

ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Y LA VIOLENCIA HOMICIDA EN COLOMBIA¹

JUAN ESTEBAN CARRANZA ROMERO, Ph.D.
Profesor investigador, Departamento de Economía, Universidad Icesi, Colombia.
jecarranza@icesi.edu.co

XIMENA DUEÑAS HERRERA, Ph.D. (C)
Profesora investigadora, Departamento de Economía, Universidad Icesi, Colombia.
xduenas@icesi.edu.co

CARLOS GIOVANNI GONZÁLEZ ESPITIA, Ph.D. (C)*
Profesor investigador, Departamento de Economía, Universidad Icesi, Colombia.
cggonzalez@icesi.edu.co

Fecha de recepción: 26-10-2010

Fecha de corrección: 14-03-2011

Fecha de aceptación: 04-04-2011

RESUMEN

El objetivo de este artículo es examinar la relación causal entre asesinatos y actividad económica en Colombia durante las décadas recientes. El análisis saca provecho de que la actividad económica en el resto de América Latina está altamente correlacionada con la actividad económica en Colombia, pero no es afectada directamente por la violencia homicida en Colombia. El uso de este instrumento permite establecer una fuerte relación causal que va de la actividad económica a los homicidios. Un análisis de series de tiempo da sustento adicional a la hipótesis de que hay una relación de largo plazo entre homicidios y actividad económica.

PALABRAS CLAVE

Crimen, homicidios, actividad económica.

Clasificación JEL: I18, E23, C29

¹ Este artículo es resultado de las discusiones sobre el tema de tres profesores del grupo de investigación "Economía, políticas públicas y métodos cuantitativos", afiliado a la Universidad Icesi, clasificación B de Colciencias. Los autores agradecen los comentarios de los participantes en el Encuentro Conjunto de NIP-LACEA en Cali y un seminario POLIS en la Universidad Icesi. Adicionalmente, se agradecen los comentarios recibidos a propósito de una reseña de la investigación en el diario *El País* de Cali, el diario *El Tiempo* y la revista *Semana*. Un borrador de este artículo ha circulado como Documento Polis 2010-2. Los errores u omisiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

* Autor para correspondencia. Dirigir correspondencia a: Universidad Icesi, Calle 18 No. 122-135, Pance, Cali, Colombia.

ABSTRACT

An empirical analysis of the relationship between murders and economic activity in Colombia

The goal of this article is to examine the causal relationship between murders and economic activity in Colombia during the last decades. This analysis draws on the fact that economic activity in other Latin American countries is highly correlated with economic activity in Colombia, but is not affected by homicidal violence in Colombia. The use of this instrument allows us to establish a strong causal effect of economic activity on murders. An analysis of time series provides further support for the hypothesis that there is a long-term relationship between murders and economic activity.

KEYWORDS

Crime, murder, economic activity.

RESUMO

Análise empírica da relação entre a atividade econômica e a violência homicida na Colômbia

O objetivo desse artigo é o de examinar a relação causal entre assassinatos e atividade econômica na Colômbia durante as últimas décadas. A análise tira partido de que a atividade econômica no resto da América Latina está altamente correlacionada com a atividade econômica da Colômbia, mas não é diretamente afetada pela violência homicida da Colômbia. O uso dessa ferramenta permite estabelecer uma forte relação causal indo desde a atividade econômica até os homicídios. Uma análise de séries temporais dá apoio adicional à hipótese de que existe uma relação de longo prazo entre os homicídios e a atividade econômica.

PALAVRAS-CHAVE

Crime, homicídios, atividade econômica.

INTRODUCCIÓN

Colombia es reconocida como uno de los países con las tasas de homicidios más altas del mundo, y algunas de sus ciudades han ocupado los primeros puestos en el ranking mundial de número de homicidios cometidos en un año (y en la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes). Vale la pena anotar que la mayor parte de estos homicidios no son resultado del conflicto entre el gobierno y las fuerzas irregulares de derecha o de izquierda, que tiene lugar primordialmente en zonas rurales, sino que es consecuencia de la violencia criminal en las ciudades (Montenegro y Posada, 2001).

La violencia homicida a la que se refiere este artículo corresponde a un tipo de crimen específico que se comete cuando existe la intención positiva de inferir la muerte a la víctima y se denomina homicidio común. Por fuera de la definición de homicidio común están las víctimas del conflicto armado, la muerte en combate de soldados o agentes al margen de la ley (guerrilleros y paramilitares), homicidios en accidentes de tránsito, suicidios y abortos, entre otros.

El análisis de las causas de la violencia homicida en Colombia se ha desarrollado desde varias disciplinas como la economía, sociología, psicología, epidemiología y demografía, entre otras. La literatura empírica del tema en Colombia se puede dividir en tres grandes grupos: (i) causas objetivas, (ii) causas subjetivas y (iii) otros factores. Algunos autores como Rubio (1995, 1999, 2001), López y García (1999), Valenzuela (2002), Posada (2002), Echandía (2003), Rocha y Martínez (2003) y Palau y Sánchez

(2006), se centran en las llamadas causas objetivas de la violencia. Desde esta perspectiva, la pobreza, la desigualdad y otros factores objetivos, son las causas de los homicidios. Por otra parte, autores como Deas y Gaitán (1995), Becerra y Sarmiento (1998), Cohen y Tita (1999), Gaitán y Montenegro (2000), Sánchez y Núñez (2001), Palacios (2003) y Sánchez (2007), argumentan que la violencia homicida en Colombia es el resultado de un complejo número de causas tales como la política (un origen político), debilidad del sistema judicial, altos grados de impunidad frente al crimen, colapso del sistema judicial y el narcotráfico.

Un tercer grupo de autores defiende factores diferentes. Por ejemplo, Barón (2009) plantea la posible existencia de una relación entre los homicidios y algunas políticas de seguridad como el Plan Colombia. Por su parte, Rodríguez (2008) defiende la existencia de una inercia en el tiempo de los homicidios. En otra línea, Angrist y Kugler (2008) creen que son factores de orden institucional los que permiten las altas tasas de delitos en Colombia. En un trabajo reciente, Bonilla (2009) encuentra cierta causalidad entre la estructura de la pirámide poblacional y el nivel de homicidios; en especial, encuentra que el rango de población joven está correlacionado con la evolución de los homicidios.

En los últimos años, el número de homicidios en Colombia se ha reducido de forma dramática respecto a los niveles históricos alcanzados durante los últimos años del siglo pasado y los primeros años del siglo actual. Este declive de los homicidios coincide

con la implementación de agresivas políticas de seguridad nacional y con una expansión económica sustancial. Este artículo estudia la importancia de la variación en la actividad económica como causa de la variación en la violencia homicida; es decir, se propone la hipótesis de que el ciclo económico, el cual tiene causas exógenas, es el determinante sustancial de la variación observada en el número de homicidios.

Este documento explora esta hipótesis, primero de manera informal con datos agregados. Para este análisis se explota un hecho robusto: el ciclo expansivo de la economía colombiana está altamente correlacionado con el ciclo económico de la economía global, en particular con el de las economías de la región latinoamericana. Así pues, es posible afirmar que el grueso de la expansión económica fue causado por factores externos que no están controlados por el gobierno o los homicidas colombianos.

Dada la fuerte correlación entre la actividad económica colombiana y la del resto de países de la región, se puede descartar el argumento que la reducción en la violencia fue la causa de la expansión económica. Los datos indican que la variación en la actividad económica, en Colombia, Venezuela, Brasil y Chile, es resultado del ciclo económico mundial, cuyos factores determinantes son aún un misterio para los macroeconomistas más reputados del mundo. Esto permite descartar que la expansión cíclica de las economías latinoamericanas se debe a las diversas políticas locales, sean estas de izquierda, como en Venezuela,

Ecuador o Bolivia; de derecha, como en Colombia; o moderadas, como en Brasil o Chile.

Tras concluir que el grueso de la expansión económica reciente no fue el resultado ni de la política de seguridad del gobierno, ni de la reducción en la violencia, la fuerte correlación histórica entre violencia homicida y actividad económica admite dos explicaciones: la primera, que las causas de la actividad homicida y la actividad económica son generadas por los mismos factores externos. Esto es difícil de justificar ya que esta hipótesis implicaría que aquellos factores que aumentan la actividad económica en, por ejemplo, Brasil, determinan la variación en los homicidios en Cali o Medellín, lo cual no suena muy plausible.

La segunda explicación es que la actividad económica causa la variación en la violencia homicida en Colombia; es decir, la actividad económica tiene un efecto causal sistemático sobre la violencia homicida: la expansión de la economía causa una disminución en el número de homicidios, mientras que la contracción de la economía genera un aumento en el número de homicidios. Esto implica que una parte sustancial de la disminución de la violencia homicida durante la primera década del siglo fue una consecuencia de la expansión económica y no de las políticas del gobierno. De igual forma, el reciente aumento de los homicidios en las grandes ciudades, es una consecuencia de la actual desaceleración económica, que es a su vez una consecuencia de la desaceleración económica global.

Este primer análisis informal es complementado con un análisis

econométrico que replica con rigor estadístico el argumento ya descrito. Específicamente, la correlación del ciclo económico colombiano y el ciclo económico de otros países de la región, hace que estos sean instrumentos ideales para extraer la porción de la variación del PIB colombiano que es exógena, en el sentido que está determinada por factores externos. Esta porción exógena de la variación del ciclo económico colombiano se usa para determinar el efecto causal de la variación del ciclo económico sobre la violencia homicida, siguiendo un procedimiento estándar de variables instrumentales. Nótese que nunca se argumenta que la actividad económica externa tenga efecto alguno sobre la violencia en Colombia. Esta sirve sólo como instrumento para desentrañar la causalidad de la actividad económica en Colombia sobre la violencia homicida en Colombia.

El último aspecto que se investiga en el artículo es la persistencia de esta causalidad en el tiempo. Para contrastar la relación de largo plazo entre la violencia homicida y el ciclo económico colombiano, se utilizó un análisis de series de tiempo univariante (Box y Jenkins, 1994) y multivariante (Johansen, 1988). Finalmente, se puede inferir que los aumentos de la violencia homicida en Colombia se pueden predecir cuando el ciclo económico colombiano, que depende del ciclo económico global, entra en una etapa de desaceleración, crisis o recesión económica. Esta parte del análisis es similar al estudio de Sánchez y Rada (2005) que estudia la covariación de largo plazo entre los delitos y la actividad económica.

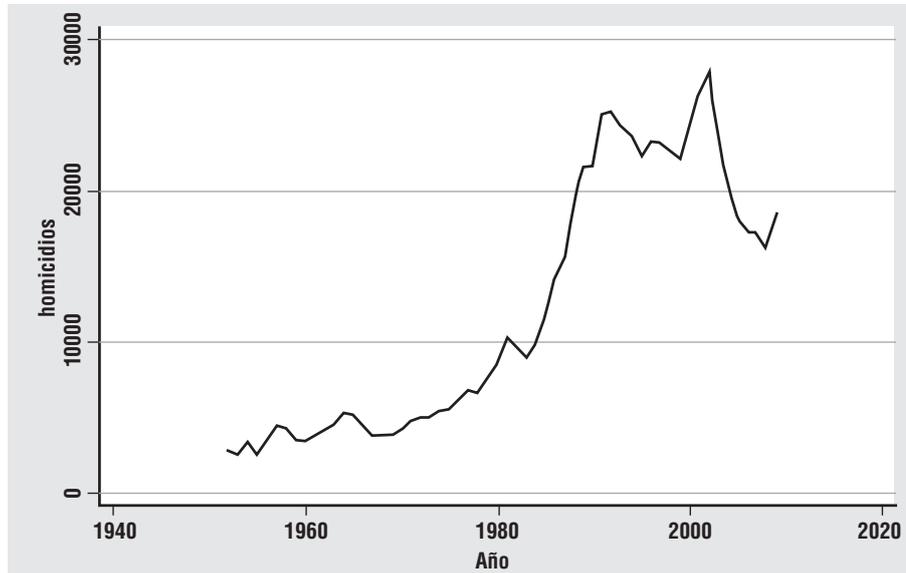
A diferencia de ellos, en este trabajo se considera el comportamiento desagregado del número de homicidios, lo cual permite extraer funciones de impulso-respuesta que implican que la actividad económica tiene un fuerte efecto sobre el número de homicidios.

Este documento se divide en seis secciones que incluyen esta introducción. En la segunda sección se tiene en cuenta la evolución de la violencia homicida en Colombia y se realiza una breve revisión de la literatura sobre el tema. En la tercera sección se realiza un análisis intuitivo de la relación entre la violencia homicida y el ciclo económico, mostrando gráficamente la relación inversa entre las dos variables. En la cuarta sección se hace un análisis econométrico del efecto causal que tiene el ciclo económico sobre la violencia homicida en Colombia, a través de una regresión por variables instrumentales. En la quinta sección se analiza la relación de largo plazo entre la violencia homicida y el ciclo económico a través de un análisis de series de tiempo univariante y multivariante. Por último, la sexta sección incluye las conclusiones y algunos comentarios de política.

I. EVOLUCIÓN DE LA VIOLENCIA HOMICIDA EN COLOMBIA

El Gráfico 1 presenta la evolución del número de homicidios en Colombia y su comportamiento entre los años 1952 y 2009. Como resultado, el análisis de la evolución de la violencia homicida se puede dividir en cuatro grandes períodos, más o menos homogéneos.

Gráfico 1. Evolución del número de homicidios en Colombia (1952-2009)



Fuente: Elaboración propia utilizando información suministrada por la Policía Nacional de Colombia.

El primero, de 1952 hasta 1980, se caracterizó por un aumento considerable de los homicidios al pasar de 2.854 homicidios al año a más de 10 mil en 1980. Aunque esta cifra es alarmante, los homicidios siguieron creciendo, y en el segundo período, comprendido entre los años 1981 y 1991, llegaron a más de 25 mil por año. Este segundo período estuvo caracterizado por hechos históricos como la toma del palacio de Justicia, el asesinato de candidatos a la presidencia, la guerra entre carteles y el narcoterrorismo.

En el tercer período, comprendido entre 1992 y el 2002, se rompió la tendencia creciente que venía mostrando la serie. Los homicidios descendieron aproximadamente hasta los 20 mil a mitad de este período, pero se dispararon nuevamente llegando a una cifra récord de casi 30 mil homicidios en el 2002. Este período se caracterizó por la crisis de la narcopolítica del

presidente Samper, el proceso de paz con las FARC liderado por el presidente Pastrana, una crisis económica sin precedentes en 1999, y el inicio del gobierno del presidente Uribe.

El cuarto y más reciente período comprende los años entre 2003 a 2009, donde los homicidios mostraron una fuerte tendencia decreciente llegando a los 16.140 homicidios en 2008. Sin embargo, esta tendencia sufrió una ruptura en 2009, cuando los homicidios subieron significativamente. Este período se caracterizó por las políticas de seguridad nacional y un crecimiento económico sostenido con tasas cercanas al 8%, sin embargo, el ciclo económico se contrajo a finales del año 2007 y nuevamente el país y las economías de todo el mundo se enfrentaron a una crisis económica.

Durante el año 2010 y lo corrido del 2011, el número de homicidios en Colombia es alarmante y es comparable

con las cifras de principios de la década de los noventa, en la que el país vivió una profunda oleada de violencia. Más preocupante es el aumento de los homicidios registrado en 2009, que rompió una tendencia decreciente de varios años y al mismo tiempo abre un nuevo abanico de posibilidades sobre las políticas públicas a considerar en este nuevo escenario.

Por todo lo anterior, la hipótesis de este trabajo involucra el comportamiento del ciclo económico colombiano y el ciclo económico mundial, específicamente de la región latinoamericana. El Gráfico 2 muestra la evolución del crecimiento económico de los países de Latinoamérica, incluido el crecimiento de Colombia.

De acuerdo con el Gráfico 2, las tasas de crecimiento de todas las economías de la región parecen estar correlacionadas. Por ejemplo, en 1999, todas las

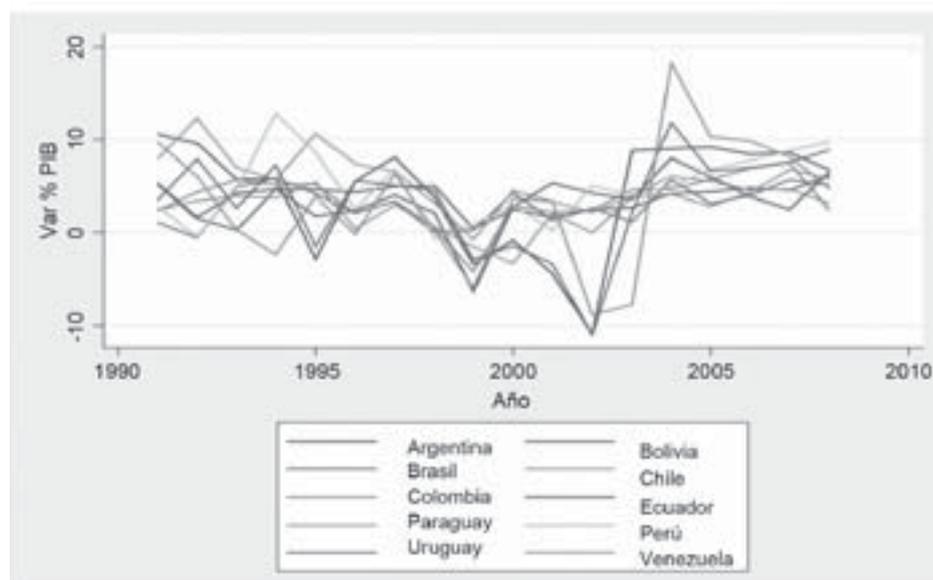
economías de la región decrecieron y después de esta crisis la mayoría de los países tuvieron una senda de crecimiento casi sostenido hasta el 2008. Como se mencionó anteriormente, los datos indican que la variación de las economías latinoamericanas responde al resultado del ciclo económico mundial.

La siguiente sección se aproxima, de forma intuitiva, a la explicación de la relación causal entre la violencia homicida y el ciclo económico en Colombia. El argumento se formaliza luego con un análisis econométrico.

2. ANÁLISIS INTUITIVO DE LA RELACIÓN ENTRE EL CICLO ECONÓMICO Y LA VIOLENCIA HOMICIDA

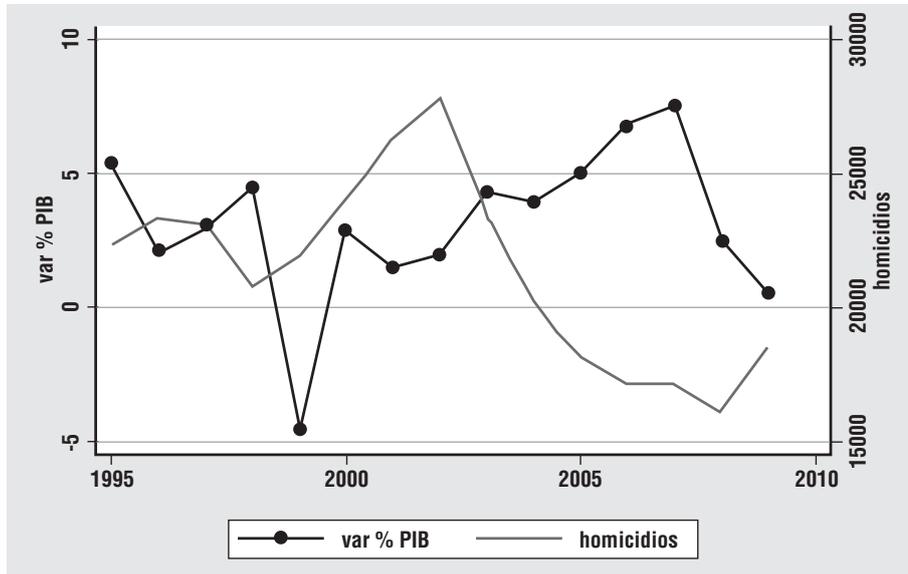
El Gráfico 3 muestra cómo la variación anual de la violencia homicida en Colombia está correlacionada nega-

Gráfico 2. Variación interanual del PIB real de las economías latinoamericanas



Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL (2010).

Gráfico 3. Evolución de la correlación del ciclo económico y los homicidios



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE y Policía Nacional de Colombia.

tivamente con la variación anual del PIB real desde el año 1995, es decir, en los años que la economía crece a tasas superiores al promedio histórico, el número de homicidios baja; y por el contrario, cuando la economía se desacelera, el número de asesinatos aumenta. El coeficiente de correlación de ambas series es de -0,77.

Lo anterior implica que las dos variables están fuertemente relacionadas de forma inversa. Esto es evidente a partir del principio de la serie cuando cayó el ciclo económico y la violencia homicida respondió con un comportamiento ascendente, posteriormente, la actividad económica se recuperó para los años 1996, 1997 y 1998, y la violencia homicida se redujo. En 1999 el país atravesó una fuerte crisis económica, es más, el crecimiento económico durante la segunda mitad del siglo XX fue positivo excepto en 1999 cuando estuvo alrededor del

-4,5%. Con la dramática caída de la actividad económica la tendencia de la violencia homicida se aceleró y continuó en una etapa de crecimiento hasta el año 2002.

Es a partir de 2002 que el crecimiento económico mundial se consolida después de la crisis en Estados Unidos de las empresas punto com; lo que permitió a los países latinoamericanos, incluida Colombia, tener una senda de crecimiento sostenida hasta el año 2007. A mediados de 2008, cuando estalló la crisis hipotecaria subprime, el ciclo económico nuevamente empezó a desacelerarse lo que reactivó la violencia homicida en Colombia, que en 2009 mostró cifras alarmantes y rompió su tendencia decreciente.

Esta correlación por sí sola no es muy concluyente, la violencia homicida y la actividad económica son

variables sociales que se determinan conjuntamente con otras tales como la educación, la regulación y la riqueza, entre otras. Por ejemplo, se argumenta precipitadamente que la reducción sostenida de la violencia desde 2002 es causada por el cambio en el gobierno nacional y se sustenta la hipótesis al mostrar la correlación de ambos eventos. El problema de esta hipótesis es que la variación observada de la actividad económica y de las políticas gubernamentales es endógena, es decir, es resultado de complejos fenómenos sociales y, en principio, se causan una a otra.

Por fortuna es posible demostrar que el grueso de la variación de la actividad económica es exógeno, en el sentido que está determinado por factores externos los cuales están por fuera del alcance de los asesinos, el gobierno o de cualquier otro agente colombiano.

Es importante mencionar que el PIB colombiano sigue una trayectoria similar a la del PIB de casi todos los países de Latinoamérica. Esto implica, en primer lugar, que una porción sustancial de la variación en la actividad económica es causada por los mismos factores externos que determinan el ciclo económico global. Nótese, por ejemplo, que la expansión de la economía colombiana coincide con la de países con gobiernos tan disímiles como Venezuela, Ecuador y Brasil. De esta información un observador razonable debe concluir que la política gubernamental de seguridad o económica, no ha sido el factor determinante de los ciclos económicos. Por lo contrario, habría que imaginar que la actividad económica colombiana tiene efectos sobre

la economía de, por ejemplo, Brasil, lo cual es una necesidad.

En segundo lugar, la correlación entre los PIB de toda la región, permite extraer de la variación observada en el PIB colombiano, aquella porción que se debe a estos factores externos indeterminados que al parecer mueven todas las economías de la región. Estos factores, cualesquiera que sean, no tienen efecto directo sobre el comportamiento de los asesinos colombianos. Por lo tanto, su variación es exógena y sus efectos sobre el PIB colombiano pueden ser usados para medir el efecto causal de la actividad económica sobre la violencia homicida.

Se concluye entonces de forma informal que la variación en la actividad económica tiene un efecto causal sobre el número de asesinatos que ocurren en Colombia. Este efecto es independiente del posible efecto que la violencia pueda tener sobre la actividad económica, el cual al parecer no es muy fuerte, pues el grueso de la actividad económica colombiana parece estar determinado por factores globales por fuera del alcance de los eventos y decisiones locales.

3. EL EFECTO CAUSAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA SOBRE LA VIOLENCIA VISTO EN LOS DATOS

El argumento informal utilizado para probar la causalidad de la actividad económica o del ciclo económico sobre la violencia homicida tiene una contrapartida econométrica formal. La variación en los ciclos económicos regionales, principalmente de Latinoamérica, está correlacionada con la variación del ciclo económico colom-

biano, pero no directamente con la variación en el número de homicidios. Sirven entonces las variaciones en el ciclo económico de Latinoamérica como instrumentos para la variación del ciclo económico colombiano, en una estimación del efecto de la actividad económica sobre los homicidios, usando una regresión de variables instrumentales.

Según Wooldridge (2009) una regresión de variables instrumentales consiste en dejar la variable no observada en términos del error, pero en vez de estimar el modelo por MCO, utiliza un método de estimación que reconoce la presencia de la variable omitida. La especificación del modelo a estimar inicialmente por MCO sería:

$$hom_t = \beta_0 + \beta_1 ccol_t + \varepsilon_1 \quad (1)$$

Donde hom_t es el número de homicidios, $ccol_t$ es la variable proxy del ciclo económico colombiano y ε_1 es el término de error para la Ecuación 1 estimada por MCO. Sin embargo, si la Ecuación 1 se estima por el método de MCO se tendrá un problema de variables explicativas endógenas y los estimadores de β_1 serán sesgados e inconsistentes, siempre que el ciclo económico de Colombia esté correlacionado con el ciclo económico de Latinoamérica. Así, un segundo modelo debe probar si el ciclo económico colombiano está correlacionado con el de Latinoamérica. A continuación la Ecuación 2 representa dicha relación:

$$ccol_t = \alpha_0 + a_1 clat_t + \varepsilon_2 \quad (2)$$

Donde $ccol_t$ es la variable proxy del ciclo económico colombiano, $clat_t$ es la variable proxy para el ciclo económico latinoamericano y ε_2 es el término de error para la Ecuación 2 estimada

por MCO. Por otra parte, se pueden usar las Ecuaciones 1 y 2 como base para la estimación, siempre que se use una variable instrumental para $ccol_t$, que en este caso es $clat_t$. Entonces, el modelo de regresión de variables instrumentales será:

$$hom_t = \gamma_0 + \gamma_1 ccol_t + \gamma_2 clat_t + \mu_t \quad (3)$$

Donde hom_t es el número de homicidios, $ccol_t$ es la variable proxy del ciclo económico colombiano, $clat_t$ es la variable proxy para el ciclo económico latinoamericano y μ_t es el término de error para la ecuación estimada por variables instrumentales. Para obtener estimadores consistentes de γ_0 y γ_1 , fue necesario instrumentalizar la variable $ccol_t$ y el instrumento como ya se mencionó es $clat_t$. No obstante, es importante tener en cuenta que la variable $clat_t$ debe cumplir los siguientes supuestos:

- *Supuesto 1.* $clat_t$ no está correlacionada con μ_t , es decir, $Cov(clat_t, \mu_t) = 0$. Igualmente, se puede decir que $clat_t$ es exógena en la Ecuación 3.
- *Supuesto 2.* $clat_t$ está correlacionada con $ccol_t$, es decir, $Cov(clat_t, ccol_t) \neq 0$

Con los dos supuestos anteriores se puede decir que $clat_t$ es una variable instrumental para $ccol_t$.

Algunas estadísticas descriptivas de la muestra de datos usados en la estimación se revelan en la Tabla 1, donde se presentan cinco estadísticas básicas para aproximarse al análisis empírico. Así, por ejemplo, la media de los homicidios en el período de estudio es de aproximadamente 12 mil homicidios y la desviación estándar es de casi 9 mil, mientras que el máximo de homicidios cometidos en un año en Colombia es de 27.829.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las series (1952-2009)

	Homicidios	Ciclo colombiano	Ciclo latinoamericano
Media	12.046,78	5.118,27	48.381,31
Desviación estándar	8.373,96	1.544,02	8.744,33
Mínimo	2.543,00	2.884,70	32.434,65
Máximo	27.829,00	8.065,20	66.253,37
Observaciones	58	58	58

Fuente: Para las variables del ciclo económico PWT 6.3 (Heston, Summers y Aten, 2009) y la serie de homicidios se construyó con datos de la Policía Nacional de Colombia.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la regresión por MCO de la Ecuación 1 y la Ecuación 2 que, como se discutió anteriormente, es incorrecta pues ignora la endogeneidad del ciclo económico colombiano, lo que se traduce en una correlación distinta de cero de los errores de la Ecuación 1 y el ciclo económico de las economías de Latinoamérica.

Se presenta también el resultado de la regresión de variables instrumentales, el cual usa los valores de ciclo económico colombiano predichos en la Ecuación 2 para correr la Ecuación 3 en dos etapas. Este procedimiento, en efecto, remueve del ciclo económico colombiano la porción de su

variación que no está explicada por los factores externos que afectan al ciclo económico latinoamericano. Los coeficientes son estadísticamente significativos y los signos de los coeficientes estimados coinciden con los esperados, ya que en la regresión de la Ecuación 2, se observa una relación directa entre el ciclo económico latinoamericano y el ciclo económico colombiano y, en las Ecuaciones 1 y 3, se evidencia una relación causal inversa de los homicidios en cuanto al ciclo económico, lo que efectivamente indica que un aumento en los homicidios es causado por una desaceleración del ciclo económico.

Tabla 2. Estimación de las Ecuaciones 1, 2 y 3

Ecuación 1		Ecuación 2		Ecuación 3	
Variable dependiente: homicidios		Variable dependiente: ciclo económico colombiano		Variable dependiente: homicidios	
Estadístico t entre paréntesis		Estadístico t entre paréntesis		Estadístico t entre paréntesis	
MCO		MCO		VI	
C	12.004,67 *** -6,21	C	191,51 *** (3,21)	C	15.299,89 *** -2,83
ccol	-758,10 *** (-12,99)	clat	1,09 *** -5,94	ccol	-1.731,96 *** (-3,52)
R2	0,75	R2	0,39	Wald	13,25 **
F	168,66 ***	F	35,25 ***	c2 (valor p)	0,00 ***
N	58	N	58	N	58

Nota. * Nivel de significancia 90%; ** Nivel de significancia 95%; *** Nivel de significancia 99%. MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios y VI Variables Instrumentales.

Si bien es cierto que la regresión de la Ecuación 3 garantiza ciertas propiedades de los estimadores. El estimador MC2E (Ecuación 3) es menos eficiente que el MCO (Ecuación 1) cuando las variables independientes son exógenas. Resulta útil entonces, disponer de un contraste de endogeneidad de la variable explicativa que ponga de manifiesto si MC2E es necesario. El test de Durbin-Wu-Hausman de endogeneidad comparado con una χ^2 muestra la necesidad de la regresión por variables instrumentales.

En suma, los resultados de las regresiones muestran que la violencia homicida en Colombia es un resultado del ciclo económico. Sin embargo, es importante aclarar que se desconocen los mecanismos por los cuales esto se da. Ahora bien, en una regresión simple estimada por MCO se pueden encontrar relaciones aparentemente significativas, cuando en realidad lo que existen son sólo correlaciones contemporáneas, siendo espuria la aparente significancia de largo plazo. Si bien diferenciar las variables evade el problema de una regresión espuria, elimina información de largo plazo. Para evitar deducir relaciones falsas entre las variables primero se prueba si las series son estacionarias y si finalmente están cointegradas.

4. LA RELACIÓN DE LARGO PLAZO ENTRE LA VIOLENCIA HOMICIDA Y EL CICLO ECONÓMICO VISTA EN LOS DATOS

En las secciones anteriores se estableció de forma intuitiva, con gráficos y formalmente usando una regresión por variables instrumentales, la existencia de una relación causal

entre el ciclo económico y la violencia homicida en Colombia. Sin embargo, al trabajar con series de tiempo surge la siguiente pregunta: ¿existe una relación de largo plazo entre estas dos variables? Y por lo tanto, si existe una relación de largo plazo, sería posible predecir un aumento futuro de los homicidios cuando exista una desaceleración del ciclo económico. Para contrastar la existencia de dicha relación de largo plazo se usa un análisis de series de tiempo univariante y multivariante.

Siguiendo inicialmente a Box-Jenkins (1994) y posteriormente a Johansen (1988) se contrastará la existencia de la causalidad del ciclo económico en la violencia homicida. Así, el proceso generador de una serie puede ser estacionario o no estacionario. Para explicar lo anterior, se debe suponer un mecanismo bajo el cual la serie y_t está generada por un proceso autorregresivo de primer orden:

$$y_t = \rho y_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

Si $\rho = 1$ (o mayor), entonces y_t será no estacionario y el valor actual de y_t dependerá de su valor inicial y de todos los errores del pasado. Así, la media y la varianza de y_t aumentarán a medida que ($t \rightarrow \infty$) y no hay fuerza que revierta la serie a un valor medio. Si el valor inicial de y_t fuese cero, y_t sería la sumatoria de los errores del pasado. Así, para $y_0 = 0$, entonces:

$$y_t = \sum_{i=1}^t \rho^{t-i} \mu_i \quad (5)$$

Y se debe tener en cuenta que:

- Si $|\rho| \geq 1$ la media y la varianza crecen a medida que la muestra crece.
- Si $|\rho| < 1$ la media y la varianza son independientes de la muestra temporal.

- Si $|ρ| < 1$, entonces y_t es estacionario (por lo cual se denominaría variable integrada de orden cero $I(0)$) con media y varianzas constantes e independientes del tiempo.

De esta forma las series estacionarias tienden a regresar a sus valores medios y fluctúan alrededor de ellos dentro de un rango más o menos constante, mientras que una serie no estacionaria tiene una media diferente en cada punto del tiempo. Igualmente, un choque a una variable estacionaria necesariamente tiene efecto temporal y la serie regresa a su media de largo plazo. En cambio, un choque a una variable no estacionaria tiene efecto permanente.

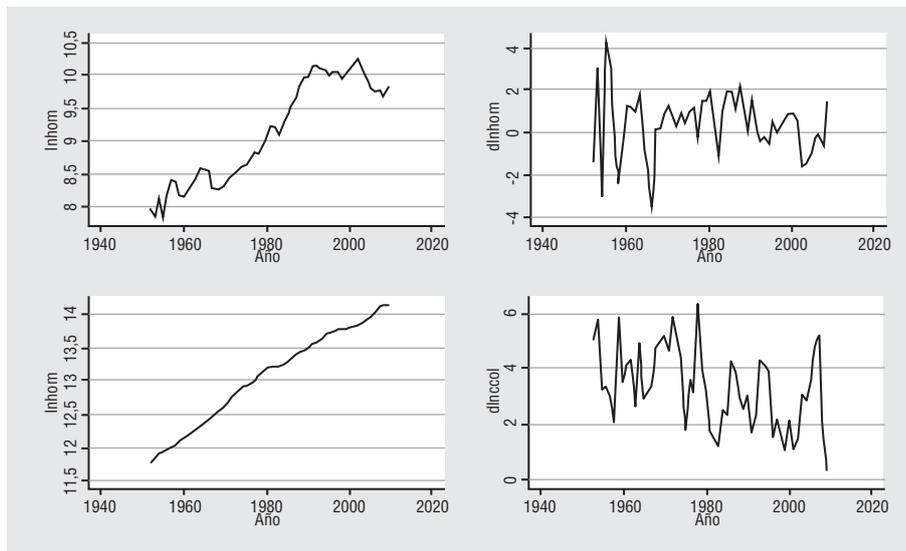
Si las dos series son no estacionarias, una regresión simple (por ejemplo, mediante variables instrumentales) puede encontrar relaciones aparentemente significativas, cuando en realidad lo que existen son sólo correlaciones contemporáneas, siendo espuria la

aparente significancia de largo plazo. Si bien diferenciar las variables evade el problema de una regresión espuria, elimina información de largo plazo.

Para evitar deducir relaciones falsas entre las variables, se prueba si las series son estacionarias, empezando con el análisis univariante de las series de la violencia homicida hom_t y del ciclo económico colombiano $ccol_t$. Para esto se deben transformar las variables, ya que las series en niveles presentan una tendencia o comportamiento regular. La primera transformación que se realiza es el logaritmo natural, pero el comportamiento es regular por lo que se decide hacer la primera diferencia $I(1)$ y segunda diferencia $I(2)$, las series en diferencias no parecen mostrar pautas de comportamiento. En el Gráfico 4 se presentan las series en logaritmos y su primera diferencia, $I(1)$.

Para determinar el grado de diferenciación óptimo se realiza un análisis de las desviaciones de las

Gráfico 4. Series en logaritmos y primeras diferencias



transformaciones realizadas a las variables. En la Tabla 3 se muestra la transformación óptima ya que, en una serie sobrediferenciada, la desviación aumenta.

Tabla 3. Desviación de las distintas transformaciones

Variable	Desviación	Variable	Desviación
Lnhom	0,78	Lnccol	0,72
Dlnhom	0,76	Dlnccol	0,16
Ddlnhom	1,44	Ddlnccol	6,33

Igualmente, se observa que en ambas series la desviación aumenta con la segunda diferenciación. Por lo tanto, si se usa (Dd) en ambas series, estas pueden estar sobrediferenciadas. Por lo anterior, se decide usar la primera diferencia de las series (D).

Al hacer los correlogramas de las series en diferencia no se puede rechazar la hipótesis de ruido blanco al 5%; por lo que se puede afirmar que en la prueba de los correlogramas las series en primeras diferencias son estacionarias. Como resultado, se realiza la prueba de raíces unitarias para las primeras diferencias de las series usando la prueba de Dickey Fuller Aumentada. En la Tabla 4 se presentan los resultados de la prueba de raíz unitaria donde, a un nivel de aceptación del 5%, se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria y se sugiere que la primera diferencia de ambas series es estacionaria, ya que $Z(t)$ es mayor que los valores de Mackinnon al 5% y 10%.

Los resultados implican, de esta forma, que las series siguen un proceso del tipo ARIMA (p,1,q) pues al ser la primera diferencia estacionaria y la varianza de la segunda diferencia mayor que la de la primera diferencia, entonces sólo se necesita diferenciar la serie una vez para alcanzar estacionariedad.

Las dos series parecen poder modelarse para conocer el proceso generador de los datos a través de un modelo univariante ARIMA (p,d,q) (autorregresivo integrado media móvil, de orden p,d,q). Al parecer, siguiendo la literatura existente en Colombia, las dos series se pueden modelar de la siguiente manera. Primero, para la variable de la violencia homicida se puede usar un modelo ARIMA (1,1,2) confirmando los resultados de estudios previos de series de tiempo univariantes como el de Rodríguez (2008); mientras que la serie del ciclo económico se puede modelar con un proceso ARIMA (1,1,3), resultado muy similar al encontrado por GRECO (2001).

Sin embargo, la intención en esta sección es encontrar si existe una relación de largo plazo y no sólo modelar (predecir) el proceso generador de los datos bajo la metodología Box-Jenkins; por lo que se obvia la estimación ARIMA y se pasa a continuación al análisis multivariante.

Debido a que las pruebas de raíz unitaria en las variables mostraron que

Tabla 4. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada

	Estadístico t	1% valor crítico	5% valor crítico	10% valor crítico
Z(t) Indhom	-7,06	-3,57	-2,93	-2,60
Z(t) Indccol	-4,88	-3,57	-2,93	-2,60
MackinnonPValor		Z(t) Indhom=0,00		Z(t) Indccol=0,00

las series estaban integradas en el mismo orden I(1) y frecuencia, podría entonces existir una relación estable entre las variables integradas lo que implica una posible cointegración entre las series.

Empíricamente no se conoce el número de rezagos a incluir en el modelo multivariante, y por lo tanto, se empieza con una prueba de ensayo y error iniciando por el mínimo de rezagos (1). Para determinar el orden de rezagos se realizaron varias pruebas sobre los datos. La importancia en la elección del orden del VAR es fundamental ya que afecta el poder del procedimiento de Johansen. En la Tabla 5 se presentan los resultados de la prueba de selección de rezagos del VAR que indica que el orden de rezagos es 1; por lo tanto, los datos pueden representarse en un VAR de primer orden, VAR(1).

Una vez se conoce el orden de los rezagos se procede a estimar un VAR(1) entre *lnthom* y *lnccol*. A continuación se presentan las pruebas sobre los residuos del modelo estimado empezando por la prueba multiplicadores de Lagrange (LM) de correlación serial sobre los primeros rezagos. En la Tabla 6 se muestra que no existe correlación serial en los primeros rezagos debido a que la probabilidad asociada es mayor a 0,05 en todos los casos.

Tabla 6. Prueba de correlación serial LM

Lag	Chi2	Df	Prob
1	8,40	4	0,17
2	3,72	4	0,44
3	0,69	4	0,95
4	1,57	4	0,81

La siguiente prueba consiste en determinar si los residuos siguen una distribución normal multivariada. Tradicionalmente para esta prueba se suele utilizar Cholesky (Lutkepohl); pero se puede usar una prueba más sencilla con el Jarque-Bera, que en este caso corrobora con una prob=0,000, la existencia de la distribución normal de los residuos del VAR(1). En suma, con las pruebas anteriores sobre los residuos no hay mayores problemas y se confirma que los residuos son ruido blanco. Además, la estimación de un VAR superior al VAR(1) no mejoró los resultados, por lo que finalmente se corrobora un VAR de primer orden. Una vez se tiene el VAR se continúa usando para determinar el modelo VEC con el número de vectores de cointegración. La existencia de una relación de largo plazo se verifica mediante el uso del método de cointegración de Johansen; con ella se observa la estabilidad de los parámetros a través del tiempo. Además, se prueba la causalidad del ciclo económico con respecto a la

Tabla 5. Prueba de selección de rezagos VAR (*lnthom*, *lnccol*)

Lag	LL	LR	Df	P	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-63,61							
1	-55,14	16,93*	4,00	0,00	0,03*	2,30*	2,39	2,53
2	-51,47	7,35	4,00	0,12	0,03	2,31	2,46	2,69
3	-51,09	0,74	4,00	0,95	0,04	2,45	2,65	2,97

Nota. * indica el orden del rezago seleccionado (predefinido en Stata)

violencia homicida y se concluye con una función impulso respuesta.

En la Tabla 7 se presentan los resultados de los modelo VAR y VEC. La estimación resulta válida según los test estadísticos más convencionales: se encontró una relación de largo plazo estable entre las variables violencia homicida y el ciclo económico colombiano para el período en estudio. Además, el test de causalidad de Granger muestra que la causalidad en la relación estadística de las dos variables tiene una sola dirección. Es el ciclo económico el que tiene alguna causalidad sobre los homicidios y no existe una relación en ambos sentidos, corroborando que los resultados de este modelo son consistentes y confirman los resultados estadísticos de la regresión por variables instrumentales.

En la Tabla 7 también se presenta el resultado del test de cointegración de

Johansen que arroja como resultado un VEC(Lag=1;Rank=2), por lo que se han encontrado dos relaciones de cointegración. Para ajustar el modelo de corrección de error se estima y se presenta sólo el resultado de la significancia de la ecuación de cointegración, que confirma la sospecha de una relación de largo plazo causal del ciclo económico sobre la violencia homicida en Colombia.

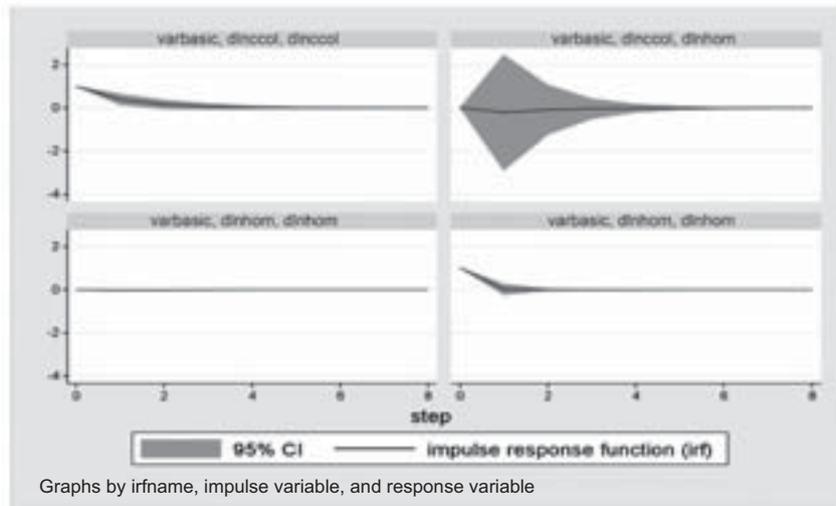
Según Wooldridge (2009), puesto que los coeficientes individuales estimados en los modelos VAR son difíciles de interpretar, es conveniente estimar la llamada función de impulso-respuesta. En el Gráfico 5 se presenta la función impulso-respuesta que deja ver cómo el ciclo económico tiene un efecto persistente en el tiempo sobre la violencia homicida, y no ocurre lo contrario, pues no hay ningún efecto de los homicidios sobre el ciclo económico.

Tabla 7. Estimación multivariante para las series de tiempo hom_t vs $ccol_t$

Multivariante VAR-VEC	
Dlnhom	Dlnccol
	C 0,63
Dlnhom(L1) 0,02 ***	Dlnhom(L1) -0,01
Dlnccol(L1) -0,21 ***	Dlnccol(L1) 0,39 ***
R2 0,35	R2 0,27
χ^2 (valor p) 0,00 ***	χ^2 (valor p) 0,04 *
T. Wald (granger causality) 0,00 ***	T. Wald (granger causality) 0,09
N 56	N 56
	Ecuación de cointegración
	VEC(lag=1; Rank=2). (c2(valor p))=0,00

Nota. * Nivel de significancia 90%; ** Nivel de significancia 95%; *** Nivel de significancia 99%.
 ° Test de cointegración de Johansen, dos relaciones de cointegración.

Gráfico 5. Funciones de impulso respuesta



5. CONCLUSIONES

La principal conclusión de este estudio es que la actividad económica tiene un efecto causal sustancial sobre la cantidad de homicidios que se cometen en Colombia. Esta causalidad implica, por ejemplo, que la reducción de los homicidios durante el período 2002-2008 tiene menos que ver con las políticas de seguridad nacional que con la variación exógena de la actividad económica causada por el ciclo económico mundial. Esta conclusión se basa en la inspección informal de los datos y en un análisis estadístico formal.

El análisis estadístico presentado está basado en dos técnicas econométricas. La primera de ellas es la regresión por variables instrumentales cuyos resultados son consistentes con la hipótesis de que la actividad económica tiene un efecto negativo y sustancial sobre los homicidios. Esta relación se descubre usando la variación en la actividad económica latinoamericana como instrumento

para la variación de la actividad económica en Colombia.

La segunda técnica fue el análisis de series de tiempo univariante y multivariante, que dio como resultados que las series de homicidios y ciclo económico presentan una relación causal de largo plazo ya que están integradas en el mismo orden, están cointegradas y el test de causalidad de Granger muestra cómo los homicidios presentan una relación estadística causal de largo plazo, determinada por el ciclo económico.

Se puede inferir entonces que una parte sustancial de la variación en el nivel de homicidios está causada por el componente exógeno del ciclo económico. Esta hipótesis es estadísticamente robusta y sugiere la necesidad de construir una teoría que la explique. La construcción de modelos formales que generen este efecto causal no parece difícil. Por ejemplo, esta causalidad es consistente con la idea simplista de que la varia-

ción en la actividad económica genera variaciones en el empleo que fuerzan a la gente a convertirse en criminales. También es consistente con la hipótesis, de cierto modo contraria, de que las desaceleraciones económicas dificultan el cumplimiento de los compromisos de la economía ilegal, conduciendo a incrementos en los llamados *ajustes de cuentas* entre criminales. La distinción y verificación de este tipo de hipótesis científicas requiere de datos de los que por lo pronto no se dispone, y es parte de la futura agenda de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angrist, J. y Kugler, A. (2008). Rural windfall or a new resource curse? Coca, income, and civil conflict in Colombia. *Review of Economics and Statistics*, 90(2), 191-215.
- Barón, J. (2009). El homicidio en los tiempos del Plan Colombia. *Documento de economía regional* (working paper Banco de la República), 115. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/documentos/DTSER-115.pdf>
- Becerra, L. y Sarmiento, A. (1998). Análisis de las relaciones entre violencia y equidad. *Archivos de economía DNP* (working paper Departamento Nacional de Planeación), Documento 26. Recuperado de http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos_Economia/93.pdf
- Bonilla, L. (2009). Demografía, juventud y homicidios en Colombia 1979-2006. *Documento de economía regional* (working paper Banco de la República), 118. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/documentos/DTSER-118.pdf>
- Box, G. y Jenkins, G. (1994). *Time series analysis: Forecasting and Control* (3a ed.). New Jersey, NJ: Prentice Hall.
- CEPAL. (2010). *Estadísticas de las cuentas nacionales para América Latina*. Recuperado de <http://www.cepal.org>
- Cohen, J. y Tita, G. (1999). Diffusion in Homicides: Exploring a General Method for detecting Spatial Diffusion Processes. *Journal of Quantitative Criminology*, 15(4), 451-493.
- Deas, M. y Gaitán, F. (1995). *Dos ensayos especulativos sobre la violencia en Colombia*. Bogotá: FONADEDNP, Tercer Mundo Editores.
- Echandía, C. (2003, 3 de febrero). El conflicto interno: cambios recientes. *Revista Cambio*, 500, 36-38.
- Gaitán, F. y Montenegro S. (2000). Un análisis crítico de estudios sobre la violencia en Colombia. Presentación en *Conferencia Crimen y Violencia: Causas y Políticas de Prevención*, Bogotá, Colombia.
- GRECO. (2001). El crecimiento económico colombiano en el siglo XX: Aspectos globales. *Borradores de economía* (working paper Banco de la República), 134. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra134.pdf>
- Heston, A., Summers, R. y Aten, B. (2009). *Penn World Table Version 6.3 (PWT 6.3)* [Archivo de datos]. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania. Recuperado de <http://www.pwt.econ.upenn.edu/>

- pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt_index.php
13. Johansen, S. (1988). Statistical analysis of Cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(1), 231-254.
 14. López, C. y García, A. (1999). Los costos ocultos de la paz en Colombia. En A. Solimano, F. Sáez, C. Moser y C. López (Eds), *Ensayos sobre Paz y Desarrollo. El caso de Colombia y la experiencia internacional* (pp. 81-177). Bogotá: Banco Mundial.
 15. Montenegro, A. y Posada, C. (2001). *La violencia en Colombia*. Bogotá: Alfaomega y Cambio.
 16. Palacios, M. (2003). Between legitimacy and violence. *ReVista: Harvard Review of Latin America*, 21, 22-53.
 17. Palau, M. y Sánchez, F. (2006). Conflict, decentralization and local governance in Colombia 1974-2004. *Documentos CEDE* (working paper Universidad de los Andes de Bogotá), 39. Recuperado de <http://economia.uniandes.edu.co/publicaciones/d2006-20.pdf>
 18. Posada, E. (2002). *La violencia y sus "causas objetivas"*. Recuperado del sitio web de *Fundación ideas para la paz* en: http://www.ideaspaz.org/articulos/download/16violencia_y_sus_causas_objetivas.pdf
 19. Rocha, R. y Martínez, H. (2003). Pobreza, crimen y crecimiento regional en Colombia. *Archivos de economía DNP* (working paper Departamento Nacional de Planeación), Documento 230. Recuperado de http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/DEE/Archivos_Economia/230.pdf
 20. Rodríguez, M. (2008). Variación estacional de la mortalidad por homicidio en Colombia. 1985-2001. Evolución en el tiempo y principales factores de riesgo. *Colombia médica*, 39(2), 25-49.
 21. Rubio, M. (1995). Crimen y crecimiento en Colombia. *Revista Coyuntura Económica*, 25(1), 14-41.
 22. Rubio, M. (1999). *Crimen e impunidad: Precisiones sobre la violencia*. Bogotá: Tercer Mundo y CEDE.
 23. Rubio, M. (2001). Violencia y conflicto en los noventa. *Revista Coyuntura Social*, 22(1), 11-32.
 24. Sánchez, D. y Rada, O. (2005). *Relación entre el delito y el PIB, un análisis de cointegración para Colombia*, RED Latinoamericana de Cooperación Universitaria, Argentina. Recuperado de http://www.rlcu.org.ar/revista/numeros/03-05-Octubre-2005/documentos/relacion_entre_el_delito_y_el_pib.pdf
 25. Sánchez, F. (2007). *Las cuentas de la violencia*. Bogotá: Facultad de Economía, Universidad de los Andes y Grupo editorial Norma.
 26. Sánchez, F. y Núñez, J. (2001). Determinantes del crimen violento en un país altamente violento: El caso de Colombia. *Documentos CEDE* (working paper Universidad de los Andes de Bogotá), 45. Recuperado de <http://economia.uniandes.edu.co/content/download/1766/9799/file/D2001-02.pdf>
 27. Valenzuela, P. (2002). Reflexiones sobre interpretaciones recientes de la violencia en Colombia. *Reflexión Política*, 8, 125-146.
 28. Wooldridge, J. (2009). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (4a ed.). Masson, OH: Cengage Learning. ☼