

LA PROBABILIDAD DEL CRIMEN Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO: UN ANÁLISIS REGIONAL

Vicente Germán-Soto¹

Jorge Arturo Leyva Moreno²

RESUMEN

La relación entre crimen y desempeño económico tiende a estrecharse en los estados mexicanos, en los últimos años. Estudiar esta conexión es importante porque el aumento del crimen inhibe la inversión productiva, afectando negativamente el crecimiento económico. El objetivo es investigar si el crimen ha sido factor de freno del crecimiento económico regional de México durante 1997-2012. Para ello, se estima la probabilidad del crimen a partir de modelos de regresión de respuesta cualitativa y después, con métodos de panel, se calcula el impacto del crimen en el crecimiento económico. Los resultados indican que la probabilidad del crimen incide negativamente en el crecimiento económico. Este efecto es más agudo en los estados de la Frontera Norte y del Sur-Golfo que en los estados de la región Centro-Occidente, lo que sugiere mayor vulnerabilidad a un aumento en la hostilidad del crimen.

CONCEPTOS CLAVE: Crimen, Crecimiento económico, Modelos de probabilidad

Introducción

El crimen tiene repercusiones negativas para la vida social y la actividad económica de las personas. Su presencia y propagación tienden a inhibir la convivencia social, desincentivan la inversión productiva y reducen el crecimiento económico. Desde la perspectiva económica, como desde la social, las secuelas del crimen van más allá del mero acto consumado. Las diferentes formas que adopta este fenómeno (robo, extorsión, asesinato, secuestro, etc.)

¹ Dr. en Economía, Universidad Autónoma de Coahuila, correo electrónico: vicentegerman@uadec.edu.mx

² Licenciado en Economía, Cluster de Energía Coahuila, correo electrónico: jleyva@clustercoahuila.org.mx

propician un ambiente de temor e incertidumbre que desalienta la actividad productiva. En esta investigación interesa el crimen, pero no solo el acto criminal en sí mismo, sino también la secuela de incertidumbre y temor que genera en la sociedad, ya que la magnitud de su alcance inhibe el crecimiento económico y, por tanto, debe ser valorado.

El problema que se plantea es que el crimen ha crecido de forma irreversible en los últimos años, al mismo tiempo que el crecimiento y la actividad económica se han reducido. Entre 2007 y 2012 la tasa de homicidios en México creció a tasas superiores al 22% anual, mientras que el producto interno bruto per cápita lo hizo a tasas sumamente bajas, al registrar aumentos promedios del 0.23% anual. Especialmente, la relación crimen-crecimiento no ha sido homogénea entre las diversas regiones de México. Las estadísticas indican que los estados de la Frontera Norte y los del Sur y Golfo han sufrido con mayor severidad los efectos del crimen y del bajo desempeño económico del país. Esta observación es la que se busca probar en la presente investigación, por lo que el análisis se concentra a nivel de las macro-regiones de México. La hipótesis es que el clima de violencia afecta negativamente al crecimiento económico y que esta relación varía entre regiones, con efectos más acentuados en la Frontera Norte y Sur y Golfo en comparación a las regiones Centro y Occidente.

Esta investigación se distingue de trabajos previos porque trata la relación crimen-crecimiento a partir de modelos de respuesta cualitativa que, primero, valoran la probabilidad del crimen y, luego, en modelos de panel con efectos fijos, se estima el impacto generado por el clima de incertidumbre del crimen. Los resultados tienden a confirmar la hipótesis y la relación establecida desde la teoría: el crimen afecta negativamente al crecimiento económico. También se destacan efectos regionalmente diferenciados.

1. El crimen como factor de freno al crecimiento económico: marco teórico-conceptual

1.1. Crimen y delito: definiciones básicas

El crimen tiene implicaciones negativas, tanto sociales como jurídicas y económicas, por lo que se debe estudiar a profundidad. El crimen y la delincuencia son actividades a las que cualquier persona podría dedicarse con un fin claramente establecido, el cual se concreta cuando el incentivo es mayor que el castigo (Klessler y Molinari, 2008). Zaffaroni (1991) define al delito como una acción de carácter humano de índole contraria a lo jurídico, sancionable bajo la normativa de las penas impuestas para las conductas criminales, que son claramente identificadas en los límites del comportamiento correcto de la sociedad, y son peculiaridades propias de grupos perfectamente reconocibles. De igual forma, el delito es aquel proceder que flagela, daña o pone bajo riesgo un bien jurídico, y forma un importante quebranto a las normas éticas del comportamiento social, supone un perjuicio o sujeta bajo riesgo la vida, la honradez y los bienes materiales de él o los individuos (Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad, A. C., ICESI, 2002).

1.2. Crimen y crecimiento en México: antecedentes inmediatos

El problema delictivo se ha acentuado con el combate gubernamental a los cárteles de la droga y el surgimiento de las denominadas autodefensas o guerrillas rurales, principalmente al sur del país. En este contexto caótico también han retomado fuerza algunas organizaciones dedicadas al secuestro, al robo y a la extorsión.

La evolución de la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes en México deja al menos dos fases entre 1997 y 2012 (Figura 1). Partiendo de una cifra de alrededor de 17 homicidios, la tendencia se redujo continuamente hasta los años 2006 y 2007, desde entonces se ha incrementado en forma exponencial. Esta segunda etapa responde al reto abierto de combate al narcotráfico que caracterizó al gobierno del Presidente Felipe Calderón (2006-2012).

El grado de criminalidad que impera en México es el resultado del extenso número de agentes criminales y del sinnúmero de estrategias que han acentuado el problema. Los distintos actores involucrados en la violencia, se enganchan en un “juego iterativo” de impulso-respuesta (Hofstetter, 1998) y es así como las distintas disputas a lo largo y ancho del territorio mexicano son resueltas en forma criminal.

Figura 1. Evolución de la tasa de homicidios en México, 1997-2012.



Fuente: elaboración propia a partir de estadísticas del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

Entre la tasa de homicidios y el comportamiento del producto interno bruto per cápita (PIBpc) es posible observar una relación opuesta (Figura 2). Si al posible efecto negativo del crimen sobre el PIBpc le sumamos el efecto adverso de otros factores como las crisis económicas, entonces crimen y recesión económica podrían formar uno de los peores escenarios para la economía mexicana donde el escaso crecimiento del ingreso provocado por las crisis económicas se acentúa con el aumento del crimen.

El coeficiente de homicidios promedio registrado para el periodo 1997-2000 fue contabilizado en 15.04, mientras que para el periodo 2001-2006 registró un descenso al ubicarse en 11.80, para volver a incrementarse a 15.34 durante el lapso 2007-2012. A su vez, la creación de producto

interno bruto ha decrecido gradualmente (véase Cuadro 1), para 1997-2000 se ubica en tasas de crecimiento promedio del 5.32%, para luego caer a 2.95% y 2.17% en los periodos 2001-2006 y 2007-2012, respectivamente (Cuadro 1).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de INEGI (PIBpc) y el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (Tasa de homicidios).

Cuadro 1. Tasa de homicidios y tasa de crecimiento económico en México, 1997-2012.

	1997-2012	1997-2000	2001-2006	2007-2012
Tasa de homicidios	0.80	-8.35	-5.16	22.89
Tasa de crecimiento del PIB	3.54	5.32	2.95	2.17
Tasa de crecimiento del PIB per cápita	1.54	3.97	1.55	0.23

Fuente: elaboración propia a partir de datos de INEGI (PIBpc) y el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (Tasa de homicidios).

El escenario no es mejor si se analizan las tasas de crecimiento del PIB per cápita. En el periodo global este indicador evolucionó a una tasa anual de 1.54%, mientras que entre 2007 y 2012 lo hizo a tasas del 0.23%. Por su parte, la tasa de homicidios fue gradualmente decreciendo entre 1997 y 2006, pero inició una tendencia a la alza desde 2007, al registrar tasas anuales del 22.9%. Todo ello, al tiempo que el desempeño económico redujo significativamente su tasa de crecimiento. ¿Habrà alguna relación en la que el crecimiento del

PIB se vea afectado por el incremento de la delincuencia? Las teorías del crecimiento predicen que existe un comportamiento en esa dirección.

Aun y cuando el crimen tiene diferentes formas de manifestación, como el robo a casa-habitación, el robo a transeúntes y el robo en carreteras, entre otros, en esta investigación interesa analizar el efecto que tiene el crimen, pero solo aquel que se considera delito federal, debido a que, como ya se señaló antes, el combate a las drogas ha acentuado el problema del crimen y es posible que ello esté afectando el desempeño económico del país. Dentro de esta clase destacan los homicidios dolosos, el secuestro y las extorsiones.

1.3. El crimen, como factor de freno al crecimiento

El crimen en sus diferentes manifestaciones es un flagelo que frena el crecimiento económico. En regiones o sectores geográficos donde el crimen surge y prevalece sobre lo normal, las empresas y las personas ven la necesidad de aumentar los costos de protección o, bien, tienden a cerrar los negocios o a mudarse a otros sectores geográficos con menor clima de violencia. Sin embargo, los costos para la economía local van más allá de los costos directos implicados por contratar, por ejemplo, los servicios para una mayor seguridad. El cierre de negocios lleva a una reducción de los niveles de empleo, a una caída del ingreso local y también de la demanda y el consumo. Con el tiempo, esta tendencia perversa tiende a autorreforzarse impactando el desarrollo local, vía la contracción económica provocada por el clima de violencia. Es en este contexto macroeconómico que se busca analizar esta relación.

Existen muchos estudios que cuantifican la relación crimen-crecimiento desde distintas metodologías, para diversos países y regiones del mundo y en todos se llega al consenso de que el crimen constituye un freno para el crecimiento económico. La mayoría de los estudios basa su evidencia en modelos de crecimiento que recogen los efectos de alguna variable del

crimen. Es el caso, por ejemplo, de Rubio (1995), Hofstetter (1998), Rocha y Martínez (2003) y Molina (2011), para Colombia. También para Colombia, Molina y Rendón (2012) abordan como variables clave la incertidumbre enfocada y analizada bajo la perspectiva de la inestabilidad institucional, traducida en violencia, que puede destruir las dotaciones de capital físico y humano de la economía y que se puede permear a través de las cadenas productivas desestimulando e impactando de forma negativa en la inversión.

Otros trabajos investigan la relación crimen-crecimiento enriqueciendo su evidencia con una gran diversidad de metodologías. En general, usan modelos econométricos y estadísticos de reciente creación. Buonanno y Montolio (2008) aplican el método de momentos para el caso español; otros usan modelos Logit, como en Rocha y Martínez (2003); Cotte (2006) utiliza un modelo espacial para investigar la relación crecimiento, desigualdad y pobreza sobre la violencia en Colombia.

En México, Widner, Reyes-Loya y Enomoto (2011) estudian la violencia sufrida en los estados de la frontera norte relacionada al tráfico de drogas. Pan, Widner y Enomoto (2012) investigan la hipótesis de que el aumento de la violencia en México, producto del narcotráfico, provocó la reducción de la actividad económica y el cierre de empresas y establecimientos comerciales, lo cual, a su vez, afectó a la inversión, el crecimiento y el desarrollo del país. Robles, Calderón y Magaloni (2013) encuentran que la violencia generada por el tráfico de drogas reduce el crecimiento del producto. Ramírez de Garay (2014) encuentra que el crimen organizado impacta negativamente el crecimiento económico de México. Con información por entidad federativa y para el periodo 2003-2010, González (2014) obtiene una relación negativa entre tasa de criminalidad y crecimiento económico. Fullerton y Walke (2014) estudian las fluctuaciones del tipo de cambio y los ciclos económicos y encuentran que el nivel de compra-venta en la zona fronteriza de México está condicionado por el impacto de la criminalidad.

2. El modelo teórico

La idea de que el crimen afecta el crecimiento económico puede expresarse fácilmente con la teoría Neoclásica de Solow-Swan, que es estimada desde una función de producción Cobb-Douglas (Mankiw, Romer y Weil, 1992):

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

donde Y es el producto, K y H son las medidas de capital físico y humano, respectivamente, mientras que A es la tecnología y L es la población o cantidad de trabajadores en la economía, α y β son parámetros que estiman la elasticidad del producto con respecto a los factores productivos, misma que de acuerdo a la teoría Neoclásica es de rendimientos decrecientes (Mankiw, Romer y Weil, 1992).

La ecuación (1) en términos per cápita es:

$$y = k^\alpha h^\beta \quad (2)$$

donde las variables ahora están expresadas en unidades de eficiencia $\left(k = \frac{K}{AL} \text{ y } h = \frac{H}{AL} \right)$. Si

k y h crecen a la misma tasa que AL entonces la tasa proporcional de crecimiento de los stocks de capital permanecerán constantes, es decir, $\dot{k}, \dot{h} = 0$. Si son mayores a cero la relación capital-trabajo crecerá, si es menor tenderá a disminuir. De aquí que la variación de la tasa proporcional de crecimiento del capital es primordial para el crecimiento de la economía.

De acuerdo con esta teoría, la evolución de la economía está determinada por la cantidad de capital necesario para mantener la relación capital-trabajo constante, considerando que la población (n), la tecnología (g) y la depreciación (δ) están creciendo a una tasa constante:

$$\dot{k} = s_k y - (n + g + \delta)k \quad (3)$$

$$\dot{h} = s_h y - (n + g + \delta)h \quad (4)$$

Las ecuaciones (3) y (4) definen los requerimientos de capital en una economía sin violencia.

Por tanto, linealizando y trabajando en el estado estacionario:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right] = \ln A(0) + gt + a \ln(k) + b \ln(h) - c \ln(n + g + \delta) + \text{factores adicionales} \quad (5)$$

La expresión (5) es el producto por trabajador necesario para que la economía se mantenga en el estado estacionario, mismo que se divide entre consumo, ampliación de capital y profundización de capital (Jones, 1979). De (5) resulta evidente que si un fenómeno como el crimen cobra importancia, entonces el capital necesario para conservar la economía en el estado estacionario debe ser mayor, o bien el monto destinado a las inversiones del sector productivo de la economía debe reducirse para atender una nueva necesidad de gasto: combatir el crimen. Dado que es complicado tener aumentos inmediatos del capital, entonces las cantidades de este factor resultan insuficientes para impulsar la productividad de la economía, es decir, el crimen resulta negativo (Hofstetter, 1998). Esta situación se refleja en un aumento de los costos de capital en las ecuaciones (3) y (4):

$$\dot{k} = s_k y - (n + g + \delta + \gamma)k \quad (6)$$

$$\dot{h} = s_h y - (n + g + \delta + \gamma)h \quad (7)$$

donde el parámetro γ representa la parte del capital que se desvía para atender los problemas de la violencia (Hofstetter, 1998). Las ecuaciones (6) y (7) definen el proceso de capital en una economía con violencia. El producto por trabajador también es ampliado por este término:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right] = \ln A(0) + gt + a \ln(k) + b \ln(h) - c \ln(n + g + \delta + \gamma) + \text{factores adicionales} \quad (8)$$

La criminalidad y la violencia se consideran como una depreciación adicional, que frena la acumulación de capital, representada formalmente en el término $(n+g+\delta+\gamma)$ en la ecuación (8)

(Hofstetter, 1998). La idea no es tanto modelar las causas de la criminalidad, sino simplemente incorporar su existencia en un modelo estándar del crecimiento económico. Los factores adicionales en la ecuación (8) hacen referencia a otras variables que afectan el crecimiento económico y que se incluyen con fines de control. En este trabajo se amplía la ecuación (8) con variables propuestas desde la teoría del crecimiento, como la innovación (medida por el coeficiente de inventiva), la salud y la tasa de inflación.

3. Metodología de estimación

Conocer la probabilidad de que una economía i esté contaminada por el ambiente hostil del crimen es primordial. Se requiere estimar la parte cualitativa de las repercusiones negativas del crimen, es decir, el nivel de hostilidad. El problema es que no es posible observar el ambiente hostil del crimen, solo se sabe si se cometió o no un acto criminal, pero las consecuencias para el entorno van más allá del suceso en sí, mismas que formalmente no son valoradas.

Sea y_{it}^* el ambiente hostil, no observado, del crimen en una economía en el periodo t . Lo que interesa saber es ¿qué probabilidad hay de que la economía, o la sociedad, se vea afectada por el crimen? Se trata de la probabilidad de que se genere un ambiente hostil dado un determinado nivel de crimen:

$$\Pr(y_{it} = 1) = \Pr(y_{it}^* > I_{it}) \quad (9)$$

Sea I_{it} el valor umbral a partir del cual habrá efectos adversos del crimen sobre el crecimiento económico, entonces, lo observado, y_{it} , se genera a partir del siguiente criterio:

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & y_{it}^* > 0 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (10)$$

y^* viene siendo una variable *latente*, ya que a diferencia de y , no es observable.

Con la definición de I_{it} , el valor umbral, es posible definir y_{it} , la variable ficticia, como sigue:

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{si es mayor al umbral, } I. \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (11)$$

La definición de modelos con variables ficticias como dependiente invalida métodos como mínimos cuadrados ordinarios, ya que en este caso no se cumplen las propiedades asintóticas deseadas, por lo que se debe usar algún modelo de probabilidad lineal. Es común con este fin aplicar los modelos Logit y Probit. En este trabajo también se estima el modelo conocido como Gompit. La diferencia entre ellos básicamente radica en el supuesto usado sobre cómo es la distribución estadística de la variable no observable. La variedad de modelos usados dará evidencia más robusta y rica sobre el fenómeno analizado.

3.1. El modelo Logit

Considérese la variable latente y_{it}^* tal que (Johnston y Dinardo, 2001; Baltagi, 2008, entre otros):

$$y_{it}^* = \mathbf{X}_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

donde y_{it}^* no es observada, sino y_{it} , pero tomará el valor 0 ó 1 de acuerdo a la regla especificada en (11). En lugar de asumir una relación lineal, el modelo Logit considera una relación suave entre el vector \mathbf{X} y la probabilidad de ocurrencia de y_{it}^* (Menard, 2002, O'Connell, 2006), es decir, asume que la función de distribución es del tipo logística, misma que de acuerdo con Baltagi (2008), en estructuras de datos de panel toma la siguiente forma:

$$\Pr[y_{it} = 1] = \frac{\exp^{\mu_i + x_{it}\beta}}{1 + \exp^{\mu_i + x_{it}\beta}} \quad (13)$$

Y la probabilidad de no ocurrencia del evento se define como el complemento:

$$\Pr[y_{it} = 0] = 1 - \frac{\exp^{\mu_i + x_{it}\beta}}{1 + \exp^{\mu_i + x_{it}\beta}} = \frac{1}{1 + \exp^{\mu_i + x_{it}\beta}} \quad (14)$$

Este modelo posee características atractivas cuando la variable dependiente es dicótoma, como el hecho de que la $\Pr[y_{it} = 1]$, o sea el $\text{logit}(y_{it})$, se encuentra dentro de un rango de $-\infty$ a $+\infty$, lo que garantiza que la probabilidad del logit no será menor que cero ni mayor que 1. Las técnicas de máxima verosimilitud son usadas para estimar el valor de la función, la cual indica qué tan probable es obtener los valores observados de y_{it} dados los valores de las variables independientes y los parámetros del vector β en (13).

3.2. El modelo Probit

En el modelo Probit se asume que la relación entre el vector \mathbf{X} y la probabilidad de ocurrencia de y_{it}^* , la variable no observada, es a través de una función de distribución normal, aun y cuando la variable observada, y_{it} , no cumpla la distribución normal. Por esta razón también es conocido como modelo de probabilidad normal. De acuerdo con las ecuaciones (10) y (11), es posible derivar un Probit (Johnston y Dinardo, 2001; Baltagi, 2008), ya que:

$$\begin{aligned} \Pr(y_{it} = 1) &= \Pr(\mathbf{X}_{it}\beta + \varepsilon_{it} > 0) = \Pr(\varepsilon_{it} > -\mathbf{X}_{it}\beta) \\ &= \Pr\left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma} > -\mathbf{X}_{it}\frac{\beta}{\sigma}\right) \end{aligned} \quad (15)$$

donde σ es la desviación estándar de ε , con lo que se ε se distribuye como una normal estándar (Johnston y Dinardo, 2001). Dada la simetría que caracteriza al modelo Probit, el resultado en la ecuación (15) es equivalente a:

$$\Pr(y_{it} = 1) = \Pr\left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma} < -\mathbf{X}_{it}\frac{\beta}{\sigma}\right) = \Phi\left(\mathbf{X}_{it}\frac{\beta}{\sigma}\right)$$

De aquí se desprende la función de verosimilitud: $\Pr(y_{it} = 0) = 1 - \Pr(y_{it} = 1) = 1 - \Phi\left(\mathbf{X}_{it}\frac{\beta}{\sigma}\right)$, es

decir, $L = \prod_{i=1}^N \Phi\left(\mathbf{X}_{it}\frac{\beta}{\sigma}\right)^{y_{it}} \left[1 - \Phi\left(\mathbf{X}_{it}\frac{\beta}{\sigma}\right)\right]^{1-y_{it}}$. Aplicando logaritmos:

$$\ln(L) = \sum_i \left\{ y_{it} \cdot \ln \left[\Phi \left(\mathbf{X}_{it} \frac{\beta}{\sigma} \right) \right] + (1 - y_{it}) \cdot \ln \left[1 - \Phi \left(\mathbf{X}_{it} \frac{\beta}{\sigma} \right) \right] \right\} \quad (16)$$

En el programa de optimización se trata de encontrar el valor de los parámetros que maximizan la función de verosimilitud en (16) y, al igual que el modelo Logit, este garantiza que las probabilidades estarán entre 0 y 1.

3.3. El modelo Gompit

A veces la probabilidad de ocurrencia de un evento que es cierto está cargada a la derecha de la distribución, por lo que funciones como la logística pueden ser inapropiadas. Cuando este es el caso, una función de distribución acumulada desigual (valor extremo) es lo más recomendable (Berger, 1981; Islam, Fiebig y Meade, 2002). La función de distribución Gompit se especializa en distribuciones cargadas a la derecha (asimétricas), ya que da un mayor trato a valores extremos del error (para ello utiliza la distribución de Gompertz). Esta propiedad hace que se capturen más fácilmente los patrones de distribución acumulados en los extremos (Berger, 1981; Islam, Fiebig y Meade, 2002) y que los pronósticos de probabilidad sean más precisos (Meade y Islam, 1995). La versión no lineal en el contexto de modelos de respuesta cualitativa es (Meade y Islam, 1995; Islam, Fiebig y Meade, 2002):

$$\Pr(y_{it} = 1/x_{it}, \beta) = 1 - \left(1 - \exp(-\varepsilon^{-x_{it}\beta}) \right) = \exp(-\varepsilon^{-x_{it}\beta}) \quad (17)$$

Al igual que en Logit y Probit, en una distribución Gompit el crecimiento es más lento al principio y al final del periodo, pero a diferencia de la función logística (que lo hace de forma simétrica) esta función se aproxima con mayor suavidad en el lado derecho de la función (o en valores elevados) que en el lado izquierdo (o en valores bajos).

4. Definición de variables, construcción de indicadores y modelación empírica

4.1. Variables y fuentes de información

Se dispone de dos conjuntos de variables a nivel de entidad federativa. En el primero están las variables relacionadas al crimen (homicidios dolosos y no dolosos, secuestros, extorsiones, delitos patrimoniales y delitos propios del narcotráfico), mientras que en el segundo se hallan los factores fundamentales del crecimiento económico (producción estatal por habitante, innovación, educación, salud y tasa de inflación). Como se ve, este segundo bloque se compone de las variables tradicionalmente sugeridas por la teoría del crecimiento, excepto por la ausencia en nuestra base de algún indicador del capital físico, debido a que en México no es posible disponer aún de una medida del stock de capital a nivel de entidad federativa.

Los datos sobre crimen proceden de la información contabilizada por el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP), misma que inicia a partir de 1997. La ventaja de esta información es que los datos se hallan desagregados por entidad federativa y tipo de delito, lo que permite crear un indicador del crimen por estado y año.

Los datos relacionados a variables del crecimiento económico (principalmente producción estatal, educación, salud y tasa de inflación) proceden del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), para datos del número de patentes solicitadas (innovación) y del Consejo Nacional de Población (CONAPO), principalmente los datos de población y salud.

4.2. Construcción de indicadores

La variable dicótoma, crimen, se construye estimando la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes y relativizándola con respecto a la tasa nacional de homicidios (valor umbral en la

ecuación (11)). Si este indicador resulta mayor a un determinado valor empírico, entonces la variable dicótoma es igual a 1, pero si resulta menor, entonces toma el valor de 0.

Como variables explicativas se consideraron las actividades, principalmente delictivas, que generan un ambiente hostil y de violencia. Por ejemplo, el crimen en una sociedad es impulsado por actividades ilícitas como el narcotráfico, los secuestros y la tasa de extorsiones, tomadas por cada cien mil habitantes.³ Adicionalmente, se consideró una variable de educación (años de escolaridad promedio), ya que se espera que ésta tienda a reducir el crimen, es decir, a mayor nivel de educación debe haber menos incentivos para delinquir.

Otro indicador considerado es la tasa de innovación. En este caso se trata de un coeficiente de inventiva a partir de acumular las patentes por cada cien mil habitantes. Como variable de salud se tomó la tasa de mortalidad infantil. Este dato se recoge directamente del INEGI y de CONAPO y corresponde al número de muertes en el primer año de vida por cada mil nacidos vivos. Ensayos con otros indicadores de salud, como esperanza de vida, no rindieron los efectos teóricamente esperados. Finalmente, la escolaridad y la tasa de inflación corresponden al dato directamente obtenido desde las fuentes de información.

4.3. Estrategia de modelación empírica

Se consideran dos modelos teóricos. Uno para estimar la variable no observada (la probabilidad del crimen) y otro para explicar el crecimiento o desempeño económico, el cual incluye la probabilidad del crimen como variable explicativa adicional.

Para estimar la probabilidad del crimen, la ecuación (12) toma la siguiente forma empírica:

³ En ensayos previos se observó que otros delitos como el robo a casa-habitación, robo en carreteras, lesiones, etc., no resultaron significativas en la estimación de la probabilidad de crimen, por lo que no fueron tomados en cuenta. Además, nuestro propósito, como se indicó antes, es construir una variable de crimen a partir de delitos considerados federales y no tanto del fuero común.

$$CRIM_{it} = c + \beta_1 EDU_{it} + \beta_2 NAR_{it} + \beta_3 SEC_{it} + \beta_4 EXT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

donde *CRIM* es la probabilidad del crimen, *EDU* es la variable de educación, *NAR* es la tasa de narcotráfico, *SEC* es la tasa de secuestro y *EXT* es la tasa de extorsión. Una vez que se estima la ecuación (18) con los métodos Logit, Probit y Gompit, se hace un pronóstico del crimen y se utiliza como variable explicativa en la ecuación del crecimiento, es decir:

$$g_{it} = c + \beta_1 INN_{it} + \beta_2 SAL_{it} + \beta_3 INF_{it} + \beta_4 EDU_{it} + \beta_5 CRIM_F_{it} + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

donde *g* es la medida de desempeño económico, *INN* es la proxy de innovación, *SAL* es la variable de salud, *INF* es la tasa de inflación, *EDU* es la variable de educación y *CRIM_F* es la probabilidad del crimen obtenida desde la estimación de (18).

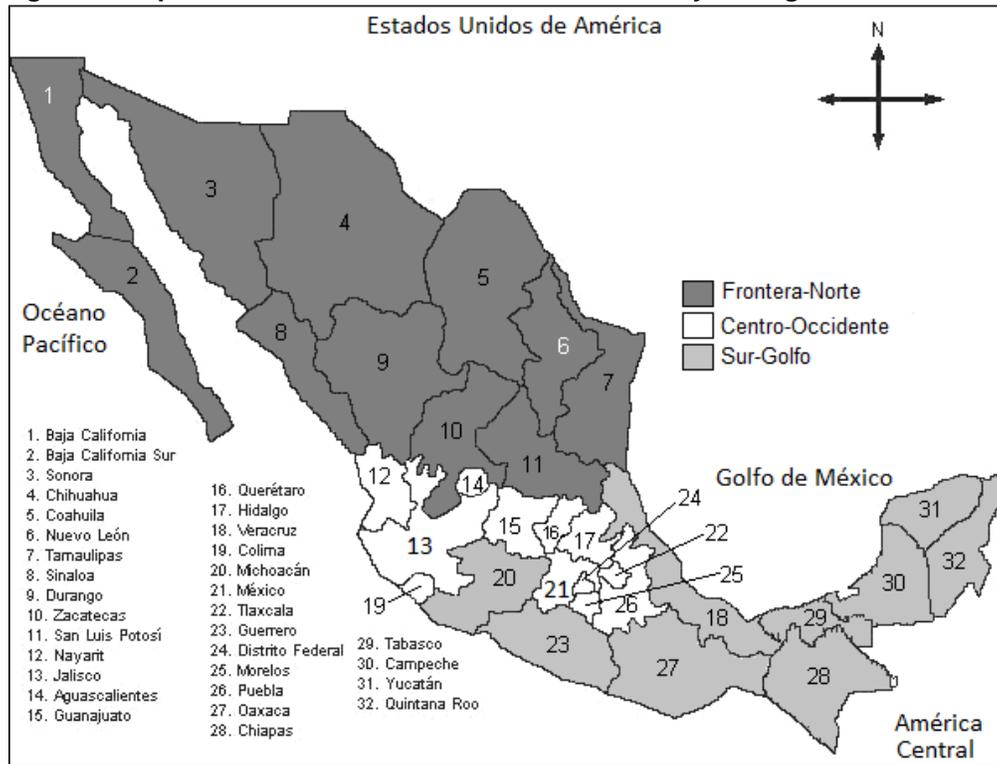
Para probar la hipótesis de que existen efectos diferenciales en la percepción del crimen entre las macro-regiones del país se estima un modelo con dummies. Para ello se definen las regiones geográficas (Figura 3): Frontera-Norte, Centro-Occidente y Sur-Golfo. La ecuación de estimación es:

$$\begin{aligned} CRIM_{it} = & c + \alpha_1 D_FN_{it} + \alpha_2 D_SG_{it} + \alpha_3 D_FN * NAR_{it} + \alpha_4 D_SG * NAR_{it} \\ & + \alpha_5 D_FN * EDU_{it} + \alpha_6 D_SG * EDU_{it} + \alpha_7 D_FN * EXT_{it} + \alpha_8 D_SG * EXT_{it} \\ & + \alpha_9 D_FN * SEC + \alpha_{10} D_SG * SEC + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (20)$$

donde *D_FN* es la dummy de estados de la Frontera Norte, *D_SG* corresponde a la dummy de estados de la región Sur-Golfo y las demás variables son como fueron definidas antes.

En (20) la región Centro-Occidente es la categoría excluida, por lo que los coeficientes estimados corresponderán a los diferenciales con respecto a esta región. La idea es estimar las diferencias regionales en cuanto a probabilidad del crimen.

Figura 3. Mapa de las entidades federativas de México y las regiones de estudio.



Fuente: elaboración propia con el programa GeoDa.

Finalmente, también se estima la relación crimen-crecimiento en cada región en particular. Para ello, se aplican las ecuaciones (18) y (19) a las macro-regiones previamente definidas.

5. Análisis de los resultados

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de estimación sobre la probabilidad del crimen desde una perspectiva general, esto es, sin diferenciar por región.

Hay dos comentarios a destacar. Primero, las estimaciones de la probabilidad del crimen son muy similares entre los métodos de estimación. Segundo, la educación tiene un fuerte efecto negativo y significativo sobre la probabilidad del crimen, un resultado esperado.

En términos de los factores del crimen, la tasa de secuestros y el narcotráfico sobresalen con los efectos más fuertes. El ajuste, medido a través del R^2 de McFadden, es del 11%, aunque este valor es bajo no debe ser motivo de preocupación ya que es común que en los modelos de respuesta cualitativa se obtengan ajustes pequeños.

Cuadro 2. Probabilidad del crimen: resultados con varios métodos de estimación.

Variable/Método	Logit	Probit	Gompit
Constante	4.969 *** (1.562)	2.935 *** (0.940)	3.152 *** (1.010)
Educación	-3.433 *** (0.815)	-2.036 *** (0.484)	-1.955 *** (0.511)
Narcotráfico	0.379 *** (0.102)	0.223 *** (0.059)	0.204 *** (0.058)
Tasa de secuestros	0.776 *** (0.144)	0.473 *** (0.084)	0.590 *** (0.115)
Tasa de extorsiones	0.048 * (0.027)	0.030 * (0.016)	0.023 (0.018)
R^2 McFadden	0.11	0.11	0.11
Schwartz criterion	1.2642	1.2646	1.2702
Observaciones	512	512	512

Notas: errores estándar entre paréntesis. Los superíndices ***, ** y * indican que la variable es significativa al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 3 se reportan los efectos del crimen en el crecimiento económico usando los pronósticos de probabilidad del crimen generados por las estimaciones de las regresiones del Cuadro 2. Las regresiones definidas en la ecuación (19) se realizan tanto con efectos fijos como con efectos aleatorios, sin embargo, la prueba Hausman para decidir entre ambos indica que efectos fijos es mejor, por tanto, el análisis se basará en este último.

Se observa que la probabilidad del crimen ejerce un efecto negativo sobre el crecimiento, un resultado esperado desde la teoría. La innovación y la educación reportan efectos positivos sobre el desempeño económico, pero ésta última estima efectos mayores. La tasa de inflación, en este caso positiva y significativa, indica que la inflación contribuye al crecimiento de las

economías. En cambio, la variable salud fue no significativa. En general, el ajuste es bastante bueno, arriba del 90%, y los criterios de información, muy similares, indican que los tres métodos de respuesta cualitativa son adecuados.

Cuadro 3. Efectos del crimen en el crecimiento económico.

Variable/Método	Modelo de panel de efectos fijos			Modelo de panel de efectos aleatorios		
	Logit	Probit	Gompit	Logit	Probit	Gompit
Constante	2.050 * (1.149)	2.047 * (1.149)	1.990 * (1.148)	4.216*** (0.932)	4.210*** (0.931)	4.193*** (0.932)
Innovación	0.067 ** (0.027)	0.067 ** (0.027)	0.068 ** (0.027)	0.055* (0.024)	0.055** (0.024)	0.055** (0.024)
Variable de salud	0.248 (0.164)	0.249 (0.164)	0.242 (0.164)	0.095 (0.152)	0.096 (0.152)	0.091 (0.152)
Tasa de inflación	0.015 ** (0.006)	0.015 ** (0.006)	0.015 ** (0.006)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
Educación	2.717 *** (0.411)	2.719 *** (0.410)	2.749 *** (0.409)	2.525*** (0.325)	2.527*** (0.325)	2.543 (0.325)
Probabilidad del crimen	-0.078 * (0.047)	-0.078 * (0.046)	-0.067 (0.047)	-0.076* (0.045)	-0.077* (0.045)	-0.065 (0.046)
R ²	0.93	0.93	0.93	0.27	0.27	0.26
Schwartz criterion	-0.6651	-0.6652	-0.6635			
Observaciones	512	512	512	512	512	512
Prueba Hausman para efectos fijos o aleatorios						
	Logit	Probit	Gompit			
c ²	29.26 [0.000]	28.52 [0.000]	28.61 [0.000]			

Notas: errores estándar entre paréntesis. Los superíndices ***, ** y * indican que la variable es significativa al 1%, 5% y 10%, respectivamente. La probabilidad del crimen se estimó mediante los métodos Logit, Probit y Gompit. En la prueba Hausman se reportan los p-values entre corchetes.

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de estimación utilizando la ecuación (20). Los efectos diferenciales por región señalan, en general, que la probabilidad del crimen es mayor en los estados del Sur y Golfo en comparación a los estados del Centro y Occidente. Este diferencial fue no significativo para la muestra de estados de la Frontera Norte.

Por otro lado, los diferenciales específicos por variable muestran resultados diversos. Primero, tanto en los estados de la Frontera Norte como en los del Sur y Golfo la probabilidad del crimen es mayor en relación a los estados del Centro y Occidente, debido a actividades propias del narcotráfico. Este resultado también se verifica con la tasa de secuestros. Sin embargo, la tasa

de extorsión es no significativa para el diferencial estimado entre los estados de la Frontera Norte y la categoría excluida, pero sí es significativa para los estados del Sur y Golfo.

La educación es una variable que ayuda a reducir la incertidumbre sobre el crimen y las estadísticas señalan que en los estados del Sur y Golfo los niveles de educación son menores que en los estados del Centro y Occidente, lo que se verifica con el valor negativo y altamente significativo de los coeficientes estimados de las regresiones. En cambio, entre los estados de la Frontera Norte y los estados del Centro y Occidente no hay diferencias significativas.

Cuadro 4. Efectos diferenciales por región de la probabilidad del crimen.

Variable/Método	Logit	Probit	Gompit
Constante	-0.964*** (0.161)	-0.594*** (0.096)	-0.252*** (0.090)
D_FronteraNorte	-1.965 (3.694)	-1.349 (2.208)	-1.612 (2.385)
D_SurGolfo	15.536*** (3.595)	8.884*** (1.957)	9.198*** (2.283)
D_FronteraNorte * Narcotráfico	0.954*** (0.209)	0.549*** (0.113)	0.555*** (0.114)
D_SurGolfo * Narcotráfico	1.056*** (0.316)	0.606*** (0.175)	0.694*** (0.188)
D_FronteraNorte * Educación	-0.382 (1.798)	-0.106 (1.067)	0.007 (1.140)
D_SurGolfo * Educación	-9.420*** (2.035)	-5.386*** (1.084)	-5.660*** (1.243)
D_FronteraNorte * Extorsión	-0.041 (0.059)	-0.023 (0.052)	-0.020 (0.041)
D_SurGolfo * Extorsión	0.319*** (0.091)	0.195*** (0.052)	0.243*** (0.074)
D_FronteraNorte * Secuestro	0.869*** (0.233)	0.519*** (0.133)	0.657*** (0.196)
D_SurGolfo * Secuestro	0.493* (0.259)	0.289* (0.153)	0.315 (0.192)
R ² McFadden	0.18	0.18	0.18
Schwartz criterion	1.2354	1.2365	1.2424
Observaciones	512	512	512

Notas: errores estándar entre paréntesis. Los superíndices ***, ** y * indican que la variable es significativa al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 5 se reportan los resultados para los estados de la Frontera Norte. En esta macro-región, aumentos de la tasa de la mortalidad infantil (variable salud) tienden a reducir el desempeño de las economías, mientras que la tasa de inflación, aunque negativa, tiene impactos muy pequeños. Sin embargo, se destaca que la probabilidad del crimen ejerce efectos negativos y significativos en esta parte del país.

Cuadro 5. Efectos del crimen en el crecimiento económico de la región Frontera Norte.

Variable/Método	Logit	Probit	Gompit
Constante	10.164*** (0.738)	10.152*** (0.738)	10.176*** (0.738)
Innovación * D_FronteraNorte	0.001 (0.058)	0.0009 (0.058)	0.005 (0.058)
Variable de Salud * D_FronteraNorte	-0.612* (0.355)	-0.608* (0.355)	-0.635* (0.355)
Tasa de Inflación * D_Frontera Norte	-0.008*** (0.003)	-0.008*** (0.003)	-0.008*** (0.003)
Educación * D_FronteraNorte	0.346 (0.710)	0.357 (0.710)	0.368 (0.710)
Probabilidad del Crimen * D_FronteraNorte	-0.206*** (0.073)	-0.207*** (0.073)	-0.202*** (0.074)
R ²	0.92	0.92	0.92
Schwartz criterion	-0.5562	-0.5564	-0.5554

Notas: errores estándar entre paréntesis. Los superíndices ***, ** y * indican que la variable es significativa al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

El panorama es muy similar para la muestra de estados pertenecientes al Centro y Occidente, excepto que allí la educación se erige como uno de los factores más importantes para el crecimiento, mientras que la probabilidad del crimen tiene efectos no significativos en el desempeño de las economías (Cuadro 6).

En los estados del Sur y Golfo la probabilidad del crimen reporta efectos negativos muy fuertes sobre el crecimiento, se aprecia que éstos son mucho mayores que en los estados de la Frontera Norte (Cuadro 7). Además, la educación ejerce efectos positivos importantes, por lo que se tiene en el sector educativo una oportunidad de política regional para mejorar y estimular

el crecimiento de esas economías. Al igual que en el Centro y Occidente, la salud no parece ser un factor de peso para el crecimiento económico de los estados de esta región.

Cuadro 6. Efectos del crimen en el crecimiento económico de la región Centro-Occidente.

Variable/Método	Logit	Probit	Gompit
Constante	2.748 *** (0.187)	2.747 *** (0.187)	2.747 *** (0.187)
Innovación * D_CentroOccidente	-0.052 *** (0.014)	-0.052 *** (0.014)	-0.053 *** (0.014)
Variable de Salud * D_CentroOccidente	-0.104 (0.078)	-0.104 (0.078)	-0.103 (0.078)
Tasa de Inflación * D_CentroOccidente	0.002 ** (0.000)	0.002 ** (0.000)	0.002 ** (0.000)
Educación * D_CentroOccidente	1.177 *** (0.167)	1.178 *** (0.167)	1.177 *** (0.167)
Probabilidad del Crimen * D_CentroOccident	-0.017 (0.022)	-0.019 (0.022)	-0.014 (0.022)
R ²	0.99	0.99	0.99
Schwartz criterion	-3.3417	-3.3419	-3.3412

Notas: errores estándar entre paréntesis. Los superíndices ***, ** y * indican que la variable es significativa al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Efectos del crimen en el crecimiento económico de la región Sur-Golfo.

Variable/Método	Logit	Probit	Gompit
Constante	0.0006 (0.011)	0.0006 (0.011)	0.0005 (0.011)
Innovación * D_SurGolfo	-0.181 *** (0.041)	-0.182 *** (0.041)	-0.184 *** (0.041)
Variable de Salud * D_SurGolfo	0.052 (0.089)	0.053 (0.089)	0.048 (0.089)
Tasa de Inflación * D_SurGolfo	-0.002 * (0.001)	-0.002 * (0.001)	-0.002 * (0.001)
Educación * D_SurGolfo	4.888 *** (0.153)	4.887 *** (0.153)	4.895 *** (0.153)
Probabilidad del Crimen * D_SurGolfo	-0.186 * (0.108)	-0.195 * (0.108)	-0.202 * (0.112)
R ²	0.99	0.99	0.99
Schwartz criterion	-0.0386	-0.0392	-0.0393

Notas: errores estándar entre paréntesis. Los superíndices ***, ** y * indican que la variable es significativa al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

En general, el cuadro de resultados y la dirección de los efectos del crimen son comparables a estudios previos sobre México: el crimen impacta negativamente el crecimiento económico del país (Pan, Widner y Enomoto, 2012; Robles, Calderón y Magaloni, 2013; Ramírez de Garay, 2014; González, 2014). En este trabajo, además, se tiene evidencia de los impactos

regionalmente diferenciados tanto del crimen como de las variables fundamentales del crecimiento.

6. Conclusiones

El crimen y sus efectos globales pueden no ser observables si simplemente se utiliza el registro cuantitativo de los delitos. Una mejor evaluación puede ser obtenida estimando el impacto potencial que en sí ejerce el clima de violencia. Con ese propósito se utilizan modelos de respuesta cualitativa que permiten estimar los efectos no observables, o medibles, pronosticando la probabilidad del crimen en relación a un conjunto de variables explicativas.

Los resultados son robustos al método de estimación, no hay diferencias sustanciales entre los métodos empleados. Los hallazgos tienden a confirmar la hipótesis. Mayores niveles de educación reducen la probabilidad del crimen, el cual tiende a frenar el crecimiento económico. Este efecto resulta mayor en los estados de la Frontera Norte y del Sur y Golfo, mientras que en los estados del Centro y Occidente no parece haber un impacto estadísticamente significativo. Además, la probabilidad del crimen es mucho más elevada en los estados del Sur y Golfo en comparación a los estados del Centro y Occidente. Si los estados del Sur y Golfo han tenido menos éxito en mejorar sus indicadores económicos y sociales, una explicación parece hallarse en el clima de violencia y en el menor nivel de escolaridad.

Se recomienda elevar los esfuerzos para combatir el crimen. Impulsar la educación como instrumento de largo plazo para combatir el crimen y la violencia. Evidentemente, esta política regional debe ser con mayor énfasis en el Sur del país. Además, en el Sur debe aplicarse una política educativa más sólida que reduzca los diferenciales con respecto a las demás regiones geográficas del país, ya que precisamente por observar un rezago importante, en el Sur la educación parece tener, potencialmente, mayores rendimientos.

REFERENCIAS

- Baltagi, Badi H.**, (2008) *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester, John Wiley and Sons.
- Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad, A. C. (ICESI), (2002) *Primera encuesta nacional sobre inseguridad pública en las entidades federativas*. México, ICESI.
- Johnston, J. y Dinardo, J.**, (2001) *Métodos de Econometría*, Barcelona: Vicens Vives.
- Jones, Hywell**, (1979) *Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico*, Barcelona, Antoni Bosch.
- O'Connell, Ann A.**, (2006) *Logistic Regression Models for Ordinal Response Variables*, Series Quantitative Applications in the Social Sciences 146, Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
- Menard, Scott**, (2002) *Applied Logistic Regression Analysis*, Series: Quantitative Applications in the Social Sciences 106, Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
- Zaffaroni, E. R.**, (1991) *Manual de derecho penal*. México, Editorial Cárdenas.
- Berger, E. D.**, (1981) "Comparison of the Gompertz and Logistics Equations to Describe Plant Disease Progress", en *Phytopathology*. Vol. 71 num. 7, pp. 716-719.
- Buonanno, P. y Montolio, D.**, (2008) "Identifying the Socio-Economic and Demographic Determinants of Crime across Spanish Provinces", en *International Review of Law and Economics*. Vol. 28, num. 2, pp. 89-97.
- Fullerton, T. y Walke, A.**, (2014) "Homicides, Exchange Rates, and Northern Border Retail Activity in Mexico", en *The Annals of Regional Science*. Vol. 53, num. 3, pp. 631-647.
- González, S.**, (2014) "Criminalidad y crecimiento económico regional en México", en *Frontera Norte*. Vol. 26, num. 51, pp. 75-111.
- Hofstetter Gascón, M.**, (1998) "La violencia en los modelos de crecimiento", en *Revista de Economía del Rosario*. Vol. 11, pp. 67-11.
- Islam, T., Fiebig, D. G. y Meade, N.**, (2002) "Modelling Multinational Telecommunications Demand with Limited Data", en *International Journal of Forecasting*. Vol. 18, pp. 605-624.

Klessler, M. y Molinari, A., (2008) “Una aproximación microeconómica al crimen en la Argentina”, en *Economía Política*. Vol. 1, pp. 1-23.

Mankiw, N. Gregory; David Romer; David N. Weil, (1992) “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, en *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 107, num. 2, 407-437.

Meade, Nigel y Islam, Towhidul, (1995) “Forecasting with Growth Curves: An Empirical Comparison”, en *International Journal of Forecasting*. Vol. 11, pp. 199-215.

Pan, M, Widner, B. y Enomoto, C., (2012) “Growth and Crime in Contiguous States of Mexico”, en *Review of Urban and Regional Development Studies*. Vol. 24, num. (1/2), pp. 52-64.

Ramírez, L., (2014) “Crimen y economía: análisis de la tasa de homicidio en México a partir de variables económicas (2000, 2005, 2010)”, en *Estudios Sociológicos*. Vol. 32, num. 96, pp. 505-540.

Rubio, M., (1995) “Crimen y crecimiento en Colombia”, en *Coyuntura Económica*. Vol. 25, num 1, pp. 101-125.

Widner, B., Reyes-Loya, M. y Enomoto, C., (2011) “Crimes and Violences in México: Evidence from Panel Data”, en *The Social Science Journal*. Vol. 48, num. 4, pp. 604-611.

Cotte Poveda, A., (2006) “Crecimiento, desigualdad y pobreza: un análisis de la violencia en Colombia”, Serie de documentos en Economía y Violencia 002233, Centro de Investigaciones en Violencia, Instituto y Desarrollo Económico (VIDE).

Molina, L. A., (2011) “El capital humano, la violencia y el crecimiento económico: un análisis de cointegración para Colombia (1950-2010)”, Universidad Pontificia Bolivariana, pp. 1-34.

Molina, L. A. y Rendón, A. H., (2012) “Inestabilidad institucional, evidencia para Colombia: La violencia y el crecimiento económico en el periodo 1950-2010”. Working Papers Economics and Finance, Universidad EAFIT, pp. 1-32.

Robles, R., Calderón, G. y Magaloni, B., (2013) “Las consecuencias económicas de la violencia del narcotráfico en México”, Documento de Trabajo del BID, IDB-WP 426.

Rocha, R. y Martínez, H., (2003) "Pobreza, crimen y crecimiento regional en Colombia", Documento 230 de Archivos de Economía, pp. 1-36.