coronario agudo que en los sujetos saludables (p. 168). Así, se puede conjeturar que, si los homicidios están aumentando los niveles de estrés de las personas alrededor de los eventos, estos podrían estar aumentando el número de muertes por ataques cardiacos.

Segundo, padecer de trastorno de estrés postraumático (TEPT)<sup>10</sup>. Este mecanismo, bastante similar al anterior, se concentra en los efectos fisiológicos que el estrés puede tener sobre quien lo padece. Según Center for Substance Abuse Treatment <sup>11</sup>, uno de los criterios diagnósticos de TEPT

---

<sup>10</sup> En inglés: Post-traumatic Stress Disorder (PTSD).

<sup>11</sup> Centro para el tratamiento de abuso de sustancias de Estados Unidos

es la exposición a la muerte por una lista de vías, entre ellas el atestiguamiento del incidente (2014, p. 78). Las personas que presencian homicidios cumplirían con este criterio diagnóstico. Según Edmondson & von Känel, existe evidencia epidemiológica de que el TEPT ha sido asociado con doblar el riesgo de sufrir algún síndrome coronario agudo (2017, p. 325). En un estudio anterior, Edmondson expone que los incidentes clínicos con riesgo de muerte, entre ellos los síndromes coronarios agudos, pueden causar que los pacientes desarrollen TEPT (2014, pp. 118-119). Es decir, el TEPT podría estar causando enfermedades del corazón y los pacientes de enfermedades cardiovasculares corren el riesgo de desarrollar TEPT a partir de estas. A pesar de todo esto, Edmondson & von Känel recalcan que no se sabe si la relación entre TEPT y estas enfermedades coronarias es causal (2017, p. 326). Por todo esto, se requiere más investigación acerca de la materia para poder hacer inferencias concluyentes al respecto.

Tercero, la prolongada exposición a violencia dentro de una zona puede causar que sus habitantes tengan emociones negativas. Smith (2001), realizó una revisión de más de 30 estudios, con rango entre los años 1966 y 1999, sobre las relaciones entre emociones negativas y enfermedad coronaria. Allí, Smith arguye que un modelo útil para entender esta relación el de Dubovsky (1990). Según Smith, este modelo propone que las emociones negativas, como la ansiedad o la depresión, son componentes de un proceso general, más precisamente una respuesta a la percepción de estar en peligro (2001, p. 67). Adicionalmente, Smith explica que ese peligro puede ser objetivo, como una enfermedad grave; o que podría surgir de un estado mental en que las defensas psicológicas de la persona sean inadecuadas para repeler sentimientos de conflicto, pérdida, o de no sentirse intacto (2001, p. 67). Estas sensaciones de riesgo, sean físicas o psicológicas, dan comienzo a distintas reacciones fisiopatológicas (Smith, 2001, p. 67). Es este segundo tipo de peligro el que permitiría explicar la relación hallada entre muertes por ataque cardíaco y homicidios. No obstante, Smith concluye su revisión argumentando que es mejor postular que las emociones negativas y la enfermedad coronaria usualmente solo coexisten, en lugar de erróneamente asumir que comparten un mismo mecanismo fisiopatológico (2001, p. 67). Siendo así, solo posteriores estudios y revisiones podrían vincular este mecanismo a la coyuntural relación entre infarto cardíaco y homicidio.

Cuarto, el homicidio de una persona cercana puede desencadenar emociones negativas en sus allegados. Como se discutió en el párrafo anterior las emociones negativas, *v.g.* ansiedad o

depresión, guardan una relación con la enfermedad coronaria según la revisión de Smith (2001). Adicionalmente, Nawrot *et al*, hallaron que las emociones negativas tienen una OR de 4.46 (IC 95%: 1.85-10.77), no obstante, su prevalencia estimada sobre la muestra es solo del 1.2% (2011, p. 735). De este modo, sobre este mecanismo puede decirse que por el momento no puede ser aceptado o refutado, recuérdese la proposición de coexistencia de Smith (2001). Empero, puede conjeturarse que su posible baja prevalencia en la población, si es que esta se comporta como las muestras estudiadas por Nawrot *et al* (2011), harían que su poder explicativo fuese minúsculo.

## **Conclusiones**

Este trabajo pretende ser un primer paso en la investigación sobre los efectos de la violencia en los eventos cardiacos. El ejercicio resulta sencillo y replicable, y así podrá contribuir a la variada literatura referente a los impactos de la violencia y salud pública. Una limitación de esta investigación que hasta ahora no se ha discutido es que el número de homicidios a través de los años es bastante homogéneo. Un futuro trabajo podría agregar uno o varios años de control con niveles de violencia anómala para añadir robustez al estudio.

Este proyecto permite conjeturar, debido a que en él se expone evidencia estadística significativa, que la violencia puede tener efectos sobre los eventos cardiacos. En este sentido, el Estado debería adoptar políticas públicas que permitan prevenir y mitigar los efectos adversos. Partiendo de la idea de que tanto los homicidios como los ataques al corazón son problemas de salud pública en Colombia, es evidente que debe haber un interés social por reducir estos incidentes. Más aún, también tendrá que haber un interés económico, pues se trata de la pérdida de talento humano, años de vida y cohesión social. Ahora bien, si efectivamente los homicidios están causando que terceros perezcan vía infartos cardiacos, existe allí un costo social y económico no antes estudiado. Es preciso entonces corroborar la causalidad en la relación hallada y, subsecuentemente, cuantificar estos costos impensados de la violencia. De igual modo, los hacedores de política tendrían que crear estrategias para proteger la salud de quienes atestiguan los incidentes violentos.

En síntesis, el estudio de la relación entre violencia y eventos cardiacos se encuentra en una etapa preliminar. En los datos de este ejercicio, existe una media de 1008 homicidios mensuales en Colombia, de modo que, si bien los coeficientes hallados son pequeños, estos podrían

estar traduciéndose en instancias de muerte por ataque cardiaco reales dados los altos niveles de violencia. Así pues, caracterizar esta relación resulta de alto interés para los campos económicos del crimen y la salud. Además, los beneficios que se podría extraer de los hallazgos en futuras investigaciones resultarían provechosos para nuestra sociedad, en la medida en que estos permitan prevenir y mitigar los impactos de la violencia.

## Bibliografía

- Alexander, J. K. (2001). Obesity and coronary heart disease. *The American journal of the medical sciences*, 321(4), 215-224.
- Amrhein, V., Korner-Nievergelt, F., & Roth, T. (2017). The earth is flat ( $p > 0.05$ ): significance thresholds and the crisis of unreplicable research. *PeerJ*, 5, e3544.
- Baccarelli, A., & Benjamin, E. J. (2011). Triggers of MI for the individual and in the community. *The Lancet*, 377(9767), 694-696.
- Baptista, E. A., & Queiroz, B. L. (2022). Spatial analysis of cardiovascular mortality and associated factors around the world. *BMC public health*, 22(1), 1-11.
- Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. In *The economic dimensions of crime* (pp. 13-68). Palgrave Macmillan, London.
- Bell, A., & Jones, K. (2015). Explaining fixed effects: Random effects modeling of time-series cross-sectional and panel data. *Political Science Research and Methods*, 3(1), 133-153.
- Boersma, E., Mercado, N., Poldermans, D., Gardien, M., Vos, J., & Simoons, M. L. (2003). Acute myocardial infarction. *The Lancet*, 361(9360), 847-858.
- Bonilla, J. C. (2018). Espacios cardioprottegidos. *Repert. med. cir*, 1-1.
- Castillo, J., Suárez, M., & Lleras, M. E. (2019). ¿CÓMO ESTÁN LOS HOMICIDIOS EN COLOMBIA?. *Fundación ideas para la paz*.
- Center for Substance Abuse Treatment. (2014). Trauma-informed care in behavioral health services.
- Čulić, V., Eterović, D., & Mirić, D. (2005). Meta-analysis of possible external triggers of acute myocardial infarction. *International journal of cardiology*, 99(1), 1-8.
- Dahiru, T. (2008). P-value, a true test of statistical significance? A cautionary note. *Annals of Ibadan postgraduate medicine*, 6(1), 21-26.

- Dobson, A. J., Alexander, H. M., Malcolm, J. A., Steele, P. L., & Miles, T. A. (1991). Heart attacks and the Newcastle earthquake. *Medical journal of Australia*, 155(11-12), 757-761.
- Dracup, K., Moser, D. K., Eisenberg, M., Meischke, H., Alonzo, A. A., & Braslow, A. (1995). Causes of delay in seeking treatment for heart attack symptoms. *Social science & medicine*, 40(3), 379-392.
- Dranove, D. (2012). Practical Regression: Fixed Effects Models. *Kellogg School of Management Cases*, 1-10.
- Dubovsky, S. L. (1990). Understanding and treating depression in anxious patients. *The Journal of clinical psychiatry*.
- Edmondson, D. (2014). An enduring somatic threat model of posttraumatic stress disorder due to acute life-threatening medical events. *Social and personality psychology compass*, 8(3), 118-134.
- Edmondson, D., & von Känel, R. (2017). Post-traumatic stress disorder and cardiovascular disease. *The Lancet Psychiatry*, 4(4), 320-329.
- Fisher, R. A. (1937). The design of experiments. *The design of experiments.*, (2nd Ed).
- Fleet, R., Lavoie, K., & Beitman, B. D. (2000). Is panic disorder associated with coronary artery disease? A critical review of the literature. *Journal of psychosomatic research*, 48(4-5), 347-356.
- Karpman, H. L. (2017). Common Triggers of Acute Myocardial Infarction. *Internal Medicine Alert*, 39(1).
- Lambert, C., Vinson, S., Shofer, F., & Brice, J. (2013). The relationship between knowledge and risk for heart attack and stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 22(7), 996-1001.
- Lown, B., DeSilva, R. A., Reich, P., & Murawski, B. J. (1980). Psychophysiologic factors in sudden cardiac death. *The American Journal of Psychiatry*, 137(11), 1325-1335.

- Moreno, C., & Cendales, R. (2011). Mortalidad y años potenciales de vida perdidos por homicidios en Colombia, 1985-2006. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30, 342-353.
- Nawrot, T. S., Perez, L., Künzli, N., Munters, E., & Nemery, B. (2011). Public health importance of triggers of myocardial infarction: a comparative risk assessment. *The Lancet*, 377(9767), 732-740.
- Pecaut, D., & González, L. (1997). Presente, pasado y futuro de la violencia en Colombia. *Desarrollo económico*, 891-930.
- Sánchez-Jabba, A. (2012). Evolución geográfica del homicidio en Colombia. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana*; No. 169.
- Schwartz, B. G., Mayeda, G. S., Burstein, S., Economides, C., & Kloner, R. A. (2010). When and why do heart attacks occur? Cardiovascular triggers and their potential role. *Hospital practice*, 38(3), 144-152.
- Sergey, M. C., Rapoport, S. I., Agarwal, R. K., Singh, R. B., De Meester, F., Wilkzynska, A., Vargova, V., Pella, D., & Otsuka, K. (2010). Potential chronobiological triggering factors of acute heart attack. *The Open Nutraceuticals Journal*, 3(1).
- Smith, D. F. (2001). Negative emotions and coronary heart disease: causally related or merely coexistent? A review. *Scandinavian Journal of Psychology*, 42(1), 57-69.
- Smyth, A., O'Donnell, M., Lamelas, P., Teo, K., Rangarajan, S., & Yusuf, S. (2016). Physical activity and anger or emotional upset as triggers of acute myocardial infarction: the INTERHEART study. *Circulation*, 134(15), 1059-1067.
- Stanley Young, S., & Kindzierski, W. B. (2019). Evaluation of a meta-analysis of air quality and heart attacks, a case study. *Critical Reviews in Toxicology*, 49(1), 85-94.
- Trichopoulos, D., Zavitsanos, X., Katsouyanni, K., Tzonou, A., & Dalla-Vorgia, P. (1983). Psychological stress and fatal heart attack: the Athens (1981) earthquake natural experiment. *The Lancet*, 321(8322), 441-444.

UNODC. (2019). Global Study on Homicide. Homicide, development and the Sustainable Development Goals.

Vargas, J. F., Purroy, M. E., Coy, F., Perilla, S., & Prem, M. (2022). Do explosions shape voting behavior?.

World Health Organization. (2021). Cardiovascular diseases (CVDs)

Yusuf, S., Reddy, S., Ôunpuu, S., & Anand, S. (2001). Global burden of cardiovascular diseases: part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. *Circulation*, 104(22), 2746-2753.

Gráfico 3

