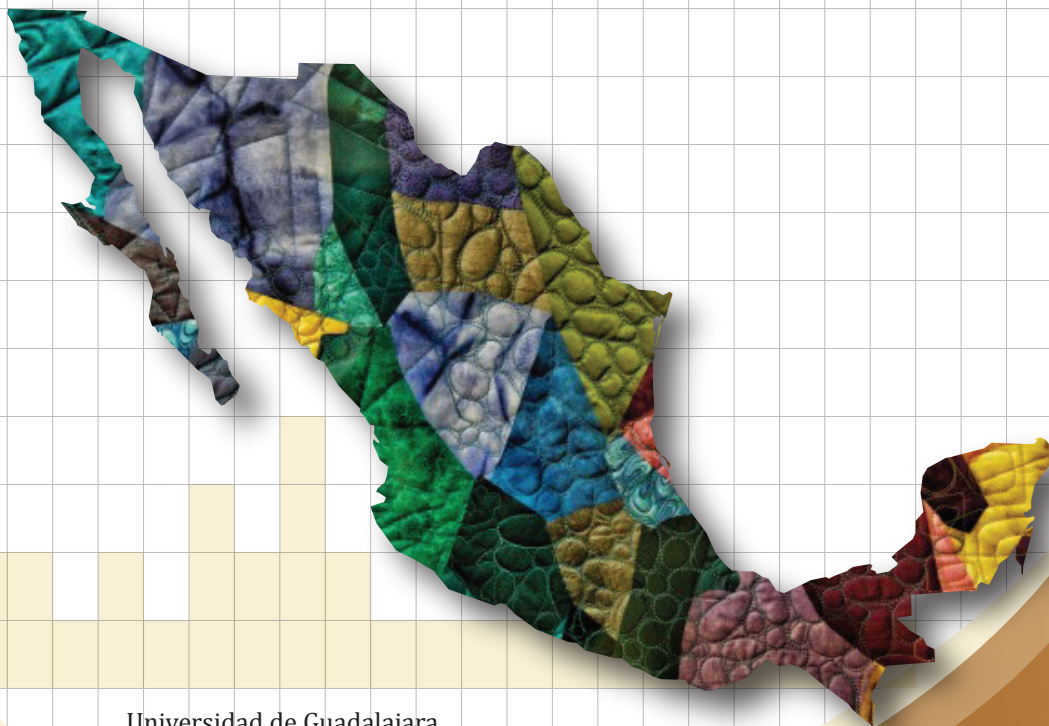


# México en el umbral del siglo XXI: hacia un entendimiento de sus principales problemas económico-sociales

Willy W. Cortez  
Coordinador



Universidad de Guadalajara



México en el umbral del siglo XXI:  
hacia un entendimiento de sus principales  
problemas económico-sociales



México en el umbral del siglo XXI:  
hacia un entendimiento de sus principales  
problemas económico-sociales

Willy W. Cortez  
*Coordinador*

Universidad de Guadalajara  
2018

Primera edición, 2018

D.R. © UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
Centro Universitario de  
Ciencias Económico Administrativas  
Periférico Norte 799  
Núcleo Universitario Los Belenes  
C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México

ISBN 978-607-742-984-5

Editado y hecho en México  
*Edited and made in Mexico*

## ÍNDICE

Prefacio	
Willy W. Cortez	9
PARTE I	
DELINCUENCIA, VIOLENCIA, CORRUPCIÓN Y SISTEMA POLÍTICO	
El ahorro en México ante los embates de delincuencia: ¿daño Colateral?	
Isaí Guízar	
Willy W. Cortez	
Fátima E. Housni	17
Intensidad y distribución de la violencia asociada con el crimen organizado en México: un estudio en el nivel municipal	
Nelson Muriel	
Willy W. Cortez	37
Robos a casas-habitación: un modelo teórico	
Rafael Salvador Espinosa Ramírez	
Antonio Ruiz Porras	61
La compra de votos como estrategia electoral: posibles consecuencias de su tipificación como delito	
Leonardo A. Gatica Arreola	
Cristina Tapia Muro	
Patricia Murrieta Cummings	
Cristina Tapia Muro	75

PARTE II

POBREZA, DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO Y  
CRECIMIENTO ECONÓMICO

Pobreza, desigualdad y crecimiento económico:  
una estimación para las regiones en México

Baruch Ramírez-Rodríguez

Xóchitl Valdez-Castro

93

Aplicación de control óptimo  
al problema de ajuste de precio de la gasolina  
y el déficit gubernamental

Guillermo Sierra Juárez

Víctor Hugo Gualajara Estrada

115

Solución numérica de un modelo de macroeconomía  
abierta de ciclos económicos reales

Ulises Herrera Sillas

Mauricio Ramírez Grajeda

Guillermo Sierra Juárez

131

Acerca de los autores

169



# Prefacio

Willy W. Cortez

En las dos últimas décadas el crecimiento de la economía mexicana se puede definir como endeble en el mejor de los casos; en términos per cápita, el producto interno bruto (PIB) creció a una tasa promedio anual de 1.1%.<sup>1</sup> Este pobre crecimiento ha estado acompañado por dos grandes problemas económico-sociales. Primero, una alta desigualdad en la distribución del ingreso: México presenta una de las concentraciones de ingreso más altas no solo entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sino también entre los países de América Latina. Segundo, una alta proporción de personas que viven por debajo de la línea de pobreza: México es el país con el mayor número de personas que viven en la pobreza y extrema pobreza entre los países miembros de dicha organización (OECD, 2017).<sup>2</sup>

Estos problemas han persistido a pesar de existir diferentes programas de combate a la pobreza desde finales de la década de los setenta. Dada su poca efectividad, éstos han sido cuestionados por un número creciente de analistas. Por ejemplo, en un estudio comparativo entre Brasil y México en sus esfuerzos por reducir la pobreza, Carrera (2017) sostiene que Brasil ha sido más exitoso en reducir la pobreza que México. En efecto, entre 1992 y 2012 el número de pobres aumentó de 39 000 000 a 41 000 000 de personas, mientras que en el mismo periodo, el número de personas en extrema pobreza aumentó de 14 000 000 a 16 000 000. Durante el mismo periodo Brasil logró reducir el número de personas que vivían en pobreza de 71 000 000 a 39 000 000, mientras que el número de

---

<sup>1</sup> Durante el periodo 1993-2016, el PIB total creció a una tasa de promedio anual de 2.7%, mientras que la población creció a una tasa promedio anual de 1.6 % (INEGI, s/f).

<sup>2</sup> Algunos trabajos a considerar: Ordoñez (2002), Tetreault (2012), inclusive OCDE (2012), reconoce que los esfuerzos de los gobiernos no han logrado reducir la pobreza y por el contrario, ésta ha aumentado.

personas que vivían en extrema pobreza también se redujo de 32 000 000 a 21 000 000 de personas.

Aun cuando el problema de la delincuencia e inseguridad ya constituía una de las principales preocupaciones de los ciudadanos, había poca información estadística sobre la magnitud de los delitos a nivel nacional. Esto comenzó a cambiar a partir de 2002 con la aparición de la 1ra Encuesta Nacional Sobre Inseguridad (ENSI). Los estudios tanto sobre las causas, así como de las consecuencias de la delincuencia y la violencia utilizando técnicas de análisis econométrico son escasos y recientes en México. En la actualidad, ya se cuenta con mayor información estadística sobre los diferentes tipos de delitos (del fuero común y federal) a nivel nacional que han permitido identificar, entre otras cosas, las áreas geográficas más problemáticas y relacionarlas con otras variables económico-sociales, demográficas.

Existen diferentes hipótesis acerca del porqué México no ha crecido a mayores tasas en las últimas dos décadas. Bajo riesgo de sobre simplificar las diferentes posturas, éstos se pueden agrupar en tres grandes bloques. Por un lado, están aquellos que sostienen que la falta de crecimiento se debe a la existencia de un conjunto de restricciones institucionales que limitan la operación de las fuerzas del mercado. Para ello es importante realizar una serie de reformas estructurales que liberalicen el mercado aún más. Este argumento fue el sustento teórico de las reformas estructurales que ocurrieron en el país en el año 2012.<sup>3</sup> Sin embargo, hasta la fecha, cuatro años después de dichas reformas, no hay indicios de que la trayectoria de la economía vaya a cambiar en el corto o mediano plazo.

En el otro extremo están aquellos que sostienen que la actual situación se debe a la estrategia de liberalización económica que los diferentes gobiernos han venido implementando desde mediados de los años ochenta. Esta liberalización económica ha permitido que el mercado distribuya de manera inequitativa los recursos, induciendo mayor pobreza y desigualdad. Contra ello, el gobierno debe implementar políticas que restrinjan el mecanismo distorsionador del mercado.

Existe una tercera corriente –que paulatinamente está teniendo un número creciente de seguidores– que trata de explicar el pobre desempeño económico y

---

<sup>3</sup> En el año 2012 el presidente Peña promulgó un conjunto de 11 reformas estructurales entre las que se encuentran: Reforma Energética, Reforma en Materia de Competencia, Reforma Hacendaria, Reforma Laboral, Reforma Educativa, Nueva Ley de Amparo, Código Nacional de Procedimientos Penales, Reforma Político-Electoral y la Reforma en Materia de Transparencia.

social, mediante la incorporación elementos de ciencias políticas en los procesos de toma de decisiones. En particular, sostiene que el subdesarrollo se explica por la falta de cooperación entre los diferentes actores políticos y socioeconómicos en lograr los objetivos nacionales. Ardanaz Scartascini y Tommasi (2011), por ejemplo, exponen que una de las razones por la que las recomendaciones de política económica no tienen los resultados esperados es que los modelos teóricos sobre los cuales se basan, usualmente asumen que existe un planeador benevolente. En la práctica, sin embargo, las políticas económicas son el resultado de la interacción estratégica de los diferentes actores –votantes, grupos de poder, políticos, tecnócratas, etcétera– cada uno con sus propias motivaciones e incentivos.

Además, en la medida que las decisiones de política tienen un componente intertemporal, ya que su impacto se extiende más allá del periodo de discusión, se hace necesario estudiar las interacciones políticas estratégicas en el tiempo. Solo así es posible entender qué aspectos institucionales de la democracia son relevantes para explicar los patrones de desarrollo económico de los países. Esto explica el por qué ciertas medidas de política económica pueden ser exitosas en algunas circunstancias, pero no en otras, o por qué pueden funcionar en ciertos periodos y no en otros.

Es posible argumentar que pobreza, inequidad –tanto económica como social– y corrupción representan al mismo tiempo resultado y causa del pobre desempeño económico de la economía mexicana. Existe la percepción generalizada de que el deterioro continuo y sostenido del bienestar económico causado por los problemas que acabamos de mencionar, haya contribuido de manera determinante a que, desde fines del siglo pasado, el crimen y la violencia asociada a él hayan aumentado a niveles sin precedentes en la historia contemporánea de México. Existen diferentes hipótesis acerca del porqué la violencia en particular, se elevó a niveles nunca antes vistos desde mediados de la primera década del presente siglo, de tal manera que ha llamado la atención mundial. Desde finales de la década pasada la delincuencia en sus diferentes formas comenzó una tendencia creciente que después de más de dos décadas aún se mantiene.

En este contexto, los trabajos que aquí se presentan tienen como objetivo de contribuir en el diseño de políticas económicas o sociales que buscan mejorar el bienestar de la población. Los temas seleccionados que conforman este volumen representan algunos de los problemas sustanciales que están definiendo el desempeño económico y social de México al inicio del presente siglo. La obra comprende dos secciones. En la primera se analiza algunas de las implicaciones del clima de inseguridad pública que actualmente afecta a muchos municipios del

país, mientras que en la segunda se tocan tres problemas que siempre han estado en la agenda de política económica en México: la pobreza, distribución del ingreso en México y los factores que inciden sobre la trayectoria óptima del crecimiento económico.

En el primer ensayo se analizan los efectos que tiene el clima de delincuencia (robos e inseguridad pública) sobre el tipo de ahorro de las familias. Isaí Guízar, Willy W. Cortez y Fátima E. Housni evalúan las consecuencias financieras de un clima de inseguridad. En particular, analizan si en regiones que exhiben una alta tasa de delincuencia, las familias deciden alejarse de esquemas formales de ahorro (*i. e.*, ahorro en el sistema bancario-financiero), para ahorrar una mayor proporción de sus riquezas de manera informal. Una de las implicaciones de esta decisión es la menor capacidad del sistema bancario-financiero de captar ahorro, el cual tiene efectos negativos en el mediano y largo plazo al existir menor ahorro que pueda canalizarse a inversiones productivas.

En el segundo trabajo, Nelson Muriel y Willy W. Cortez estiman los homicidios en el nivel municipal asociados al crimen organizado. Esto adquiere particular importancia a luz de las discrepancias significativas que existe entre las múltiples fuentes de información sobre homicidios ligados al narcotráfico. A diferencia de estudios previos, los autores identifican que en el nivel municipal, los homicidios ligados al crimen organizado siguen una distribución Poisson. Esta característica de los homicidios asociados con el crimen organizado, les permite utilizar un modelo INGARCH para pronosticar su comportamiento. Los resultados permiten caracterizar los municipios según el nivel y la volatilidad de los homicidios.

El tercer trabajo se diferencia de los dos previos en que es teórico. Aborda uno de los problemas que afecta a un gran porcentaje de la población: los robos a casa-habitación. Rafael Espinosa y Antonio Ruiz tratan de evaluar los posibles efectos de una política que busca inhibir los robos a casa-habitación. Para ello, los autores desarrollan un modelo teórico con sólidos micro-fundamentos. Uno de los resultados que resaltan los autores es que las estrategias de premio y castigo no siempre inhiben los robos porque va a depender del grado de corrupción de las autoridades.

La primera sección del presente volumen, culmina con el trabajo de Leonardo Gatica, Patricia Murrieta Cummings y Cristina Tapia, quienes analizan una práctica que recientemente ha sido declarada como ilegal por las autoridades electorales del país: la compra de votos. Éste es un tema que ilustra el grado de corrupción del sistema político del país, pero que hasta ahora no había sido analizado por los académicos. El estudio, basado en una encuesta de salida realizada en las últimas

elecciones en el estado de Jalisco, encuentra que la compra de votos es una práctica bastante generalizada, ya que cerca de 21% de los encuestados dijeron haberles sido ofrecido cierto pago (en dinero o especie) a cambio de su voto. Los autores no encuentran un perfil demográfico definido sobre a quiénes se les ofrece la compra de votos. Sin embargo, sí encuentran que personas que viven en zonas marginadas o muy marginadas son más propensas a recibir ofertas de compra de votos.

En la primera contribución de la segunda parte, Baruch Ramírez y Xóchitl Valdez evalúan el impacto que el crecimiento económico mexicano ha tenido sobre la pobreza y la desigualdad en las diferentes regiones del país. Para ello, utilizan las propuestas de definición de crecimiento en favor de los pobres de Ravallion y de Kakwani. El análisis comprende el periodo que va de 1987 a 2005 y utilizan las diferentes Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH). Este análisis les permite identificar aquellas regiones que se han visto beneficiadas por el crecimiento de manera inequívoca porque redujo ambas (pobreza y desigualdad) y aquellas regiones que presentan un beneficio mixto.

Una característica importante de los dos capítulos es que excluyen los aspectos sociales e institucionales del proceso de crecimiento económico, y se abocan exclusivamente en evaluar las diferentes condiciones necesarias para alcanzar una trayectoria de crecimiento óptima. En el capítulo de Guillermo Sierra y Víctor Hugo Gualajara, el interés se centra en evaluar el impacto que podrían tener la inclusión del precio de la gasolina como un mecanismo de financiamiento para los déficits fiscales sobre la trayectoria óptima de producción, consumo y acumulación de capital; mientras que el último capítulo, elaborado por Ulises Herrera, Mauricio Ramírez y Guillermo Sierra, buscan replicar el comportamiento de la economía mexicana en los últimos años utilizando un modelo de ciclos económicos reales. Una de las contribuciones relevantes de este capítulo es extender un modelo de ciclos económicos reales mediante la incorporación del comercio internacional en el que los autores son capaces de replicar la dinámica de la producción, el consumo y la inversión. Otra de las similitudes es que ambas contribuciones utilizan teoría de control óptimo con incertidumbre para encontrar las mejores trayectorias en cada caso.

Esta colección de ensayos es el resultado del trabajo coordinado y en equipo de los integrantes del cuerpo académico UDG-CA 826: "Temas de Economía Internacional, Finanzas y Desarrollo", adscritos a los departamentos de Métodos Cuantitativos, Economía y Políticas Públicas del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara (udeg).

Algunos de estos trabajos fueron presentados en diferentes foros académicos, donde se recibieron comentarios que ayudaron a su mejora. En particular, queremos agradecer a los participantes de los diferentes seminarios de investigación de la Maestría en Economía y del Doctorado en Estudios Económicos (ambos del CUCEA), a los participantes del Segundo Seminario sobre Pobreza e Inseguridad organizado por programa Cátedras CONACYT CUCEA-ME de la Udeg y a los evaluadores del Comité Editorial del CUCEA por sus comentarios y sugerencias. Por último, también queremos agradecer el apoyo de las autoridades de nuestro Centro Universitario por las facilidades brindadas para que el producto de nuestro trabajo de investigación salga publicado.

#### Referencias

- Ardanaz, M., Scartascini, C. y Tommasi, M. (2011). Political institutions, policymaking, and economic policy in Latin America. En J. A. Ocampo y J. Ros (Eds.), *The Oxford Handbook of Latin American Economics*. Nueva York, EE.UU.: Oxford University Press.
- Carrera Troyano, M. (2017). Poverty reduction in Brazil and Mexico: Growth, inequality and public policies. *Revistas de Economía Global*, 45, 23-42.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI. (s/f). Banco de Información Económica. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económico-OCDE. (2012, septiembre). *México: mejores políticas para desarrollo incluyente*. Ciudad de México, México: Autor.
- Organization for Economic Cooperation and Development-OCDE. (2017). Income Distribution and Poverty: By country. Recuperado el 13 de noviembre de 2017, de <http://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=66670>
- Ordoñez, G. (2002). *La política social y el combate a la pobreza en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Secretaría de Desarrollo Social.
- Tetreault, D. V. (2012, primer semestre). La política social los programas para combatir la pobreza en México, ¿oportunidades para quienes? *Estudios Críticos del Desarrollo*, II (2), 41-74.

PARTE I

Delincuencia, violencia,  
corrupción y sistema político





# El ahorro en México ante los embates de delincuencia: ¿daño colateral?

Isaí Guízar  
Willy W. Cortez  
Fátima E. Housni

*Resumen.* Bajo la hipótesis de que el creciente ambiente de delincuencia en México contribuye al rezago en el mercado de depósitos; el presente capítulo primero desarrolla un modelo teórico que sustenta la aseveración y posteriormente lo prueba empíricamente. Por la naturaleza inter-temporal del ahorro, el modelo es dinámico. Se internalizan las decisiones del monto de ahorro formal e informal que el agente elige con el fin de maximizar la utilidad de consumo presente y futuro en un ambiente de incertidumbre causado por la delincuencia. Empleando técnicas numéricas para resolver el modelo, el resultado principal es que incrementos en el nivel de delincuencia estimulan el uso de mecanismos informales y reducen el de mecanismos formales de ahorro. Los estimados de modelos econométricos validan los resultados. En concreto, se concluye que la creciente delincuencia en México ha influido en el rezago en el mercado de depósitos. A nuestro entender, este resultado es inédito. Para que las políticas de desarrollo financiero sean efectivas, éstas deben reconocer los embates de delincuencia que prevalece en el país.

## **Introducción**

En los últimos años México ha experimentado un crecimiento sostenido de la tasa de delitos que ha afectado de manera generalizada las actividades económicas. Estudios recientes han comenzado a evaluar el impacto que estos delitos tienen sobre las decisiones de los agentes económicos. Ríos (2016), por ejemplo, encuentra que la criminalidad y la violencia tiene un efecto negativo sobre el crecimiento económico. La autora sostiene que un aumento en el número de organizaciones criminales, en la tasa de homicidios o en la violencia relacionada con las pandillas, decrece la diversificación económica, aumenta la concentración industrial y disminuye la complejidad económica, lo cual afecta negativamente el crecimiento económico.

Brown y Velásquez (2017), a su vez, consideran el efecto de los conflictos violentos sobre la acumulación de capital humano; en particular, ellos analizan el impacto que tienen los crímenes violentos sobre el desempeño académico en la infancia. Estos autores encuentran que los niños expuestos a crímenes violentos alcanzan menores niveles de educación, tienen una reducida capacidad de alerta cognoscitiva y son más propensos a abandonar sus estudios. Estos efectos son más fuertes en niños varones cuyos padres trabajan en ocupaciones que han sido afectadas de manera directa por la guerra contra las drogas. Madrazo-Rojas (2009), mediante un estudio de panel en el nivel entidades federativas, encuentra que delitos violentos inciden negativamente sobre la inversión extranjera directa (IED).

El mercado de depósitos en México es de los más rezagados en América Latina. Utilizando la proporción de depósitos bancarios al producto interno bruto (PIB) como medida de penetración financiera, los *indicadores de desarrollo financiero global de 2015* publicados por el Banco Mundial así lo señalan. Mientras que en Bolivia, Brasil y Chile la penetración supera 50%, en México el indicador apenas alcanza 29.3%, un nivel incluso menor al promedio de la región de Latinoamérica y el Caribe (42.9%). Aunque el nivel de penetración de los depósitos en México es similar al de Colombia (24.2%) y Ecuador (29.6%), en estos países el tamaño de los depósitos ha crecido a un promedio de 4.9% y 4.5% respectivamente desde 2006, mientras que en México éste evoluciona a un promedio de apenas 3.8% por año.

Si bien el rezago del mercado de ahorros bancarios en México resulta evidente en las cifras anteriores, se requiere una exploración a detalle del mercado para poder discernir en qué medida el rezago se debe a restricciones de oferta o de demanda. El origen es importante con fines de creación de política pública, pues una mayor penetración de los depósitos requiere que exista demanda por el servicio, donde es posible que los ahorradores se autoexcluyan del mercado formal a pesar de tener acceso, debido a falta de educación financiera, costos de transacción, confianza o sesgos de comportamiento (Karlan, Ratan y Zinman, 2014), y también que exista la oferta del servicio, donde a causa de barreras institucionales, costos de transacción y problemas de información asimétrica, la institución financiera se abstiene de ofrecer servicios de depósito (González-Vega, 2011).

Sin denostar la importancia de políticas que coadyuven a la oferta eficiente de servicios de ahorro formal, el presente capítulo se enfoca en la demanda, particularmente en la participación de los individuos en el mercado de ahorros, considerando los sectores formal e informal. En nuestro análisis los ahorros formales o depósitos son los montos de ingreso que se guardan en una institución financie-

ra formal como bancos, uniones de crédito, instituciones microfinancieras o en cooperativas (Demigüç-Kunt, Klapere, Singer y Van Oudheusden, 2015). De forma alternativa, cuando el individuo no encuentra acceso adecuado a facilidades de depósito, los mecanismos de ahorro que emplea son de tipo informal y adquieren una gran variedad de formas; por ejemplo, ahorro en joyería, animales, terrenos, alcancías o a través de grupos de ahorro conocidos en México como tandas.

A manera de comparación, lo ahorros informales son más riesgosos, costosos y además poco funcionales pues son menos líquidos. La literatura sobre consecuencias de restricciones de acceso a mecanismos formales es relativamente reciente y aunque todavía escasa, la evidencia señala efectos negativos en diversas medidas de bienestar. Por ejemplo, a través de experimentos aleatorios en Kenia, Dupas y Robinson (2013) muestran que los microempresarios que abren cuentas de ahorro formal logran ahorrar más, incrementan la inversión en proyectos productivos y también el gasto privado. En otro estudio experimental en Kenia, los mismos autores documentan que con solo mejorar la seguridad donde se guardan los ahorros, los participantes logran diversos beneficios relacionados con la salud. Brune, Giné, Goldberg y Yang (2015) muestran que agricultores de Malawi con cuentas de ahorro formal no solo logran beneficios en la producción (incrementan el gasto en insumos, rendimientos y mejoran sus ganancias), sino también incrementan los niveles de consumo en el hogar.

Por otra parte, pese a que los registros de crímenes violentos en México aún no se encuentran a la par de los que se observan en otros países latinoamericanos como Honduras, Venezuela, Belice, El Salvador o Guatemala, éstos han incrementado a niveles sin precedentes en la última década, un fenómeno que merece atención especial pues en la literatura se han identificado diversos problemas sociales y económicos asociados con la violencia; entre ellos el desempleo, educación, migración, urbanización, pobreza y crecimiento económico (Gaviria y Pagés, 2002; Mehlum, Moene y Torvik, 2005; Enamorado, López Calva, Rodríguez Castelán y Winkler, 2016; Goulas y Zervoyianni, 2015; Brown y Velásquez, 2017).

El presente estudio añade la participación en el mercado de depósitos al conjunto de elementos a considerar en las discusiones sobre costes de la violencia. Nuestra hipótesis principal es que el ambiente de criminalidad en México ha alterado la preferencia de los individuos hacia mecanismos formales e informales de ahorro. En particular, se esperaría que la creciente criminalidad desacelerara la profundización de los ahorros formales. No obstante, el efecto empírico es difícil de anticipar. Por un lado, el incremento de crimen eleva los costos de transacción y la confianza en las instituciones, que en conjunto puede disminuir los incentivos para

participar en mercado formales. Por otro lado, mantener ahorros informales convierte al ahorrador en un objetivo criminal más atractivo, por lo tanto, desincentiva el uso de mecanismos informales e incentiva el uso de formales.

Nuestro análisis consiste en una sección teórica y otra aplicada. Primero desarrollamos un modelo dinámico estocástico en el que el agente debe decidir cuánto consumir, la cantidad a depositar en una institución financiera y la cantidad que desea mantener como ahorro informal. Del ahorro informal recibe un rendimiento negativo siempre que no haya sido sujeto de crimen, o cero en caso de ser victimizado. El ahorro formal tiene un rendimiento fijo con certidumbre, pero el agente incurre en costos de transacción. Debido a que el modelo no tiene solución analítica empleamos métodos numéricos para derivar las políticas de elección que maximizan el bienestar presente y futuro del agente. Los resultados del modelo son posteriormente contrastados con modelos simples de elección dicotómica utilizando datos de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera en México de 2014 y datos de delincuencia del Sistema Estatal y Municipal de Base Datos (SIMBAD).

El resto del documento está organizado de la siguiente forma: la segunda sección presenta el modelo teórico, la estrategia de solución numérica y los resultados; en la tercera se contrastan las implicaciones teóricas con datos de México. Finalmente, la cuarta sección presenta las conclusiones generales.

### **Un modelo dinámico de elección de ahorros en presencia de delincuencia**

Considere un agente económico que en cada periodo inicia con un monto de riqueza predeterminado  $s$ , y debe elegir la cantidad de consumo  $c$ , ahorro formal  $x_1$ , y ahorro informal  $x_2$  que maximicen su bienestar presente y futuro. Distinguimos los dos tipos de ahorro de la siguiente forma. La cantidad de ahorro que transfiere a través de la institución bancaria genera un rendimiento fijo,  $r$ , que puede consumir los periodos subsecuentes. Al usar una institución formal el agente incurre en un costo de transacción,  $k(x_1) = \beta x_1^2$ , que aumenta conforme se incrementan el tamaño del depósito a una tasa  $\beta \geq 0$ . El retorno bruto del depósito es entonces,  $g(x_1) = (1 + r)x_1 - k(x_1)$ . El monto de ahorro informal no genera rendimientos, pero tampoco le representa un costo de transacción. No obstante, con probabilidad  $p$  el agente será víctima de crimen, en cuyo caso, a diferencia del ahorro formal que es seguro, la cantidad de ahorro informal la pierde por completo.

En el periodo siguiente el agente recibe un ingreso fijo, sin pérdida de generalidad, igual a 1. Para facilitar la solución numérica suponemos que el ahorro informal no excede al ingreso fijo y el que el ahorro formal es menor a un monto

no restrictivo  $m$ . De tal forma que si el agente ahorra los montos  $x_1$  y  $x_2$  iniciará el periodo siguiente con un nivel de riqueza igual a:

$$(1) \quad s' = \begin{cases} 1 + g(x_1), & \text{con prob} = p \\ 1 + g(x_1) + x_2, & \text{con prob} = (1-p) \end{cases}$$

por lo tanto, en cualquier periodo la riqueza del agente se encuentra entre 1 y  $(2 + (1+r)m)$ .

La utilidad es isoelástica, es decir, se asume que individuo exhibe aversión al riesgo relativo constante  $u(c) = \frac{c^{1-\alpha}}{1-\alpha}$ , dos veces diferenciable respecto del consumo, con  $u'(c) > 0$ ,  $u''(c) < 0$ , y  $u'(0) = -\infty$ , donde  $\alpha$  es el parámetro de aversión al riesgo. El problema del individuo consiste en maximizar el valor presente de la utilidad actual y futura del consumo en un horizonte de tiempo infinito, dadas sus preferencias inter-temporales de consumo, representadas por el factor de descuento  $\delta \in (0,1)$ .

El problema de optimización que el agente resuelve se sintetiza en una ecuación de Bellman, cuya función de valor  $V(s)$ , especifica el máximo valor presente esperado de utilidad. Dado el monto de riqueza  $s$ :

$$(2) \quad V(s) = \max_{\substack{0 \leq x_1 \leq m \\ 0 \leq x_2 \leq 1}} \{u(s-x_1-x_2) + \delta E_z V(1 + g(x_1) + \bar{z}x_2)\}$$

Donde la variable aleatoria  $\bar{z}$  toma el valor de 0 con probabilidad  $p$  y de 1 con probabilidad  $1 - p$ . La solución al modelo son las políticas de ahorro que prescriben las elecciones que el individuo tomará para maximizar el valor presente de la utilidad. La naturaleza dinámica y estocástica del modelo impide obtener una solución analítica por lo que procedemos a aproximar la solución utilizando técnicas numéricas.

### Estrategia de solución de numérica

Aplicamos el método de colocación para resolver el problema de maximización en la ecuación (2). El método aproxima la función  $V(s)$  con una combinación lineal de  $n$  funciones bases  $\phi$  definidas en el espacio  $S$ , de tal forma que  $V(s) \approx \sum_{j=1}^n c_j \phi_j(s)$ . El valor de los coeficientes  $c_1, c_2, \dots, c_n$  deberán satisfacer

la igualdad en la ecuación de Bellman en  $n$  nodos de colocación  $s_1, s_2, \dots, s_n$ . Entonces, la ecuación (2) se puede describir en su forma de colocación como:

$$(3) \quad \sum_{j=1}^n c_j \phi_j(s_i) = \max_{\substack{0 \leq x_1 \leq m \\ 0 \leq x_2 \leq 1}} \left\{ u(s_i - x_1 - x_2) + \delta E_z \sum_{j=1}^n c_j \phi_j(1 + g(x_1) + \tilde{z}x_2) \right\}$$

La ecuación de colocación representa un sistema de  $n$  ecuaciones no lineales, con  $n$  incógnitas, que son los coeficientes a determinar. Para este fin planteamos la ecuación (3) como un problema de punto fijo y resolvemos utilizando el método de Newton con aproximaciones sucesivas. Las funciones base se derivan con polinomios de Chebychev. Todas las aproximaciones se realizan en Matlab, aprovechando el conjunto de algoritmos en el CompEcon de Miranda y Fackler (2002). Los parámetros de referencia utilizados en la solución se describen en la Tabla 1.

Tabla 1  
Valor de los parámetros del modelo

Parámetro	Valor	Descripción
$\alpha$	1.00	Coefficiente de aversión al riesgo
$\delta$	0.90	Factor de descuento
$r$	-0.05	Tasa de interés
$\beta$	[0.00-0.05]	Crecimiento del costo de transacción
$p$	[0.05-0.051]	Probabilidad de ser victimizado

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de preferencia tratan de reflejar el comportamiento de un agente representativo de la economía mexicana. Los rangos de valores utilizado son amplios en la literatura. Gandelman y Hernández-Murillo (2014) estiman que los coeficientes de aversión al riesgo de un conjunto de 75 países oscilan entre 0 y 3. Para México, los autores no rechazan la hipótesis nula que el coeficiente es 1, valor que utilizamos para aproximar la solución; así la forma funcional de la utilidad es logarítmica. El parámetro de preferencias inter-temporales describen un agente relativamente impaciente que corresponde al rango utilizado en la literatura (Fafchamps y Pender, 1997; Dercon, 1998; Zimmerman y Carter, 2003; Miranda y Fackler, 2002; Miranda y Farrin, 2012).

El rendimiento neto de los depósitos se asume negativo con el fin de representar un extremo, aunque el modelo no restringe su valor. Para probar los efectos

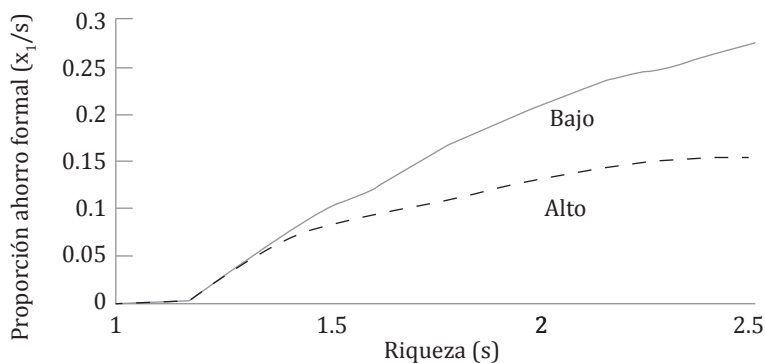
de un incremento en el nivel de criminalidad se consideran dos escenarios. En el primero el nivel es “bajo”, establecemos el costo de transacción del depósito igual a cero, con  $\beta = 0$ , y la probabilidad de ser victimizado se asume de 5%,  $p = 0.05$ . En el segundo, el nivel es “alto”, capturamos el escenario generalizado de mayor delincuencia con  $\beta = 0.05$ , y un incremento en un punto porcentual en la probabilidad de ser victimizado, con  $p = 0.051$ .

### Resultados numéricos

Las políticas óptimas de ahorro como proporción de nivel de riqueza se muestran en las Figuras 1 y 2. El eje horizontal muestra el nivel de riqueza del agente y el eje vertical la proporción óptima de riqueza que se mantendrá como ahorro formal o depósito en una institución financiera. La Figura 1 ilustra que en el escenario con mayor nivel de delincuencia (línea discontinua) el depósito no es mayor al del escenario con menor nivel de delincuencia (línea continua). Expresado de otra forma, el resultado sugiere que mayor delincuencia desincentiva el uso de instrumentos de ahorro formal.

Figura 1

Elección óptima de ahorro formal en diferentes niveles de delincuencia



Fuente: Eboración propia.

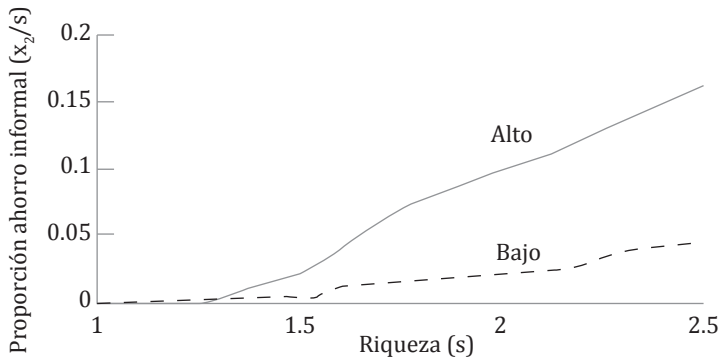
Se debe notar que la aseveración anterior no es independiente del nivel de riqueza. Al segmentar la riqueza de acuerdo con el efecto simulado encontramos tres secciones. En el segmento de riqueza bajo (menor a 1.17 unidades), tenemos que los ahorros formales son cero independientemente del nivel de delincuencia; en el

segmento posterior (entre 1.17 y 1.30), se muestra que el nivel de ahorro es positivo pero insensible a las diferencias en delincuencia. Finalmente, es en la sección de riqueza superior (mayor a 1.30) donde los efectos negativos de la delincuencia son evidentes. Observe además, que el efecto negativo crece con el monto de riqueza.

Los efectos en el ahorro informal se aprecian en la Figura 2. El resultado aquí es a la inversa; es decir, el mayor nivel de delincuencia incentiva el uso de mecanismos de ahorro informal. Como antes, el efecto depende del nivel de riqueza. Se observan dos secciones muy definidas, en la primera ( $s \leq 1.3$ ) el ahorro informal es cero sin importar el escenario de criminalidad; en la segunda, los ahorros informales son siempre mayores cuando es más probable ser victimizado. En conclusión, el resultado del modelo teórico indica un efecto sustitución de ahorros formales por ahorros informales cuando se intensifica el fenómeno de delincuencia.

Figura 2

Elección óptima de ahorro informal en diferentes niveles de delincuencia



Fuente: Elaboración propia.

### Análisis empírico

En esta sección se plantea el modelo econométrico, se describen los datos de ahorro y delincuencia utilizados, y se presentan los resultados de la estimación. La información de ahorro proviene de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) (INEGI, 2015a). La ENIF es útil porque nos permite distinguir la participación de los individuos en el mercado formal del informal. Los datos microeconómicos de ahorro se cruzan con información de homicidios y robo en el nivel municipal del SIMBAD. El objetivo principal es determinar si como sugiere el modelo



teórico, la incidencia delictiva ha incrementado el uso de mecanismos de ahorro informal y desincentivado el uso de mecanismos formales.

### Modelo econométrico

Con datos de corte transversal y variables dependientes discretas, el objetivo de la modelación es determinar el impacto de delincuencia en la probabilidad de usar un mecanismo de ahorro. Considerando el ahorro como una variable latente, el modelo de interés es:

$$(4) \quad \text{ahorro}^* = \alpha_0 + \alpha_1 \text{del} + X\alpha_2 + \epsilon$$

donde la variable indicadora  $\text{ahorro} = 1$  si el individuo utiliza el mecanismo de ahorro de interés  $\text{ahorro}^* > 0$  y cero de otra forma. La matriz  $X$  contiene las variables de control y  $\epsilon$  es el término de error. Asumiendo que las medidas de delincuencia y  $X$  son independientes de  $\epsilon$  y que la distribución acumulada del término de error  $F$  es la normal estándar o logística, derivamos el modelo clásico de probabilidad:

$$P[\text{ahorro} = 1 \mid \text{del}, X] = P[\epsilon > -(\alpha_0 + \alpha_1 \text{del} + X\alpha_2) \mid \text{del}, X]$$

Por lo tanto,

$$(5) \quad P[\text{ahorro} = 1 \mid \text{del}, X] = F(\alpha_0 + \alpha_1 \text{del} + X\alpha_2)$$

### Descripción de datos

La ENIF reporta información de un total de 6 039 viviendas, correspondientes a 252 municipios de la República Mexicana. Seleccionando de forma aleatoria a personas adultas integrantes del hogar, el cuestionario colecta información detallada acerca del tipo de mecanismo utilizado para ahorrar. En relación con mecanismos informales, distingue seis categorías de ahorro (usadas durante el año previo a partir de la aplicación de la encuesta): en cajas de ahorro, con familiares, en casa, en tandas, a través de préstamos y ahorro en animales o bienes (INEGI, 2015a). La Tabla 2 muestra que ahorrar en casa es el mecanismo informal más popular en México (39.7%), seguidos por tandas (20.3%) y cajas de ahorro (14.0%). El resto de los mecanismos lo utiliza menos de 10% de la población. Al combinar todos los mecanismos, encontramos que 61.3% de la población utiliza por lo menos alguno de los mecanismos mencionados.

Tabla 2

Uso de mecanismos de ahorro informal (porcentajes)

Mecanismo	Sí	No	Mecanismo	Sí	No
Caja de ahorro	14.0	86.0	Tanda	20.3	79.7
Con familiares	8.4	91.6	Prestando	4.9	95.1
En su casa	39.7	60.3	Animales o bienes	7.9	92.1

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIF (INEGI, 2015a).

La medida de participación en el mercado formal se desprende de una secuencia de preguntas. De la pregunta, “¿Usted tiene alguna cuenta o tarjeta de nómina, ahorro, pensión o donde reciba apoyos de gobierno en algún banco o institución financiera?”, deducimos acceso a mecanismos formales. La encuesta indica que 2 246 de los encuestado tiene acceso; esto es 44.6% de la población total. Posteriormente, de la pregunta sobre el tipo de instrumentos utilizado, encontramos que la gran mayoría lo hace utilizando cuentas de nómina o de pensión (61.5%) y cuentas de ahorro (38.8%). Las personas que tienen cuentas de cheque (3.4%), depósitos a plazo fijo (3.3%) o fondos de inversión (1.3%) representan menos de 2% de la población total (Tabla 3).

De las 2 246 personas que cuentan con el mecanismo de ahorro formal, solo 1 136 en realidad ahorraron en el año anterior a la encuesta. Esto es, aunque 44.6% de la población total refiere tener acceso, solo 18.8% de la población ahorró formalmente. Como muestra la columna de uso en la Tabla 3, aquellos que en realidad depositan en su mayoría lo hacen en una cuenta de ahorros, mientras que el mecanismo menos utilizado son los fondos de inversión. La escasa participación en mercado formales entonces es consistente con el rezago en el mercado de depósitos mostrados por los datos en el agregado.

Para las medidas de delincuencia consideramos los datos de delitos registrados en averiguaciones previas iniciadas tanto por agencias del fuero común como públicas en el SIMBAD. Se consideran dos medidas de delincuencia, el número de homicidios y el número de robos en el periodo 2006-2014 para los 252 municipios, donde habitan los 6 039 entrevistados.

La tasa geométrica de crecimiento promedio anual en homicidios fue de 2.8% en el periodo de análisis, aunque el rango es muy amplio. La Tabla 4 muestra los cinco municipios con mayor y con menor crecimiento de homicidios. En El Marqués, Querétaro el crecimiento de 40.3% fue el más alto de todos los municipios considerados; pasó de 2 a 30. En Tuxpan, Nayarit se observó el mayor decremento (25.9%), de 11 en 2006 a solo 1 homicidio en 2014 (INEGI, 2015b).

Tabla 3  
Acceso y uso de mecanismos de ahorro formal

Mecanismo	Acceso			Uso		
		Frecuencia	Porcentaje		Frecuencia	Porcentaje
Cuenta de nómina	Sí	1 656	61.5	Sí	458	27.7
				No	1 198	72.3
	No	1 037	38.5	---		
Ahorro	Sí	1 044	38.8	Sí	724	69.4
				No	320	30.6
	No	1 649	61.2	---		
Cheques	Sí	92	3.4	Sí	61	66.3
				No	31	33.7
	No	2 601	96.6	---		
Depósitos	Sí	89	3.3	Sí	51	57.3
				No	38	42.7
	No	2 604	96.7	---		
Fondos de inversión	Sí	35	1.3	Sí	27	77.1
				No	8	22.9
	No	2 658	98.7	---		
Otros	Sí	433	16.1	Sí	42	9.7
				No	391	90.3
	No	2 260	83.9	---		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIF (INEGI, 2015a).

Tabla 4  
Municipios con menor y mayor crecimiento de homicidios  
(Promedio geométrico 2006-2014)

Municipio	Estado	2006	2014	Crecimiento (porcentajes)
Tuxpan	Nayarit	11	1	-25.9
Durango	Durango	623	106	-19.9
Huachinango	Puebla	48	11	-16.8
Poanas	Durango	13	3	-16.3
Tlatlauquitepec	Puebla	29	7	-16.3
Comalcalco	Tabasco	9	62	27.3

Municipio	Estado	2006	2014	Crecimiento (porcentajes)
Villa de Álvarez	Colima	2	17	30.7
Hecelchakán	Campeche	1	9	31.6
Pesquería	Nuevo León	2	19	32.5
El Marqués	Querétaro	2	30	40.3

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SIMBAD (INEGI, 2015b).

En relación con el número de robos, el de mayor reducción es Compostela, Nayarit. El número de robos pasó de 531 en 2006 a 32 en 2014. En el extremo opuesto se encuentra Cozumel, Quintana Roo, donde el incremento fue de 85 a 777, representando un crecimiento promedio anual de 31.9% (Tabla 5). En promedio el número de robos en los municipios de la muestra creció 1.4%.

Las variables de ahorro serán las variables de respuesta y las de delincuencia son las explicativas de interés. Como variables de control utilizamos características individuales, del municipio, así como la oferta de servicios financieros. En la Tabla 8 del Anexo se muestran los estadísticos descriptivos del conjunto de variables. A continuación, se presenta formalmente la estimación del modelo.

### Discusión de resultados

Los primeros resultados refieren a los determinantes del uso de mecanismos de ahorro informal (Tabla 6). Las primeras dos columnas asumiendo que la distribución del error es normal estándar y las últimas dos con la logística. En las columnas (I) y (III) usando el crecimiento en la tasa de homicidios como medida de delincuencia y en las columnas (II) y (IV).

La tasa de crecimiento en el número de robos. El coeficiente asociado con la delincuencia es positivo y robusto en todas las especificaciones. El nivel de significancia estadística es de 1% cuando la medida de delincuencia es el crecimiento de homicidios y de 10% cuando la medida es la de robos. Consistente con el resultado numérico, los estimados indican que los incrementos en los niveles de delincuencia están asociados con un mayor uso de ahorro informal.

Aunque el coeficiente de sucursales es estadísticamente diferente de cero solo en las columnas de homicidios, el coeficiente negativo sugiere que si la oferta de servicios financieros se expandiera, se reduciría el uso de mecanismos informales. Entre las características individuales estadísticamente relevantes se destaca el nivel ingreso, pues es altamente significativo, robusto a la especificación y positivo, acorde con el resultado numérico sobre la dependencia del ahorro en el nivel de

Tabla 5  
Municipios con menor y mayor crecimiento de robo  
(Promedio geométrico 2006-2014)

Municipio	Estado	2006	2014	Crecimiento (porcentajes)
Compostela	Nayarit	531	32	-29.6
Villa de Reyes	San Luis Potosí	63	8	-22.8
Tizimín	Yucatán	402	53	-22.4
Ciudad Valles	San Luis Potosí	770	128	-20.1
Tepec	Nayarit	3 575	780	-17.3
Eduardo Neri	Guerrero	23	90	18.6
San José Chiltepec	Oaxaca	3	11.8	18.7
Cosío	Aguascalientes	13	63	21.8
Pesquería	Nuevo León	18	118	26.5
Cozumel	Quintana Roo	85	777	31.86

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SIMBAD.

Tabla 6  
Determinante del uso mecanismos de ahorro informal

	Probit		Logit	
	Homicidios (I)	Robos (II)	Homicidios (III)	Robos (IV)
Constante	0.736 *** (0.166)	0.744 *** (0.166)	1.232 *** (0.276)	1.248 *** (0.276)
Delincuencia	0.004 ** (0.002)	0.004 * (0.002)	0.007 ** (0.003)	0.006 * (0.003)
Número de sucursales	-0.045 * (0.026)	-0.041 (0.026)	-0.074 * (0.042)	-0.068 (0.043)
Ingreso	0.010 *** (0.004)	0.010 ** (0.004)	0.018 *** (0.007)	0.018 *** (0.007)
Educación	0.020 ** (0.008)	0.020 ** (0.008)	0.033 ** (0.013)	0.032 ** (0.013)
Edad	-0.030 *** (0.008)	-0.030 *** (0.008)	-0.050 *** (0.013)	-0.051 *** (0.013)

	Probit		Logit	
	Homicidios (I)	Robos (II)	Homicidios (III)	Robos (IV)
Edad*	0.0002 ** (0.000)	0.0002** (0.000)	0.0003 ** (0.000)	0.0003 ** (0.000)
Educación financiera [1= sí]	0.404 *** (0.036)	0.403 *** (0.036)	0.655 *** (0.059)	0.653 *** (0.059)
Sexo [1=hombre]	-0.065 * (0.036)	-0.061 * (0.036)	-0.110* (0.060)	-0.105 * (0.060)
Estado civil [1=casado]	0.022 (0.035)	0.023 (0.035)	0.035 (0.058)	0.037 (0.058)
Seguro médico [1= sí]	0.160 *** (0.038)	0.160 *** (0.038)	0.262 *** (0.062)	0.261 *** (0.062)
N	5,863	5,863	5,863	5,863
Pseudo R2	0.054	0.053	0.053	0.053

Nota: Lo errores estándar se reportan en paréntesis. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ .

Fuente: Elaboración propia.

riqueza (véase Figura 2). Otras variables que influyen positivamente en el ahorro informal son el nivel educativo, la educación financiera y el acceso a servicios médicos. Mientras que la característica de ser hombre y la edad influyen de forma negativa, este último a tasas decrecientes.

La Tabla 7 corresponde a la estimación de ahorro formal. Encontramos que el crecimiento de homicidios (columnas I y III) es estadísticamente significativo en niveles convencionales. El signo negativo sirve para probar que el resultado teórico; es decir, que el crecimiento de delincuencia desincentiva el uso de mecanismos de ahorro formal. Los resultados pueden tomarse como un efecto hasta ahora no explorado de los crecientes niveles de delincuencia en México. Dada la relevancia de tener sistemas financieros desarrollados en el crecimiento económico, sugerimos considerar la delincuencia como una dimensión determinante para el éxito de políticas de desarrollo financiero en México.

Los resultados en la Tabla 7 señalan que la presencia de sucursales bancarias influye de forma positiva en la participación en el mercado formal. Anteriormente el resultado fue opuesto, la ausencia de sucursales bancarias induce en la participación de mecanismos informales. En general, entonces los hallazgos son contundentes en relación con la importancia de la oferta de servicios financieros para alcanzar mayor penetración de los depósitos. El ingreso, el grado educativo, la

Tabla 7  
Determinantes del uso mecanismos de ahorro formal

	Probit		Logit	
	Homicidios	Robos	Homicidios	Robos
Constante	-2.123 *** (0.002)	-2.140 *** (0.200)	-3.655 *** (0.361)	-3.674 *** (0.360)
Delincuencia	-0.004 * (0.030)	0.001 (0.002)	-0.007* (0.004)	0.001 (0.005)
Sucursales	0.073 ** (0.004)	0.074 ** (0.030)	0.132 ** (0.051)	0.134 *** (0.052)
Ingreso	0.038 *** (0.009)	0.037*** (0.004)	0.068 *** (0.008)	0.068 *** (0.008)
Educación	0.159 *** (0.010)	0.159 *** (0.010)	0.280 *** (0.017)	0.279 *** (0.017)
Edad	0.004 (0.010)	0.003 (0.010)	0.004 (0.018)	0.004 (0.018)
Edad*	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
Educación financiera [1= sí]	0.116 ** (0.046)	0.115 ** (0.046)	0.227 *** (0.084)	0.225 *** (0.084)
Sexo [1=hombre]	-0.077 * (0.043)	-0.080* (0.043)	-0.131* (0.077)	-0.135 * (0.077)
Estado Civil [1=casado]	-0.042 (0.043)	-0.042 (0.043)	-0.070 (0.077)	-0.072 (0.077)
Seguro Médico [1= sí]	0.199 *** (0.046)	0.199 *** (0.046)	0.350 *** (0.083)	0.350 *** (0.083)
N	5,863	5,863	5,863	5,863
Pseudo R2	0.141	0.140	0.142	0.142

Nota: Lo errores estándar se reportan en paréntesis. \*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ .

Fuente: Elaboración propia.

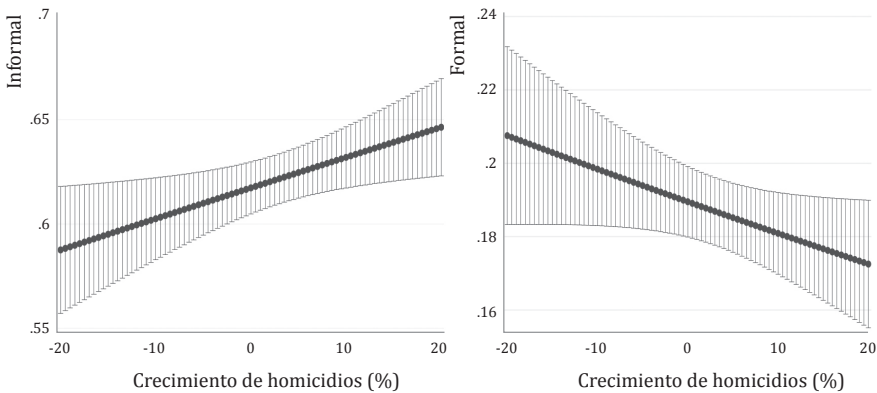
instrucción financiera y el acceso a seguro médico continúan siendo un predictor relevante de ahorro. No así la edad, que pierde significancia estadística.

Las estimaciones anteriores son suficientes para probar la hipótesis planteada. Sin embargo, con el propósito de ofrecer una interpretación más informativa del principal resultado econométrico, la Figura 7 muestra la probabilidad de usar el

ahorro informal (izquierda) y formal (derecha) en función del crecimiento en la tasa de homicidios en un intervalo de confianza de 95%. Se puede apreciar que cuando las tasas de homicidio incrementan de 0% a 20%, la probabilidad de ahorrar con instrumentos informales incrementa de 61.7% a 64.6%, mientras que la de ahorrar con instrumentos formales se reduce de 18.9% a 17.2%.

Figura 3

Efecto del crecimiento en la tasa de homicidios en la probabilidad de ahorrar con mecanismos informales y formales



Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

El mercado de ahorro formal o de depósitos de México es uno de los de mayor rezago en América Latina. Dados los efectos potenciales de mercado financieros desarrollados en crecimiento económico en el nivel macro, y en diversas variables de bienestar en el nivel micro, las políticas de desarrollo financiero adquieren cada vez mayor relevancia. Por otra parte, el nivel de delincuencia en México ha incrementado en la última década a escalas que no se habían observado en el pasado. Bajo la hipótesis de que el creciente ambiente de delincuencia en México contribuye al rezago en el mercado de depósitos, el presente capítulo primero desarrolla un modelo teórico que sustenta la aseveración y posteriormente lo prueba empíricamente.

De acuerdo con la literatura el modelo teórico distingue el mercado de ahorro formal del informal por los costos de transacción. De tal forma que crecimiento de



delincuencia en el mercado formal se captura con un incremento en los costos de acceso a facilidades de depósito. En el mercado informal la delincuencia se integra asumiendo un incremento en la probabilidad de que el individuo sea victimizado y pierda por completo sus ahorros. Por la naturaleza inter-temporal del ahorro, el modelo es dinámico e internaliza las decisiones del monto de ahorro formal e informal que el agente elige con el fin de maximizar la utilidad de consumo presente y futuro. El resultado principal es que incrementos en el nivel de delincuencia estimulan el uso de mecanismos informales y reducen el de mecanismos formales.

La aplicación empírica emplea datos de corte transversal. Se estima la probabilidad de utilizar el instrumento de ahorro en función de indicadores del nivel de delincuencia. Los estimados son consistentes con el resultado numérico. En concreto, la creciente delincuencia en México ha influido en el rezago en el mercado de depósitos. A nuestro entender, este resultado es inédito, de forma práctica, indica que el desarrollo del mercado formal de ahorros es una dimensión más a considerar sobre los costos de la violencia. En términos de diseño de política pública, sugiere que para que políticas de desarrollo financiero sean efectivas, éstas deben reconocer los embates de delincuencia que experimenta México.

El análisis presentado es ciertamente informativo, sin embargo, reconocemos ciertas limitantes. Las más importantes son restricciones de información para el análisis empírico. El modelo teórico indica que variables de preferencias inter-temporales y de aversión al riesgo influyen en las decisiones de ahorro, pero éstas no son observadas en la encuesta. De la misma forma, características fijas individuales no son posibles de controlar debido a que los datos son de corte transversal. Aunque el ahorro y las variables de delincuencia son razonablemente exógenas, problemas de endogeneidad con otras variables explicativas como el ingreso son ignoradas a falta de instrumentos. Pese a estas limitantes, los resultados son consistentes con el modelo teórico y pueden ser extendidos en varias formas para asistir políticas financieras de interés. En el extremo pesimista, esperamos que nuestro estudio motive la generación de información que permita investigación de mayor rigor estadístico en esta área.

## Anexo

Tabla 8  
Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas

Variable	Obs	Media	S.D.	Min	Max
Ahorro Informal [1=sí]	6,039	0.613	0.487	0	1
Ahorro Formal [1=sí]	6,039	0.188	0.391	9	1
Homicidios [tasa de crecimiento %, 2006-2014]	6,039	2.842	1.125	-25.89	40.29
Robos [tasas de crecimiento %, 2006-2014]	6,039	1.353	7.667	-29.61	31.86
Sucursales [número en el municipio]	6,039	0.541	0.68	0	3.73
Ingreso [1 000 por mes]	5,863	3,798	5.431	0	98
Educación [0-9]	6,039	4.202	2.442	0	9
Edad [años]	6,039	39.51	13.688	18	70
Educación Financiera [1=sí]	6,039	0.652	0.476	0	1
Género [1=hombre]	6,039	0.462	0.499	0	1
Estado Civil [1=casado]	6,039	0.445	0.497	0	1
Seguro Médico [1=sí]	6,039	0.534	0.499	0	1

Fuente: Elaboración propia.

### Referencias

- Banco Mundial-BM. (2015). Banco de datos. *Desarrollo financiero mundial*. Disponible en <http://databank.bancomundial.org/data/reports.aspx?source=desarrollo-financiero-mundial>.
- Brown, R. y Velásquez, A. (2017). The effect of violent crime on the Human Capital accumulation of young adults. *Journal of Development Economics*, 127 (1), 1-12.
- Brune, L., Giné, X., Goldberg, J. y Yang, D. (2015). Facilitating savings for agriculture: Field experimental evidence from Malawi. *Economic Development and Cultural Change*, 64 (2), 187.
- Demigüç-Kunt, A., Klapere, L., Singer, D. y Van Oudheusden, P. (2015). The global index database 2014: Measuring financial inclusion around the world. *Policy Research Working Paper 7255*. World Bank Group.
- Dercon, S. (1998). Wealth, risk and activity choice: Cattle in western Tanzania. *Journal of Development Economics*, 55 (1), 1-42.

- Dupas, P. y Robinson, J. (2013). Saving constraints and microenterprise development: Evidence from a field experiment in Kenya. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5 (1), 163-192.
- Enamorado, T., López Calva, L. F., Rodríguez Castelán, C. y Winkler, H. (2016). Income inequality and violent crime: Evidence from Mexico's drug war. *Journal of Development Economics*, 120 (1), 128-143.
- Fafchamps, M. y Pender, J. (1997). Precautionary saving, credit constraints, and irreversible investment: Theory and evidence from semi-arid India. *Journal of Business and Economic Statistics*, 15 (2), 180-194.
- Gandelman, N. y Hernández-Murillo, R. (2014). Risk aversion at the country level. *Working Paper* 2014-005B. Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Gaviria, A. y Pagés, C. (2002). Patterns of crime victimization in Latin American cities. *Journal of Development Economics*, 67 (1), 181-203.
- González-Vega, C. (2011). Microfinance, systemic risk, and the rural poor. Presentation at the Global Microcredit Summit 2011, Valladolid, España.
- Goulas, E. y Zervoyianni, A. (2015). Economic growth and crime: Is there an asymmetric relationship? *Economic Modelling*, 49 (1), 286-295.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía-INEGI. (2015a). Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2014. Recuperado el 15 de octubre de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/enif/2015/default.html>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía-INEGI. (2015b). Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos (SIMBAD). Disponible en <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/contenido.jsp?rf=false&solicitud=>
- Karlan, D., Ratan, A. L. y Zinman, J. (2014). Savings by and for the poor: A research review and agenda. *Review of Income and Wealth*, 60 (1), 36-78.
- Madrazo-Rojas, F. (2009). The effect of violent crime on FDI: The case of Mexico 1998-2006. Tesis de maestría no publicada. Georgetown University, Washington DC, Estados Unidos.
- Mehlum, H., Moene, K. y Torvik, R. (2005). Crime induced poverty traps. *Journal of Development Economics*, 77 (2), 325-340.
- Miranda, M. J. y Fackler, P. L. (2002). *Applied computational economics and finance*. Cambridge, MA, EE.UU.: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Miranda, M. J. y Farrin, K. (2012). Index insurance for developing countries. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 34 (3), 391-427.
- Rios, V. (2016, junio). The impact of crime and violence on economic sector diversity. Estados Unidos: Woodrow Wilson International Center for Scholars. (Mimeografiado).

Zimmerman, F. J. y Carter, M. R. (2003). Asset smoothing, consumption smoothing and the reproduction of inequality under risk and subsistence constraints. *Journal of Development Economics*, 71 (2), 233-260.

# Intensidad y distribución de la violencia asociada con el crimen organizado en México: un estudio en el nivel municipal

Nelson Muriel  
Willy W. Cortez

*Resumen.* Un número significativo de estudios empíricos sobre violencia en México asumen que las series de homicidios en el nivel municipal provienen de un proceso generador de datos que sigue una distribución normal; sin embargo, cuando se evalúa la naturaleza de éstos, encontramos que son datos de conteo. En ese sentido, los modelos econométricos que permiten una mejor modelación son los modelos econométricos que siguen una distribución Poisson. El presente trabajo trata de entender la dinámica de los homicidios ligados al crimen organizado para el periodo 2011-2016, para ello se utiliza un modelo INGARCH (1, 1) propuesto por Ferland, Latour y Oraichi (2006). Nuestros resultados identifican los municipios que muestran no solo una alta volatilidad sino también alta memoria. También se encuentra que existe una relación positiva entre volatilidad y memoria. La memoria de los homicidios en algunos municipios puede durar varios meses.

## Introducción

Hasta mediados de los años 2000 la tasa de homicidios se había mantenido más o menos estable con una ligera tendencia hacia la baja. Es a partir la segunda mitad de 2007 que la tasa de homicidios comienza una tendencia creciente que alcanza su punto máximo en 2011. Después de ese año se observa una ligera tendencia decreciente hasta 2016, cuando se revierte la tendencia decreciente. Una característica que se observa es que la violencia no se distribuye de manera homogénea en el nivel nacional. Existen regiones que concentran los delitos violentos, particularmente, los homicidios. Según datos publicados por el INEGI, en el año 2016 el estado de México lideró la lista de las entidades más violentas con cerca de 2 749 homicidios, seguido por el estado de Guerrero con 2 542. La lista de los cinco estados más violentos en ese año es completada con Chihuahua (1 757), Michoacán (1 339) y Jalisco (1 294).

Existen diferentes hipótesis acerca de los factores que incitaron este crecimiento acelerado en los homicidios. Ríos (2013), por ejemplo, sostiene que existen dos fenómenos que explican el rápido crecimiento de los homicidios en México. Por un lado está la mayor competencia por tomar el control de la plaza, y por el otro está la estrategia del gobierno federal de combate a los cárteles de la droga. En la medida en que se comienza a eliminar a los principales líderes de algunos de los cárteles, se genera una lucha interna por tomar el liderazgo; esta última hipótesis también es postulada por Lindo y Padilla-Romo (2015). Ellos encuentran evidencia de que la estrategia del gobierno de eliminar a las cabezas de los cárteles de narcotraficantes trajo como efecto colateral el aumento de la violencia (homicidios) en los municipios donde éstos tenían presencia. Dicha violencia podía ser intra- o inter- organización.

Una de las inferencias de aceptar esta última hipótesis es que, hasta cierto punto, los municipios o regiones que no presentan altos índices de homicidios serían aquellos donde los cárteles de las drogas (o el crimen organizado) no tienen presencia. Sin embargo, Garzón-Guevara (2016) hace notar que esto no necesariamente es cierto, ya que pueden existir lugares donde coexisten dos o más cárteles en una especie de acuerdo (tácito) de no agresión, lo cual les permite mantener sus respectivos negocios ilícitos. Otro posible escenario es aquel donde la autoridad y el marco institucional son lo suficientemente sólidos como para mantener a los diferentes grupos delincuenciales bajo control.

Uno de los problemas centrales que impide la correcta identificación de los factores detrás de los altos niveles de violencia en el país es la falta de información temporal y espacial de variables sociales, demográficas, económicas y de los programas de lucha contra la violencia implementadas por el gobierno en sus diferentes niveles (municipal, estatal y federal).

Esta falta de información no ha impedido la aparición de diversos trabajos que intentan explicar por qué los homicidios crecieron de manera sostenida; es decir, tratar de identificar las variables económicas, sociales o políticas que dan cuenta de este sostenido aumento de violencia. Para ello se ha recurrido a diferentes modelos econométricos que se basan en el supuesto de que las variables (dependientes e independientes) provienen de un mecanismo generador de datos que sigue una distribución normal. Sin embargo, dada la naturaleza de conteo de los datos de homicidios, existe la duda que estos modelos sean los adecuados para analizar los homicidios; este problema resalta aún más cuando se evalúa la información en el nivel municipal.

Partiendo de una revisión de las características de los homicidios ligados con el crimen organizado, el presente trabajo busca identificar la dinámica de éstos.

En particular, pretende modelar sus principales características estadísticas con la finalidad de hacer pronósticos sobre qué municipios son más probables de continuar padeciendo el problema de los homicidios. Basado en las características de la serie de homicidios en el nivel municipal, se asume que las variables de interés siguen una distribución Poisson. En particular, nos interesa determinar el grado de persistencia y volatilidad de estos homicidios en el nivel municipal. Nuestros resultados sugieren que la violencia asociada con el crimen organizado se reduce a un grupo de 156 municipios de un total de 2 227 considerados en el análisis; que en estos municipios la volatilidad de los homicidios está positivamente correlacionada con su nivel medio, que los municipios con alta volatilidad también son aquellos que presentan alta memoria, *i.e.*, son municipios que presentan una probabilidad bastante alta de que los altos índices de homicidios se repitan en varios meses de manera consecutiva.

El presente capítulo se divide en cinco secciones adicionales a ésta. En la siguiente se presenta una caracterización de la violencia en México; más adelante se discute la calidad de la información sobre homicidios, para continuar con la justificación del modelo econométrico utilizado para analizar los homicidios ligados al crimen organizado. En particular, se enfatiza la naturaleza estocástica de los valores de conteo de los homicidios, así como los problemas existentes para estimar los parámetros. En la siguiente sección se presentan los resultados del análisis empírico; finalmente, se presentan algunas conclusiones.

### **Caracterización de la violencia extrema**

Memoria y volatilización caracterizan las dinámicas de la violencia del crimen organizado. Por memoria entendemos una marcada dependencia temporal (autocorrelación) del número de homicidios y por volatilización nos referimos a periodos cortos de mayor variabilidad. Estas características empíricas son el resultado esperado de las dinámicas distintivas de las escaladas de violencia en territorio dominado por organizaciones criminales. Según Ríos (2013), el ciclo comienza con un brote de homicidios provocado por una batalla territorial entre organizaciones rivales que se convierte en una fuente de presión política. Como resultado de esta presión se planean y ejecutan operativos con la esperanza de disminuir la influencia y poder de las organizaciones en cuestión en el largo plazo. En el corto plazo, no obstante, estas operaciones aumentan el número de homicidios por dos vías. En primer lugar, de forma inmediata, por la naturaleza “participativa” de la violencia en la que todos los involucrados son al mismo tiempo, víctimas y victimarios (Rodríguez, 2016). En segundo lugar, en el mediano plazo, el éxito de las operacio-

nes estatales puede producir desequilibrios de poder que agudicen la violencia. En particular, se entra en un ciclo inercial cuando los agentes de la ley apresan o de otra forma neutralizan a los altos mandos de las organizaciones criminales, pues la captura tiende a provocar escisiones en los grupos y con ello enfrentamientos entre las nuevas facciones (Lindo y Padilla-Romo, 2015). El carácter inercial del ciclo provoca rachas de violencia que se pueden leer, en tanto datos agregados, en la memoria de la serie de homicidios intencionales. La volatilización se relaciona con el hecho de que estas rachas de violencia implican un número de fallecimientos muy superior a la media.

Más aún, la memoria y la volatilización son un distintivo de la violencia delictiva organizada. La razón es que estos fenómenos no se corresponden de forma sistemática con otras categorías de homicidio intencional. Estas categorías presentan dinámicas particulares y afectan al conteo total de forma distinta (Dezhbakhsh, Rubin y Shepherd, 2003).

Para nuestros fines, diremos que el número total de homicidios intencionales puede descomponerse en la suma de cinco componentes, a saber: a) homicidios pasionales o de otro modo no premeditados, b) homicidios premeditados relacionados con conflictos interpersonales, c) homicidios cometidos por los mentalmente enfermos, d) homicidios cometidos como producto de la perpetración de otro crimen y e) homicidios cometidos por organizaciones criminales. Los primeros tres tipos de homicidios son “esporádicos” en el tiempo e involucran un número limitado de víctimas; esto implica que no son suficientemente masivos para impactar las estadísticas agregadas generando memoria o volatilización. Los homicidios que derivan de otros crímenes podrían reflejarse en el patrón agregado en diversas circunstancias, pero es improbable que generen memoria o volatilización. De cualquier modo, controlaremos el efecto de otros crímenes sobre el número de homicidios. Para esto incluiremos las tasas de secuestro, extorsión, violación y robo con violencia. El número de estos delitos se toma de la misma base de datos de incidencia delictiva del fuero común y se convierte en tasa por 100 000 habitantes usando aproximaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Al utilizar estas variables nos aseguramos de que nuestras medidas de la memoria y de la volatilización no se vean influenciadas por estos factores.

### **Acerca de la base de datos**

La información oficial sobre homicidios en México proviene de dos fuentes: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Sistema Nacional de Segu-



ridad Pública (SNSP). El primero genera la serie de “defunciones por homicidios” dentro del conjunto de datos de mortalidad; esta serie tiene una periodicidad mensual y su resolución abarca hasta el nivel municipal (INEGI, s/f). El SNSP genera distintas bases de “incidencia delictiva” que cubren el fuero común y el federal, el marco municipal y el estatal y distintos periodos de tiempo (SEGOB, s/f). La metodología de generación de la información es distinta entre estas agencias y también lo son sus fuentes. No es de extrañar, por lo tanto, que el número reportado de homicidios totales difiera.

Los datos reportados por el INEGI (s/f) se basan en registros médicos e incluyen todos los tipos de agresión según la Clasificación Internacional de Enfermedades en su versión 10 (CIE-10, X85 a Y09).<sup>1</sup> Estos registros contienen, por lo tanto, dos fuentes de confusión. Primero, como consecuencia de la agregación de causas de muerte, incorporan homicidios intencionales no relacionados con el crimen organizado. Segundo, y como consecuencia de provenir de un dictamen médico, incorporan necesariamente homicidios accidentales.

Los datos de incidencia delictiva del fuero común, producidos por el SNSP (SEGOB, s/f) provienen del reporte de las procuradurías generales de justicia y fiscalías generales. Este reporte se refiere a los presuntos delitos constantes en carpetas de investigación y correspondientes a la demarcación territorial de cada municipio. Como consecuencia de depender de las carpetas de averiguación, los delitos reportados pueden involucrar una o más víctimas y así el número total de homicidios puede estar subestimado. Por ello, y a partir del año de 2014, el Secretariado Ejecutivo del SNSP hace pública la información del número de víctimas para los delitos de homicidio, secuestro y extorsión.<sup>2</sup> A pesar de ser conteos más precisos de los homicidios dolosos, estos datos solo se presentan en el nivel estatal impidiendo un estudio geográficamente intensivo.

Durante la administración de Felipe Calderón, y como parte de una iniciativa de transparencia en lo referente a la guerra contra el narcotráfico, el Consejo de Seguridad Nacional (CSN) puso a disposición pública la base de datos de “homicidios presuntamente relacionados con la delincuencia organizada”. A pesar de haber sido utilizada en algunos estudios académicos, una preocupación constante sobre esta base de datos es la sensibilidad política de su objeto. En efecto, algu-

---

<sup>1</sup> Esto incluye, por ejemplo, ahogamiento, envenenamiento, disparo de arma corta, disparo de rifle o de otras armas de fuego, agresión por gases, vapores, fuego y objetos calientes, laceraciones, colisión de vehículo motorizado y maltrato y abandono.

<sup>2</sup> Obedeciendo el acuerdo 05-xxxv-13.

nos autores (Molloy, 2013) sugieren que la colusión entre gobierno, empresa y narcotráfico hace que las cifras estén “políticamente influenciadas y metodológicamente equivocadas”. Además, estos datos abarcan el periodo que comienza a finales de 2006 y termina en el año 2010, no siendo así adecuadas para un estudio de actualidad.<sup>3</sup>

En tiempos más recientes, fuentes independientes producen sus propios registros de homicidios atribuibles al crimen organizado. Este es el caso, por ejemplo, de los diarios *Milenio* y *Reforma*. A pesar de no estar tan políticamente presionadas como las instituciones de gobierno, estas fuentes independientes de información tienen otros problemas importantes. Primeramente, constan de agregados estatales evitando, de nuevo, el análisis minucioso en el plano espacial. En segundo lugar, la definición su objeto es variable y difícil de establecer. En efecto, a pesar de constituir una categoría legal,<sup>4</sup> la clasificación de “homicidio atribuible al crimen organizado” es, finalmente, subjetiva. Por ejemplo, en el año de 2015 *Reforma* atribuye 18 455 al crimen organizado, *Milenio* 26 511 y *LANTIA* 26 900 (Heinle, Rodríguez y Shirk, 2014). Además, los criterios de atribución son variables tanto entre fuentes independientes como dentro de una misma fuente a lo largo del tiempo (Heinle, Rodríguez y Shirk, 2017). De este modo, la distinción entre homicidio intencional “común” y homicidio atribuible al crimen organizado es difusa y no se establece sobre una base formal y consensuada.<sup>5</sup>

A pesar de que las tendencias generales de las distintas fuentes son muy similares (Heinle, Rodríguez y Shirk, 2017), utilizaremos la base de datos de incidencia delictiva del fuero común disponible a través del Secretariado Ejecutivo del SNSP (SEGOB, s/f). Preferimos los datos del SNSP porque, a diferencia de los producidos por el INEGI (s/f), distinguen claramente entre homicidios dolosos (intencionales) y culposos (no intencionales) evitando con ello un problema de agregación difícil de manejar. En los datos agregados de homicidios es difícil evaluar cuantitativa-

---

<sup>3</sup> Esta base ha salido de circulación por los canales oficiales; su presentación oficial, el 12 de enero de 2011, aún puede consultarse (Presidencia de la República, 2011).

<sup>4</sup> Desde 1996, se define formalmente la *delincuencia organizada* en el artículo 16 constitucional como una “organización de hecho de tres o más personas, para cometer delitos en forma permanente o reiterada, en los términos de la ley de la materia”.

<sup>5</sup> Los datos de homicidios atribuibles al crimen organizado compilados por los diarios *Reforma* y *Milenio* pueden consultarse a través de la página web de la iniciativa “Justice in Mexico” de la Universidad de San Diego en la dirección <https://justiceinmexico.org/data/>

mente la violencia, pues un aumento en el número de muertes puede ser producto, por ejemplo, de un aumento en el número de choques automovilísticos. Si bien ésta puede considerarse una forma de “inseguridad”, no es, ciertamente, la forma que nos ocupa. De este modo, el uso de los datos agregados plantea el problema econométrico de controlar la influencia de los homicidios accidentales a través del uso de indicadores socioeconómicos.

No obstante, el uso de indicadores socioeconómicos suficientes para controlar la influencia del homicidio accidental implica problemas de agregación más graves. Por lo general, este tipo de indicadores se presenta de forma agregada tanto en el tiempo como en el espacio. En el tiempo se da una agregación en el nivel trimestral y en el espacio en el estatal. Al agregar los homicidios en periodos de tiempo tan largos, ocultamos la micro estructura de la violencia del crimen organizado y nos quedamos únicamente con conteos “altos”. Perdemos la capacidad de describir cómo acontecen estos homicidios en el tiempo, su dinámica. La agregación en el nivel estatal tiende a exagerar la fuerza de las conclusiones. Mientras que son muchos los estados en los que hay, en un nivel u otro, actividad del crimen organizado, la inseguridad más notable se da únicamente en menos de 10% de los municipios del país (Heinle, Rodríguez y Shirk, 2017).

Utilizamos el conteo de homicidios intencionales y no de homicidios atribuibles al crimen organizado porque los primeros son un proxy razonable para los segundos que permiten un nivel de desagregación geográfica superior. En efecto, analizando las distintas fuentes de información puede decirse que aproximadamente 50% de los homicidios intencionales en México son atribuibles al crimen organizado (Heinle, Rodríguez y Shirk, 2017), de modo que la asociación entre variable y proxy es evidente y fuerte. Otra ventaja del uso de este proxy es que consideramos que “homicidio intencional” es una categoría bien definida que no plantea los problemas de identificación y delimitación discutidos antes. Con ello las fuentes de variabilidad en estos registros no generan sesgos sistemáticos. Prueba de la percepción general de calidad de este tipo de registro es su uso como proxy para el nivel de inseguridad en los Estados en el Estudio Global sobre el Homicidio de las Naciones Unidas (UNODC, 2014).

### **El modelo econométrico**

En esta sección describimos el modelo econométrico a estimar. Sea  $X_{i,t}$  el número de homicidios intencionales vinculados con el crimen organizado en el municipio  $i$  y ocurridos en el intervalo de tiempo  $[t - 1, t)$ . La información acumulada hasta

el tiempo  $t$  en el municipio  $i$  se denotará por  $\mathcal{F}_{i,t}$ .<sup>6</sup> Finalmente, las covariables quedarán resumidas en el vector  $Z_{i,t}$ . Este vector incluye las tasas de secuestro, extorsión, violación y robo con violencia en el municipio.

Al tratarse de conteos de homicidios dolosos, la serie  $\{X_{i,t}\}_t$  contiene únicamente mediciones no negativas y con valores enteros. Por su definición, homicidios dolosos totales en una demarcación geográfica, puede suponerse que la distribución de  $X_{i,t}$ , condicional al pasado, es la Binomial con parámetros  $n$  igual a la población y  $p$  igual a la tasa de homicidios, ambas en el nivel municipal. No obstante, siendo que el parámetro  $n$  es grande y el parámetro  $p$  es pequeño, se sigue de la aproximación Poisson a la Binomial (Johnson, Kemp y Kotz, 2005: 156-157) que la suposición más natural es que  $X_{i,t}$  siga una distribución condicional Poisson con parámetro  $\lambda_{i,t}$ . Una forma usual de trabajar con series de tiempo de conteo es transformarlas para estabilizar su varianza y hacer que su distribución se asemeje a la Normal.

El objetivo obvio de esta estrategia es el de utilizar la maquinaria de la regresión lineal y los modelos ARMA para estudiar las dinámicas de la serie. En el caso Poisson, las transformaciones estabilizadoras de la varianza son bien conocidas (Bar-Lev y Enis, 1988) y de difícil interpretación.<sup>7</sup> La transformación del logaritmo no es adecuada ni eficiente para variables Poisson. En efecto, la generalización de los modelos lineales a las familias exponenciales (McCullagh y Nelder, 1989) incluye tanto a la variable Normal y, con ello, el modelo de regresión lineal clásico, como a la variable de Poisson. Estos modelos, originalmente desarrollados para variables independientes, pueden utilizarse en el caso dependiente:<sup>8</sup> es decir, para series de tiempo con distribuciones exponenciales, en particular Poisson (Kedem y Fokianos, 2002). Por ello preferimos utilizar la serie de conteos en bruto y, en principio, una distribución Poisson con media  $\lambda_{i,t}$ .

A pesar de ser la distribución natural en el contexto de series de conteo, la distribución de Poisson no es suficientemente general para este estudio. Esto se debe a que la distribución de Poisson es equidispersa, significando esto que su media

<sup>6</sup> En términos técnicos  $\{\mathcal{F}_{i,t}\}$  es la filtración natural del proceso  $\{X_{i,t}\}$ .

<sup>7</sup> Por ejemplo, la transformación de Anscombe es  $Y_{i,t} = \sqrt{X_{i,t} + 3/8}$ , y la de Freeman y Tuckey es  $Y_{i,t} = \sqrt{X_{i,t}} + \sqrt{X_{i,t} + 1}$ . A pesar de aproximarse a la Normal, estas variables impondrían a los parámetros de un modelo de regresión lineal una interpretación compleja y confusa.

<sup>8</sup> Esta extensión depende, como es de esperarse, de hipótesis adicionales sobre la forma y magnitud de la dependencia presente en los datos. No obstante, estas hipótesis son suficientemente simples y generales para no plantear un problema en la mayoría de los casos.

y su varianza coinciden y son iguales a su parámetro de intensidad. Para permitir que la distribución condicional presente variabilidad en exceso, la incorporamos de forma paramétrica en la distribución condicional de  $X_{i,t}$  suponiendo que sigue una distribución Binomial Negativa con parámetros  $(\lambda_{i,t}, \phi_i)$ . Bajo esta especificación, la función de densidad de  $X_{i,t}$  es:

$$(1) \quad \mathbb{P}(X_{i,t} = k | \mathcal{F}_{i,t-1}) = \frac{\Gamma(\phi_i + k)}{\Gamma(k + 1)\Gamma(\phi_i)} \left(\frac{\phi_i}{\phi_i + \lambda_{i,t}}\right)^{\phi_i} \left(\frac{\lambda_{i,t}}{\phi_i + \lambda_{i,t}}\right)^k, k \geq 1$$

Donde  $\phi_i$  es el número de fracasos,  $\lambda_{i,t}$  representa la media y  $k$  es el número de aciertos. Así se tiene que, como en el caso Poisson, el valor esperado de  $X_{i,t}$  es  $\lambda_{i,t}$ , pero la varianza es

$$(2) \quad \text{Var}[X_{i,t}] = \lambda_{i,t} + \frac{\lambda_{i,t}^2}{\phi_i}$$

De este modo, la variabilidad en exceso queda resumida en el parámetro de sobredispersión  $\sigma^2 = 1/\phi$ . Para modelar los homicidios ligados al crimen organizado, seguiremos el modelo propuesto por Ferland, Latour y Oraichi (2006). El modelo INGARCH (1, 1) permite modelar procesos GARCH para variables aleatorias que asumen valores enteros, *i. e.*, Poisson,

$$(3) \quad \lambda_{i,t} = \lambda_{i,0} + \beta_{i,1}X_{i,t-1} + \alpha_{i,1}\lambda_{i,t-1} + \eta_i^T Z_{i,t}$$

El parámetro  $\beta_{i,1}$  estima la sensibilidad de la intensidad condicional al número de homicidios intencionales ocurridos un mes atrás y es, por lo tanto, una medida simple de la memoria. En particular, captura el efecto básico del ciclo inercial de violencia del que hablamos con anterioridad. En este ciclo, se prevé que un aumento en el volumen de homicidios puede provocar una racha de violencia. Esta posibilidad es, precisamente, la que  $\beta_{i,1}$  modela. Además de la memoria, el parámetro  $\beta_{i,1}$  identifica y mide la volatilización de modo indirecto. La dinámica de corto plazo de la violencia del crimen organizado sugiere que el efecto parcial del número de muertes sobre el clima de violencia es positivo. Esto significa que  $\mathbb{E}(\beta_{i,1}) > 0$ , de forma que un aumento en  $X_{i,t}$  produce uno en  $\lambda_{i,t}$ . Como este parámetro determina simultáneamente la media y la variabilidad, valores altos de  $\beta_{i,1}$  señalan un proceso de volatilización.

La discusión previa sobre los supuestos distribucionales de  $X_{i,t}$  nos llevan a utilizar el modelo INGARCH (1, 1) con la distribución Binomial Negativa para identificar los municipios que padecen la violencia del crimen organizado. El modelo INGARCH (1, 1) – Binomial Negativa ha recibido atención en la literatura aplicada y los métodos de estimación son bien conocidos (Kedem y Fokianos, 2002; Zhu, 2010). En este estudio estimamos el modelo en cada uno de los 2 227 municipios para los cuáles hay registro de homicidios intencionales y contrastamos la hipótesis nula  $\mathcal{H}_0: \beta_{i,1}$ . Estimamos los parámetros de regresión por quasi-máxima verosimilitud (QML) Poisson y el parámetro de sobredispersión en un segundo paso. La región de rechazo de nuestra prueba se construye a 95% de confianza y a partir de la normalidad asintótica de los estimadores QLM (Fokianos, 2009; Fokianos y Christou, 2014).

Como medida del ajuste del modelo a los datos, utilizamos el valor  $R_p^2$  definido como:

$$(4) \quad R_p^2 = 1 - \frac{\sum \left( \frac{y_i - \lambda_i}{\sqrt{\lambda_i}} \right)^2}{\sum \left( \frac{y_i - \bar{y}}{\sqrt{\bar{y}}} \right)^2}$$

Este valor incrementa conforme la capacidad del modelo para replicar la trayectoria observada aumenta. En este sentido, es una medida de la capacidad predictiva del modelo, y en ello es una de las más simples y familiares. En efecto, su uso para evaluar modelos de regresión que involucran variables de conteo puede consultarse en (Cameron y Windmeijer, 1996), y su simplicidad se aprecia al compararlo con alternativas como las desarrolladas por (Gneiting, Balabdaoui y Raftery, 2007).

### Análisis empírico

En esta sección presentamos los resultados del estudio econométrico realizado a la totalidad de municipios para los cuales hay un registro de homicidios intencionales. Comenzamos por hacer observaciones generales sobre la escala de violencia en distintos niveles e ilustramos la distribución del homicidio de forma agregada. Luego, presentamos una comparación entre municipios ejemplares en la que exponemos diferencias empíricas fundamentales entre municipios más y menos violentos. Finalmente, organizamos nuestras estimaciones en un mapa que resume la distribución espacial de la violencia extrema.

## Observaciones generales

Los registros de la base de datos de incidencia delictiva del fuero común tienen una periodicidad mensual, comenzando en enero de 2011 y terminando en marzo de 2017 e incluyen un total de 2 466 municipios. Hay 239 municipios que por una u otra razón no tienen registros en el intervalo de tiempo estudiado. Estos municipios han sido excluidos del estudio.

En los otros 2 227 municipios algunos patrones se hacen evidentes. Primeramente, los homicidios intencionales se acumulan en algunos centros de violencia extrema. Esto es evidente en la Figura 1 que muestra un diagrama de cajas para el número de homicidios intencionales en cada uno de los estados. En particular, el diagrama resume la distribución estacionaria de estas variables y es estimado con todos los datos disponibles. Como se puede apreciar, la contribución de algunos estados al conteo total de homicidios es muy superior a la media. De hecho, estados como Guerrero, estado de México, Chihuahua y Sinaloa presentan niveles de violencia que superan, por mucho, la mediana de la mayoría de los otros estados. A modo de ilustración, Chihuahua acumula 14.6% de los homicidios intencionales totales del año 2011, mientras que Guerrero da cuenta de 10.6% de los homicidios del año 2016. En todos los años observados, los homicidios cometidos en los 10 estados más violentos acumulan cerca de 65% del total nacional.<sup>9</sup>

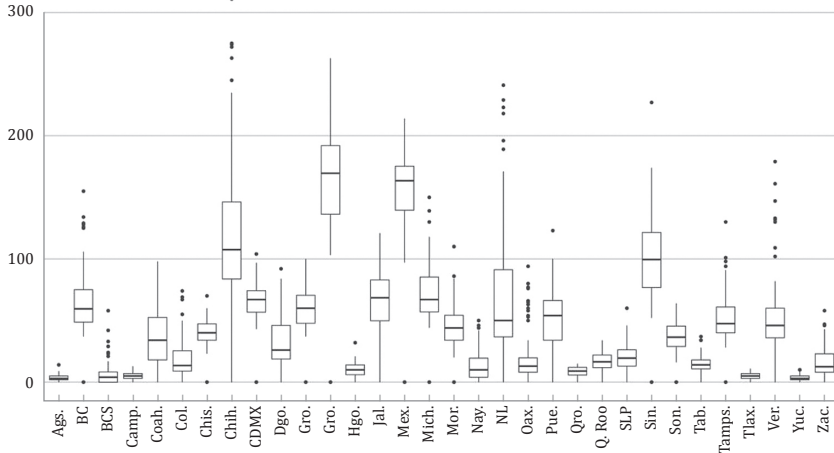
En segundo lugar, se observan distintos grados de dispersión y una relación clara entre media y dispersión (Figura 1). Por ejemplo, vemos que estados como Chihuahua, Nuevo León, Guerrero y Sinaloa presentan simultáneamente un valor medio alto y muy alta variabilidad, mientras que estados como Yucatán, Tlaxcala, Campeche y Aguascalientes muestran valores bajos para ambos indicadores. La Figura 2 captura la relación sugerida en estas observaciones y muestra claramente el incremento de la variabilidad como función de la media.

## Estudios de caso representativos

Para ilustrar las diferencias empíricas entre los municipios con mayor y menor presencia de organizaciones delictivas, compararemos brevemente las dinámicas de los homicidios en Acapulco de Juárez y Mérida. Acapulco ha estado entre los 10 municipios más violentos de México desde 2011 y ha contado con presencia continuada de organizaciones delictivas. Por su parte, Mérida ha presentado una incidencia de homicidios muy baja en el mismo periodo y, hasta la fecha, no se ha

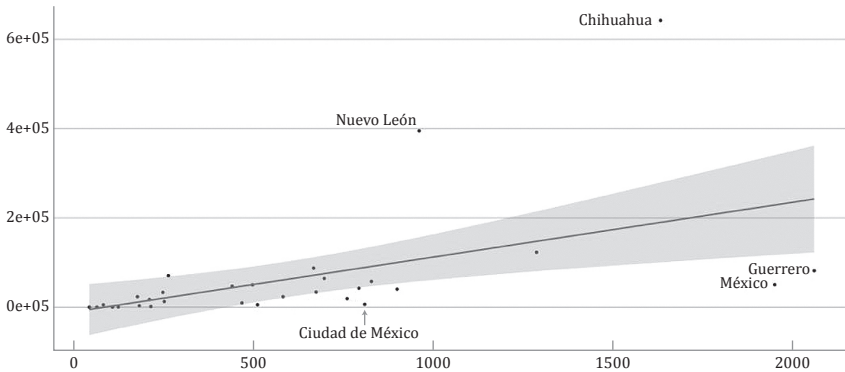
<sup>9</sup> Los porcentajes son: 68.8% para 2011, 67.1% para 2012, 64.8% para 2013, 66.7% para 2014, 67.5% para 2015 y 64.6% para 2016.

Figura 1  
Número de homicidios intencionales por estado: 2011m1 - 2017m3



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SNSP (SEGOB, s/f).

Figura 2  
Relación entre valor medio y variabilidad: homicidios intencionales



Nota: La zona sombreada representa la región de 95% de confianza para la relación de regresión.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la SNSP (SEGOB, s/f).

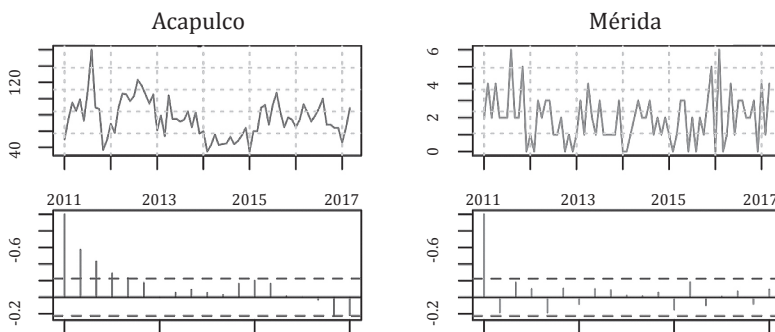


tenido reporte de actividad violenta del crimen organizado en este municipio. Las series de homicidios intencionales en estos municipios pueden verse en la Figura 3, donde también se presentan las funciones de autocorrelación simples.

Como se aprecia inmediatamente, Acapulco presenta un nivel medio mucho más alto que Mérida, 75.6 contra 1.9, pero no solo eso. Muestra también altos niveles de variabilidad teniendo un valor mínimo de 35 y un valor máximo de 160 homicidios intencionales, comparado con un mínimo de 0 y máximo de 6 en el municipio de Mérida. Esto da lugar a una fuerte sobredispersión en el nivel agregado. La varianza del número de homicidios para el municipio de Acapulco es de 540.9, aproximadamente 7 veces su nivel medio. En contraste, Mérida exhibe una varianza de 2.1, un valor prácticamente igual a su media.

La función de autocorrelación correspondiente al municipio de Acapulco muestra claros signos de memoria. En particular, presenta valores estadísticamente significativos en cuatro periodos (meses). La función de autocorrelación parcial, no presentada aquí, muestra solo un valor significativo. Por otro lado, la función de autocorrelación correspondiente al municipio de Mérida es, en todos sus rezagos, insignificante. Como consecuencia, las dinámicas de las trayectorias de los municipios difieren. Mientras que Mérida presenta una trayectoria errática e impredecible, Acapulco presenta periodos de crecimiento, picos y valles claramente distinguibles.

Figura 3  
Homicidios intencionales en Acapulco de Juárez y Mérida. 2011-2017

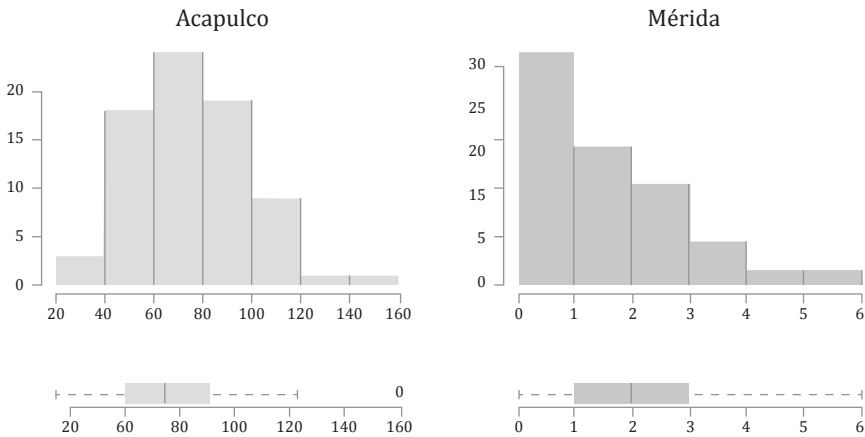


Fuente: Elaboración propia con base en información de la SNSP (SEGOB, s/f).

Los histogramas y diagramas de cajas de la Figura 4 detallan la naturaleza de la dispersión en cada municipio. Primeramente, los homicidios intencionales en Acapulco muestran una distribución simétrica en tanto que los de Mérida poseen una densidad muy concentrada en su valor medio. Así, por ejemplo, el rango intercuartil para Acapulco tiene como límites 60 y 90.5 homicidios; el de Mérida 1 y 3. Los cuantiles de 95% son 107.6 y 4.3 para Acapulco y Mérida respectivamente, de modo que la cola derecha cubre un diferencial de 32 homicidios respecto de la mediana en el primer caso y únicamente de 2 en el segundo.

Figura 4

Histograma de los homicidios intencionales en Acapulco de Juárez y Mérida



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SNSP (SEGOB, s/f).

La simetría puede interpretarse como un efecto de “grandes números”, pero en este caso no vendría acompañada de sobredispersión. En otras palabras, el alto nivel de homicidios explica la forma del histograma solo parcialmente; la sobredispersión tiene otra fuente.

En contraste con la media agregada de 75.6 homicidios mensuales, la estimación para Acapulco resulta en un nivel esperado base de 29 homicidios y una memoria de  $\beta_1 = 0.61$ . El parámetro  $\alpha_1$  resulta insignificante, así como la incidencia de los otros delitos. Como se aprecia en la Figura 5A, el modelo recoge toda la correlación presente en los datos y aproxima razonablemente bien el número to-

tal de homicidios en el tiempo. El parámetro de sobredispersión es  $\sigma^2 = 0.05$ , de modo que la distribución condicional presenta escasa desviación de la Poisson. El ajuste queda resumido en un  $R_p^2$  de 0.8621, de modo que la capacidad predictiva del modelo es alta. Por su parte Mérida tiene un parámetro de memoria y volatilización estadísticamente insignificante. Esto es congruente con su función de autocorrelación nula y hace que el modelo que describe los homicidios intencionales en este municipio sea, simplemente, el de variables independientes con la distribución de Poisson de parámetro 1.9. En otras palabras, el número de homicidios intencionales en Mérida resulta completamente aleatorio.

Figura 5A  
Comparación entre  
valores observados y ajustados

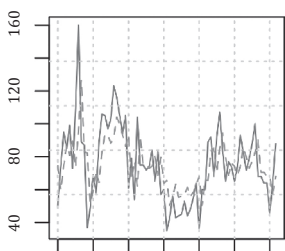
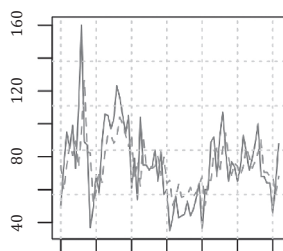


Figura 5B  
Función de autocorrelación  
de residuales



Fuente: Elaboración propia con base en información la SNSP (SEGOB, s/f).

### La distribución empírica de la violencia extrema

La significancia estadística del parámetro  $\beta_1$  se encontró solo en 156 municipios a 95% de confianza. Estos municipios se encuentran dispersos en el país como lo muestra que sean 27 los estados en los que hay al menos un municipio que presenta signos de volatilización. Los estados que no presentan esta característica son Aguascalientes, Campeche, Hidalgo, Tlaxcala y Yucatán. Dentro de cada estado el número de municipios detectados como volátiles varía significativamente. Los 10 estados con mayor número de municipios afectados aparecen en la Tabla 1. La segunda columna muestra el número de municipios que exhiben una alta volatilidad en el número de homicidios. La última columna muestra la proporción de municipios (respecto del total del estado), que presentan la característica de ser los de más alta violencia y de tener la más alta volatilidad.

Tabla 1  
Los 10 estados con mayor número de municipios violentos

Municipio	Violentos	Totales	Proporción (%)
Guerrero	16	81	19.8
Michoacán	16	113	14.2
Veracruz	12	214	5.6
Chihuahua	11	67	16.4
México	8	125	6.4
Nuevo León	8	51	15.7
Sinaloa	7	18	38.9
Tamaulipas	7	43	16.3
Colima	6	10	60.0
Puebla	6	217	2.8

Fuente: Elaboración propia con base en información de la SNSP (SEGOB, s/f).

Complementando la información de la Tabla 1, la Tabla 2 muestra el número de municipios en los que se detecta volatilización para las cuatro entidades con un nivel medio en el país durante el periodo 2011-2017.

Tabla 2  
Número de municipios detectados en los estados más violentos

Municipio	Violentos	Totales	Proporción (%)
Baja California	3	5	60.0
Jalisco	4	126	3.2
Guanajuato	5	46	10.9
Ciudad de México	2	17	11.8

Fuente: Elaboración propia con base en información de la SNSP (SEGOB, s/f).

Siendo solo 156 municipios de los 2 227 analizados los que presentan un parámetro de memoria y volatilización distinto de cero, resulta muy distinto resumirlo en el plano nacional que hacerlo dentro de sus valores positivos. En efecto, considerando todos los municipios del país, el nivel medio de este indicador es 0.033 y su variabilidad es de 0.016. Por otro lado, restringido a los 156 municipios donde es significativo, el parámetro toma valores que varían entre 0.246 y 0.947, con una media de 0.475 y una variabilidad de 0.03.

Figuras 6A y 6B muestran la densidad empírica del parámetro de memoria y volatilización estimados para los 2 227 municipios (Figura 6A) y los 156 municipios más violentos (Figura 6B); es decir, los municipios para los cuales el parámetro resultó estadísticamente diferente de cero.

Figura 6A  
Densidad del valor de memoria y volatilización: nacional

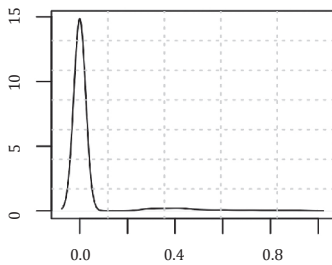
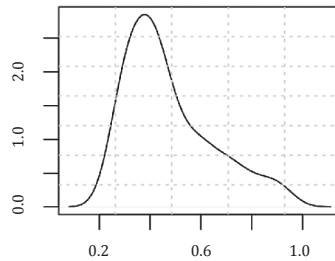


Figura 6B  
Densidad del valor de memoria y volatilización:  
156 municipios más violentos

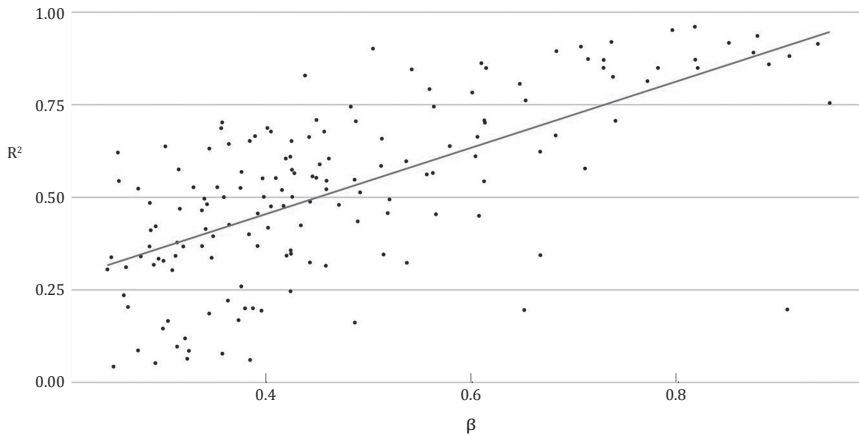


Fuente: Elaboración propia.

La capacidad predictiva del modelo varía entre los distintos municipios, siendo nula cuando el parámetro de volatilización es insignificante. En los municipios que presenta un efecto de memoria significativo se observa una relación directa entre la magnitud de  $\beta_{i,1}$  y  $R_p^2$ . Con una línea de regresión superpuesta, esta relación se muestra en la Figura 7. Cabe mencionar que aún en los municipios en los que el valor del coeficiente  $R_p^2$  es bajo, el ajuste del modelo juzgado por el estadístico de desviación es eficiente. Esto significa que en todos los municipios el modelo captura eficientemente la estructura de correlación presente en la muestra; no obstante, cuando la memoria es menor, menor es también la precisión con la que el pasado puede predecir el presente. Dicho de otro modo, a pesar de que en todos los casos el modelo INGARCH (1, 1) es suficiente para describir la estructura de correlación, no en todos los casos produce predicciones precisas.

Resumimos los resultados de nuestro ejercicio econométrico en un mapa colorimétrico del territorio nacional. En él, los valores altos del parámetro  $\beta_1$  aparecen en una tonalidad más oscura (negra) mientras que los valores bajos aparecen en tonos grises. La escala se fundamenta en una partición del intervalo  $[0, 1]$  en cinco subregiones que representan magnitudes incrementales de memoria y

Figura 7  
Relación entre los coeficientes de memoria y de ajuste



Fuente: Elaboración propia.

volatilización. Utilizamos el tono blanco, neutro, para simbolizar que un municipio no presenta signos estadísticos de memoria.

Se puede observar que la violencia ocurre en localidades geográficamente próximas. Por ejemplo, los municipios de Chihuahua, Madera, Delicias, Meoqui, Saucillo y Rosales forman un aglomerado conexo dentro del estado de Chihuahua. Desprendido de este clúster, pero a solo un municipio de distancia, aparece también Hidalgo del Parral. El estado de Zacatecas proporciona otro ejemplo donde los municipios de Calera, Fresnillo, Guadalupe, Villa de Cos, Villanueva y Zacatecas forman un aglomerado de municipios colindantes con distintos grados de volatilidad en el número de homicidios. En este caso se trata de todos los municipios del estado. Este efecto de aglomeración no se limita a ocurrir dentro de un mismo estado. Así se observan clústeres conformados por municipios de estados colindantes; por ejemplo, el que se observa entre Sinaloa y Chihuahua o entre Veracruz y Tabasco.

### Conclusión

Hemos mostrado las particularidades de los municipios afectados por altos niveles de violencia en términos de dos conceptos clave, a saber, la memoria y la volatilización en el número de homicidios. Mientras que un municipio en el que

Figura 8  
Mapa colorimétrico de la distribución de la violencia extrema



Fuente: Elaboración propia.

el crimen organizado no genera violencia carece de memoria y muestra evidencias de equidispersión, lo contrario caracteriza a los municipios más violentos. Al relacionar estas características empíricas con el grado de significancia de un parámetro específico en el modelo econométrico, hemos encontrado que durante el periodo 2011-2017, la violencia extrema se concentra en 6.25% de los municipios del país.<sup>10</sup> Más aún, hemos observado que el valor de este parámetro es estadísticamente significativo en cúmulos de municipios próximos en el espacio dentro de un mismo estado o atravesando de uno al otro.

Dentro de los estudios de corte cuantitativo sobre la violencia producida por el crimen organizado destacan los reportes anuales de la iniciativa “Justice in México” (Heinle, Rodríguez y Shirk, 2014, 2015, 2016, 2017; Molzahn, Ríos y Shirk, 2012, 2013). A diferencia del presente estudio, los reportes mencionados utilizan las bases de datos sobre homicidios atribuibles al crimen organizado compiladas por los diarios *Reforma* y *Milenio* y por la consultora LANTIA. Esto hace que algunas de sus apreciaciones presenten un grado de incertidumbre difícil de manejar.

<sup>10</sup> Equivalentemente, 7% de los municipios estudiados; esto tomando en cuenta los 239 municipios para los que no había información.

Nos referimos a la imposibilidad de cuantificar el nivel de error a partir de las diferencias entre los conteos. Usando estas fuentes, los autores estiman, por ejemplo, la proporción de homicidios que se pueden vincular con el tráfico de drogas durante 2016, variable de importancia para describir la evolución de la violencia en el país. En este caso, *Reforma* atribuye 30.4% del total de homicidios al crimen organizado, mientras que *Milenio* estima 52.8% y LANTIA asigna 42.5%. En todos los casos este porcentaje se obtiene de los conteos basados en distintas clasificaciones subjetivas del delito, como se discutió antes.

Según nuestros estimados, al sumar los homicidios de todos los municipios que presentan memoria y volatilización se obtiene un total de 10 212 conteos que representan 49% de los 20 824 homicidios intencionales registrados por el SNSP en el año 2016 (SEGOB, s/f). La Tabla 3 muestra el porcentaje atribuido al crimen organizado basado en las diferentes fuentes para distintos años. Las cifras correspondientes a los conteos generados por las agencias independientes vienen de Heinle, Rodríguez y Shirk (2017: 14). Se debe mencionar que nuestros estimados (modelo econométrico) están sesgados hacia arriba, si bien ligeramente. La razón es que en los 156 municipios en los que tiene presencia el crimen organizado, también hay homicidios pasionales, homicidios premeditados producto del conflicto interpersonal y las otras formas de homicidio que mencionamos con anterioridad. Como estos delitos son pocos comparados con los de las organizaciones delictivas, el sesgo es insignificante para fines prácticos.

Tabla 3

Porcentaje del total de homicidios atribuibles al crimen organizado por tres fuentes distintas y el método econométrico basado en la volatilización

Fuente	2015	2014	2013	2012	2011
<i>Reforma</i>	28.8	40.9	39.1	45.6	54.1
<i>Milenio</i>	49.5	51.1	55.1	57.1	53.8
LANTIA	47.7	47.9	61.5	-	-
<i>Econométrico</i>	47.8	46.9	51.4	54.2	58.3

Fuente: Elaboración propia con base en Heinle, Rodríguez y Shirk (2017).

En general, se debe esperar diferencias en el comportamiento temporal de los homicidios que se infiere de nuestro modelo de aquel que se obtiene por las otras fuentes. Consideramos que nuestro modo de estimar los homicidios asociados al crimen organizado es menos insesgado que los métodos de recolección periódicos.



tica por dos razones. La primera es que la manera de clasificación en nuestro caso es consistente, estable en el tiempo e independiente de clasificaciones legales y/o médicas que pueden interpretarse de distintas formas. La segunda es que no depende de fuentes extraoficiales de información que están generalmente en desacuerdo y se basan más en un proceso descriptivo que en uno inferencial. Esto es, nuestro método clasifica el homicidio como presuntamente asociado al crimen organizado con base en un contraste estadístico claramente definido.

Otro elemento importante en los estudios cuantitativos es inferir la distribución espacial del crimen organizado. La existencia de clústeres de actividad criminal parece ser una constante temporal muy ampliamente aceptada (Guerrero Gutiérrez, 2010; Heinle, Rodríguez y Shirk, 2017; Rodríguez, 2016). La diferencia fundamental entre las distintas fuentes es el método utilizado para distinguir los focos violentos. Por lo general la atribución de violencia al crimen organizado se sostiene en reportes de la prensa, sea de forma directa o indirecta a través de sus bases de datos. En nuestro caso podemos ver la formación de agrupaciones en el mapa de la República únicamente a partir del resultado de un contraste estadístico sobre la variable proxy de homicidios intencionales.

Además, la magnitud del parámetro de volatilización y memoria puede interpretarse como una medida de la intensidad de la violencia criminal en cada municipio. Otra forma de entender la distribución espacial del crimen organizado es la generación de inteligencia basada en información pública disponible en internet (Coscia y Ríos, 2012). Este método, abreviado MOGO, explota fuentes confiables como diarios y *blogs* reconocidos de forma masiva para localizar áreas de impacto de fenómenos sobre los cuáles es difícil y/o costoso generar inteligencia. El método ha sido utilizado para detectar la presencia de cárteles del narcotráfico (Lindo y Padilla-Romo, 2015: 22). Las diferencias se explican, en parte, por el uso de datos más contemporáneos y en parte por un efecto expansivo de las zonas de acción de los cárteles.

En conclusión, caracterizar la violencia atribuible al crimen organizado en el nivel empírico a través de los conceptos de memoria y volatilización resulta en una herramienta cuantitativa poderosa que permite medir la intensidad y distribución de este fenómeno. El criterio de atribución es simple y no depende de otra fuente de información que el número total de homicidios intencionales y es, por ello, aplicable a distintos niveles de agregación espacial. Por último, facilita la reproducibilidad de los resultados al estar basado en un contraste estadístico bien definido.

## Referencias

- Bar-Lev, S. K. y Enis, P. (1988). On the classical choice of variance stabilizing transformations and an application for a Poisson variate. *Biometrika*, 75 (4), 803-804.
- Cameron, C. A. y Windmeijer, F. A. G. (1996). R-Squared measures for count data regression Models with applications to health-care utilization. *Journal of Business & Economic Statistics*, 14 (2), 209-220.
- Coscia, M. y Ríos, V. (2012). Knowing where and how criminal organizations operate using web content. *Conference on Information and Knowledge Management* (12), 1412-1421.
- Dezhbakhsh, H., Rubin, P. H. y Shepherd, J. M. (2003). Does capital punishment have a deterrent effect? New evidence from postmoratorium panel data. *American Law and Economics Review*, 5 (2), 344-376.
- Ferland, R., Latour, A. y Oraichi, D. (2006). Integer-valued GARCH Process. *Journal of Time Series Analysis*, 27 (6), 923-942.
- Fokianos, K. (2009). Poisson autoregression. *Journal of the American Statistical Association*, 104 (488), 1430-1439.
- Fokianos, K. y Christou, V. (2014). Quasi-likelihood inference for negative binomial time series models. *Journal of Time Series Analysis*, 35 (1), 55-78.
- Garzón-Guevara, J. C. (2016). *What is the relationship between organized crime and homicides in Latin America? Homicide Dispatch 3*. Woodrow Wilson Center/ Foundation Ideas para la Paz.
- Gneiting, T., Balabdaoui, F. y Raftery, A. (2007). Probabilistic forecasts, calibration and sharpness. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 69 (2), 243-268.
- Greene, K. F. (2007). *Why dominant parties lose: Mexico's democratization in comparative perspective*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Guerrero Gutiérrez, E. (2010, noviembre). Cómo reducir la violencia en México. *Nexos*, 24-33.
- Heinle, K., Rodríguez, O. y Shirk, D. (2014). *Drug violence in Mexico: Data and analysis through 2013*. San Diego, CA, EE.UU.: Justice in Mexico/University of San Diego.
- Heinle, K., Rodríguez, O. y Shirk, D. (2015). *Drug violence in Mexico: Data and analysis through 2014*. San Diego, CA, EE.UU.: Justice in Mexico/University of San Diego.
- Heinle, K., Rodríguez, O. y Shirk, D. (2016). *Drug violence in Mexico: Data and analysis through 2015*. San Diego, CA, EE.UU.: Justice in Mexico/University of San Diego.
- Heinle, K., Rodríguez, O. y Shirk, D. (2017). *Drug violence in Mexico: Data and analysis through 2016*. San Diego, CA, EE.UU.: Justice in Mexico/University of San Diego.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI. (s/f). Mortalidad. Conjunto de datos: Defunciones por homicidios. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/mortalidad/defuncioneshom.asp?s=est>
- Johnson, N. L., Kemp, A. W. y Kotz, S. (2005). *Univariate discrete distributions*. Hoboken, NJ, EE.UU.: Wiley Interscience.
- Kedem, B. y Fokianos, K. (2002). *Regression models for time series analysis*. Hoboken, NJ, EE.UU.: John Wiley & Sons, Inc.
- Kitschelt, H. y Wilkinson, S. (2007). *Patrons, clients, and policies: Patterns of democratic accountability and political competition*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Lindo, J. M. y Padilla-Romo, M. (2015). *Kingpin approaches to fighting crime and community violence: Evidence from Mexico's drug war*. Cambridge, MA, EE.UU.: National Bureau of Economic Research.
- McCullagh, P. y Nelder, J. A. (1989). *Generalized linear models*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall.
- Molloy, M. (2013). The Mexican undead: Toward a new history of the "Drug War" killing fields. *Small Wars Journal*. Recuperado el 27 de enero de 2018 de [http://smallwarsjournal.com/jrnl/art/the-mexican-undead-toward-a-new-history-of-the-\"drug-war\"-killing-fields](http://smallwarsjournal.com/jrnl/art/the-mexican-undead-toward-a-new-history-of-the-\)
- Molzahn, C., Ríos, V. y Shirk, D. (2012). *Drug violence in Mexico: Data and analysis through 2011*. San Diego, CA, EE.UU.: Justice in Mexico/University of San Diego.
- Molzahn, C., Rodríguez, O. y Shirk, D. (2013). *Drug violence in Mexico: Data and analysis Through 2012*. San Diego, CA, EE.UU.: Justice in Mexico/University of San Diego.
- Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito-UNODC. (2014). *Global Study on Homicide 2013*. Viena, Austria: Naciones Unidas.
- Presidencia de la República. (2011, 12 de enero). Presentación del vocero de Seguridad de base de datos de homicidios presuntamente relacionados con la delincuencia organizada en Diálogos por la Seguridad. Disponible en <http://calderon.presidencia.gob.mx/2011/01/presentacion-del-vocero-de-seguridad-de-base-de-datos-de-homicidios-presuntamente-relacionados-con-la-delincuencia-organizada-en-dialogos-por-la-seguridad/>
- Ríos, V. (2013). Why did Mexico become so violent? A self-reinforcing violent equilibrium caused by competition and enforcement. *Trends in Organized Crime*, 16 (2), 138-155.

- Rodríguez, O. (2016). Violent Mexico: Participatory and multipolar violence associated with organised crime. *International Journal of Conflict and Violence*, 10 (1), 40-60.
- Secretaría de Gobernación-SEGOB. (s/f). Datos abiertos de incidencia delictiva. Disponible en <http://secretariadoejecutivo.gob.mx/incidencia-delictiva/incidencia-delictiva-datos-abiertos.php>
- Stokes, S. (2005). Perverse accountability: A formal model of machine politics with evidence from Argentina. *American Political Science Review*, 99 (3), 315-325.
- Tapia, C. y Gatica, L. (2014). Competencia política y gasto social en México: ¿quiénes son los clientes? *Asian Journal of Latin American Studies*, 27 (2), 27-45.
- Tapia, C. y Gatica, L. (2016, septiembre/diciembre). Determinantes de la demanda clientelar en México: un análisis de la identidad del "cliente" en procesos electorales recientes. *Estudios Sociológicos*, xxxvi (102), 503-535.
- Zhu, F. (2010). A negative binomial integer-valued GARCH model. *Journal of Time Series Analysis*, 32 (1), 54-67.

# Robos a casas-habitación: un modelo teórico

Rafael Salvador Espinosa Ramírez  
Antonio Ruiz Porras

*Resumen.* Estudiamos las relaciones entre las políticas orientadas a inhibir el robo a casa-habitación y la corrupción del sector público. Desarrollamos un modelo teórico en donde los principales hallazgos son los siguientes: a) un gobierno central puede ser necesario para obligar a los gobiernos locales a que adopten políticas estrictas para inhibir los robos a casa-habitación, y b) las estrategias de castigo y premio no siempre inhiben los robos porque su eficacia depende del nivel de corrupción, de los castigos y de los premios.

## Introducción

Tradicionalmente, los robos a casa-habitación se encuentran entre los delitos que más preocupan a la población. Este tipo de falta no solo genera pérdidas en el patrimonio de las víctimas; también suele vincularse a otros delitos como son los daños a la propiedad, las violaciones, las heridas o la muerte (Aguirre Quezada, 2016). Los robos a casa-habitación tienen costos económicos y financieros, así como psicológicos y emocionales. Por estas razones, muchos países tienen políticas públicas orientadas a inhibir y reducir estos robos. Usualmente, las mencionadas políticas utilizan estrategias consistentes en otorgar premios y castigos a sus sistemas de seguridad.

Las políticas orientadas a inhibir y reducir los delitos suelen causar controversias entre los hacedores de políticas, los académicos y los ciudadanos. Esta situación ocurre, entre otras razones, porque: a) hay pocos consensos teóricos sobre las políticas idóneas contra el delito,<sup>1</sup> b) la formulación e implementación de las políticas suelen depender de agentes que tienen objetivos no necesariamente

---

<sup>1</sup> Véanse los textos de Pyle (1983), Freeman (1999), Eide, Rubin y Shepherd (2006) y Winter (2008) para introducciones a la economía del crimen.

consistentes y c) existe poca disponibilidad de estadísticas útiles para analizar políticas específicas.<sup>2</sup> Todas estas razones explican porque los estudios sobre los robos a casa-habitación y las políticas para inhibirlos suelen llegar a conclusiones ambiguas, contradictorias o contra-intuitivas.<sup>3</sup>

En América Latina se ha sugerido que las políticas orientadas a reducir el delito son poco eficaces porque hay corrupción en los sistemas de policía y porque hay pocos esfuerzos para combatirlos (Di Tella, Edwards y Schargrotsky, 2010).<sup>4</sup> Soares y Naritomi (2010), por su parte, reportan que las tasas de robos a casa-habitación de los países de América Latina y Norteamérica están entre las más altas del mundo;<sup>5</sup> además, señalan que los reportes de criminalidad están positivamente correlacionados con los indicadores de desarrollo institucional, por estas razones sugieren que los robos pudieran estar subestimados debido a la corrupción en el sector público.

En esta investigación se estudian las relaciones entre las políticas orientadas a inhibir el robo a casa-habitación y la corrupción del sector público. La investigación se sustenta en el desarrollo de un modelo teórico que se usa para estudiar las relaciones mencionadas en una jurisdicción local. Así se estudian: a) los objetivos

---

<sup>2</sup> Alvazzi del Frate (2010) hace una revisión de las limitaciones metodológicas que tienen las estadísticas referidas a la mediación del crimen y la justicia criminal.

<sup>3</sup> Pyle (1983), Freeman (1999) y Winter (2008) hacen recopilaciones de estudios teóricos y empíricos referidos al delito de robo a casa-habitación. Véanse Johnson y Bowers (2003) y Tseloni, Farrell, Thompson, Evans y Tilley (2017) para algunos estudios relativamente contemporáneos.

<sup>4</sup> Di Tella, Edwards y Schargrotsky (2010: 2) señalan que América Latina tiene una de las tasas de criminalidad más altas del mundo. Siniestramente, durante las dos últimas décadas, dichas tasas han estado incrementándose en varios países, haciendo del problema del crimen una preocupación primaria de los ciudadanos de la región. La pasividad del Estado, real o percibida, ante las crecientes tasas de criminalidad ha incrementado el escepticismo sobre su capacidad (y disposición) para combatir el crimen, ha puesto en relieve la posibilidad de corrupción policial y se ha acompañado de mayores demandas para adoptar un enfoque más punitivo.

<sup>5</sup> Soares y Naritomi (2010) indican que durante los años noventa los promedios de tasas de robo a casa-habitación en los países de América Latina y Norteamérica fueron de 11.8% y 8.0%, respectivamente. Asimismo, señalan que los promedios de los países de Asia, de Europa del Este, de Oceanía y de Europa Occidental fueron, respectivamente, de 3.6%, 6.8%, 8.4% y 4.2%.

y relaciones entre los ciudadanos honestos, los asaltantes de casas y los policías corruptos; b) los sobornos dados a los policías para reducir el esfuerzo del gobierno para inhibir los robos; c) las políticas de esfuerzo del gobierno local, y d) los efectos de imponer estrategias de premio y castigo a los policías.

La siguiente sección plantea el modelo teórico para establecer las políticas contra el delito; más adelante se determina y estudia la política óptima del gobierno local. Después se analiza las políticas que podría seguir el gobierno local para inhibir el robo de casa-habitación y finalmente se concluye.

### **El modelo**

Esta sección plantea los supuestos del modelo teórico utilizado para estudiar las políticas orientadas a inhibir el robo a casa-habitación y la corrupción en el sector público en el nivel local. El modelo se plantea suponiendo que existe un gobierno local que depende políticamente de un gobierno central. El gobierno local, en principio, determina la política óptima para inhibir y reducir los robos de casa-habitación dentro de su jurisdicción. Asimismo, se asume que existe un sistema de justicia local que incide en la persecución de los mencionados robos. Este sistema de justicia está integrado por policías corruptibles. Por simplicidad, se asume que la corrupción del sector público solo ocurre en la policía.

En la jurisdicción analizada hay dos tipos de agentes: los ciudadanos honestos (H) que trabajan y poseen un patrimonio específico en sus casas, y los asaltantes (A) que obtienen su ingreso del robo a las casas de los ciudadanos honestos. Ambos agentes son homogéneos dentro de su propio tipo y se modelan en términos de un ciudadano honesto y un asaltante representativos. La utilidad de ambos agentes depende del esfuerzo que haga el gobierno por inhibir las actividades delictivas; particularmente, si el gobierno local se esfuerza en reducir los robos a casa-habitación, se preserva la utilidad de los ciudadanos honestos en detrimento de la utilidad de los asaltantes.

En este contexto, se asume que los asaltantes pueden ofrecer un soborno a un grupo de policías deshonestos del sistema de justicia local. Por simplicidad dichos policías se modelan como un agente representativo único. El soborno tiene como objetivo que los policías no procesen el delito de robo de casa-habitación. Así, el soborno funciona como una contribución que incide en las políticas para combatir el delito adoptadas por el gobierno local. Por tanto, las decisiones de política del gobierno local resultan parcialmente dependientes del soborno y del grado de corrupción de los policías.

Pero por otra parte existen policías honestos que no se dejan sobornar por los asaltantes y que su función principal sigue siendo la procuración de justicia. Al igual que con los deshonestos, vamos a asumir que los policías honestos son homogéneos dentro de su propio tipo y que consideramos un agente representativo del mismo. El ingreso de los policías honestos depende directamente de su salario o del ingreso destinado en nómina por parte del gobierno local.

El gobierno local establece una política óptima para maximizar su utilidad considerando el bienestar de los ciudadanos honestos, de los asaltantes y de los policías. Esta política refiere el nivel de esfuerzo ( $\varepsilon$ ) usado para atrapar a los asaltantes. Particularmente, la falta de esfuerzo gubernamental para atrapar a los asaltantes incrementa la probabilidad de éxito del asaltante (medida en términos de la probabilidad de no ser atrapado). La probabilidad de éxito del asaltante se define como  $\theta = \theta(\varepsilon)$ , la cual es decreciente respecto de  $\varepsilon$  tal que  $\theta'(\varepsilon) < 0$ ,  $\theta''(\varepsilon) < 0$ ,  $\theta(\bar{\varepsilon}) = 0$  y  $\theta(0) = 1$ . Así, la probabilidad de éxito del asaltante es una función no lineal.

En este contexto se definen las funciones de utilidad (*i.e.*, bienestar) de los agentes. Estas utilidades son usadas por el gobierno local para establecer el esfuerzo usado para inhibir el delito. Particularmente, asumiendo preferencias cuasilineales, la utilidad del ciudadano honesto se define como:<sup>6</sup>

$$(1) \quad I^H = (1 - \theta)T + w_H$$

En la ecuación (1), el primer término incluye el patrimonio que posee el ciudadano honesto ( $T$ ) y la probabilidad de que el asaltante sea capturado y procesado.<sup>7</sup> El segundo término es el ingreso normal del ciudadano honesto por trabajar ( $w_H$ ), el cual es constante y no depende del esfuerzo en contra del delito. La función de utilidad del asaltante se define como:

<sup>6</sup> La utilidad puede ser aproximada por una función de tipo  $U = u(T, w_H) + m$ , donde  $(T, w_H)$  son los ingresos bajo consideración y  $m$  es el gasto en el bien numerario consumido y producido en el país donde se localiza el gobierno local. Todos los agentes presentan funciones de utilidad que dependen básicamente de su ingreso y asumimos la existencia de mercados en competencia perfecta donde se vacían los mercados.

<sup>7</sup> La ecuación (2) define la utilidad en términos del patrimonio esperado del ciudadano honesto tras haber sido víctima de un robo. Adviértase que, si el asaltante no es atrapado, el ciudadano honesto pierde su patrimonio; pero si el asaltante es atrapado, el ciudadano honesto conserva su patrimonio.



$$(2) \quad I^A = \theta(T - C_T) + (1 - \theta)(-C_T) - c$$

En la ecuación (2),  $T$  es el patrimonio robado del ciudadano honesto,  $C_T$  es el costo de operación en que el asaltante incurre y  $c$  es la contribución que hace para sobornar a los policías. Esta ecuación establece que el bienestar y el ingreso esperados por el asaltante son iguales a la ganancia ( $T - C_T$ ) obtenida por robar si el asaltante no es atrapado multiplicado por la probabilidad éxito  $\theta$ , más el costo ( $-C_T$ ) de ser atrapado por la probabilidad de no tener éxito en el asalto ( $1 - \theta$ ) menos el soborno dado a los policías.

La función de utilidad del policía deshonesto se define como:

$$(3) \quad I^{PD} = \rho c + w_p$$

En la ecuación (3), el primer término establece la valoración del policía sobre el soborno recibido para incidir en la procuración de justicia. El parámetro  $\rho > 1$  define el nivel de corrupción. Valores altos de dicho parámetro indican niveles altos de corrupción. En el mismo término,  $c$  es el monto del soborno recibido y depende del esfuerzo de gobierno ( $c(\varepsilon)$ ). El segundo término,  $w_p$ , explicita que el salario del policía es constante y que no depende del nivel de esfuerzo del gobierno.

La función de utilidad del policía honesto se define simplemente como:

$$(4) \quad I^{PH} = w_p$$

el cual es solo el ingreso que obtiene del presupuesto en forma de salario devengado.

El parámetro de esfuerzo  $\varepsilon$  es un instrumento de política del gobierno local que se establece mediante un proceso de equilibrio político. La función objetivo del gobierno local se especifica como:

$$(5) \quad G = I^{PD} + I^{PH} + I^H + I^A$$

En la ecuación (5) se establece que el gobierno local maximiza el bienestar de todos los agentes en su jurisdicción. El gobierno considera la utilidad de todos para determinar el nivel de esfuerzo utilizado para inhibir el robo a casas-habitación, y por ser una política pública la determinación de este esfuerzo obedece a un equilibrio político.

El equilibrio político es el resultado de un juego en dos etapas. En la primera etapa el asaltante cabildea al policía con una contribución política, *i.e.* un soborno, para influir en la decisión sobre el nivel de esfuerzo del gobierno local. En la segunda etapa, el gobierno establece su política de esfuerzo para reducir los robos a casas-habitación. En este contexto, un equilibrio político es dado por: a) una función de contribución política,  $c^*(\varepsilon)$ , que maximiza el beneficio del asaltante dada una expectativa de política de esfuerzo del gobierno y b) una variable de política de esfuerzo,  $\varepsilon^*$ , que maximice la función objetiva del gobierno dada por (5), tomando como dada la contribución del asaltante.

Una solución de equilibrio que implementa resultados Pareto-eficientes para el problema de maximización planteado es el llamado equilibrio confiable (Grossman y Helpman, 1994). Formalmente, se tiene que si  $(c^*(\varepsilon^*, I^A), \varepsilon^*)$  es un equilibrio confiable en el cual  $I^A$  es la utilidad de reserva de equilibrio del asaltante; entonces  $(c^*(\varepsilon^*, I^A), \varepsilon^*, I^A)$  esta caracterizado por:

$$(6) \quad c(\varepsilon, I^{A^o}) = \text{Max}(0, \delta)$$

$$(7) \quad \varepsilon^o = \text{Arg max}_{\varepsilon} \{ I^{PD}(\varepsilon, I^{A^o}) + I^{PH} + I^H + I^{A^o} \}$$

donde  $\delta$  es definido en

$$(8) \quad I^{A^o} = (I^A - \delta)$$

La ecuación (6) (junto con la [8]) establece que la contribución confiable, *i.e.* el soborno de equilibrio, depende del nivel de utilidad del asaltante. En este contexto, la definición de  $\delta$  es el concepto básico de variaciones compensatorias. Particularmente, bajo una función de pagos de equilibrio confiable, para cualquier cambio en  $\varepsilon$ , el cambio en el soborno recibido por el policía será exactamente igual al cambio en el bienestar del asaltante, considerando que el pago de ambos antes y después del cambio es estrictamente positivo. La ecuación (7), por su parte, indica que el gobierno local toma la utilidad del asaltante como dada y elige el nivel de esfuerzo que maximiza su función objetivo.

Las ecuaciones (1) a (8) definen la estructura del modelo teórico que, como se ha indicado, se plantea en términos de un problema de maximización donde hay una contribución política. Según Grossman y Helpman (1994: 845-846), cuando hay un solo grupo de cabildeo, el grupo obtiene para sí todo el beneficio de su relación política con el gobierno. En este equilibrio político el gobierno obtiene

exactamente la misma utilidad que obtendría si no permitiera contribución alguna. Por tanto, dado este argumento, en el modelo aquí planteado, los asaltantes obtendrían todo el beneficio de sobornar a los policías del sistema de justicia. Una situación, sin duda, perjudicial para los ciudadanos honestos.<sup>8</sup>

### La política óptima del gobierno local

Analíticamente, un incremento en el nivel de esfuerzo del gobierno para inhibir los robos a casa-habitación, beneficia a los ciudadanos honestos y perjudica a los asaltantes en la misma proporción. Esta conclusión se obtiene derivando las ecuaciones (1) y (2) respecto del nivel de esfuerzo:

$$(8) \quad \frac{dI^H}{d\varepsilon} = -\theta'(\varepsilon)T > 0$$

$$(9) \quad \frac{dI^A}{d\varepsilon} = \theta'(\varepsilon)T < 0$$

Las derivadas de las utilidades en función del esfuerzo del gobierno local muestran que la ganancia de utilidad de los ciudadanos honestos es la pérdida de los asaltantes. Así, el esfuerzo del gobierno por luchar contra el robo induce la equivalencia entre las ganancias y las pérdidas de los ciudadanos y los asaltantes. En este contexto, si se asume que  $\theta'(\varepsilon) < 0$ , habría una relación no lineal entre el esfuerzo del gobierno y la probabilidad de que el asaltante no fuera atrapado. Más aún, un pequeño incremento en el esfuerzo del gobierno aumentaría significativamente la probabilidad de que el asaltante fuera atrapado y se reducirían los robos a casa-habitación.<sup>9</sup>

El incremento en el esfuerzo del gobierno local por luchar contra el robo también tiene efectos sobre los policías del sistema de justicia. Si se deriva la ecuación (3) respecto del esfuerzo del gobierno local ocurre que:

$$(10) \quad \frac{dI^{pd}}{d\varepsilon} = \rho dc < 0$$

<sup>8</sup> Un modelo en donde se presenta una situación de equilibrio similar a la planteada aquí, aunque en un contexto distinto, es el de Rama y Tabellini (1998).

<sup>9</sup> Adviértase que  $\theta'(\varepsilon) < 0$  formaliza la idea de que el gobierno aprende en la lucha contra crimen. Pequeños incrementos en los esfuerzos del gobierno local se ven reflejados en disminuciones significativas en la probabilidad de éxito de los asaltantes.

Por tanto, un incremento en el esfuerzo del gobierno reducirá la utilidad de los policías corruptos. Asimismo, reducirá la utilidad del asaltante. Más aún, si el esfuerzo esperado es lo suficientemente grande, el asaltante podría no tener ingresos esperados y, por tanto, podría no pagar sobornos ni robar a los ciudadanos honestos.

Finalmente la utilidad de los policías honestos no depende directamente del esfuerzo realizado por el gobierno local en la lucha contra el robo de casa-habitación. De (4) tenemos que:

$$(11) \quad \frac{dI^{PH}}{d\varepsilon} = 0$$

En este caso el policía honesto se define con base más bien en una vocación específica que en un incentivo económico extra.

Analíticamente, el parámetro de corrupción denota la sensibilidad del policía ante el soborno recibido del asaltante. Si dicho parámetro es alto, los sobornos determinan la decisión del esfuerzo del gobierno local. Por tanto, el parámetro de corrupción determina simultáneamente la utilidad del policía y la política del gobierno local. Particularmente, la variación en la función objetivo del gobierno atribuible a un incremento en parámetro de corrupción se estima derivando la ecuación (4). Esta derivada es la siguiente:

$$(12) \quad G_{\rho} = c > 0$$

Así, un aumento en la corrupción eleva la utilidad del gobierno. Esto ocurre debido a que la utilidad de los policías crece dado que los mismos valoran en mucho los sobornos.

La política óptima del gobierno local puede estimarse usando las condiciones de primer orden del problema de maximización dado en las ecuaciones (7) y (8). Este resultado es implícitamente obtenido de (1) a (11) como:

$$(13) \quad G_{\varepsilon} = (\rho - 1)\theta'(\varepsilon)T < 0$$

Los supuestos muestran que la ecuación (13) es negativa y que es cóncava.<sup>10</sup> Por tanto, el nivel de esfuerzo óptimo será establecer la política más laxa posible en contra del robo a casas-habitación ( $\varepsilon^* = 0$ ). Ello ocurre porque toda política

<sup>10</sup> La condición de concavidad implica que  $G_{\varepsilon\varepsilon} = (\rho - 1)\theta''(\varepsilon)T < 0$ .

que implique un esfuerzo positivo reducirá la utilidad de los policías en una proporción mayor que el incremento en la utilidad de los ciudadanos honestos.

Supóngase que esta situación obliga al gobierno central a presionar al gobierno local para establecer una política para inhibir los robos a casa-habitación. Por tanto, el gobierno local tiene que decidir qué tipo de política adoptara para cumplir la orden del gobierno central. Una política de esta naturaleza tendría que estar dirigida necesariamente a los policías corruptos. En este contexto, la pregunta que aquí se analiza es la siguiente: ¿qué tipo de estrategia será necesaria para contrarrestar el impacto del soborno sobre las acciones de los policías?

### **Política de lucha contra el robo de casa-habitación**

El gobierno local es una organización gubernamental o agencia de gobierno que depende política y económicamente de un gobierno central. Vamos a considerar que el gobierno local recibe una transferencia por parte del gobierno central para ser distribuida entre sus agentes de justicia o policías. Esta transferencia no es parte del salario o gasto corriente que reciben los policías (el salario corresponde al presupuesto corriente cuyo monto es fijo), sino parte de las compensaciones económicas complementarias que reciben por la valoración de su desempeño profesional.

Esta compensación va a ser distribuida de acuerdo con una política interna establecida por el gobierno local, pero es de suma relevancia para la autoridad local el recibir esta transferencia económica, ya que es parte de la política del ingreso de este gobierno. La transferencia se distribuye a partir de la productividad de sus agentes de justicia o al menos como una compensación equitativa entre todos.

En este sentido vamos a considerar que el gobierno central va a presionar al gobierno local restringiendo esta compensación si el gobierno local no implementa un programa de control del robo a casa-habitación. Si el gobierno local implementa una estrategia adecuada para luchar contra el robo de casa-habitación entonces recibirá una mayor compensación para sus policías. En caso contrario la compensación se reduce.

Por otra parte, el gobierno local reconoce la existencia de policías corruptos al interior de la corporación. Sin embargo, vamos a considerar que es difícil despedirlos por algún tipo de arreglo sindical y además es necesario probar fehacientemente su culpabilidad. Ante la imposibilidad de despedirlos, y debido a la política implementada del gobierno central como medida de presión para luchar contra el robo de casa-habitación, lo único que el gobierno local puede hacer es establecer una política de premio-castigo a partir de la distribución de la compensación

presupuestal. El gobierno local debe asumir la mejor estrategia presupuestal para distribuir esta compensación entre los policías y de esa manera cumplir con las expectativas del gobierno central.

Para cumplir con las expectativas del gobierno central el gobierno local tendría que reducir la transferencia a los policías corruptos (castigo), y aumentar la transferencia a los policías honestos (premio). De esta manera se reducen los incentivos de los policías deshonestos por coludirse con los asaltantes por dos razones: primero, una política de esta naturaleza reduce el ingreso de los policías deshonestos directamente por la reducción de los ingresos por transferencia, y segundo, los policías honestos tendrían mayores incentivos para luchar contra el robo casa-habitación reduciendo el ingreso por soborno de los policías deshonestos. Aunado al cumplimiento de las expectativas, el luchar contra el robo de casa-habitación aumentaría en sí mismo el presupuesto por la mayor cantidad de compensaciones.

El requisito necesario y suficiente que tiene el gobierno local para llevar a cabo una estrategia de esta naturaleza es generar una estructura institucional adecuada para tal fin, un marco legal eficiente y claro al cual llamaremos "nivel institucional". Entre más alto sea el nivel institucional, el incentivo hacia los policías honestos y el castigo hacia los deshonestos será mayor. En este sentido el marco institucional es entendido como el entorno legal establecido por el gobierno local para regular las actividades políticas y económicas adecuadamente. En este sentido, una estructura institucional eficiente fortalece el control contra las actividades ilegales, una estructura institucional ineficiente, por el contrario, favorece la aparición de actividades ilegales.

La estructura institucional es establecida por el gobierno local a partir de una reforma política creíble del sistema legal. Por simplicidad esta reforma es el resultado de un proceso político-legal en donde no existen costos económicos ex-ante de esta reforma. Vamos a medir la eficiencia institucional, y por consecuencia la política de distribución, mediante un parámetro  $\alpha$  que será definido entre 0 y 1, donde 0 es el menor nivel institucional y 1 es el mayor nivel institucional.

Tomando en cuenta lo anterior vamos a redefinir las funciones de utilidad de los policías deshonestos y honestos como:

$$(14) \quad I^{PD} = \rho c + w_p + (1 - \alpha)F$$

$$(15) \quad I^{PH} = w_p + \alpha F$$

donde  $F$  es el monto de la transferencia del gobierno central al gobierno local.

En (14) tenemos que la compensación hacia el policía deshonesto se reduce conforme aumenta el nivel institucional. De la misma manera la compensación para el policía honesto se incrementa con el nivel institucional.

Adicionalmente esta transferencia se eleva con el nivel institucional mismo tal que esta compensación es una función del nivel institucional establecido por gobierno local  $F = F(\alpha)$ , tal que  $F'(\alpha) > 0$ , y donde si  $\alpha = 1$  implica que  $F(1) = \bar{F}$  y se tiene el nivel máximo de transferencia. Por otra parte si  $\alpha = 0$  implica que  $F(0) = 0$  y no se da ninguna transferencia.

Asimismo, resulta consecuente pensar que el nivel institucional también afectará el nivel de esfuerzo del gobierno local para luchar contra el robo de casa-habitación, ya que los policías honestos tienen mayor incentivo para luchar contra este crimen. De tal manera que el nivel de esfuerzo va a depender del nivel institucional  $\varepsilon = \varepsilon(\alpha)$ , y donde a mayor nivel institucional mayor nivel de esfuerzo realizado, o sea  $\varepsilon'(\alpha) > 0$ . Obvio sería decir que si el nivel institucional es el máximo posible así también el esfuerzo llegará a su máximo valor. Caso contrario, cuando el nivel institucional es cero, entonces el esfuerzo será cero también.

Ante la presión del gobierno central por luchar contra el robo de casa-habitación, el gobierno por tanto va a decidir directamente sobre el nivel institucional a establecer, e indirectamente sobre el nivel de esfuerzo resultante para luchar contra el robo de casa-habitación. La política institucional óptima del gobierno local puede estimarse usando las condiciones de primer orden del problema de maximización dado en las ecuaciones (7) y (8). Asumiendo concavidad en la función objetivo del gobierno, la política institucional óptima es implícitamente obtenido de (1), (2), (5) a (11) y (14) y (15) como:

$$(16) \quad G_{\alpha} = F'(\alpha) + \theta'(\varepsilon)\varepsilon'(\alpha)T(\rho - 1)$$

El resultado es ambiguo ya que el beneficio obtenido por el robo a casa-habitación sobre el ingreso de los policías deshonestos, cuando no se tiene una política institucional eficiente, contrasta con el beneficio de la transferencia realizado por el gobierno central cuando se impone una política institucional eficiente. Si suponemos una función de transferencia del gobierno central del tipo lineal tal que  $F = \alpha k$ , donde  $k$  es el monto total de la transferencia aprobada. Si el nivel institucional es el mayor posible entonces la transferencia será la totalidad de la aprobada ( $F = k$ ), pero si el nivel institucional es el menor posible entonces no existirá transferencia alguna. Por tanto podemos reescribir la ecuación (16) de forma que:

$$(17) \quad G_{\alpha} = k + \theta'(\varepsilon)\varepsilon'(\alpha)T(\rho - 1)$$

Si el nivel de corrupción es significativamente mayor al nivel de transferencia aprobada  $\rho \gg k$ , el gobierno local está dispuesto a no establecer ninguna política institucional ( $\alpha = 0$ ), ya que el beneficio obtenido por la policía corrupta es superior a la pérdida de la gente y a la policía honesta por la ausencia de la transferencia del gobierno central.

Por otra parte, si el nivel de corrupción es significativamente menor a la transferencia aprobada ( $\rho \ll k$ ), el gobierno local está dispuesto a establecer el mayor nivel institucional, ya que el beneficio obtenido por la policía y gente honesta es superior a la pérdida por parte de los asaltantes y policías deshonestos.

Una vez que consideramos que la corrupción es dada en un parámetro determinado todo apunta a que el resultado de la política dirigida a inhibir el robo de casa-habitación va a depender enteramente de la decisión del gobierno central sobre cuál es la propuesta del monto de compensación que permita incentivar una buena práctica policial. Un incentivo presupuestario es creíble cuando el monto presupuestado puede ser lo suficientemente atractivo para poder incentivar las mejores prácticas policiales.

### Conclusiones

En esta investigación se han estudiado las relaciones entre las políticas orientadas a inhibir el robo a casa-habitación y la corrupción del sector público. La investigación se ha sustentado en el desarrollo de un modelo teórico y en el análisis de un panel de indicadores. El modelo se ha usado para estudiar las relaciones mencionadas en una jurisdicción local. Así se han estudiado: a) los objetivos y relaciones entre los ciudadanos honestos, los asaltantes de casas y los policías corruptos; b) los sobornos dados a los policías para reducir el esfuerzo del gobierno para inhibir los robos, y c) las políticas de esfuerzo del gobierno local.

Analíticamente, los principales resultados del modelo teórico son los siguientes: a) el nivel de esfuerzo del gobierno local para inhibir el robo a casas-habitación depende de un equilibrio político; b) el soborno a los policías locales puede ser analizado como una contribución política dado que busca incidir en las decisiones de política del gobierno local; c) una solución de equilibrio que implementa resultados Pareto-eficientes para maximizar la utilidad de la gente honesta, los asaltantes y los policías corruptos es el llamado equilibrio confiable, y d) el nivel de esfuerzo óptimo del gobierno local será establecer la política más laxa posible en contra del robo cuando no hay injerencia externa.



Los principales resultados del análisis teórico sobre las políticas necesarias para inhibir los impactos de los sobornos sobre las acciones de los policías indican que: a) un gobierno central puede ser necesario para forzar a los gobiernos locales a que adopten políticas estrictas para inhibir los robos a casa-habitación, y b) las estrategias de castigo y premio no siempre inhiben los robos porque su eficacia depende del nivel de corrupción y del monto de presupuesto asignado a la estrategia de premio-castigo utilizado.

Finalmente, no sobra enfatizar que los estudios sobre las relaciones entre las políticas orientadas a inhibir y reducir el delito y la corrupción del sector público son muy escasos en la literatura académica. Se requieren más investigaciones para entender dichas relaciones. Particularmente, desde una perspectiva teórica, deben analizarse estrategias alternativas para contrarrestar los impactos de la corrupción en las políticas públicas. Por estas razones, no sobra enfatizar que esta investigación es una aproximación al estudio de dichas relaciones.<sup>11</sup>

#### Referencias

- Aguirre Quezada, J. P. (2016). Robo a casa-habitación. *Pluralidad y Consenso*, 6 (29), 192-199.
- Alvazzi del Frate, A. (2010). Crime and criminal justice statistics challenges. En S. Harrendorf, M. Heiskanen y S. Malby (Eds.), *International statistics on crime and justice* (pp. 167-175). Helsinki, Suecia: European Institute for Crime Prevention and Control Affiliated with the United Nations/United Nations Office on Drugs and Crime.
- Auerbach, J. U. y Azariadis, C. (2015). Property rights, governance and economic development. *Review of Development Economics*, 19 (2), 210-220.
- Chatterjee, I. y Ray, R. (2014). Crime, corruption and the role of institutions. *Indian Growth and Development Review*, 7 (1), 73-95.
- Di Tella, R., Edwards, S. y Schargrotsky, E. (2010). Introduction. En R. Di Tella, S. Edwards y Schargrotsky, E. (Eds.), *The economics of crime: Lessons for and from Latin America* (pp. 1-15). Chicago, EE.UU.: University of Chicago/National Bureau of Economic Research.
- Eide, E., Rubin, P. H. y Shepherd, J. M. (2006). Economics of crime. *Foundations and Trends in Microeconomics*, 2 (3), 205-279.

---

<sup>11</sup> Algunos estudios sobre las mencionadas relaciones son los trabajos de Espinosa Ramírez y Ruiz Porrás (2012), Chatterjee y Ray (2014), y Auerbach y Azariadis (2015).

- Espinosa Ramírez, R. S. y Ruiz Porras, A. (2012). Tráfico de drogas, corrupción e inversión extranjera directa: teoría y evidencia. En M. Ramos y F. Miranda (Eds.), *Tópicos selectos de optimización Vol. 1: Optimización estocástica-recursiva-coherente-sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)* (pp. 475-494). Santiago de Compostela, España: ECORFAN/Universidad Santiago de Compostela.
- Freeman, R. B. (1999). The economics of crime. En O. C. Ashenfelter y D. Card (Eds.), *Handbook of labor economics. Vol. 3. Part C* (pp. 3529-3571). Amsterdam, Holanda: Elsevier Science B. V.
- Grossman, G. M. y Helpman, E. (1994). Protection for sale. *American Economic Review*, 84 (4), 833-854.
- Johnson, S. D. y Bowers, K. J. (2003). Opportunity is in the eye of the beholder: The role of publicity in crime prevention. *Criminology and Public Policy*, 2 (3), 497-524.
- Pyle, D. J. (1983). *The economics of crime and law enforcement*. Basingstoke, Inglaterra: Macmillan.
- Rama, M. y Tabellini, G. (1998). Lobbying by capital and labour over trade and labour market policies. *European Economic Review*, 42 (7), 1295-1317.
- Soares, R. R. y Naritomi, J. (2010). Understanding high crime rates in Latin America: The role of social and policy factors. En R. Di Tella, S. Edwards y E. Schargrodsky (Eds.), *The economics of crime: Lessons for and from Latin America* (pp. 19-60). Chicago, EE.UU.: University of Chicago/National Bureau of Economic Research.
- Tseloni, A., Farrell, G., Thompson, R., Evans, E. y Tilley, N. (2017). Domestic burglary drop and the security hypothesis. *Crime Science*, 6 (3), 1-16.
- Winter, H. (2008). *The economics of crime: An introduction to rational crime analysis*. Londres, Inglaterra: Routledge.

# La compra de votos como estrategia electoral: posibles consecuencias de su tipificación como delito

Leonardo A. Gatica Arreola  
Patricia Murrieta Cummings  
Cristina Tapia Muro

*Resumen.* En este trabajo analizamos el posible efecto que ha tenido el desarrollo de las instituciones electorales con el fin de blindar los procesos de elección, y en particular la tipificación de la compra de votos como un delito electoral, sobre esta estrategia clientelar. Los resultados arrojan evidencia que indica que la compra de voto se percibe como una estrategia riesgosa que se lleva a cabo únicamente entre votantes con quienes los brókers mantienen alguna relación personal. Esto es un indicador de la eficacia de las reformas electorales y de una disminución del uso de este tipo de estrategia clientelar.

## Introducción

A lo largo de varias décadas, durante los años en los que en México se vivía un sistema de partido hegemónico, la búsqueda por el control político y la necesidad de legitimación del partido en el poder, implicaron un constante uso de estrategias clientelares, inicialmente a través de las estructuras corporativas, posteriormente mediante la construcción de relaciones individuales y a través de programas sociales (Fox, 1994; Magaloni, 2008; Green, 2007; Nitcher y Palmer-Rubin, 2014). Cornelius (2004) ha argumentado que a partir de los años noventa las restricciones que las nuevas instituciones electorales fueron imponiendo en los procesos de elección resultaron en la disminución de prácticas fraudulentas que minaron la capacidad del Partido Revolucionario Institucional (PRI) para controlar y asegurar los resultados electorales, dejando la compra de votos como la estrategia dominante. Una vez que en el año 2000 ocurrió la primera alternancia en la Presidencia de la República después de 70 años de gobiernos priístas, es probable que la estrategia de compra de votos fuera perdiendo fuerza y que los votantes adquirieran una mayor conciencia de su capacidad para definir libremente su voto (Cornelius, 2004). Sin embargo, las estrategias clientelares no se han logrado erradicar y

han continuado empleándose en los procesos electorales tanto en el nivel federal como local (Lawson y Greene, 2012; Tapia y Gatica, 2014, 2016; Schedler, 2004; Schroeter, 2010; Nitcher y Palmer-Rubin, 2014).

La existencia de una estrategia de compra de votos produce un sesgo en el mecanismo que la democracia electoral provee para que los gobiernos, o los oficiales electos quienes se encargan de gobernar, enfrenten el riesgo de ser relevados de sus cargos y por lo tanto tengan los incentivos para llevar a cabo las acciones de gobierno que mejor beneficien a sus votantes y representados. Cuando se construye un mercado de votos y confluyen tanto una oferta de compra como la voluntad para venderlos, este mecanismo desaparece y produce resultados negativos en el desempeño gubernamental, en la respuesta de los gobiernos hacia las demandas e intereses de sus representados, así como en la rendición de cuentas (Kitschelt y Wilkinson, 2007; Stokes, 2005; Gatica y Soto, 2012).

A partir de la ciudadanización del Instituto Federal Electoral (IFE) en 1994 y particularmente a partir de la alternancia que se dio en 2000, las instituciones electorales fueron avanzando en el blindaje de los procesos de elección. Así, en 2014 se expidió la Ley General en Materia de Delitos Electorales que tipifica como delito electoral cualquier tipo de compra del voto. Una pregunta importante ha sido la creación de este marco legal y sus repercusiones sobre el empleo de estrategias clientelares de compra de votos. El impacto que estas instituciones podrían haber tenido en los procesos electorales tendrían que reflejarse en el grado de generalización e indiscriminación de la estrategia de compra de votos. Si el cambio institucional que refiere Cornelius (2004) y la expedición de esta ley no han tenido efectos importantes, la estrategia tendería a seguir siendo abierta e indiscriminada. Si por el contrario las instituciones y las reformas en materia de procesos electorales, así como las campañas para disminuir la venta de votos por parte de los electores, han surtido algún efecto, el uso de la estrategia de compra de votos no solo tendría que haber disminuido sino que se tendría que llevar a cabo con mucho más sigilo, lo que implica formas más cuidadas y focalizadas. De ser este el caso, se observaría un mayor cuidado por parte de los brókers<sup>1</sup> para elegir y discriminar entre los electores, a aquellos que consideren no solamente más proclives a vender su voto, sino también a quienes consideren menos riesgosos frente a la posibilidad de denunciar los intentos de compra de votos.

---

<sup>1</sup> Utilizamos el concepto “bróker” para referirnos a un miembro o simpatizante de algún partido o candidato, cuya labor formal es hacer proselitismo y conseguir, de manera personalizada, el apoyo o voto de los electores para el partido o candidato para quien trabaja.

Con el fin de determinar si la estrategia de compra de votos sigue realizándose de manera abierta e indiscriminada como se hacía antes del proceso de fortalecimiento de las instituciones electorales y la tipificación de esta práctica como delito electoral en 2014, en este trabajo analizamos los determinantes de la probabilidad de que un bróker haga una oferta de compra de voto a un elector. Dado que, si los cambios institucionales han logrado desincentivar esta práctica de compra de votos, los brókers cuidarían llevar a cabo sus ofertas únicamente entre electores confiables para ellos. Así, una variable importante en la probabilidad de la realización de una oferta de compra sería la existencia o no de alguna relación personal entre el bróker y el elector.

En nuestro análisis probamos si la existencia de una relación personal entre el bróker y el elector es relevante en la decisión de buscar el voto de la gente mediante el intercambio de bienes o favores. Nuestra hipótesis plantea que las reformas institucionales y la tipificación de la compra de voto como delito han surtido efecto y los brókers no se arriesgarán a realizar ofertas de compra entre votantes que no conocen bien y que podrían denunciar estas prácticas. Por el contrario, buscarán personas conocidas con quien tengan alguna relación personal que les garantice que pueden proponer una oferta de compra sin riesgo a ser denunciados, por lo que esperamos que la relación con el votante sea un factor determinante en la probabilidad de realizar la oferta de compra. En el caso de que los cambios institucionales no hayan surtido efecto, la estrategia de compra de voto no discriminaría entre votantes desconocidos y conocidos para los brókers, ya que no representaría ningún riesgo realizar la oferta a cualquier persona.

Para probar nuestra hipótesis, además de controlar por el hecho de que los electores tengan alguna relación con el bróker, buscamos controlar por otros factores que suponemos afectan también la probabilidad de recibir una oferta de compra.

Es común considerar que los niveles de pobreza son una determinante en la aceptación de la venta del voto debido a un supuesto de utilidad marginal decreciente. Personas con menores recursos serán más propensas a cambiar su voto por algún favor, pago o regalo, y a menores ingresos, se esperaría que la valoración relativa de su voto fuese menor. Así, tanto en los análisis empíricos como en los desarrollos teóricos sobre clientelismo y gasto público clientelar, comúnmente se asume que la compra de votos es más eficiente cuando se enfoca en zonas y ciudadanos de bajos ingresos.

Otro factor que suele asociarse con el empleo de una estrategia clientelar y de compra de votos es el nivel de escolaridad del elector. Además de que el nivel de educación de un ciudadano está correlacionado positivamente con su nivel de in-

greso, también se considera que esta variable tiene relación con un conocimiento mayor de los derechos y obligaciones ciudadanos, así como con una consciencia cívica más elevada, por lo que se esperaría que a un mayor grado de educación formal, los ciudadanos sean menos propensos a ser coaccionados electoralmente. Además, mayor escolaridad podría implicar que los ciudadanos podrían reconocer más fácilmente los delitos electorales y tendrían mejor información y recursos para llevar a cabo una denuncia de la compra y coerción del voto. Otras variables que también se consideraron en el análisis que realizamos fueron la edad de los votantes y el género.

Así, a partir del levantamiento de una encuesta postelectoral realizada específicamente para este estudio en un municipio del área metropolitana de Guadalajara, Jalisco, analizamos la probabilidad de que un votante reciba una oferta para la compra de su voto por parte de un activista o bróker de algún partido político y la importancia que tiene la existencia de una relación personal entre el bróker y el elector en determinar esta probabilidad.

El resto del capítulo se divide y procede de la siguiente manera. En el primer apartado se describen los datos empleados en el análisis, así como la metodología; a continuación se reporta el análisis estadístico y econométrico, y finalmente, cerramos el capítulo con las conclusiones de la investigación.

### **Descripción de los datos y metodología**

Para realizar esta investigación levantamos una encuesta en uno de los municipios de la zona metropolitana de Guadalajara en el estado de Jalisco, México. La encuesta se levantó entre ciudadanos que efectivamente votaron en las elecciones locales y federales de julio de 2015, y se realizó durante dos meses siguientes a la elección. En ese proceso electoral se renovaron presidentes municipales y diputados locales, así como diputados y senadores federales. La encuesta se llevó a cabo de manera posterior a la elección buscando estuviera lo más cerca de la fecha de terminación del gobierno local en turno, con el fin de sesgar lo menos posible las respuestas de los encuestados por algún posible temor a represalias o repercusiones de algún tipo.

Dado de que el trabajo de proselitismo y obtención de votos está organizado de tal forma que se realiza por grupos locales pertenecientes a las organizaciones partidistas municipales, quienes definen sus propias estrategias, nos concentramos únicamente en uno de los municipios más importantes de la ciudad de Guadalajara. Con ello buscamos controlar por cualquier diferencia que las organizaciones partidistas locales pudieran haber tenido de un municipio a otro.

Dado que el trabajo de los brókers conlleva la construcción de redes clientelares que les permitan operar durante el proceso electoral, son los brókers del partido en el gobierno local quienes tienen una mayor cantidad de recursos y las ventajas de controlar los programas sociales en la localidad (Stokes, Dunning, Nazareno y Brusco, 2014). Comúnmente los brókers del partido en el gobierno forman parte de la burocracia gubernamental, y por lo general en áreas donde se tiene contacto permanente con los ciudadanos para ofrecer servicios y bienes, y muy particularmente entre quienes operan programas de carácter social (Stokes *et al.*, 2014). En contraste, los brókers pertenecientes a los grupos y partidos de oposición comúnmente tienen menos recursos, a pesar de las negociaciones que los miembros opositores en los cabildos puedan realizar para llevar bienes y servicios a sus zonas de influencia.

Estas diferencias en el acceso a los recursos pueden determinar la probabilidad de que un bróker pueda hacer una propuesta de compra de voto. Además, dado que los diferentes partidos no necesariamente tienen la misma presencia o influencia en todo el territorio de los municipios, y dadas las diferencias de recursos, la probabilidad de que un bróker haga una oferta de compra de voto podría estar determinada además por la cantidad de recursos de que disponen y por la heterogeneidad de la presencia de los diferentes partidos en la localidad donde habita cada elector. Así, los brókers de oposición y pertenecientes al partido en el gobierno no se encuentran distribuidos de manera uniforme en el territorio, por lo que no todos los electores tienen la misma probabilidad de recibir una oferta para comprar su voto, ya que dependerá del lugar donde habite. No es igualmente probable que un bróker del partido gobernante haga una oferta a un votante, a que la haga un bróker de oposición, ya sea porque no tienen la misma cantidad de recursos o porque tienen mayor o menor presencia en esa parte del territorio.

Para disminuir esta fuente de heterogeneidad en la probabilidad de recibir alguna oferta de compra de voto entre los electores, consideramos únicamente votantes que pertenecían a un programa social municipal con una cobertura suficiente y amplia. De esta forma, aseguramos que todos los electores pertenecientes a nuestra muestra tenían contacto permanente con operadores del gobierno municipal, independientemente de la localidad donde habitaran. Esto nos permitió partir del supuesto de que la probabilidad de que un bróker se acercara a realizar una oferta de compra de voto a cualquiera de los votantes de nuestra muestra no estaba determinada por diferencias en la cantidad de recursos con las que contaban los brókers ni por las diferencias en la presencia territorial de los partidos, ya

que al ser beneficiarios del programa social todos los votantes de nuestra muestra tenían un contacto similar con brókers del partido en el gobierno.

Por esta razón decidimos realizar el muestreo entre beneficiarios de un programa social diseñado y operado por el gobierno municipal. En el momento del levantamiento, el programa contaba con 13 254 beneficiarios. El programa consiste en la entrega de transferencias en especie (despensas) y en dinero en efectivo de manera periódica. Su población objetivo son familias con menores de edad de escasos recursos que habitan en zonas de alta y muy alta marginación, preferentemente uniparentales. El proceso de selección se realiza a partir de la solicitud por parte del ciudadano interesado en ingresar al programa. Una vez que se recibe la solicitud, el ciudadano llena un formulario que es analizado mediante un programa estandarizado para otorgarle una calificación. La calificación de las diferentes solicitudes determina la prioridad de cada solicitud para ingresar al programa. Esto es relevante, ya que una vez que revisamos el proceso de selección encontramos que no se trata de un proceso discrecional y que el ingreso al programa no implica ningún condicionamiento de carácter político electoral.

Se encuestaron únicamente personas que estuvieran registradas en el padrón electoral de ese municipio y que hubieran votado en la elección de ese año, lo cual nos garantizó que la probabilidad de recibir una oferta de compra de voto no estuviera determinada por la posibilidad de que no pudieran ejercer su voto. Se registró también la colonia en la que habitaba cada persona encuestada, así como su género y su edad en años cumplidos.

Consideramos un tamaño de muestra de 963 electores para un nivel de confianza de 99% y 4% de margen de error. El muestreo se llevó a cabo de manera aleatoria estratificando por niveles de marginación de las colonias donde habitaban los electores y balanceando por género de los votantes. La composición de la muestra puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1  
Descripción de la muestra

Total de observaciones	963			
Nivel de marginación	Alta		Muy alta	
Número de observaciones	481		482	
Género	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Número de observaciones	260	221	284	198

Fuente: Elaboración propia.



A cada una de las personas encuestadas se le preguntó si en cualquier momento durante el periodo electoral y antes del día de la elección, algún representante de un partido político o candidato le ofreció regalo alguno, pago o favor, con la condición de que su voto fuera favorable para su partido o candidato.

Utilizamos un modelo Logit para analizar si la decisión del uso de la estrategia clientelar y de compra de votos está determinada por la relación personal entre los brókers y los electores. La variable dependiente que representa la decisión de utilizar una estrategia clientelar de compra de voto se construyó como una variable dicotómica que toma valor igual a 0 si el votante reporta que no recibió ninguna oferta de compra de voto y de 1 si es que alguien le ofreció algún regalo o pago a cambio de su voto. Como variable independiente también se utilizó una variable dicotómica que toma el valor de 0 si el elector reporta no tener ninguna relación personal con alguien que trabaje dentro del gobierno municipal y 1 si reporta sí tener alguna relación personal con alguien dentro del gobierno municipal.

Consideramos que la estrategia para ofrecer algún tipo de pago a cambio del voto de las personas, podría estar determinada por el nivel de marginación de la zona donde habita el votante como una aproximación de su ingreso, por su nivel de escolaridad, el género del votante y por su edad. Así, construimos también cuatro variables de control. Como una aproximación del ingreso de los votantes consideramos el nivel de marginación de la colonia donde habitan; para ello se construyó una variable dicotómica con valores 0 si la colonia donde habitaba el elector era de alta marginación, y de 1 si la colonia era de muy alta marginación. Consideramos que la probabilidad de que los brókers se acercaran con una oferta de compra de voto a un elector dependía del nivel de ingreso del elector, ya que los brókers podrían suponer que un menor ingreso en las personas las hace más proclives a intercambiar su voto por algún bien o favor. Una segunda variable que consideramos fue el nivel de educación de las personas; se utilizó una variable para aproximar el número de años de educación de los votantes. Se podría esperar que a mayor nivel educativo sería más difícil que un votante aceptara vender su voto, por lo que los brókers se enfocarían a los votantes con menores niveles de estudio. De esta forma esperaríamos que la probabilidad de compra de voto fuese mayor entre menor número de años de estudio tengan los electores.

Además, también consideramos que los brókers pudieran determinar su decisión de realizar una oferta enfocándose ya sea a los hombres o a las mujeres, o hubieran tendido a realizar la oferta a personas de cierta edad. Una posible hipótesis, por ejemplo, sería que los adultos mayores fueran más fáciles de cooptar que los votantes más jóvenes, debido a que los adultos mayores podrían presentar mayo-

res necesidades de ingreso mientras que los jóvenes pudieran tener una cultura política de mayor rechazo a las prácticas clientelares. Para controlar y analizar alguna posible relación con la edad y pensando que ésta podría no ser lineal, se construyeron dos variables: la primera fue simplemente la edad en años del votante; la segunda consiste en esta misma variable elevada al cuadrado con el fin de capturar cualquier relación cuadrática que pudiera presentarse. Finalmente, también se construyó una variable de género que tomó valores iguales a 0 para las mujeres y de 1 para los hombres.

El modelo empleado tiene la siguiente forma:

$$\Pr(\text{oferta} = 1 | X) = (1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 \text{conocido} + \beta_2 \text{marg} + \beta_3 \text{edad} + \beta_4 \text{edadsq} + \beta_5 \text{genero})})^{-1},$$

donde:

$$\text{oferta} = \begin{cases} 0 & \text{no hubo oferta de compra de voto,} \\ 1 & \text{sí hubo oferta de compra de voto} \end{cases},$$

$$\text{conocido} = \begin{cases} 0 & \text{si no conoce a alguien en el gobierno,} \\ 1 & \text{sí conoce a alguien en el gobierno} \end{cases},$$

$$\text{marg} = \begin{cases} 0 & \text{grado de marginación media,} \\ 1 & \text{grado de marginación alta} \end{cases},$$

edad = edad en años del votante,

edadsq = edad al cuadrado,

escol = años de estudio,

$$\text{género} = \begin{cases} 0 & \text{mujer,} \\ 1 & \text{hombre} \end{cases}$$

y donde  $X$  representa el vector de variables independientes.

La especificación anterior representa el modelo incluyendo todas las variables de control; sin embargo, se corrieron diferentes modelos empleando distintas combinaciones de estas variables de control.

Como puede observarse en la Tabla 2, y como ya se ha mencionado, la estadística descriptiva para estas variables indica que del total de observaciones, 18.4% recibieron una oferta para intercambiar su voto por algún regalo, pago o favor

y 24.5% de los encuestados recibieron una oferta de compra de voto. Además, 49.4% de los encuestados vivía en colonias de alta marginación mientras el resto habitaba en colonias de marginación media; 56.3% de las personas encuestadas eran mujeres y el resto, 43.7%, hombres. En cuanto a los niveles de educación, el promedio es de 7.9 años de educación; es decir, que el elector promedio encuestado no terminó la secundaria.

Tabla 2  
Estadísticos descriptivos de la muestra

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Oferta de compra	963	0.184517	0.38811	0	1
Conocido	963	0.2455	0.43061	0	1
Marginación	963	0.49486	0.50023	0	1
Educación	963	7.95687	3.939703	0	16
Género	963	0.43717	0.49629	0	1
Edad	963	42.0938	15.65533	18	89

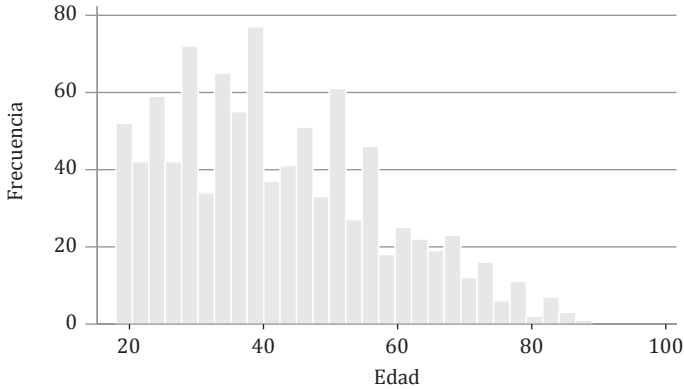
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la edad de los encuestados, las edades van desde 18 años hasta 89 años de edad, y la media es de 42 años. Como puede observarse en la Figura 1, la edad de la mayoría de las personas encuestadas se encuentra entre los 18 y 50 años. Dado que el levantamiento se realizó de manera aleatoria entre la población, se observa una disminución en el número de personas encuestadas al aumentar la edad a partir de los 50 años en adelante.

Como puede observarse en la Tabla 3, de las 963 personas que se encuestaron, únicamente 174 votantes reportaron haber recibido una oferta para la compra de su voto. De estos, 44.3% conocían a alguien en el gobierno municipal, lo cual aumenta considerablemente el porcentaje respecto de personas que tenían algún conocido en el gobierno del total de la muestra. En cuanto al nivel de marginación, 100 personas vivían en colonias de alta marginación y 74 habitaban en colonias de marginación media.

Del total de personas que recibieron una oferta, 55.8%, es decir, 98 personas, fueron mujeres y 44.2% hombres, lo cual es una distribución prácticamente igual a la de la muestra total. En cuanto a las edades, la media de quienes recibieron una

Figura 1  
Distribución de los votantes encuestados por edad



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3  
Estadísticos descriptivos de la muestra

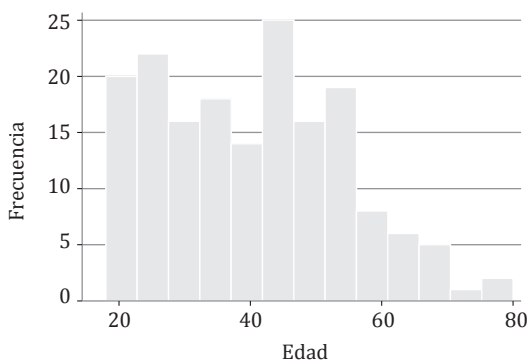
Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Conocido	174	0.443787	0.498306	0	1
Marginación	174	0.568965	0.49665	0	1
Género	174	0.442528	0.498119	0	1
Edad	174	40.36628	14.60792	18	80
Educación	174	8.862069	3.564995	0	16

Fuente: Elaboración propia.

oferta de compra fue de 40.36 y el rango fue de 18 a 80 años; al igual que en el caso de la variable de género, estas características son muy similares a la del total de la muestra.

Como puede observarse en la Figura 2, la distribución por edades de quienes recibieron una oferta de compra de voto es también muy similar a la distribución del total de la muestra y no presenta algún patrón o tendencia que pudiera indicar que la estrategia de compra se centre en algún rango de edad en particular.

**Figura 2**  
Distribución de los votantes que recibieron una oferta de compra de voto por edad



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de educación, la media de quienes recibieron una oferta de voto fue mayor que la del total de la muestra, y de acuerdo con las desviaciones estándar la distribución en el caso de toda la muestra está concentrada en quienes únicamente concluyeron la primaria, mientras que en el caso de quienes sí recibieron una oferta, está concentrada en personas que terminaron la secundaria, lo cual resulta contrario a lo que esperábamos.

## Resultados

En el análisis se probaron diferentes modelos Logit combinando las variables de control. En todos los modelos fue consistente y muy alta la significancia de la existencia de una relación personal con alguien dentro del gobierno como determinante de la probabilidad del uso de la estrategia de compra de voto. En todos los casos, independientemente de las variables de control que se incluyan y la especificación del modelo, el efecto que tiene el hecho que el votante tenga alguna relación con alguien dentro del gobierno sobre la probabilidad de oferta de compra de voto, es positiva y significativa a 99%. En la Tabla 4 se presentan los resultados de los tres principales modelos Logit que se probaron.

En cuanto al nivel de marginación, esta variable también presentó un efecto positivo y significativo (90%) de manera consistente en todos los modelos. Esto indica que los brókers efectivamente enfocan su estrategia en personas que vi-

Tabla 4  
Oferta de compra de voto  
Resultados econométricos y efectos marginales de tres modelos Logit

Variable Independiente	1		2		3	
	Parámetro	Efectos marginales	Parámetro	Efectos marginales	Parámetro	Efectos marginales
constante	-2.02841*** (-13.60)	-	-2.21657*** (-4.98)	-	-1.92464*** (-2.97)	-
margin	0.32476* (1.85)	0.045912*	1.06863* (2.01)	0.043434*	0.308347* (1.80)	0.045623*
conocido	1.12682*** (6.28)	0.18928***	1.06863*** (5.70)	0.176479***	-	-
edad	-	-	-0.0081434 (-0.34)	-0.000306	0.020199 (0.67)	0.002990
edadsq	-	-	-	-	-0.000315 (-0.96)	-0.0000467
género	-	-	0.0749104 (-0.41)	-0.010438	0.098728 (2.57)	0.0146715
edu	-	-	0.035852 (1.33)	0.005		
log likelihood	-419.5228		-414.3177		-443.705	
Chi sq.	40.97		43.76		6.84	
Pseudo R <sup>2</sup>	0.0466		0.0502		0.0076	

Nota: \* Significativos al 90%, \*\*\*99%

Valor del estadístico Z en paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

ven en zonas de mayor marginación. En realidad, los brókers no pueden observar directamente el ingreso de los votantes, por lo que pueden considerar las condiciones de las zonas donde habitan los votantes como un buen indicador de sus niveles de ingreso; así, de acuerdo con el análisis econométrico, concentran su trabajo principalmente en zonas de muy alta marginación.

En cuanto a la variable de género, en ningún modelo se encontró que tuviera un efecto estadísticamente significativo. Estos resultados son consistentes con la estadística descriptiva en donde se puede observar que la distribución entre hombres y mujeres de los votantes que reportaron haber recibido una oferta de compra de voto, es prácticamente igual a la distribución que presenta la muestra, y que a su vez es muy similar a la distribución poblacional en el municipio. Esto refuerza la hipótesis de que los brókers, o representantes de partidos o candidatos, no tienen una preferencia entre hombres y mujeres para realizar la oferta de compra de voto.

Algo similar ocurre con la variable de edad. Como ya se mencionó anteriormente, la distribución de la edad de quienes recibieron una oferta para definir su voto a favor de algún candidato o partido en particular a cambio de cualquier pago, regalo o favor, es muy parecida a la distribución del total de la muestra. De igual forma si se comparan los estadísticos descriptivos del grupo al cual no se le hizo ninguna oferta con los del grupo que reportó haber recibido alguna oferta, se puede observar que son muy similares (Tabla 5).

Tabla 5

Estadística descriptiva de la edad del grupo que no recibió oferta y del grupo que recibió alguna oferta

Grupo	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Sin oferta	767	42.40287	15.87469	18	89
Con oferta	172	40.36628	14.60792	18	80

Fuente: Elaboración propia.

Se probó si la diferencia de medias entre quienes recibieron una oferta para comprar su voto y quienes no recibieron ninguna oferta era significativa. La prueba T indica que la diferencia de medias entre los dos grupos no es estadísticamente significativa (Tabla 6).

En cuanto a los resultados econométricos, se especificó tanto un modelo lineal en la edad, como un modelo que permitiera alguna relación no lineal entre la edad y la probabilidad de ofrecer la compra del voto. Como puede verse en la Tabla 4, en ningún caso se encontró que la edad tuviera algún efecto significativo sobre la probabilidad de que se realizara alguna oferta de compra de voto. Lo anterior implica que no hay evidencia de que exista alguna relación entre la edad de los votantes y

Tabla 6  
Diferencias de medias de edad entre el grupo sin oferta  
y el grupo con oferta de compra de voto

Media de edad del grupo sin oferta	Media de edad del grupo con oferta	Diferencia	T-test
42.40287	40.36628	-2.036589	-1.54

Fuente: Elaboración propia.

la probabilidad de que se les ofrezca obtener su voto a cambio de cualquier favor, pago o regalo por parte de algún bróker o representante de un partido político o candidato.

Como ya se mencionó, el signo del parámetro correspondiente a los años de escolaridad, tiene el signo contrario a lo que se hubiera esperado; sin embargo, en ningún caso esta variable fue significativa. Esto es entendible si consideramos que el nivel de estudio de los electores no es observable para los brókers, por lo que no pueden discriminar en función de esta variable.

De esta forma, los resultados de los análisis estadísticos y econométricos muestran evidencia de que el uso de estrategias que buscan establecer relaciones clientelares para la obtención del voto a cambio de favores o regalos, o a cambio de un pago, se llevan a cabo entre los votantes independientemente de su edad, de su género y de su nivel de educación.

En este caso, de una muestra de 963 votantes, 172 (24%), fueron abordados por algún bróker para buscar obtener su voto a favor de determinado partido a cambio de pago, favor o regalo. Esta aproximación de los brókers con los electores para intentar comprar su voto está fuertemente determinada por el hecho de que el elector conozca a alguien que trabaje en el gobierno, por lo que podemos deducir que es esta relación personal la que determina que el bróker realice la oferta.

Encontramos también que los brókers buscan hacer más eficiente su esfuerzo de compra enfocándose en electores que viven en las zonas de mayor marginación.

No encontramos evidencia que muestre que exista alguna diferencia entre quienes recibieron la oferta y quienes no la recibieron en cuanto a sus edades y su género. Tampoco el nivel de educación determinó la probabilidad de que un bróker intente comprar el voto de un elector, probablemente porque esta variable no es observable para los brókers de manera directa.



## Conclusiones

En este trabajo tratamos de encontrar evidencia sobre los efectos que han podido tener las reformas de las instituciones electorales en el país, particularmente de tipificar la compra de votos como un delito electoral, sobre el uso de la estrategia clientelar de la compra del voto. Para ello levantamos una encuesta con 963 observaciones con el fin de estudiar los determinantes de la probabilidad de que un bróker se aproxime a un elector para intentar comprar su voto. Nuestra hipótesis plantea que a diferencia de las décadas anteriores, si el cambio institucional ha tenido algún efecto la práctica de compra del voto se ha dejado de realizar de manera indiscriminada y abierta para hacerse de forma más cuidadosa, focalizándose en votantes que le garanticen seguridad a los brókers; es decir, votantes con quienes los brókers mantengan alguna relación personal que les asegure que no serán denunciados al proponer cambiar el voto de la gente por algún bien o favor.

Nuestros resultados proveen indicios que efectivamente las reformas institucionales han cambiado la forma de la estrategia de compra de votos. Encontramos que la variable determinante en la probabilidad de que un ciudadano reciba una oferta para comprar su voto es el hecho de conocer y tener alguna relación con alguien que trabaje en el gobierno. Podemos deducir que los brókers del partido en el gobierno intentan comprar el voto principalmente de personas que conocen y no llevan a cabo esta práctica de manera indiscriminada y abierta; esto muy probablemente con el fin de minimizar la probabilidad de ser denunciados. Podemos concluir entonces que los cambios en las instituciones electorales del país han disminuido la práctica de este tipo de estrategia, aunque no se ha logrado erradicar; la cuarta parte de nuestra muestra recibió una oferta de compra de voto, lo cual sigue siendo sumamente alto. No obstante, no debemos perder de vista que nuestra muestra se tomó de personas que son beneficiarios de un programa social, por lo que seguramente esto eleva la probabilidad de ser abordados con el fin de obtener su apoyo político y sus votos para el partido en el gobierno.

Hay que decir también que otro de los hallazgos es que los brókers discriminan entre quienes viven en condiciones de mayor marginación, por lo que podemos decir que los brókers y quienes diseñan las estrategias de proselitismo partidista, consideran que el más probable que personas con condiciones de vida más difíciles tenderán a cambiar su voto por otros bienes o favores, más fácilmente. Nuestros resultados también muestran que el empleo de la estrategia de compra de voto durante periodos electorales no está determinada por el nivel de educación ni por la edad ni por el género del votante.

## Referencias

- Cornelius, W. (2004). Mobilized voting in the 2000 elections: The changing efficacy of vote buying and coercion in Mexican electoral politics. En J. I. Domínguez y C. H. Lawson (Eds.), *Mexico's pivotal democratic elections: Candidates, voters, and the presidential campaign of 2000*. CA, EE.UU.: Stanford University Press.
- Fox, J. (1994). The difficult transition from clientelism to citizenship: Lessons from Mexico. *World Politics*, 46 (2), 151-184.
- Gatica, L. y Soto, G. (2012). Competencia política, empleo burocrático y radicalización partidista: un análisis formal de la eficiencia en la provisión de bienes públicos. *Economía Mexicana*, XXI (2), 351-372.
- Lawson, C. y Greene, K. F. (2012). *Self-enforcing clientelism*. Recuperado el 25 de enero de 2018, de <http://studylib.net/doc/17848357/self-enforcing-clientelism-chappell-lawson-kenneth-f-greene>
- Magaloni, B. (2008). *Voting for autocracy: Hegemonic party survival and its demise in Mexico*. Nueva York, EE.UU.: Cambridge University Press.
- Nitcher, S. y Palmer-Rubin, B. (2014). Clientelism, declared support and Mexico's 2012 campaign. En J. I. Domínguez, K. F. Greene y C. H. Lawson (Eds.), *Mexico's evolving democracy: A comparative study of the 2012 elections*. Baltimore, EE.UU.: Johns Hopkins University Press.
- Schedler, A. (2004). El voto es nuestro: ¿cómo los ciudadanos mexicanos perciben el clientelismo electoral? *Revista Mexicana de Sociología*, 66 (1) 55-97.
- Schroeter, B. (2010). Clientelismo: ¿un concepto social y/o político? *Revista Mexicana de Sociología*, 72 (1), 141-175.
- Stokes, S., Dunning, T. Nazareno, M. y Brusco, V. (2014). *Brokers, voters and clientelism: The puzzle of distributive politics*. Nueva York, EE.UU.: Cambridge University Press.

## PARTE II

# Pobreza, distribución del ingreso y crecimiento económico



# Pobreza, desigualdad y crecimiento económico: una estimación para las regiones en México

Baruch Ramírez-Rodríguez  
Xóchitl Valdez-Castro

*Resumen.* Utilizando las metodologías propuestas por Ravallion y Chen (2001) y Kakwani y Pernia (2000) para medir el impacto del crecimiento económico sobre la reducción de la pobreza, se estiman estos indicadores para las diferentes regiones mexicanas durante el periodo de 1987 a 2005. Nuestro objetivo es estimar periodos de crecimiento, su relación con la pobreza y la distribución a partir de un mosaico de posibilidades que existen en la literatura. Encontramos que las posibilidades teóricas en realidad no son agotadas en la literatura existente en virtud de las posibilidades que arrojan los resultados de nuestras estimaciones, las cuales sugieren que no existe un patrón regional definido en la relación crecimiento del ingreso, pobreza y distribución, sino que son una variedad de episodios con distintos matices en cuanto a lo benéfico que pueden resultar para la reducción de la pobreza los que permean la experiencia regional mexicana.

## Introducción

La historia económica mexicana está llena de episodios que permiten poner a prueba algunas de las afirmaciones teóricas que han sobrevivido por más de 50 años. Una de ellas es si el crecimiento económico por sí solo reduce la pobreza como lo sugirió Simón Kuznets (1955). Dollar y Kraay (2001, 2002) propusieron una nueva versión de la hipótesis de Kuznets en la que además aseguran que las economías abiertas al comercio logran tasas de crecimiento más altas y en consecuencia reducción de la pobreza más acelerada. Recientemente Dollar, Kleineberg y Kraay (2014) han argumentado que el crecimiento promedio (con apertura al comercio) beneficia tanto a los pobres como a todos los demás en la economía. Por supuesto, han surgido una serie de cuestionamientos en relación con esta hipótesis. Sin embargo, uno que no se ha analizado y discutido suficientemente tiene

que ver con los impactos regionales del crecimiento económico sobre la pobreza y la desigualdad.

Otros investigadores argumentan que, de hecho, lo que sucedió en algunas experiencias de crecimiento en países pobres es una relación perversa donde el crecimiento económico conduce a una mayor desigualdad y, a su vez, a una situación en la que hay tasas de pobreza más altas (Bhawati y Srinivasan, 2002). Esta visión parece demasiado extrema a la luz de los datos mexicanos. Por supuesto, hay periodos y regiones en los que pareciera que ocurre este tipo de situación, pero también hay episodios y regiones en las que realmente ha habido un crecimiento favorable hacia los pobres.

El objetivo de este trabajo es retomar empíricamente las definiciones de episodios de crecimiento llamados “pro-poor growth”<sup>1</sup> encontradas en autores como Nanak Kakwani y Martin Ravallion y proponer una clasificación de los mismos en las regiones mexicanas. La organización del documento es la siguiente: iniciamos con una introducción sobre la problemática a analizar. Continuamos con una discusión sobre los conceptos e ideas sobre el crecimiento a favor de los pobres que surgió en un debate entre Nanak Kakwani y Martin Ravallion a principios de la década de 2000. Dicha discusión guía nuestro análisis para responder la siguiente pregunta: ¿cuándo el crecimiento se considera “pro-poor”? Para ello, presentamos dos cuadros que buscan identificar situaciones donde las definiciones se aplican.

En la siguiente sección se presentan los pasos metodológicos para identificar a los pobres, medir la desigualdad y mezclar estas dos medidas con las tasas de crecimiento de los ingresos de manera que al final tenemos una medida compuesta de “pro-poorness”. Esta medida se presenta y brevemente se discute posteriormente. En nuestra investigación surgieron varias situaciones que eran diferentes a las discutidas tanto por Kakwani como por Ravallion. Esas situaciones necesitan un análisis más profundo ya que son mucho más complejas que las explicaciones discutidas en la construcción teórica. Este trabajo no cubre la discusión pormenorizada de episodios de crecimiento que no encajan en las construcciones teóricas presentadas aquí.

---

<sup>1</sup> Utilizamos los términos empleados en la literatura para evitar desvirtuar la idea original de los autores; así “pro-poor growth” es un anglicismo para crecimiento a favor de los pobres, pero dado que existen varias posibilidades de favorecer a los pobres no hacemos una traducción literal o cercana. Por ejemplo, mediante reducción de la desigualdad solamente o aumento del ingreso sin reducir la desigualdad, entre otras posibilidades.

## Pobreza, desigualdad y crecimiento económico

A principios de 2005, la comunidad de los economistas del desarrollo fue testigo de un interesante debate metodológico. Los dos principales exponentes, cuyas propuestas sirvieron de base para dicha discusión, no solo eran reconocidos académicos, sino que también representaban a dos de las instituciones más importantes interesadas en el desarrollo económico y social: el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Banco Mundial (BM). Para Kakwani (IPC-PNUD),<sup>2</sup> un episodio de crecimiento económico que favorece a los más pobres al reducir tanto la pobreza como la desigualdad y que inclusive mejora el nivel de ingreso de los pobres merece ser llamado "pro-poor growth". Por otro lado, para Martin Ravallion (BM) "pro-poor growth" es un episodio de crecimiento que reduce los niveles de pobreza.

Si bien el uso de un índice que incluye tres restricciones es difícil de aplicar a las experiencias de desarrollo, como propone Kakwani; un enfoque más relajado que solo se centra en la identificación de periodos con un crecimiento positivo combinado con cambios negativos en los niveles relativos de pobreza, independientemente de los movimientos de desigualdad, como propone Ravallion, puede ser más atractivo desde un punto de vista pragmático. Lo que está detrás de cada propuesta al final es el enfoque de las instituciones internacionales respecto del problema de la pobreza.

En esta investigación nos interesa presentar ambos enfoques y sus implicaciones: por lo tanto, se hace un esfuerzo especial para vincular la discusión conceptual con las características de las encuestas y los pasos metodológicos generales necesarios para aportar evidencia sobre la situación de los pobres antes de los episodios de crecimiento en las regiones en México.

### El índice de Kakwani

La tasa de crecimiento equivalente "pro-poor" (PEGR) es un promedio ponderado de los cambios relativos en el nivel de pobreza y desigualdad. Cuando se compara con la tasa de crecimiento económico ( $g$ ) el índice de Kakwani identifica si ese episodio de crecimiento es "pro-poor". Cuando el valor del índice PEGR es mayor que la tasa de crecimiento de la economía ( $g$ ) se trata de un periodo de crecimiento "pro-poor". Por el contrario, en caso de que el índice PEGR sea menor que ' $g$ ', se trata de un periodo de crecimiento "anti-pobre". También está presente la posibilidad de un tercer tipo de crecimiento que favorece a los pobres cuando ' $g$ ' no es signi-

---

<sup>2</sup> International Poverty Centre, perteneciente al PNUD.

ficativamente diferente de la tasa convencional de crecimiento económico. Por lo tanto, utilizar la tasa de crecimiento equivalente implica en su etapa final por lo menos dos aspectos. En primer lugar, calcular realmente dicho valor; en segundo lugar, comparar el índice PEGR con la tasa de crecimiento económico convencional para el periodo bajo investigación.

En otras palabras, de las encuestas de los hogares se identifica la pobreza, y también se estima la desigualdad. Finalmente, los ingresos de los pobres se añaden a la fórmula. Las matemáticas PEGR varían de simples a complicadas, la idea es capturar dos factores respecto de la pobreza: cambios en el crecimiento económico y cambios en la desigualdad.

El primer factor es la magnitud de la tasa de crecimiento económico: cuanto mayor es la tasa de crecimiento, mayor es la reducción de la pobreza. El crecimiento es generalmente acompañado por cambios en la desigualdad; un aumento en la desigualdad reduce el impacto del crecimiento en la reducción de la pobreza (Kakwani y Son, 2004: 7).

Como se señaló anteriormente, los aportes de Kakwani son tres: un umbral de pobreza, una estimación de la desigualdad y el ingreso per cápita de cada hogar. Su procedimiento parte de estimar la función de densidad de probabilidad de cada año o edición de la encuesta, la cual captura el empleo una vez definida una línea de pobreza ( $z$ ); también captura la brecha de pobreza para un ingreso familiar dado ( $x$ ), que es la distancia de la renta per cápita media de los pobres al valor monetario de la línea de pobreza. Las siguientes expresiones demuestran que tanto el nivel de pobreza como las brechas dependen del nivel en que se establece la línea de pobreza y de la forma en que los ingresos se distribuyen entre los pobres.

En otras palabras, una vez establecida la línea de pobreza, los hogares pobres son ordenados ascendentemente, se calcula el número de hogares bajo dicho umbral y se mide la distancia media del ingreso per cápita del hogar a la línea de pobreza. Una suposición es que si un ingreso del hogar es igual a la línea de pobreza entonces ese hogar no es pobre. Una vez establecida dicha disposición, diferenciando dicha función, podemos obtener la tasa de crecimiento del ingreso per cápita y, por lo tanto, identificar los cambios en los niveles de pobreza.

$$(1) \quad \frac{d\theta}{\theta} = \frac{1}{\theta} \int_0^z \frac{\partial P}{\partial x} d(x) f(x) dx$$



donde  $\frac{d\theta}{\theta}$  es el cambio en el índice de crecimiento “pro-poor”,  $\frac{1}{\theta} \int_0^z \partial P \frac{\partial P}{\partial x} d(x)$  es el cambio promedio en el indicador de pobreza ante cambios

en el ingreso (elasticidad de la pobreza al ingreso),  $z$  es la línea de pobreza y  $f(x) = d \ln(x(p))$ , es la tasa de crecimiento de los ingresos de los hogares en el percentil  $p$ . Un paso posterior en el método de Kakwani es la introducción de la curva de Lorenz, la cual captura los cambios en la desigualdad. Haciendo esto, los tres elementos se mezclan por completo. La curva de Lorenz dada por  $x(p) = \mu L'(p)$  el ingreso medio de la sociedad ( $\mu$ ) y la primera derivada de la función de Lorenz. El significado de esta expresión es que los ingresos de los pobres dependerán de dos factores: a) el nivel del ingreso medio global en la sociedad, y b) cambios en la distribución del ingreso de la sociedad en su conjunto.

Hasta ahora hemos presentado los elementos para calcular la PEGR. Para hacer realmente el cálculo empírico, Kakwani explica “cómo calcular la tasa de crecimiento equivalente a pro-poor” (Kakwani y Son, 2004: 11). Esto se hace mediante la obtención de la diferencia entre dos periodos, la elasticidad de la pobreza a las tasas de crecimiento de los ingresos. A continuación se presenta esta diferencia.

$$(2) \quad \hat{\delta} = (\ln[\theta(z, \mu_2, L_2(p))] - \ln[\theta(z, \mu_1, L_1(p))]) / \hat{\gamma}$$

donde  $\hat{\delta}$  denota la elasticidad total de la pobreza,  $z$  es la línea de pobreza,  $\mu_1, \mu_2$  son los ingresos medios en dos periodos, y la curva de Lorenz  $L_1(p), L_2(p)$  para  $t_1$  y  $t_2$ , respectivamente. Tal formulación se traduce de la siguiente forma:

$$E_{y_2-y_1} = \frac{IP, LP \text{ y } D \text{ año } 2 - IP, LP \text{ y } D \text{ año } 1}{\text{Cambios en la desigualdad}}$$

donde  $E$  = elasticidad,  $IP$  = ingreso de los pobres,  $LP$  = línea de pobreza y  $D$  = distribución.

Esto significa que tener los tres factores, comparando un año posterior con uno anterior y luego estandarizado por el cambio total en el aumento de la desigualdad es la elasticidad total de la pobreza a los ingresos de los pobres dado los

cambios en la desigualdad. Además, Kakwani define dos índices más: una estimación de la elasticidad de crecimiento de la pobreza para indicar el ingreso per cápita denotado por  $\hat{\eta}$ , y una estimación de la elasticidad de crecimiento de la pobreza a la desigualdad denotada por  $\hat{\xi}$ . Para finalmente presentar la manera en que se puede calcular el PEGR con  $\hat{\delta} = \hat{\eta} + \hat{\xi}$ . La elasticidad total de la pobreza depende de los cambios en los ingresos  $\hat{\eta}$  y de los cambios en la desigualdad  $\hat{\xi}$ .

Sin embargo, surgen un número de posibilidades de las combinaciones potenciales en la dirección del cambio en tales factores. El aumento o disminución de los niveles de pobreza combinados con el aumento de la desigualdad y el ingreso per cápita implicaría muchas más situaciones que las sugeridas por Kakwani. Por ejemplo, la Tabla 1 muestra todas las combinaciones posibles de los tres elementos. Está claro que solo una opción cumple plenamente lo que Kakwani quiere referir con un crecimiento en favor de los pobres: la caída de la pobreza y los niveles de desigualdad acompañados por un crecimiento del ingreso per cápita. Como se puede observar en la Tabla 1, hay muchas más situaciones que no están cubiertas por la propuesta teórica de Kakwani.

Tabla 1  
Propuesta “pro-poorness” de acuerdo con Kakwani

Número	Pobreza	Desigualdad	Ingreso	Grado de “pro-poorness”
1	+	+	+	Crecimiento anti-pobre
2	+	+	-	Estancamiento anti-pobre
3	+	-	+	Crecimiento que favorece a los pobres (Cortés)
4	+	-	-	Desaceleración que favorece a los pobres
5	-	+	+	“pro-poor growth” (China)
6	-	+	-	Decremento anti-pobre
7	-	-	+	“pro-poor growth” (Kakwani-Vietnam)
8	-	-	-	Estancamiento que favorece a los pobres

Nota: Se adopta el término estancamiento como opuesto a crecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Claramente, todavía hay margen para caracterizar episodios en la relación crecimiento-pobreza-desigualdad. Hay siete posibilidades más, pero más especí-

ficamente, hay otra situación en la que los cambios en la pobreza y la desigualdad son negativos, una condición requerida por el índice PEGR.

### El índice de Ravallion

El enfoque de Ravallion crecimiento pro-pobre es bastante simple y fácil de cumplir. Solo significa tener tasas positivas de crecimiento económico junto con tasas negativas de crecimiento en los niveles de pobreza. Más tarde, al debatir con Kakwani, Ravallion sugiere que los episodios de crecimiento son “más o menos favorables a los pobres”, pero no se sugiere ni implica ningún umbral en cuanto a tales grados de pro-pobreza. Tal vez Ravallion se refirió a la experiencia vietnamita como el “más” y a la experiencia de China como la “que favorece” a los pobres. Las implicaciones metodológicas son: identificar los episodios de crecimiento como “más” a favor de los pobres (tipo vietnamita), donde la pobreza y la desigualdad disminuyen y los ingresos de los pobres aumentan. El “menos” favorable a los pobres (tipo chino) implicaría una combinación de tasas de crecimiento negativas de pobreza y tasas positivas de crecimiento económico.

Ravallion y Chen (2001, 2003) desarrollaron una metodología para identificar las tasas de crecimiento en favor de los pobres, que al menos cumplen con lo siguiente: “1) la medida debe ser consistente con la dirección del cambio en la pobreza”, y 2) “la medida de la pobreza implícita en la medida del crecimiento en favor de los pobres debe satisfacer los axiomas estándar para la medición de la pobreza” (2001: 95).

Su cálculo se basa en dos pasos, el primero captura la pobreza mediante el uso del índice de pobreza de Watts (1968), que satisface esos axiomas y emerge como la mejor opción.<sup>3</sup> Ésta captura la severidad de la pobreza y su forma funcional es la siguiente:

$$(3) \quad \omega = \sum_{i \in L} N_i \log(w_i)$$

donde  $L$  es el conjunto de subíndices pertenecientes a las fuentes de ingresos del hogar.  $N$  es el tamaño de la familia, y  $w_i$  es la proporción de bienestar familiar que debe compararse con la línea de pobreza, no incluida en la fórmula pero que se indica como  $w^*$ . En una presentación más avanzada, el índice de Watts se especifica de la siguiente manera:

<sup>3</sup> Sin embargo, cualquier otro índice de pobreza puede emplearse como el Índice de Foster, Greer y Thorbecke (IFGT).

$$(4) \quad \omega = \int_0^{H_t} \log \left[ \frac{z}{y_t(p)} \right] dp$$

donde  $\omega_t$  es el índice de pobreza de Watts para el periodo  $t$ ,  $z$  es la línea de pobreza,  $y_t$  es el ingreso del hogar “ $i$ ”,  $H_t$  es la incidencia de la pobreza.

Esto compara los ingresos del hogar “ $y$ ” en el periodo “ $t$ ” con el nivel de la línea de pobreza ( $z$ ). Si se agrega esto hasta la línea de pobreza se obtendrá el índice de incidencia de la pobreza ( $H_t$ ).

El segundo paso consiste en obtener el índice de crecimiento en favor de los pobres, que es “la tasa de crecimiento real multiplicada por la relación entre el cambio real en el índice de Watts y el cambio que se habría observado con la misma tasa de crecimiento” (Ravallion y Chen, 2003: 96).

La forma final del índice es

$$(4) \quad \frac{dW_t}{dt} = \int_0^{H_t} \frac{d \log y_t(p)}{dt} dp = \int_0^{H_t} g_t(p) dp$$

En otras palabras, es el porcentaje de cambio en el índice de pobreza de Watts como resultado del porcentaje de cambio en el crecimiento. En términos económicos debe llamarse la elasticidad de la pobreza al crecimiento. Este enfoque es menos restrictivo que el propuesto por Kakwani, pero todavía hay una serie de posibilidades que no están totalmente descritas o no se consideran en absoluto en el debate de lo que es el crecimiento en favor de los pobres (Tabla 2).

Tabla 2  
Propuesta “pro-poorness” de acuerdo con Ravallion

Número	Pobreza	Desigualdad	Ingreso	Grado de “pro-poorness”
1	+	+	+	Crecimiento anti-pobre
2	+	+	-	Estancamiento anti-pobre
3	+	-	+	No definido
4	+	-	-	No definido
5	-	+	+	“Pro-poor growth” (Ravallion-China)
6	-	+	-	Estancamiento en favor de los pobres (-)
7	-	-	+	“Pro-poor growth” (+)
8	-	-	-	Estancamiento en favor de los pobres (-)

Fuente: Elaboración propia.

## Identificando los patrones de crecimiento en las regiones mexicanas

La idea general detrás de la metodología de Kakwani es combinar tres aspectos: un índice de pobreza (Watts, IFGT), un índice de desigualdad (Gini, Lorenz, etcétera) y un índice de crecimiento económico (crecimiento del ingreso per cápita) en un solo indicador que puede compararse con la tasa estándar de crecimiento económico. Por lo tanto, lo que se mide al final, no solo es crecimiento sino redistribución. Ravallion, por otra parte, se centra en tener dos índices, uno para el crecimiento y otro para la pobreza. En su enfoque no se discute la redistribución, ya que es posible encontrar experiencias de países con tasas positivas de crecimiento económico acompañadas de reducciones en los niveles de pobreza y, al mismo tiempo de mayor desigualdad.

Tales experiencias son los casos de estudio de Vietnam y China. Son utilizados por Kakwani y Ravallion respectivamente y se convierten en un buen ejemplo en el debate. Mientras que el primero explica la reducción de la pobreza y la desigualdad con mejoras en el ingreso per cápita, este último solo señala las reducciones de la pobreza combinadas con una mayor desigualdad y el ingreso per cápita. Se propone analizar primero el comportamiento de estos tres factores en las regiones mexicanas. Nuestro objetivo es identificar el patrón de los episodios de crecimiento utilizando los planteamientos de Kakwani y Ravallion. Además, podemos dividir la pobreza en pobreza extrema y pobreza. La Tabla 3 muestra las tenden-

Tabla 3  
Tendencias de la pobreza extrema, pobreza y desigualdad, 1984-2004

Año	Pobreza extrema		Pobreza		Desigualdad	
	Hogares	Porcentajes	Hogares	Porcentajes	GINI	THEIL
1984	3 215 148	22.77	6 606 032	46.78	0.454	0.223
1989	3 615 937	22.66	8 466 570	53.06	0.491	0.267
1992	3 212 193	18.03	7 984 348	44.81	0.539	0.328
1994	3 323 133	17.09	8 604 465	44.26	0.512	0.290
1996	5 032 672	24.59	10 974 591	53.62	0.507	0.287
1998	5 328 573	24.04	11 634 260	52.49	0.515	0.293
2000	4 388 555	18.69	10 610 798	45.18	0.516	0.294
2002	3 901 096	15.83	10 978 516	44.54	0.486	0.260
2004	3 775 402	14.61	11 054 358	42.77	0.485	0.257

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH del INEGI, ediciones 1984 a 2004.

cias de pobreza y desigualdad. Es importante destacar que solo se refieren a los porcentajes de pobreza estimados por los ingresos de los hogares.

Como se aprecia en la Tabla 3, las tendencias de la pobreza presentan aproximadamente el mismo patrón durante el periodo. Siendo 1989-1992, 1998-2000 y 2002-2004 periodos de pronunciadas reducciones en la pobreza general. Quizá debido al hecho de que la economía mexicana estaba saliendo del peor periodo de crisis, el cual ocurrió en la década de los años ochenta, para el primer periodo. Para el segundo periodo 1998-2000, la reducción de la pobreza se debe quizás a una respuesta que los hogares han desarrollado ante periodos de crisis en los que cuentan con menores ingresos reales y que consiste en aumentar la oferta laboral de miembros del hogar, ya sea por trabajar más horas o por agregar más miembros del hogar al mercado laboral. Para el último periodo, una relativa estabilidad en la situación macroeconómica combinada con los altos precios del petróleo permitió que los programas contra la pobreza funcionaran relativamente sin problemas.

En cuanto a la tendencia de la desigualdad en el periodo, hubo un gran incremento en la inequidad en los años ochenta. El índice de Gini pasó de 0.46 a 0.54, lo que indica un proceso de concentración de ingresos. A comienzos de los años noventa, la desigualdad se redujo de 0.54 a 0.50, permaneciendo sin cambios hasta 2000. Por otra parte, hubo reducciones adicionales en 2000-2002 y 2002-2004, siendo más pronunciada la primera y ligeramente perceptible la segunda.

En cuanto a la relación pobreza-desigualdad, no es tan claro como explicar que a principios del periodo de análisis los incrementos pronunciados de la desigualdad se acompañen de reducciones en la pobreza extrema y la pobreza. El periodo 1989-1992 es un ejemplo. El coeficiente de Gini aumentó de 0.50 a su valor más alto durante el periodo, 0.54, mientras que la pobreza extrema se redujo de 22.66% a 18% en 1989 y 1992, respectivamente. Además, la pobreza decreció de 53% a 44.8%. Estos patrones hacen que sea difícil encajar tales situaciones en la discusión sobre el crecimiento "pro-poor", ni por PEGR ni por la elasticidad de Ravallion.

No significa necesariamente que los pobres estuvieran mejor en ese entonces porque los niveles de pobreza son más bajos. Tampoco implica que los pobres se encuentren peor. Todavía hay muchas formas en que la desigualdad puede ser más alta y, sin embargo, los niveles de pobreza disminuyan. Por ejemplo, Cortés (2000) sostiene que en México existe una tendencia a la igualdad por empobrecimiento masivamente a los hogares.

Su argumento señala que como respuesta a la serie de crisis e inestabilidad macroeconómica que México pasó desde principios de los ochenta, los adultos que ya trabajaban tienden a extender las horas de trabajo, en primer lugar. En se-

gundo lugar, la expulsión de más miembros al mercado de trabajo, o expulsándolos fuera del país es otra manera de hacer frente a dicha inestabilidad económica dentro del hogar. Al final, como resultado de esta mayor utilización del trabajo, los ingresos de los hogares son también más altos y, por lo tanto, la distribución del ingreso parece experimentar una tendencia hacia la igualdad. En resumen, ingresos más altos y niveles de pobreza más bajos no están, desde nuestro punto de vista, conectados al crecimiento económico sino a una serie de posibilidades cuyo crecimiento es solo otro.

Asimismo, analizar la situación de los pobres durante un episodio de crecimiento bien podría implicar el ejercicio de calcular el PERG o las elasticidades de Ravallion o ambas. Sin embargo, también implicaría emprender un debate que, a nuestro juicio, está fuera de nuestro alcance. Nuestro interés consiste en identificar “pro-poorness” del crecimiento económico y caracterizar dichos periodos en episodios de acuerdo con la literatura analizando la dirección del cambio en los niveles de pobreza, la desigualdad y el ingreso per cápita. Podemos hacerlo realizando una versión más sencilla del debate que incluya todas las posibilidades, los argumentados por Kakwani, Ravallion y los que quedaron fuera, como señalamos anteriormente. La Tabla 4 presenta un conjunto bastante más completo de posibilidades.

### Datos y resultados

Nuestros datos provienen de Encuestas Nacionales de Ingresos y Gastos (ENIGH), las cuales son representativas en el nivel nacional, urbano/rural. Dividimos datos en nueve regiones urbanas y rurales, de manera que, construimos un panel

Tabla 4  
Propuesta para indentificar “pro-poorness”

Número	Pobreza	Desigualdad	Ingreso	Grado de “pro-poorness”
1	+	+	+	Crecimiento anti-pobre
2	+	+	-	Estancamiento anti-pobre
3	+	-	+	Crecimiento que favorece a los pobres (Cortés)
4	+	-	-	Estancamiento que favorece a los pobres
5	-	+	+	“Pro-poor growth” (China)
6	-	+	-	Estancamiento anti-pobre
7	-	-	+	“Pro-poor growth” (Vietnam)
8	-	-	-	Estancamiento que favorece a los pobres

Nota: Utilizamos la nomenclatura propuesta en la literatura para mayor referencia.

Fuente: Elaboración propia.

de datos de 1984 hasta 2004. Ambas medidas fueron estimadas, la pobreza por ingresos y la pobreza por gasto. Los valores monetarios se refieren a los valores de la primera quincena de agosto de 2000. La pobreza y pobreza extrema fueron definidas por la línea de pobreza Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) ajustada por inflación. El índice de pobreza utilizado es el IFGT (Foster, Greer y Thorbecke, 1984).

Hemos optado por proponer el análisis de la relación crecimiento-pobreza-desigualdad agrupando datos para regiones. Éstas son definidas desde un criterio de continuidad geográfica de las fronteras estatales explicados políticamente. La unidad de observación ideal estaría dada por las entidades, debido a que siguen una misma dirección política. Sin embargo, a causa de que los datos de las encuestas no son representativos en ese nivel, tratamos de utilizar la unidad de observación que nos permitiera utilizar la representatividad de los cuestionarios y que tuviera algún sentido en términos de patrón de desarrollo. Desde luego, nuestra definición es discutible. La Figura 1 muestra la definición adoptada para el análisis.

Figura 1

Mapa de las regiones mexicanas para el análisis de crecimiento “pro-poor”



Fuente: Elaboración propia.



### “Pro-poorness” y las regiones en México

“Pro-poorness” consiste en una combinación de tres situaciones: reducción de los niveles de pobreza, reducción del nivel de desigualdad e incremento de los ingresos de los pobres. Nos referimos aquí a estas tres condiciones que siguen la sugerencia de Kakwani. En tanto que para el enfoque seguido por Ravallion, el indicador se acercaría a la definición “pro-poor” si solo se mantienen los cambios negativos en la pobreza sin importar lo que suceda con la desigualdad y con los ingresos.

La Tabla 5 contiene información sobre los cambios en los niveles nacionales de pobreza extrema, pobreza, desigualdad e ingreso per cápita de los hogares (columnas A a la D). Las columnas E1 y E2 muestran el resultado de la evaluación que llevamos a cabo usando la dirección de esos cambios (signos). La información se refiere a los periodos entre encuestas. Por ejemplo, evaluamos los cambios ocurridos entre 1984-1989, 1989-1992, 1992-1994, y así sucesivamente. En otras palabras, esta evaluación no cubre los cambios ocurridos al omitir las ediciones de la muestra, por ejemplo, 1984 y 1996.

Tabla 5  
Clasificación de episodios de crecimiento económico

	Cambios en pobreza extrema A	Cambios en pobreza B	Cambios en la desigualdad C	Cambios en el ingreso per cápita D	“Pro-poorness” €	
					Pobreza extrema (E1)	Pobreza (E2)
1984- 1989	-0.47 (-)	13.42 (+)	8.06 (+)	4.25 (+)	“Pro-poor growth” (China)	Crecimiento anti-pobre
1989- 1992	-20.46 (-)	-15.56 (-)	9.80 (+)	17.96 (+)	“Pro-poor growth” (China)	“Pro-poor growth” (China)
1992- 1994	-5.17 (-)	-1.22 (-)	-5.00 (-)	-6.02 (-)	Crecimiento a favor de pobres	Crecimiento a favor de pobres
1994- 1996	43.85 (+)	21.15 (+)	-0.95 (-)	-21.42 (-)	Crecimiento a favor de pobres	Crecimiento a favor de pobres
1996- 1998	-2.23 (-)	-2.10 (-)	1.50 (+)	-0.16 (-)	Crecimiento anti-pobre	Crecimiento anti-pobre

	Cambios en pobreza extrema A	Cambios en pobreza B	Cambios en la desigualdad C	Cambios en el ingreso per cápita D		"Pro-poorness" €
1998- 2000	-22.27 (-)	-13.93 (-)	0.29 (+)	16.88 (+)	"Pro-poor growth" (China)	"Pro-poor growth" (China)
2000- 2002	-15.31 (-)	-1.43 (-)	-5.77 (-)	-3.56 (-)	Crecimiento a favor de pobres	Crecimiento a favor de pobres
2002- 2004	-7.70 (-)	-3.96 (-)	-0.37 (-)	1.19 (+)	"Pro-poor growth" (Vietnam)	"Pro-poor growth" (Vietnam)

Nota: Las cifras son porcentaje de las tasas de crecimiento, referente a pobreza y desigualdad como medida de ingreso.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH del INEGI, ediciones 1984 a 2004.

El crecimiento pro-pobre para el caso de los extremadamente pobres mexicanos parece estar dentro del patrón chino descrito por Ravallion o en una situación intermedia que podría beneficiar a los pobres y lo llamamos "crecimiento que favorece a los pobres". Ambos tipos de periodos de crecimiento están presentes en tres episodios de crecimiento cada uno. En contraste, dos periodos se situaron en la categoría de los pobres. De ellos, uno cayó en el patrón chino y el otro en el vietnamita.

### Crecimiento "pro-poor": patrón chino

"Pro-poorness" bajo el patrón chino significa que los niveles de pobreza se reducen independientemente de los cambios en la desigualdad y los ingresos. El nivel de pobreza extrema se redujo moderadamente durante el primer periodo ("pro-poorness" tipo chino) para los extremadamente pobres, periodo 1984-1989. A pesar de que nuestro interés es en la dirección (relación) más que en la magnitud, observamos que los resultados son muy bajos para los niveles de pobreza extrema (-0.47), la desigualdad aumentó de manera importante (+8.06) y los ingresos crecieron moderadamente (+4.25).

Por el contrario, para el periodo siguiente (1989-1992) tales cambios fueron opuestos. El porcentaje de hogares bajo la línea de pobreza extrema se redujo notoriamente (-20.46); el incremento de la desigualdad apenas se diferencia del pe-

riodo anterior (+9.8), y la tasa de crecimiento de los ingresos (+17.96) casi explica la reducción del nivel de pobreza extrema. Un número de posibilidades podría dar cuenta de este comportamiento. Aquí exploramos dos: a) que los programas contra la pobreza funcionaron bien y realmente redujeron la pobreza al aumentar los ingresos (Levy, 1996), y b) que los hogares agrandaran tanto sus jornadas de trabajo como que se incorporaran otros miembros de la familia al mercado laboral para compensar su pérdida de ingresos (Cortes, 2000).

El ex presidente Salinas comenzó su gobierno con un claro compromiso, luchar contra la pobreza. Justo después de rendir protesta como presidente, Salinas lanzó el primer programa contra la pobreza llamado Solidaridad. El programa se enfocaba en dos aspectos: uno de ellos se centraba en prestar servicios a los municipios respecto del suministro de electricidad, agua y drenaje. La otra parte del programa fue diseñada para transferir dinero a los hogares con niños en al menos una de las siguientes situaciones: bajo peso y baja nutrición, y los niños que en lugar de asistir a la escuela fueran enviados a trabajar. Ambos componentes se enfocaron a zonas rurales. Por lo tanto, algunos investigadores sostienen que al emprender estos programas el gobierno mexicano estaba realmente reduciendo la pobreza o al menos mejorando los ingresos de los más pobres. Un ejemplo es Levy (1996).

En su lugar creemos que tal situación no está apoyada por evidencia empírica. Por ejemplo, el hecho de que el programa Solidaridad comenzó a transferir dinero a los más pobres no implica la reducción de la pobreza extrema, como se observa en la Tabla 5. La razón de esto es simple. Solidaridad empezó con menos de 50 000 familias y no todas eran elegibles para recibir tales transferencias. En cualquier caso, esas transferencias reducen marginalmente la pobreza.

Por otro lado, la explicación ofrecida por Cortés (2000) tiene en cuenta el comportamiento de los miembros del hogar. El argumento principal radica en el hecho de que la situación precaria del hogar hace que el jefe de familia trabaje más intensivamente en primer lugar. En una segunda etapa, los cónyuges o parejas también se incorporan al mercado de trabajo, y finalmente, como el último recurso disponible, los niños empiezan a contribuir al ingreso de los hogares, ya sea trabajando directamente o apoyando a la familia haciendo más tareas domésticas. Cortés (2000) aporta evidencia para apoyar su hipótesis a la que llama "tendencia a la igualdad por empobrecimiento masivo".

En cuanto al periodo 1998-2000 también se clasifica como un crecimiento favorable hacia los pobres bajo el patrón chino de pobreza extrema y pobreza. Curiosamente, el desarrollo mexicano de finales de los años noventa puede resumirse como un periodo de estabilidad macroeconómica que se extendió a la estabilidad social

y política. Por ejemplo, las variables macroeconómicas como la tasa de cambio, las tasas de interés y la inflación no presentaron cambios importantes, a pesar y no solo de la transición de gobierno en 2000, sino también el partido político en el poder.

### Crecimiento en favor de los pobres

Tal tipo de crecimiento se encuentra presente en los periodos 1992-1994, 1994-1996 y 2000-2002. No significa necesariamente que ambas situaciones son similares. Mientras que en el primer periodo el nivel de pobreza extrema se redujo en realidad (-5.17), junto con la desigualdad (-5) y el ingreso per cápita de los hogares (-6.02). En el periodo medio, la pobreza extrema y la pobreza aumentaron espectacularmente (43.85 y 21.15 respectivamente), la desigualdad apenas se redujo (-0.95) y los ingresos cayeron (-21.42).

Además, el periodo 2000-2002 también se etiquetó como uno de crecimiento que favoreció a los pobres, a pesar de que es la situación es más cercana a un tipo vietnamita. Los niveles de pobreza bajaron (pobreza extrema -15.31 y pobreza -1.43), desigualdad también se redujo (-5.77) y también lo hizo el ingreso (-3.56). En otras palabras, a pesar de experimentar reducciones en la desigualdad que favorecen a los hogares más pobres, los episodios de crecimiento son muy diferentes entre sí.

### “Pro-poor” growth del tipo de Vietnam

El periodo de tranquilidad en la economía que se inició a finales de los años noventa y durante 2000 a 2002 continuó en el último periodo del estudio de 2002 a 2004. Este es el único periodo de crecimiento favorable a los pobres que se ajusta a lo que llamamos el tipo vietnamita de “pro-poorness” durante los cuales la pobreza extrema disminuyó (-7.7) y la pobreza también bajó (-3.96) junto con la desigualdad (-0.37) y el ingreso medio creció moderadamente (1.19).

Las Figuras 2A y 2B muestran la composición de los tipos de crecimiento experimentados por la economía mexicana durante los 20 años de análisis. En conjunto, se puede argumentar que, según la dirección del cambio en los niveles de pobreza extrema, pobreza, desigualdad e ingreso per cápita promedio el desempeño mexicano está dominado por periodos de crecimiento que favorecen a los pobres y episodios de crecimiento que corresponden a la experiencia China.

### “Pro-poorness” desde la perspectiva regional

Es común encontrar en la literatura argumentos que señalan que los hogares situados en las regiones del norte de México son los que se han beneficiado más de

Figura 2A  
"Pro-poor" en México, pobreza extrema

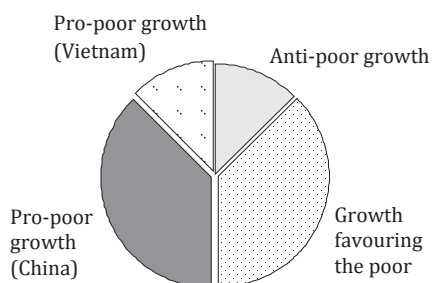
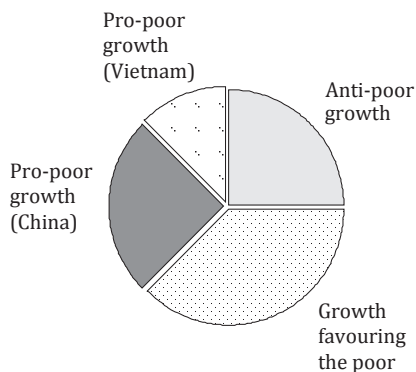


Figura 2B  
"Pro-poor" en México, pobreza



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH DEL INEGI, EDICIONES 1984 A 2004.

la apertura comercial (Davila, 1997; Katz, 1995). Esta especulación suele ir acompañada de una explicación del tipo "trickle down" sobre cómo los hogares pobres se benefician de la apertura. La Tabla 6 presenta información sobre la naturaleza de cada episodio de crecimiento en el nivel regional. Se muestra claramente que en lugar de ser alguna de las regiones del norte las que ha experimentado más episodios de crecimiento a favor de los pobres con redistribución del ingreso (episodio del tipo Vietnam), es la región de la península con 5 episodios.

Nuestra estimación de episodios de crecimiento "pro-poor" sugiere que la península se caracteriza por el mayor número de episodios de crecimiento que ajustan al modelo vietnamita. Por otro lado, la península tiene 7 episodios de "anti-poor growth". Las regiones del norte están mezcladas. El Norte tiene 4 episodios de crecimiento "vietnamita" en favor de los pobres en comparación con 8 del modelo chino, 7 de crecimiento que favoreció a los pobres y 5 episodios del tipo de crecimiento "anti-poor".

Las Figuras 3A y 3B muestran la composición de cada categoría de los episodios de crecimiento para cada región en hogares pobres extremos y pobres. Se observa que el tipo de crecimiento más frecuente son los episodios del tipo chino; en contraste, como es de esperarse los episodios del tipo vietnamita son relativamente escasos, aunque presentes en la historia económica de todas las regiones en el periodo de estudio. La región que ha experimentado más episodios "pro-

Tabla 6  
 “Pro-poorness”\* en las regiones de México (pobreza por ingreso)

Regiones	“Anti-poor growth”	“Favouring the poor”	“Pro-poor growth” (China)	“Pro-poor growth” (Vietnam)
Centro	4	6	11	3
Golfo	8	9	5	2
Metrópolis-Centro	6	4	10	4
Norte	5	7	8	4
Noreste	8	8	5	3
Noroeste	9	7	6	2
Península	7	4	8	5
Sur	6	10	6	2
Este-Pacífico	7	8	7	2

Nota: \* “Pro-poorness” se define como los cambios en los niveles de pobreza medidos por el ingreso, cambios en la desigualdad (índice de Gini) y cambios en el ingreso medio per cápita de la población.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH del INEGI, ediciones 1984 a 2004.

Figura 3A  
 “Pro-poorness” en las regiones mexicanas, pobreza extrema por ingreso

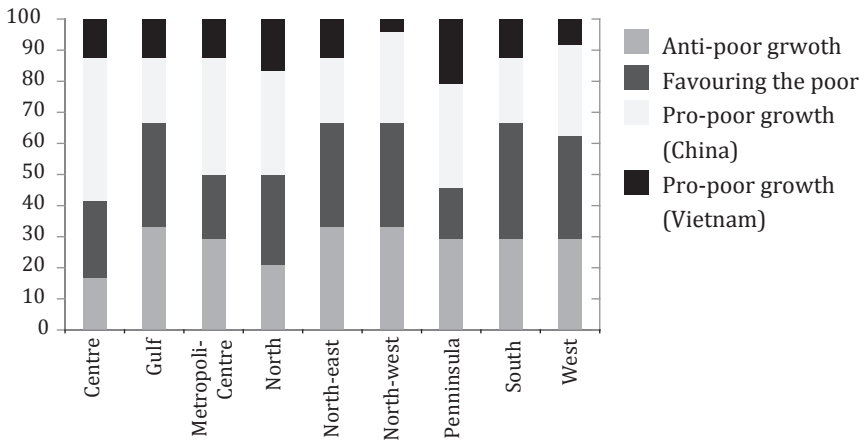
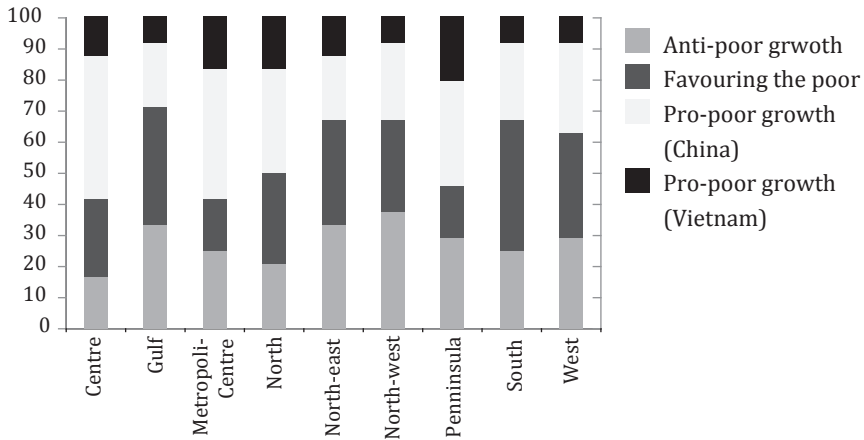


Figura 3B  
 “Pro-poor” en las regiones mexicanas, pobreza por ingreso



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH del INEGI, ediciones 1984 a 2004.

poor” del tipo chino es el centro tanto para los pobres extremos y los pobres. Es decir, esta región se caracteriza porque las reducciones de las tasas de pobreza suceden independientemente de la desigualdad y el ingreso (modelo chino). Contrariamente a lo que se cree, las regiones del norte de México experimentaron el mayor número episodios de crecimiento del tipo “anti-poor” para los pobres y el menor número de episodios de crecimiento “pro-poor” del tipo vietnamita.

## Conclusiones

En México, tres cosas son claras: a pesar de hablar de reducciones de la pobreza y de etiquetar los episodios de crecimiento como “pro-poor” en el sentido de que los niveles de pobreza y desigualdad se reducen, no significa necesariamente que haya menos hogares bajo la línea de pobreza. Además, como se puede ver, todavía hay mucho que discutir cuando la cuestión es caracterizar episodios de crecimiento económico. Esto es especialmente importante cuando se trata de vincular el crecimiento económico con los cambios en la pobreza y la desigualdad. Parece que todavía hay margen para conceptualizar situaciones como las expuestas en la Tabla 4.

Además, parece que el argumento de que el crecimiento es bueno para los pobres necesita ser revisado cuidadosamente. Como puede verse en las regiones mexicanas, la pregunta es cuándo y cómo el crecimiento ha sido bueno para

los pobres. Parece que el desarrollo regional no sigue un patrón único; más bien existe una mezcla de situaciones que son difíciles de explicar con una sola teoría. En consecuencia, es necesario una revisión detallada de episodios específicos de crecimiento en el nivel regional que permitan tener explicaciones detalladas de la relación pobreza-crecimiento-desigualdad en el nivel regional.

El análisis regional ayuda a nuestra hipótesis sobre el patrón diferenciado en la relación crecimiento-pobreza-desigualdad. Es claro que debido a que las actividades de industrialización en el país han seguido un patrón de localización definido se podría argumentar que los mayores logros en cuanto a la reducción de la pobreza y la desigualdad corresponden a dicho patrón a causa del posible dinamismo en la creación de empleos y oportunidades de ingreso. Sin embargo, al desagregar los impactos por regiones observamos que no existe dicha correlación y que en todo caso si hay algunos episodios de crecimiento que se ajustarían a dicha hipótesis.

Asimismo, el desarrollo regional no sigue la creencia general: que las regiones del norte están estrechamente vinculadas a un tipo de crecimiento en el que los beneficios del crecimiento ayudan más a los pobres en comparación con lo que sucede en regiones del centro o sur del país. Como se puede ver, la región península en los años noventa experimentó el mayor número de episodios del tipo vietnamita en comparación con el resto de las regiones. También presentó la experiencia de China de crecimiento favorable a los pobres. Por el contrario, las regiones del norte y centro tuvieron principalmente un crecimiento del tipo de la experiencia en China.

Quizás una de las conclusiones más obvias es en cuanto al diseño de la política antipobreza. El presente trabajo muestra evidencia de que existen patrones diferenciados regionalmente en la relación crecimiento y pobreza. En consecuencia, la propuesta de política tendría que apuntar hacia el diseño regional que tome en cuenta el tipo de reducción de la pobreza que se desea: una que busque reducir la desigualdad al mismo tiempo que aumentar el ingreso en los hogares pobres mediante políticas redistributivas, o quizás otro tipo de reducción de la pobreza que busque tasas altas en las que las políticas redistributivas no sean prioritarias, en las que se compagine un proceso de formación de capital con uno de fortalecimiento de los ingresos de los pobres; es decir, en el que crezca la desigualdad con reducción de la pobreza.

#### Referencias

Bhagwati, J. y Srinivasan, T. (2002). Trade and poverty in the poor countries. *American Economic Review*, 92 (9), 180-183.



- Cortés, F. (2000). *La distribución del ingreso en México en épocas de estabilización y reforma económica*. México: Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social/Porrúa.
- Dávila, A. (2000). Impactos económicos del TLCAN en la frontera norte de México (1994-1997). En B. Leycegui y R. Fernández de Castro (Coords.), *TLCAN ¿Socios naturales? Cinco años del Tratado de Libre Comercio de América del Norte* (pp. 177-224). México: Instituto Tecnológico Autónomo de México/Miguel Ángel Porrúa.
- Dollar, D., Kleineberg, T. y Kraay, A. (2014). Growth, inequality, and social welfare cross-country evidence. *Policy Research Working Paper*, 6842.
- Dollar, D. y Kraay, A. (2001). *Growth is good for the poor*. Washington, DC, EE.UU.: World Bank.
- Dollar, D. y Kraay, A. (2002). Growth is good for the poor. *Journal of Economic Growth*, 7 (3), 195-225.
- Foster, J., Greer, J. y Thorbecke, E. (1984). A class of decomposable poverty measures. *Econometrica*, 52 (3), 761-765.
- Kakwani, N. y Pernia, E. M. (2000). What is pro-poor growth? *Asian Development Review*, 18 (1), 1-16.
- Kakwani, N. y Son, H. H. (2004). Pro-poor growth: Concepts and measurement with country case studies. *International Poverty Centre. Working paper*, 1. EE.UU.: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Katz, I. (2000). El impacto regional del Tratado de Libre Comercio de América del Norte: un análisis de la industria manufacturer. En B. Leycegui y R. Fernández de Castro (Coords.), *TLCAN ¿Socios Naturales? Cinco Años del Tratado de Libre Comercio de América del Norte*. México: Instituto Tecnológico Autónomo de México/Miguel Ángel Porrúa.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45 (1), 1-28.
- Levy, S. (1994). La pobreza en México. En F. Vélez (Comp.), *La pobreza en México. Causas y políticas para combatirla* (Lecturas del trimestre económico, 78). México: Fondo de Cultura Económica.
- Ravallion, M. y Chen, S. (2001). *Measuring pro-poor growth*. Washington, DC, EE.UU.: World Bank/Development Research Group, Poverty.
- Ravallion, M. y Chen, S. H. (2003). Measuring pro-poor growth. *Economics Letters*, 78 (1), 93-99.
- Watts, H. (1968). An economic definition of poverty. En D. P. Moynihan (Ed.), *Understanding poverty* (pp. 316-329). Nueva York, EE.UU.: Basic Books.



# Aplicación de control óptimo al problema de ajuste de precio de la gasolina y el déficit gubernamental

Guillermo Sierra Juárez  
Víctor Hugo Gualajara Estrada

*Resumen.* El presente trabajo analiza un modelo simple de elección pública intertemporal, propuesto por Nordhaus en 1973, donde las decisiones se toman dentro de un marco político. El problema específico analizado es la elección entre el aumento en el precio de la gasolina y la reducción del déficit gubernamental, puesto que constituye un dilema que se le ha presentado recientemente a las autoridades políticas en nuestro país.

## Introducción

Según Dubois (2016), Nordhaus fue uno de los primeros en formalizar en un marco analítico la idea de que el curso de las variables macroeconómicas está influenciado por consideraciones puramente políticas. Hasta ese momento, el gobierno fue considerado en los modelos económicos como un planificador social, maximizando una función de bienestar social que coincide con la función de utilidad del agente representativo en la economía.

Sin embargo, Nordhaus (1975) demuestra que en una democracia los partidos políticos intentan repetir su periodo de gobierno. Para ello, consideran la función del voto y el control de variables económicas como el desempleo y la tasa de inflación dentro de cada periodo electoral. Esto supone un proceso de optimización. En sucesivos periodos electorales, la repetición de ese patrón se manifestará entonces como una serie de ciclos arraigados únicamente en el juego de la política.

La literatura sobre en el tema de los ciclos político-económicos se centra principalmente en el efecto de los eventos electorales sobre los resultados macroeconómicos fundamentales, como son: el crecimiento económico, el empleo o la inflación. Se argumenta que el ciclo político también afecta el comportamiento de los instrumentos de política económica, por ejemplo: las tasas de interés, la tasa impositiva, la deuda pública o el tipo de cambio. El punto central es que los conflictos de intereses

que se presentan en una pugna electoral por el poder dan lugar a manipulaciones de la política económica conducentes a fluctuaciones macroeconómicas.

Rubiano Páez (2011) hace una prueba empírica de que la competencia electoral está positivamente asociada con expansiones de la masa monetaria o del gasto público para el caso colombiano. Para ello, el autor recurre a la contabilidad fiscal anual de municipios colombianos desde el año 1989 hasta 2008.

El objetivo del presente capítulo es presentar un modelo donde se analiza la relación que tiene el ciclo político con los gastos de gobierno; en particular, se evalúa el papel que juegan el precio del petróleo para financiar la deuda pública, y cómo éstos cambian en los periodos electorales. Otro de los objetivos del estudio es evaluar si estos procesos relacionados con el ciclo económico, tienen algún efecto sobre la trayectoria de largo plazo del producto.

Para analizar el efecto de este tipo de dinámica se propone un modelo de optimización inter-temporal siguiendo los fundamentos teóricos propuestos por la escuela de Ciclos Económicos Reales. Como es conocido, la técnica utilizada para resolver el modelo de optimización inter-temporal es el cálculo de variaciones, propuesta por Pontryagin (1987).

## Antecedentes

En un aspecto general se analizará el contexto de decisiones políticas que se dan en torno de un pre o pos proceso electoral, aquí la pelea electoral da lugar a las manipulaciones de algunas variables económicas como lo pudiera ser el déficit gubernamental o el precio de algún bien o servicio, por ejemplo de la gasolina.

### Déficit gubernamental

Definimos el déficit gubernamental como aquella situación en la cual los gastos realizados por el gobierno superan a los ingresos no financieros, en un determinado periodo. Cuando se habla de déficit público se está haciendo referencia al déficit del conjunto de las administraciones públicas de un país.

La Secretaría de Hacienda tiene dos opciones de financiar los déficits gubernamentales. El primero, mediante recursos provenientes del exterior, lo cual hace que deuda externa aumente. La segunda opción es financiar estos déficits mediante deuda interna. Una tercera alternativa es recortar al gasto, mediante planes de austeridad.

El gobierno mexicano contemporáneo ha sido muy ordenado y disciplinado respecto del gasto público, manteniendo el déficit fiscal dentro de valores aceptados como razonables o seguros. Sin embargo, es de reconocerse que han existido

épocas de gran desorden fiscal. La Tabla 1 muestra la deuda pública de 1989 a la fecha, y posteriormente se presenta por sexenios.

Tabla1  
Déficit gubernamental (mdp)

Año	Deuda	Año	Deuda
1989	33,623.00	2003	42,465.30
1990	19,266.00	2004	19,208.40
1991	-25,189.00	2005	10,125.30
1992	-46,484.70	2006	-9,933.70
1993	-8,242.80	2007	-4,810.00
1994	-3,346.00	2008	7,945.70
1995	200.00	2009*	273,486.00
1996	-282.90	2010*	370,520.40
1997	23,011.00	2011*	353,458.20
1998	47,918.60	2012*	403,209.43
1999	51,988.00	2013	374,231.23
2000	60,596.70	2014	544,991.43
2001	42,195.20	2015	637,687.10
2002	75,606.70	2016	503,681.50

Nota: \* Déficit considera las deudas de Pediregas de Pemex.

Fuente : Elaboración propia con base en datos de la SHCP (s/f).

Como se puede observar en la Tabla 1, el monto del déficit gubernamental ha ido en constante aumento. Así, se tiene que en 2016 fue 10 veces mayor de lo que fue en 1999; aunque se debe notar que los años donde el déficit alcanzó sus máximos valores fueron 2015 y 2014.

### Precio de la gasolina

En esta sección, se analiza que el alza de este concepto causará presiones inflacionarias. Es prematuro pensar que esto puede desencadenar en alguno de los siguientes eventos: a) un aumento en el precio de la gasolina como tal generaría un alza en el precio del transporte; b) un incremento en el costo de producción de bienes y servicios que emplean la gasolina como insumo.

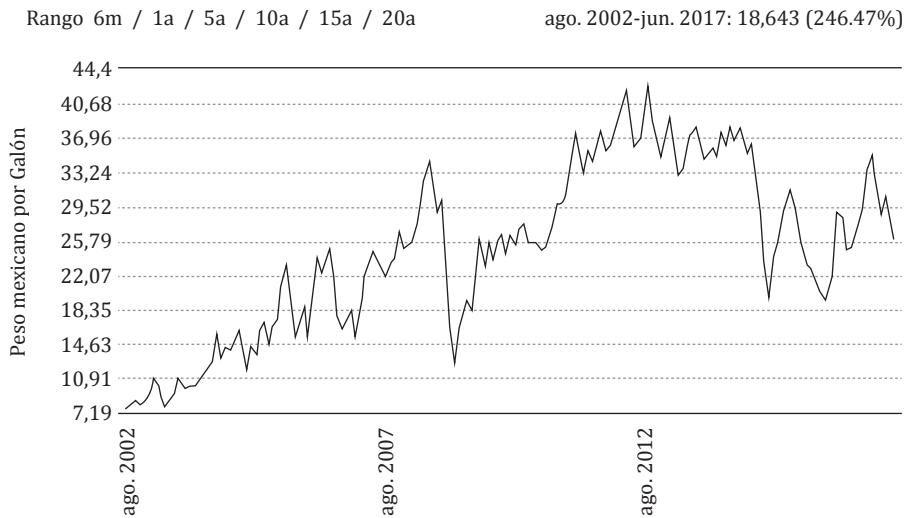
En nuestro país los estudios que se han realizado van enfocados para analizar e identificar los determinantes de la inflación; por ejemplo, el trabajo de Yacamán

(1982), Arias y Guerrero (1988), Esquivel y Razo (2003), Galindo, Escalante y Catalán (2007) y Cuevas (2008).

La información presentada en línea proviene del portal de internet de Index Mundi (2017) sobre el precio mensual de la gasolina en pesos mexicanos (Figura 1).

Figura 1

Precio mensual por galón de la gasolina convencional en peso mexicano



Fuente: Index Mundi (2017).

Lo relevante en este entorno es dimensionar bien la naturaleza de la medida de aumento a este concepto, cuáles son y serán a corto largo y mediano plazo los efectos de la misma, así como la forma en que se aplicó su ejecución. Algunos cuestionadores del partido en el poder, pudieran señalar que este es otro ejemplo de una política pública central correcta, pero mal diseñada, con una pésima medición de los tiempos y mal comunicada.

Se puede visualizar un año electoral (2018) y un año preelectoral (2017) que muchas de las decisiones sobre variables económicas bien o mal tomadas pueden significar para muchos gobiernos estatales y el federal su permanencia o no en los cargos de representación pública.

## **Ciclo Político Económico: precio de la gasolina vs. déficit gubernamental**

### Clasificación de los ciclos políticos

El término de ciclos de negocios políticos se refiere a las fluctuaciones macroeconómicas –recurrentes– generadas por factores políticos. El punto central de las investigaciones en este tema es que los conflictos de interés que rodean la pugna electoral por el poder dan lugar a manipulaciones de la política económica conducentes a fluctuaciones macroeconómicas. Aquí se identifican dos conceptos importantes. El primero llamado Ciclos Políticos Económicos Oportunistas donde la manipulación de las variables económicas se deriva del intento de los gobernantes o partidos gobernantes por mejorar sus oportunidades de reelección. El segundo concepto son los llamados Ciclos Políticos Económicos Partidistas, donde las oscilaciones económicas se derivan de las diferencias ideológicas en relación con el manejo de la economía entre los partidos que aspiran a gobernar en el marco de sistemas con alternabilidad democrática.

Ambos ciclos políticos se desarrollan en dos etapas bien diferenciadas. La primera etapa floreció a mediados de los años setenta, dando lugar a una generación de modelos en los que las expectativas no eran consideradas racionales y en particular se asumían que eran adaptativas; es decir, aquellas que se ajustan parcialmente tomando en cuenta información pasada. La segunda etapa se desarrolló a finales de los años ochenta, como una rama de la aplicación de la teoría de juegos al análisis de la política macroeconómica. Estos modelos incorporan expectativas racionales, y en consecuencia enfatizan el límite que el comportamiento racional impone al grado en que los gobernantes pueden influir en las decisiones de los votantes a través de la manipulación de las variables macroeconómicas.

### Déficit gubernamental y riesgo crédito

En esta sección se analizan las condiciones de tipos de riesgo de la emisión de deuda gubernamental y las evaluaciones dadas por las empresas calificadoras. Dentro de los diferentes tipos de riesgo que se estudian en la teoría de riesgos, además del riesgo de mercado o riesgo operativo, está el riesgo crédito.

Existen varias definiciones del riesgo crédito: éste existe cuando una de las contrapartes está indispuesta o imposibilitada para cumplir sus obligaciones contractuales o también cuando conduce a pérdidas si los deudores son clasificados con bajos *ratings* por las agencias crediticias; el riesgo soberano y el de prepago también entran en esta clasificación. Las calificaciones crediticias son opiniones

sobre el riesgo crediticio y resumen la capacidad y voluntad de un deudor para cumplir con sus obligaciones financieras en tiempo y forma; éste puede ser una empresa, una institución, un municipio, un estado o un país.

Las opiniones se basan en análisis realizados por experimentados profesionales, quienes valoran e interpretan la información que reciben de los emisores y de otras fuentes disponibles. En la Tabla 2 presentamos el resumen de calificaciones dadas por la calificadora Standard & Poor's (S&P).

Tabla 2  
Calificaciones de Standard & Poor's

Calificación crediticia Standard & Poor's	
AAA	Capacidad extremada de cumplir/La más alta calidad crediticia
AA	Capacidad muy fuerte de cumplir/Muy alta calidad crediticia
A	Capacidad fuerte, pero susceptible a condiciones económicas adversas/Alta calidad crediticia
BBB+	Capacidad adecuada para cumplir pero que depende de condiciones Económicas/Buena calidad crediticia (circunstancias)
BBB-	La menor calificación dentro del grado de inversión
BB+	La más alta dentro del grado especulativo
BB	Calidad especulativa, menos vulnerable en el corto plazo pero con gran incertidumbre ante condiciones económicas y financieras adversas
B	Calidad altamente especulativa, más vulnerable en el corto plazo pero con gran incertidumbre ante condiciones económicas y financieras adversas
CCC	Alto riesgo de incumplimiento, vulnerable y dependiente de condiciones económicas y financieras adversas
CC	Altamente vulnerable
C	Se ha presentado una condición de bancarrota, pero continúa cumpliendo
D	Incumplimiento

Nota: Adicionalmente se complementa con el estatus de Inversión (+,-) y la perspectiva (positiva, estable, negativa).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de S&P.

### Reporte para México

De acuerdo con el comunicado de prensa de *ratings* de Standard & Poor's Global del 23 de agosto de 2016, éste revisó a negativa estable la perspectiva de calificación de México, al mismo tiempo confirmó sus calificaciones soberanas en mone-



da extranjera en el largo y corto plazo en BBB+ y A-2 respectivamente, además de confrimar las calificaciones soberanas en moneda local de largo y corto plazo en escala global de A y A-1. Es probable que la deuda neta del gobierno aumente hacia 47%-48% del producto interno bruto (PIB) en 2018-2019, debido a los déficits fiscales continuos y al bajo crecimiento del PIB.

Como se comentó, S&P revisó la perspectiva de las calificaciones de largo plazo a negativa estable para reflejar una posibilidad de al menos 1 de 3 de una baja calificación en los próximos 24 meses si el nivel de deuda del gobierno general o la carga de intereses presenta un deterioro superior a nuestras expectativas, y aumenta la vulnerabilidad de finanzas públicas a los *shocks* adversos. Confirmamos nuestras calificaciones soberanas de largo plazo y corto plazo en moneda extranjera de BBB+ y A-2, respectivamente, y en moneda local de A y A-1 de México.

El análisis por parte de S&P Global encontró que la deuda general se ubicó en 42% del PIB en 2015 y se esperaba llegue a 45% del PIB en 2016. Ellos pronostican que se acerque a 47%-48% del PIB en 2018-2019. Además, el índice de deuda ha aumentado desde 28% del PIB en 2005 reflejando el impacto de los constantes déficits fiscales en un contexto de bajo crecimiento.

Sin embargo, las calificaciones muestran el historial de cautelosas políticas fiscales y monetarias que México ha mantenido en los últimos años para limitar los déficits gubernamentales y la baja inflación, además de mantener una deuda externa moderada.

La calificadora proyecta un aumento promedio anual de la deuda general de 4% del PIB en los próximos tres años, mientras que las cargas de los intereses del gobierno (intereses sobre ingresos) se mantendría por debajo de 10%. El bajo crecimiento del PIB hará difícil al gobierno ir disminuyendo la deuda como participación del PIB.

La perspectiva de S&P es que la continuidad de las políticas económicas en los próximos dos años, junto con el ajuste fiscal en curso compense los menores ingresos petroleros y contenga el nivel de deuda del gobierno, además la implementación de las reformas económicas, especialmente en los sectores de energía y telecomunicaciones, mantengan el crecimiento del PIB en el largo plazo. Sin embargo, podría bajar la calificación soberana de México si la deuda pública o si la carga de intereses se deteriora más que lo que esperamos actualmente.

El continuo bajo crecimiento del PIB, los bajos ingresos petroleros y el margen cada vez menor para reducir el gasto relacionado con proyectos de inversión, al igual que los costos de personal podrían dificultar que el gobierno establezca su deuda como participación del PIB en los próximos dos años. El nivel de deuda po-

dría seguir aumentando moderadamente como resultado de los déficits fiscales, la potencial depreciación de la moneda y la probable ayuda financiera a las empresas no financieras del sector público.

Por otro lado, en opinión de S&P, las medidas para acelerar la inversión del sector privado, especialmente en el sector de energía, entre otras que aumenten la confianza de los inversionistas podrían derivar en un crecimiento moderadamente mayor del PIB. La efectiva implementación de las reformas energéticas, incluyendo cambios a Petróleos de México (Pemex) y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) reducirían los pasivos contingentes potenciales del soberano. Esto, junto con medidas para sustentar el reciente incremento a los ingresos fiscales no petroleros y contener el gasto, podría derivar en resultados fiscales que contribuyan a equilibrar la carga de la deuda pública. De tal manera, podríamos clasificar la perspectiva como estable.

Finalmente, la calificadora en el largo plazo podría subir las calificaciones soberanas de México si la implementación –efectiva y expedita– de las recientes reformas fortalece el crecimiento y el perfil fiscal de México de manera rápida, en tanto que mantiene bajo control las vulnerabilidades externas.

#### Déficit gubernamental vs. aumento en precio de hidrocarburos (gasolina)

El análisis se centrará en el problema específico de la elección entre el aumento en el precio de la gasolina y la reducción en el déficit del gubernamental, dado que este dilema se le ha presentado recientemente a las autoridades políticas en nuestro país, en los inicios del año 2017.

Van Bon (2015) sostiene que una alta inflación es un factor que va en contra del crecimiento económico en los países en desarrollo y por tanto se vuelve uno de los objetivos principales de los gobiernos el controlar el crecimiento de precios. Sin embargo, estos países precisamente para promover su crecimiento y financiar sus déficits presupuestarios se ven en la necesidad de endeudarse. Los resultados de Van Bon (2015) muestran que la deuda pública tiene un efecto significativo sobre la inflación, pero en sentido contrario, y la inflación un efecto significativo negativo sobre la deuda. Esto significa para dichos países en desarrollo que una alta deuda pública causa inflación mientras que una alta inflación podría erosionar el valor real de la deuda pública.

En su trabajo hace una buena reflexión y revisión de la literatura sobre los objetivos de estabilización de la inflación de los países en desarrollo y la necesidad de utilizar deuda pública para financiar su déficit presupuestal.

### Desarrollo del modelo

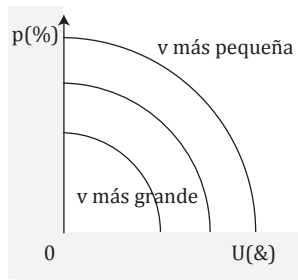
En esta sección nos concentraremos en plantear el modelo de Nordhaus, quien utiliza como herramienta el principio del máximo Pontryagin (1987) que es parte de la teoría de control óptimo, y quien muestra que en una democracia los intentos de un partido político en el poder para impedir que su partido o partidos rivales (enemigos políticos) los quiten de sus cargos, puede alentar las búsquedas de políticas económicas que resulten apropiadas en un espacio de tiempo específico para la tasa de desempleo y la tasa de inflación dentro de cada periodo electoral.

Nordhaus nos habla de una función del voto y el *tradeoff* de Phillips. El partido en el poder, en control del poder ejecutivo nacional, se ve obligado a seguir políticas que atraen a la mayoría de los votantes para seguir ganando en las urnas. En el modelo propuesto por Nordhaus, la atención se centra solo en las políticas económicas y, de hecho, en dos variables económicas:  $U$  (tasa de desempleo) y  $p$  (tasa de inflación). Dado que los efectos negativos del desempleo y la inflación parecen haber sido las principales preocupaciones económicas del electorado, esta elección de enfoque es ciertamente razonable. La reacción de los votantes a cualquier valor realizado de  $U$  y  $p$  se supone a ser incorporada en una función de votos (agregada)

$$v = v(U, p); v_U < 0, v_p < 0$$

en donde  $v$  es una medida del poder de obtención de votos del partido en el poder. Las derivadas parciales de  $v$  respecto de cada uno de los argumentos son negativas, esto como consecuencia de los altos valores de  $U$  y  $p$ , ambos llevan a la pérdida de votos. Este hecho se puede ver en la Figura 2.

Figura 2  
Curvas de isovotos



Fuente: Chiang (1992).

Como vemos en la Figura 2 que de las tres curvas de isovotos mostradas, la más alta está relacionada con el  $v$  inferior. Es importante destacar que el concepto de la curva de isovoto hace énfasis en que, desde un punto de vista político, existe un *tradeoff* entre las dos variables  $U$  y  $p$ . En palabras concretas, si el partido en el poder desmotiva a los votantes con el hecho de producir una inflación más alta, puede tener la esperanza de recuperar los votos perdidos mediante una reducción suficiente en la tasa de desempleo.

Considerando el resultado reportado en Van Bon (2015) y el principio del máximo de control óptimo, podemos considerar el modelo de ciclo político de negocios de Nordhaus que analiza una democracia en donde se considera posible la alternancia entre partidos políticos y en la que el partido ganador de elecciones tiene el control del gobierno y está obligado a perseguir políticas que beneficien a la mayoría de los votantes.

El modelo solo se enfoca en dos variables deuda pública ( $D$ ) y precio de la gasolina ( $G$ ); estos efectos son negativos para el electorado. Se considera una función de votos (agregada) para medir el poder de votos del partido en el poder.

$$(1) \quad v = v(D, G); v_D < 0, v_G < 0$$

Supongamos que existe un *tradeoff* entre ambas variables, de acuerdo con la evidencia empírica de Van Bon (2015) del tipo de curva de Phillips aumentada entre ambas variables

$$(2) \quad G = \phi(D) + a\pi(\phi < 0, 0 < a \leq 1)$$

donde  $\pi$  denota la tasa de inflación esperada y las expectativas se forman adaptativamente

$$(3) \quad \dot{\pi} = b(G - \pi)(b > 0)$$

Consideremos a  $\pi$  como la variable de estado (ya que puede considerarse que posee una ecuación de movimiento) y  $D$  será nuestra variable de control.

Supongamos que un cierto partido gana las elecciones en  $t = 0$  y la siguiente elección será  $T$  años después, entonces el partido cuenta con  $T$  años para convencer a los votantes de volver a votar por ellos, en cualquier momento el valor de  $v$  está determinado por la combinación de  $D$  y  $G$  en el periodo  $[0, T]$ .

Se supone que los votantes tienen memoria muy corta y solo recordarán los eventos cercanos a la elección. El valor de  $\upsilon$  va ponderado por la exponencial de  $rt$  donde  $r$  es la velocidad de decaimiento de la memoria. De las condiciones de frontera el partido se encontrará con una línea vertical terminal en el tiempo de la elección ( $T$ ).

El problema puede formularse como un problema de control óptimo del partido en el poder

$$\begin{aligned} \text{Max } V &= \int_0^T V(D, G) e^{rt} dt \\ \text{Sujeto a } G &= \phi(D) + \alpha\pi \\ \dot{\pi} &= b(G - \pi) \end{aligned}$$

(4)

$$\pi(0) = \pi_0 \quad \pi(T) \text{ libre} \quad (\pi_0, T \text{ dados})$$

En nuestro modelo  $G$  es el precio de la gasolina y  $D$  es déficit gubernamental. Se tiene así:

$$\begin{aligned} V(D, G) &= -D^2 - hG \quad (h > 0) \\ G &= (j - kD) + a\pi \quad (j, k > 0, 0 < a \leq 1) \end{aligned}$$

El modelo se transforma en la siguiente expresión

$$\begin{aligned} \text{Max } V &= \int_0^T (-D^2 - hj + hkD - ha\pi) e^{rt} dt \\ \text{Sujeto a } \dot{\pi} &= b(j - kD - (1 - a)\pi) \\ \pi(0) &= \pi_0 \quad \pi(T) \text{ libre} \quad (\pi_0, T \text{ dados}) \end{aligned}$$

donde

$$H = (-D^2 - hj + hkD - ha\pi) e^{rt} + \lambda b(j - kD - (1 - a)\pi)$$

Maximizando  $H$ , respecto de la variable de control  $D$ , nos lleva a

$$\frac{\partial H}{\partial D} = (-2D + hk)e^{rt} - \lambda bk = 0$$

lo cual implicará que nuestra variable de control se podrá expresar por

$$(6) \quad D(t) = \frac{1}{2}k(h - \lambda be^{-rt})$$

considerando la siguiente condición

$$\frac{\partial^2 H}{\partial D^2} = -2e^{-rt} < 0$$

Volteando la vista a la variable de coestado, iniciamos con la siguiente ecuación de movimiento

$$\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial \pi} = hae^{rt} + \lambda b(1-a)$$

La ecuación se puede expresar también por

$$(7) \quad \dot{\lambda} - b(1-a)\lambda = hae^{rt}$$

resolviendo la ecuación diferencial (7) y encontrando una función complementaria  $\lambda_c$

$$\lambda_c = Ae^{b(1-a)t} \quad (A \text{ arbitrario})$$

$$\bar{\lambda} = \frac{ha}{B}e^{rt} \quad (B \equiv r - b + ab)$$

de tal forma se tiene la solución general para  $\lambda$  de

$$(8) \quad \lambda(t) = \lambda_c + \bar{\lambda} = Ae^{b(1-a)t} + \frac{ha}{B}e^{rt}$$

Asignando  $t=T$ , aplicando la condición de transversalidad y resolviendo para  $A$ , tendremos  $A = (-ha/B)e^{bT}$ . Esto nos lleva a la solución definitiva para la trayectoria del coestado óptimo, se tiene

$$(9) \quad \lambda^* = \frac{ha}{B}[e^{-rt} - e^{bT+b(1-a)t}]$$

sustituyendo (9) dentro de (6) para derivar la trayectoria de control óptimo. El resultado bajo cierta simplificación será

$$(10) \quad D^*(t) = \frac{kh}{2B}[(r-b) + bae^{B(T-t)}]$$

Esto traerá implicaciones económicas. A destacar que  $D^*$  es una función decreciente de  $t$ . Concretamente

$$(11) \quad \frac{dD^*}{dt} = -\frac{1}{2}khbae^{B(T-t)} < 0$$

obteniendo los resultados de las trayectorias de control óptimo por

$$(12) \quad D^*(0) = \frac{kh}{2B}[(r-b) + bae^{BT}]$$

$$(13) \quad D^*(T) = \frac{kh}{2B}[(r-b) + ba] = \frac{kh}{2B}$$

teniendo siempre en cuenta que

$$(14) \quad \frac{d^2D^*}{dt^2} \cong 0$$

Si comparamos los niveles de deuda óptimos, observamos que el nivel en el tiempo  $T$ ,  $D^*(T)$  es menor al del inicio del ciclo  $D^*(0)$  y se sigue una trayectoria decreciente positiva. La tendencia cíclica de la variable de deuda pública debe influir en la variable de estado de la inflación esperada y por tanto del cambio de precios. Sin embargo, el perfil de  $p^*$  tenderá a ser opuesto al de  $D^*$  (véase Figura 3).

De manera alternativa se puede trabajar con el siguiente planteamiento:

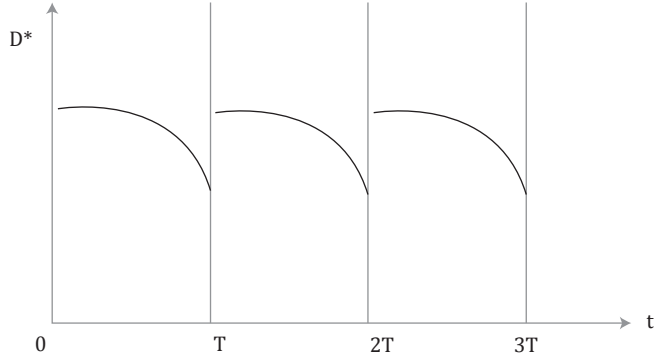
$$(15) \quad V(D, G) = -D^{\frac{1}{2}} - hG \quad (h > 0)$$

$$(16) \quad G = (j - kD) + \alpha\pi$$

El modelo se vería de la siguiente forma

$$(17) \quad \begin{aligned} \text{MAX } V &= \int_0^T (-D^{\frac{1}{2}} - hj + hkD - ha\pi) e^{rt} dt \\ \text{sujeto a } \dot{\pi} &= b(j - kD - (1-a)\pi) \\ \pi(0) &= \pi_0 \quad \pi(T) \text{ libre} \quad (\pi_0, T \text{ dados}) \end{aligned}$$

Figura 3  
Trayectoria óptima de deuda pública



Fuente: Elaboración propia.

donde se tiene la expresión

$$(18) \quad H = (-D^{\frac{1}{2}} - hj + hkD - ha\pi)e^{rt} + \lambda b(j - kD - (1-a)\pi)$$

Maximizando  $H$ , respecto de la variable de control  $D$ , nos lleva a

$$(19) \quad \frac{\partial H}{\partial D} = \left(-\frac{1}{2}D^{-\frac{1}{2}} + hk\right)e^{rt} - \lambda bk = 0$$

lo cual implicará que nuestra variable de control se podrá expresar por

$$D(t) = \frac{1}{\sqrt{2k(h - \lambda b e^{-rt})}}$$

Mediante un proceso análogo al anterior se obtienen los siguientes resultados de las trayectorias de control óptimo por

$$D^*(0) = \frac{\frac{1}{\sqrt{2kh}}}{\sqrt{1 - \frac{ab}{B}(1 - e^{bT})}}, \quad D^*(T) = \frac{\frac{1}{\sqrt{2kh}}}{\sqrt{1 - \frac{ab}{B}(1 - e^{-bT(1-a)})}}$$



donde el comportamiento del modelo no cambia en comparación al caso antes analizado.

## Conclusiones

El aumento de precios de manera especial para la gasolina con la intención de reducir el déficit gubernamental es un tema de decisión económica fundamental en los últimos años dado que ha cobrado importancia, no se diga en nuestro país al inicio de este año 2017, por lo que estudios relacionados con este tema se vuelven en algunos momentos básicos.

El modelo propuesto es una variante del modelo expresado por Nordhaus (1975), que utiliza en este caso las variables del precio de la gasolina y el déficit gubernamental; se justifica una relación de este tipo basada en los argumentos del artículo Van Bon (2015), bajo los supuestos que una función de voto será afectada por estas variables inter-temporal y de memoria corta. Aquí es importante destacar que los gobernantes tienen un comportamiento muy especial cuando se trata de la cercanía de un proceso electoral y en muchas ocasiones éste cambia una vez ocurrido este proceso. Dentro de las variables utilizadas variantes del modelo se observa que cada periodo previo a la votación, el precio de la gasolina baja, teniendo un cambio o un repunte en periodos donde no se presenta votación alguna. En los resultados analíticos se toca una variante del resultado tradicional que no cambia de manera trascendental. Se observa que al modelo se le puede trabajar en futuros proyectos con otras variables, otras funciones o bien jugar con los supuestos del modelo.

## Referencias

- Arias, L. y Guerrero, V. (1988). Un estudio econométrico de la inflación en México de 1970 a 1987. *Banco de México, Dirección General de Investigación Económica, Documento de Investigación* (65), 1-76.
- Chiang, A. C. (1992). *Elements of dynamic optimization*. Nueva York, EE.UU.: McGraw-Hill.
- Cuevas Ahumada, V. M. (2008). Inflación, crecimiento y política macroeconómica en Brasil y México: una investigación teórico-empírica. *EconoQuantum*, 4 (2), 35-78.
- Dubois, E. (2016). Political business cycles 40 years after Nordhaus. *Public Choice*, 166 (1-2), 235.

- Esquivel, G. y Razo, R. (2003). *Fuentes de inflación en México. Un análisis multicausal de corrección de errores*. México: El Colegio de México.
- Galindo, L., Escalante R. y Catalán, H. (2007). Modelo econométrico dinámico y estable de la tasa de inflación en México con bandas de probabilidad. *Revista Comercio Exterior*, 57 (8), 618-631.
- Index Mundi. (2017). Gasolina precio mensual-Peso mexicano por galón. Recuperado el 6 de octubre de 2017, de <http://www.indexmundi.com/es/precios-mercado/?mercancia=gasolina&meses=180&moneda=mxn>
- Nordhaus, W. (1975, abril). The political business cycle. *Review of Economic Studies*, 42 (2), 169-190.
- Pontryagin, L. S. (1987). *Mathematical theory of optimal processes*. Florida, EE.UU.: CRC Press.
- Rubiano Páez, N. (2011). Ciclo político de los negocios y tamaño municipal: Colombia 1989-2008. *Revista de Economía Institucional*, 13 (25), 105-136.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público-SHCP. (s/f). Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas. Disponible en HYPERLINK "[http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas\\_Oportunas\\_Finanzas\\_Publicas/Paginas/unica2.aspx](http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas_Oportunas_Finanzas_Publicas/Paginas/unica2.aspx)" [www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas\\_Oportunas\\_Finanzas\\_Publicas/Paginas/unica2.aspx](http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas_Oportunas_Finanzas_Publicas/Paginas/unica2.aspx)
- Standard & Poor's. (s. f.). Guía sobre aspectos fundamentales de calificadoras crediticias. Disponible en <https://es.scribd.com/document/167059737/Guia-sobre-aspectos-fundamentales-de-las-calificaciones-crediticias>
- S&P Global Ratings. (2016, 23 de agosto). S&P Global Ratings revisa a negativa de estable perspectiva de las calificaciones soberanas en escala global de México; confirma calificaciones. Recuperado el 7 de noviembre de 2017, de [https://www.standardandpoors.com/es\\_LA/delegate/getPDF?articleId=1698521&type=NEWS&subType=RATING\\_ACTION](https://www.standardandpoors.com/es_LA/delegate/getPDF?articleId=1698521&type=NEWS&subType=RATING_ACTION)
- Van Bon, N. (2015). The relationship between public debt and inflation in developing countries: Empirical evidence based on difference panel GMM. *Asian Journal of Empirical Research*, 5 (9), 128-142.
- Yacamán, J. M. (1982). Un análisis de la inflación en México. Documento de investigación del Banco de México, 48. Recuperado el 6 de octubre, de 2017 de [http://aleph.academica.mx/jspui/bitstream/56789/6175/1/DOCT2065329\\_ARTICULO\\_12.PDF](http://aleph.academica.mx/jspui/bitstream/56789/6175/1/DOCT2065329_ARTICULO_12.PDF)

# Solución numérica de un modelo de macroeconomía abierta de ciclos económicos reales

Ulises Herrera Sillas  
Mauricio Ramírez Grajeda  
Guillermo Sierra Juárez

*Resumen.* En este capítulo se resuelve numéricamente un modelo de macroeconomía abierta dinámico y estocástico a la Mark (2001). En particular, se resuelve el valor esperado óptimo de variables endógenas como ingreso, consumo y capital en el corto y largo plazo. El modelo permite que una vez estimados sus parámetros se pueda hacer análisis contrafactual. Primeramente, se resuelve el modelo para una economía, y posteriormente, para dos economías similares. La solución del modelo en el largo plazo es una ecuación o un sistema de ecuaciones en diferencia estocásticas. Los principales resultados son que las variables endógenas se aproximan al equilibrio de manera asintótica. Se estima el valor esperado de dichas variables promediando miles de simulaciones.

## Introducción

A principios de años los ochenta Kydland y Prescott (1982) marcan un cambio radical en la visión en que los macroeconomistas realizaban investigaciones tanto empíricas como teóricas de los ciclos económicos. Bajo el paradigma predominante en ese momento, la atención se centró puramente en caracterizaciones estadísticas del comportamiento macroeconómico y en modelos de sistemas de ecuaciones que ignoraban consideraciones de equilibrio general o el comportamiento de los agentes.

Kydland y Prescott presentaron un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) para una economía cerrada, en competencia perfecta y sin fricciones de mercado. Concluyen que el modelo replica satisfactoriamente los ciclos económicos, la alta volatilidad de la inversión, la menor volatilidad del consumo, y una fuerte correlación del consumo y la inversión respecto del producto. Dado que en su modelo no se considera el dinero y solo se

enfoca exclusivamente en la economía real, éste y otros estudios similares fueron denominados Modelos de Ciclos Económicos Reales (RBC por sus siglas en inglés). Este enfoque revolucionó el análisis sobre los ciclos económicos. El trabajo de Kydland y Prescott (1982) y el de Long y Plosser (1983) son considerados los pioneros de la teoría de los Ciclos Económicos Reales. En este capítulo se lleva a cabo el desarrollo de un modelo RBC tanto para una economía cerrada como para una abierta, impulsados por una combinación de choques permanentes y transitorios en la productividad; es decir, choques tecnológicos. El análisis se lleva a cabo mediante la optimización de un modelo DSGE que deriva en un sistema de ecuaciones en diferencias no lineal de segundo grado estocástica. La solución de dicha ecuación no tiene solución analítica sino numérica. Asimismo, los problemas de este tipo de modelos con una excepción mínima tampoco tienen solución analítica o cerrada sino numérica. Las condiciones de primer orden de la solución la obtenemos mediante el método la programación dinámica recurriendo a la ecuación de Bellman, siguiendo la metodología detallada por Mark (2004).

El objetivo principal de este capítulo es obtener la solución numérica de un modelo de economía internacional. Además, se pretende servir de apoyo tanto para el diseño como la evaluación de un modelo DSGE para futuros trabajos. La motivación de la aplicación de la metodología RBC surge de la presencia de incertidumbre estadística asociada al conjunto de mediciones empíricas que fungen como limitaciones en la etapa de parametrización. Las parametrizaciones que se obtienen son interpretadas como estimaciones con características estadísticas clásicas. La teoría RBC mantiene el enfoque walrasiano, los modelos omiten perturbaciones monetarias y tienen un fundamento microeconómico; es decir, se fundamentan en que los agregados macroeconómicos dependen de las decisiones de los hogares y las empresas, basadas en la maximización de su utilidad y beneficios, respectivamente. La importancia de la escuela de ciclos económicos reales radica en el poder de capacidad de replicar el comportamiento de las economías reales.

Se puede decir que los modelos RBC son una abstracción de la realidad, sirven como un mapa relevante de la economía: presentan una descripción realista de la economía en el corto y largo plazo. Las limitaciones de este trabajo son los datos; el alcance es comprender el comportamiento de las fluctuaciones económicas, servir de apoyo a futuros estudios y su desarrollo para México. La contribución de este capítulo se resume en que se encuentra que las variables de inversión ( $k$ ), consumo ( $c$ ) y de producción ( $y$ ) convergen asintóticamente al equilibrio, cuando éstas se encuentran tanto por debajo y como por encima del equilibrio (EE). Cabe aclarar que la convergencia asintótica es la esperanza (promedio) de 10 000 tra-

yectorias de soluciones en forma aleatoria de las variables. Cabe notar que fueron solo 10 000 trayectorias o simulaciones por la limitante de la capacidad de procesamiento de la computadora entre más trayectorias mejor es la aproximación. Hasta donde sabemos, no se ha encontrado en la literatura la solución numérica fuera del equilibrio de las principales variables económicas (capital, inversión, consumo y producción) para los modelos desarrollados.

La estructura de este capítulo se conforma por cinco apartados. En la introducción se plantea el problema; después se muestra una revisión breve de literatura de los modelos ciclos económicos reales. El tercer apartado corresponde al marco teórico y metodológico que muestra el desarrollo y la solución de dos modelos RBC; después aparece el resultado y análisis de los datos, para finalmente presentar las conclusiones del trabajo.

### Revisión de la literatura

Las principales ideas introducidas por Kydland y Prescott (1982) son: la posibilidad del estudio de los ciclos económicos a través de los modelos de equilibrio dinámico; la eventualidad de unificación de la teoría del crecimiento especificando que los modelos de ciclos económicos deben tener una coherencia en el largo plazo, y la posibilidad de comparar las regularidades empíricas con los datos generados por el modelo (Rebelo 2005).

El trabajo de Long y Plosser (1983) es una versión de Kydland y Prescott (1982) en un contexto multisectorial en el que se analizan las implicaciones de las perturbaciones entre sectores. Proponen modelos de equilibrio con expectativas racionales, donde los consumidores prefieren un consumo estable que se ajusta a la tecnología, siendo ésta la que se encarga de generar la respuesta ante eventuales choques de productividad. El choque de un sector afecta a los demás sectores.

Existen muchas variaciones y ampliaciones de los modelos RBC, entre las principales se deben mencionar dos.

- Primero, la naturaleza del trabajo indivisible: la oferta de trabajo agregada no solo varía a través de cambios en las horas trabajadas, sino también por la entrada y salida de trabajadores en el mercado de trabajo. Hansen (1985) estudió un modelo de crecimiento dinámico estocástico, con choques tecnológicos, cuyo elemento diferenciador se encuentra en considerar de forma explícita el trabajo como factor indivisible, de tal forma que el trabajador se enfrenta ante la disyuntiva de dividir su tiempo entre trabajo y ocio de modo que las horas trabajadas explicarán los cambios en el empleo, justificando esta suposición con

el argumento de que hay costos de trabajo fijos. Este cambio en el modelo eleva en gran medida la capacidad de respuesta de mano de obra a las crisis; esto a su vez aumenta tanto el tamaño de las fluctuaciones de la producción y la proporción de los cambios en el factor trabajo en esas fluctuaciones. El modelo replica volatilidad alta de las horas de trabajo en relación con la productividad.

- Segundo, modelos que incorporan sectores (Long y Plosser, 1983; Lilien, 1982): se divide a la economía en sectores y cada sector tiene sus propias perturbaciones. Lilien (1982) propone un mecanismo distinto a través del cual la tecnología sectorial o relativa y la demanda pueden causar fluctuaciones del empleo. La idea básica es que si la reasignación de la mano de obra en todos los sectores tarda mucho tiempo, el empleo cae más rápidamente en los sectores que sufren choques negativos de lo que sucede en los sectores que enfrentan los choques favorables. Como resultado, los choques sectoriales específicos causan aumentos temporales de desempleo. Lilien encuentra que una simple medida de la magnitud de las perturbaciones específicas del sector parece dar cuenta de una gran parte de la variación en el empleo agregado. Las investigaciones posteriores muestran que la medida original de Lilien es defectuosa y sus resultados son demasiado fuertes.

Hay pocos estudios sobre modelos RBC de economía abierta. Uno de los primeros y más conocido es el de Backus, Kehoe y Kydland (1992), quienes aplican una extensión del modelo base de RBC para economía cerrada en 10 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Sudáfrica, examinando sus movimientos conjuntos con Estados Unidos y los efectos de los choques de términos de intercambio. La diferencia con el modelo base es la adición de identidad nacional de los ingresos del gasto público y exportaciones netas.

Otro trabajo es el de Ellison y Sargent (2015), quienes utilizan un modelo en el que los agentes están sujetos a agregar choques de consumo idiosincrásico y preguntar qué sucede si los agentes temen una mala especificación del modelo. Encontraron que el riesgo idiosincrásico tiene mayor impacto en el costo de los ciclos económicos si los agentes ya temen una mala especificación del modelo; concluyeron que el costo del bienestar de los ciclos económicos es alto.

Gunn y Alok (2013) presentan un modelo teórico simple de un ciclo económico "liquidacionista" en el que las grandes fluctuaciones en la inversión son impulsadas por cambios en las expectativas sobre la productividad futura. El modelo replicó parcialmente los hechos estilizados. Encuentra que el cambio de las expectativas sobre futuros sí puede conducir a estrés financiero.

Jiménez (2013) desarrolla un modelo RBC de una economía pequeña y abierta ante choques en la productividad para Colombia. Concluye que el modelo es una buena herramienta para explicar los hechos estilizados de ese país. El consumo es menos volátil y la inversión más volátil, ambas respecto del producto interno bruto (PIB); el consumo y la inversión son procíclicos y la balanza comercial es contracíclica, pero el modelo sobrestima la volatilidad de la balanza comercial.

Mejía-Mínguez (2014) realiza un análisis a través de un modelo estándar RBC ante choques tecnológicos para dos economías (Uruguay y República Dominicana) a modo de comparación y observar si se replican los hechos estilizados que presentan ambas economías. Concluye que el modelo es una herramienta útil para analizar las relaciones de las principales variables macroeconómicas, reproduciendo parcialmente los hechos estilizados para la economía de República Dominicana, pero no para Uruguay.

### Estudios para el caso de México

García-Cicco, Pancrazi y Uribe (2010) llevaron a cabo una estimación econométrica de los parámetros de una economía pequeña y abierta utilizando datos de Argentina y México, donde se emplea un modelo RBC impulsado por una combinación de choques permanentes y transitorios en la productividad. Concluyeron que el modelo RBC explica de manera insuficiente los ciclos económicos en países emergentes, dado que no captura la mayor volatilidad del consumo en relación con el PIB, y predice una menor volatilidad de la balanza comercial que la que los datos reales presentan. Pero encuentran que el modelo aumentado replica bien los ciclos observados en Argentina, mayor volatilidad del consumo sobre el producto, alta volatilidad de la inversión y correlación negativa de la balanza comercial.

Fernández y Meza (2015) efectúan un estudio sobre el empleo informal en el que desarrollan un modelo de una economía pequeña y abierta que incorpora los mercados de trabajo informal y formal para la economía mexicana, pretendiendo analizar los hechos empíricos del empleo informal que es anticíclico y tiene correlación negativa con empleo formal. Se utiliza el modelo RBC para ver si replica bien los hallazgos encontrados y hacer un análisis. En el modelo, los hogares deciden cuánta mano de obra asignar a cada sector, en cada sector se acumulan *stocks* de capital específicos, se producen bienes formales e informales que corresponden a cada sector respectivamente, el capital formal se alquila a la empresa, mientras que el capital informal se utiliza en el sector informal y los hogares pueden comprar o vender bonos no contingentes de un periodo en los mercados de capitales extranjeros. La única fuente de incertidumbre en el modelo se da a través de un

choque en el factor de crecimiento de la productividad laboral para el sector formal. El choque del sector formal se pasa al sector informal. Encuentran que el modelo es bueno; es decir, replica los hechos empíricos encontrados, otorgándoles información sobre los canales por los que la economía informal puede afectar al ciclo económico.

Otro trabajo es el de Aguiar y Gopinath (2007), quienes desarrollan un modelo RBC impulsado principalmente por choques permanentes en la productividad, para un grupo de economías pequeñas y abiertas, tanto desarrolladas como emergentes incluyendo a México. Encuentran que el modelo puede explicar las diferencias entre ambos grupos de economías. En particular encuentran que el modelo reproduce el comportamiento de la balanza comercial y el consumo observado en los países con economías emergentes; para los países desarrollados encontraron una menor ciclicidad de la balanza comercial y una menor volatilidad del consumo.

### **Marco teórico y metodología**

Los modelos de los ciclos económicos reales son los modelos de crecimiento estocástico que han sido empleados para hacer frente a las fluctuaciones del ciclo económico. Como su nombre lo indica, los modelos de ciclos económicos reales lidian con el lado real de la economía. Son modelos de Arrow-Debreu en el que no hay ningún papel para el dinero y su solución por lo general se centra en resolver el problema del planeador central.

Los principales supuestos de los modelos RBC: a) Competencia perfecta, b) Información simétrica, c) Mercados completos y d) Vida infinita de los agentes económicos. Siguiendo a Mark (2004) se comienza con un modelo básico de crecimiento estocástico de una economía cerrada con una función de utilidad logarítmica y capital duradero. Después se desarrolla un modelo de una economía abierta (o internacional), que no es más que la unión de dos modelos de un solo país (economía cerrada).

Acorde con Mark (2004) se comienza con un modelo básico de crecimiento estocástico de una economía cerrada con una función de utilidad logarítmica y capital duradero. Después se desarrolla un modelo de una economía abierta (o internacional), que no es más que la unión de dos modelos de un solo país (economía cerrada).

Este estudio empírico requiere de dos etapas preliminares. La primera etapa implica la construcción del modelo a ser analizado; la segunda implica el manejo de los datos donde utilizaremos la metodología de Hodrick y Prescott (1997), la cual desarrollaremos más adelante.



La etapa de construcción del modelo incluye tres componentes: una caracterización del entorno en el que residen los tomadores de decisiones, un conjunto de reglas de decisión que determinan su comportamiento y una caracterización de la incertidumbre que enfrentan en la toma de decisiones. Estos componentes derivan en un sistema de ecuaciones en diferencias no lineales estocásticas. Esta etapa también implica la construcción de una aproximación lineal del modelo. Del mismo modo que las ecuaciones no lineales se pueden aproximar linealmente a través de expansiones de la serie de Taylor. Después debe realizarse la solución de la aproximación lineal resultante del sistema. La solución está escrita en términos de variables expresadas como desviaciones de los valores del estado estacionario EE.

### Economía cerrada

El modelo que se desarrolla es una versión del modelo de King, Plosser y Rebelo (1988), que se abstrae de la elección entre ocio y trabajo. La economía consiste en un gran número de hogares idénticos con utilidad periódica. Pero la actividad económica agregada se analiza centrándose en un hogar representativo. El objetivo del hogar es maximizar su utilidad intertemporal:

$$\text{Max} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U(C_{t+j})$$

donde  $E_t$  es el operador de expectativas condicionales en la información disponible en el tiempo  $t$ ,  $\beta \in (0, 1)$ , es el factor de descuento subjetivo del hogar,  $U(C_{t+j})$  es una función de utilidad instantánea. La utilidad periódica adopta la forma

$$U(C_t) = \ln(C_t)$$

El hogar está equipado con una tecnología de producción  $f(A_t, K_t)$  que se utiliza para producir un solo bien  $Y_t$ . La tecnología de producción está representada por una función Cobb-Douglas

$$Y_t = f(A_t, K_t) = A_t K_t^\alpha (NX_t)^{1-\alpha}$$

donde  $\alpha \in (0, 1)$  representa la participación del capital en la producción,  $K_t$  y  $N$  denotan cantidades de capital físico y el trabajo asignado por la familia al proceso de producción.

Los cambios tecnológicos son impulsados por dos componentes, a través de cambios en la productividad laboral  $X_t$  y cambios en la productividad total de los factores  $A_t$ . Las horas de trabajo  $N$  son fijas en cada periodo.

La producción generada en el tiempo  $t$  puede ser consumida o utilizada para aumentar el *stock* de capital (ahorro) disponible para su uso en el proceso de producción en el periodo  $t + 1$  (inversión). Es decir, la producción puede ser consumida o ahorrada

$$Y_t = C_t + I_t$$

donde  $I_t$  denota la cantidad de inversión. El *stock* de capital físico evoluciona de acuerdo con

$$K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t$$

donde  $\delta \in (0, 1)$  denota la tasa de depreciación.

En resumen, tenemos

El Planeador Central:

$$(1) \quad \text{Max} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U(C_{t+j})$$

s.a.

$$(2) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha (NX_t)^{1-\alpha}$$

$$(3) \quad K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t$$

$$(4) \quad Y_t = C_t + I_t$$

$$(5) \quad U(C_t) = \ln(C_t)$$

El modelo permite solo una normalización, entonces podemos hacer  $N = 1$ . En el estado estacionario, la economía debe crecer a lo largo de la senda de crecimiento sostenido, en la cual todas las cantidades, excepto para  $N$ , crecen a la misma tasa

$$\gamma = \frac{X_{t+1}}{X_t} = \frac{X_{t+1}}{Y_t} = \frac{C_{t+1}}{C_t} = \frac{I_{t+1}}{I_t} = \frac{K_{t+1}}{K_t}$$

Es fácil obtener el estado estacionario. Primero resolvemos para el EE y luego tomamos una aproximación lineal del modelo alrededor del EE. El factor exógeno del crecimiento  $\gamma$  da al modelo un EE en movimiento, lo cual es inconveniente. Para arreglar esto, lo primero que tenemos que hacer es transformar el modelo con la finalidad de obtener un EE fijo, mediante la normalización de todas las variables por unidades de eficiencia laboral  $NX_t$ . Los valores normalizados se denotan por letras minúsculas

$$y_t = \frac{Y_t}{X_t}, k_t = \frac{K_t}{X_t}, i_t = \frac{I_t}{X_t}, c_t = \frac{C_t}{X_t}$$

Dividiendo las ecuaciones de la (1) a la (5) por  $NX_t$ , y llevando a cabo el proceso algebraico llegamos al problema normalizado.

El Planeador Central (Normalizado):

$$(6) \quad E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U(c_{t+j})$$

s.a

$$(7) \quad y_t = f(A_t, K_t) = A_t k_t^\alpha$$

$$(8) \quad \gamma k_{t+1} = i_t + (1-\delta)k_t$$

$$(9) \quad y_t = c_t + i_t$$

$$(10) \quad U(c_t) = \ln(c_t)$$

Sea  $\lambda_t = (k_{t+1}, k_t, A_t)'$ , de (8) tenemos  $i_t = \gamma k_{t+1} - (1-\delta)k_t$  de (9) tenemos  $c_t = y_t - i_t$ . Entonces de (7)-(9) obtenemos la restricción:

$$(11) \quad c_t = g(\lambda_t) = A_t k_t^\alpha - \gamma k_{t+1} + (1-\delta)k_t$$

Para referencias futuras tenemos las primeras y segundas derivadas evaluadas en el EE ( $k$ ).

Sea  $g_j = \frac{\partial c_t}{\partial \lambda_{jt}}$  la derivada parcial de  $g(\underline{\lambda}_t)$  respecto de  $j$ th elemento de  $\underline{\lambda}_t$  y  $g_{ij} = \frac{\partial^2 c_t}{\partial \lambda_{it} \partial \lambda_{jt}}$  la segunda derivada parcial cruzada, en el EE.

Ahora sustituyendo la restricción (11) en (6), transformamos el problema de optimización con restricción a un problema sin restricción

$$(12) \quad \text{Max} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U[g(\underline{\lambda}_{t+j})] = v(\underline{\lambda}_{t+j})$$

En el tiempo  $t$ ,  $k_t$  es predeterminada y la variable  $i_t$  es equivalente a elegir  $k_{t+1}$ . Entonces la condición de primer orden para todo  $t$  es

$$(13) \quad \frac{dv(\underline{\lambda}_{t+j})}{dk_{t+1}} = h(\underline{\lambda}_{t+j}) = -\gamma U_c(c_t) + \beta E_t U_c(c_{t+1}) [f(A_{t+1}, K_{t+1}) + (1-\delta)] = 0$$

La ecuación (13) es la ecuación de Euler, la cual es una ecuación en diferencias no lineal estocástica en  $k_t$ . La solución a esta ecuación no es fácil de obtener, por tanto recurrimos a métodos de aproximación. El comportamiento de la economía en el corto plazo lo podemos ver a través de la programación dinámica. La regla de decisión que caracteriza el proceso de equilibrio estocástico puede ser obtenida resolviendo la ecuación de Bellman o también conocida como ecuación de programación dinámica, dados  $k_0$  y  $A_0$ .

$$V(k_0) = \max \left\{ U[g(\underline{\lambda}_{t+0})] + \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U[g(\underline{\lambda}_{t+j})] \right\}$$

Con la ayuda de la programación dinámica obtenemos el comportamiento del capital en la economía en el corto plazo cuando se encuentra por encima y por arriba del EE (los códigos se encuentran en el Apéndice).

### El estado estacionario

Podemos calcular la solución de aproximación alrededor del modelo en EE. Entonces lo primero que necesitamos es encontrar el estado estacionario ( $z_{t+i} = z_{t+j} = z$ ). Denotamos los valores de EE de producción, consumo, inversión y capital como  $y$ ,  $c$ ,  $i$  &  $k$ , sin el subíndice de tiempo, y en el estado estacionario el valor de  $A = 1$ .

Resolviendo la ecuación de Euler en el estado estacionario tenemos:

$$(14) \quad \frac{y}{k} = \frac{\gamma}{\beta-1 + \delta}$$

$$(15) \quad \frac{i}{k} = \gamma + \delta - 1$$

$$(16) \quad \frac{c}{k} = \frac{y}{k} - \frac{i}{k}$$

$$(17) \quad k = \left(\frac{y}{k}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

El choque transitorio tecnológico evoluciona de acuerdo con un vector autorregresivo de primer orden AR(1)

$$(18) \quad A_t = (1-\rho) + \rho A_{t-1} + \epsilon_t,$$

donde  $\epsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$ .

### Solución cerca del estado estacionario

Para resolver el modelo tomamos una aproximación de serie de Taylor de primer orden de la ecuación de Euler (13), alrededor del EE. Así obtendremos una ecuación en diferencias de segundo orden en  $(k_t - k)$ . La expansión de la serie de Taylor de primer orden para ecuación (13) de 5 variables  $(k_{t-2}, k_{t+1}, k, A_{t-1}, A_{t+2})$  en  $(k, k, k, 1, 1) = \bar{\lambda}$  es

$$(19) \quad h(\cdot) \approx h(\bar{\lambda}) + \frac{\partial h(\bar{\lambda})}{\partial k_{t+2}}(k_{t+2} - k) + \frac{\partial h(\bar{\lambda})}{\partial k_{t+1}}(k_{t+1} - k) + \frac{\partial h(\bar{\lambda})}{\partial k_t}(k_t - k) + \frac{\partial h(\bar{\lambda})}{\partial A_{t+1}}(A_{t+1} - 1) + \frac{\partial h(\bar{\lambda})}{\partial A_t}(A_t - 1)$$

donde

$$h(\bar{\lambda}) = a_0 = 0$$

y las derivadas de  $h(\cdot)$  son evaluadas en el EE, por lo tanto, la serie queda como

$$h(\cdot) \approx a_0 + a_1(k_{t+2}-k) + a_2(k_{t+1}-k) + a_3(k_t-k) + a_4(A_{t+1}-1) + a_5(A_t-1)$$

Ahora para resolver la ecuación de Euler linealizada, dado que los datos a explicar están en logaritmos, podemos convertirlas en forma logarítmica. Sea

$$\tilde{a}_i = ka_i, \quad \forall i = 1, 2, 3$$

y denotemos gorro (^) la aproximación logarítmica en diferencias del estado estacionario

$$\widehat{Z}_t = \frac{Z_t - Z}{Z} \simeq \ln \frac{Z_t}{Z}$$

y como  $A = 1$  es el valor en el EE, entonces

$$\widehat{A}_t = A_t - 1$$

Ahora sea

$$b_1 = \frac{-\tilde{a}_2}{\tilde{a}_1}, b_2 = \frac{-\tilde{a}_3}{\tilde{a}_1}, b_3 = \frac{a_4}{\tilde{a}_1} \text{ y } b_4 = \frac{a_5}{\tilde{a}_1}$$

dividiendo (19) por  $\tilde{a}_1$  y reordenando tenemos

$$\frac{a_1}{\tilde{a}_1}(k_{t+2}-k) + \frac{a_2}{\tilde{a}_1}(k_{t+1}-k) + \frac{a_3}{\tilde{a}_1}(k_t-k) = -\frac{a_4}{\tilde{a}_1}(A_{t+1}-1) - \frac{a_5}{\tilde{a}_1}(A_t-1)$$

Ahora multiplicamos el lado izquierdo de la igualdad, por un 1 de tal forma que

$1 = \frac{k}{k}$ , y reordenando tenemos

$$\frac{\tilde{a}_1}{\tilde{a}_1} \widehat{k}_{t+2} + \frac{\tilde{a}_2}{\tilde{a}_1} \widehat{k}_{t+1} + \frac{\tilde{a}_3}{\tilde{a}_1} \widehat{k}_t = b_3(\widehat{A}_{t+1}) + b_4(\widehat{A}_t)$$

así podemos simplificar esto como

$$\widehat{k}_{t+2} - b_1 \widehat{k}_{t+1} - b_2 \widehat{k}_t = W_{t+1}$$

rezagando la ecuación una vez, sea  $L$  el operador de rezago y reordenando nos queda

$$(20) \quad (1 - b_1 L + b_2 L) \widehat{k}_{t+1} = W_t$$

Partiendo del polinomio cuadrado

$$(1 - b_1 z + b_2 z^2) = (1 - \omega_1 L)(1 - \omega_2 L)$$

usando la formula cuadrático general, y los valores de los parámetros de calibración, tenemos

$$z_1 = \frac{1}{\omega_1} \simeq 1.23$$

$$z_2 = \frac{1}{\omega_2} \simeq 0.81$$

Hay una raíz estable, fuera del círculo unitario ( $|z_1| > 1$ ) y una raíz inestable, dentro del círculo unitario ( $|z_2| < 1$ ). La presencia de una raíz inestable nos dice que la solución es un punto silla.

Si simulamos (20), veremos que el *stock* de capital diverge. Para resolver la ecuación en diferencias, utilizaremos la propiedad “certeza de equivalencia” de los problemas de optimización cuadrática. Esto es, primero obtenemos la solución de “previsión perfecta” al problema, resolviendo la raíz estable hacia atrás y la raíz inestable hacia adelante. Entonces, sustituimos los valores futuros de las variables aleatorias con sus respectivos valores esperados condicionados al conjunto de información en el tiempo- $t$ . De (20) tenemos

$$W_t = (1 - \omega_1 L)(1 - \omega_2 L) \widehat{k}_{t+1}$$

multiplicando por un 1 tal que  $1 = (-\omega_2 L)(-\omega_2^{-1} L^{-1})$  y reordenando nos queda

$$(21) \quad (1 - \omega_1 L) \widehat{k}_{t+1} = \frac{(-\omega_2^{-1} L^{-1})}{(1 - \omega_2^{-1} L^{-1})} W_t$$

y sustituyendo esto en (25), aplicando el operador se rezago, y reordenando nos queda

$$(22) \quad (1-\omega_1 L)\widehat{k}_{t+1} = \sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\omega_2}\right)^j W_{t+j}$$

Aparte trabajando con el termino  $W_{t+j}$ , tenemos

$$W_{t+j} = b_3(A_{t+j+1}-1) + b_4(A_{t+j}-1)$$

el valor esperado de  $W_{t+j}$  es

$$E_t W_{t+j} = b_3 E_t \widehat{A}_{t+j+1} + b_4 E_t \widehat{A}_{t+j}$$

donde el vector autorregresivo (18), implica

$$\widehat{A}_t = (1-\rho) + \rho A_{t-1} + \epsilon_t - 1$$

entonces el valor esperado de  $\widehat{A}_{t+j}$  es

$$E_t[\widehat{A}_{t+j}] = \rho^j \widehat{A}_t$$

y entonces el valor esperado de  $\widehat{A}_{t+j+1}$  es

$$E_t[\widehat{A}_{t+j+1}] = \rho^{j+1} \widehat{A}_t$$

al utilizar esto y reordenarlo  $W_{t+j}$  queda como

$$W_{t+j} = (\rho b_3 + b_4) \rho^j \widehat{A}_t$$

Ahora trabajando con  $\sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\omega_2}\right)^j W_{t+j}$  permite que la solución para el *stock* de capital sea

$$(23) \quad k_{t+1} = \omega_1 \widehat{k}_t + \left[ \frac{\rho}{\omega_2 - \rho} \right] (\rho b_3 + b_4) \widehat{A}_t$$

Para recuperar  $\widehat{y}_t$ , tomamos la serie de Taylor de primer orden para  $f(k_t, A_t)$  en  $(k, 1)$



$$f(k_t, A_t) \approx y + f_k k \widehat{k}_t + f_A \widehat{A}_t$$

donde

$$f_k = \frac{\alpha y}{k} \text{ y } f_A = y$$

utilizando esto y reordenando llegamos a

$$\widehat{y}_t = \widehat{A}_t + \alpha \widehat{k}_t$$

Para calcular  $\widehat{l}_t$  restamos  $\gamma k = i(1 - \delta)k$  a (8), después multiplicando por  $\frac{k}{ik}$  y reordenando nos queda

$$\widehat{l}_t = \frac{k}{i} [\gamma \widehat{k}_{t+1} - (1 - \delta) \widehat{k}_t]$$

y finalmente obtenemos  $\widehat{c}_t$  de la resta de  $\widehat{y}_t$  y  $\widehat{l}_t$ , por definición

$$\widehat{c}_t = \widehat{y}_t - \widehat{l}_t$$

Con la finalidad de determinar los niveles logarítmicos de las variables trabajamos con las ecuaciones (2)-(4), después de una serie de pasos algebraicos tenemos

$$\ln(Y_t) = \widehat{y} + \ln(X_t) + \ln(y)$$

$$\ln(C_t) = \widehat{c} + \ln(X_t) + \ln(c)$$

$$\ln(I_t) = \widehat{l} + \ln(X_t) + \ln(i)$$

$$\ln(X_t) = \ln(X_0) + t \ln(\gamma)$$

### Economía abierta

Ahora se añade un segundo país. Este modelo es una versión del modelo de Backus, Kehoe y Kyndland (1982), que se abstrae de la elección entre ocio y trabajo. Cada uno produce el mismo bien, la presencia de perturbaciones idiosincrásicas específicas de cada país. Ambos países experimentan tasas idénticas de depreciación de capital físico y crecimiento tecnológico a largo plazo. Comparten el mismo

capital, la misma forma de la función de producción de tipo Cobb-Douglas e idéntica utilidad. Son similar al del modelo de una economía, en resumen, tenemos:

País nacional:

$$\text{Max} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U(C_{t+j}),$$

s.a

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (NX_t)^{1-\alpha}$$

$$K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

$$U(C_t) = \ln(C_t)$$

En el país extranjero todas las variables y parámetros están denotadas con asterisco. La normalización términos de unidades de eficiencia de trabajo  $NX_t$ , es igual que en el problema de economía abierta. Solo que ahora el planeador central adjunta un peso  $\omega$  al agente doméstico y un peso  $1 - \omega$  al agente extranjero.

El Planeador Central (Normalizado):

$$(24) \quad \text{Max} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j [\omega U(c_{t+j}) + (1-\omega)U(c_{t+j}^*)],$$

s.a

$$(25) \quad y_t = f(A_t, k_t) = A_t k_t^\alpha$$

$$(26) \quad y_t^* = f(A_t^*, k_t^*) = A_t^* k_t^{*\alpha}$$

$$(27) \quad \gamma k_{t+1} = i_t + (1-\delta)k_t$$

$$(28) \quad \gamma k_{t+1}^* = i_t^* + (1-\delta)k_t^*$$

$$(29) \quad y_t + y_t^* = c_t + c_t^* + (i_t + i_t^*)$$

En el mercado económico  $\omega$  indica el tamaño del país nacional respecto de la economía mundial. Las ecuaciones (25) y (26) son las funciones de producción tipo Cobb-Douglas de los países nacional y extranjero respectivamente, con trabajo normalizado  $N = N^* = 1$ . Las ecuaciones (27) y (28) son la acumulación de capital doméstico y foráneo respectivamente, y la ecuación (29) es la nueva forma de la producción limitada. Ambos países tienen la misma tecnología, pero están sujetos a choques transitorios heterogéneos de la productividad de acuerdo con:

$$(30) \quad \begin{bmatrix} A_t \\ A_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-\rho-\delta \\ 1-\rho-\delta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \rho & \delta \\ \delta & \rho \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{t-1} \\ A_{t-1}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_t \\ \epsilon_t^* \end{bmatrix}$$

donde  $(\epsilon_t, \epsilon_t^*) \sim^{iid} N(\underline{0}, \Sigma)$ .

Aparte de la función objetivo, la principal diferencia entre los modelos de dos países y de un país es la restricción de recursos (29). La producción mundial puede ser consumida o ahorrada, pero el ahorro neto de un país es el saldo de la cuenta corriente, puede ser distinto de cero ( $y_t - c_t - i_t = -(y_t^* - c_t^* - i_t^*) \neq 0$ ).

Sea  $\underline{\lambda}_t = (k_{t+1}, k_{t+1}^*, k_t, k_t^*, A_t, A_t^*, c_t, c_t^*)$  el vector de estado e indique la dependencia del consumo en el estado por  $c_t = g(\underline{\lambda}_t)$  y  $c_t^* = h(\underline{\lambda}_t)$  (por trivialidad es igual a  $c_t^*$ ). Sustituyendo (25)-(28) dentro de (29) nos queda

$$(31) \quad c_t = g(\underline{\lambda}_t) = f(A_t, k_t) + f(A_t^*, k_t^*) - \gamma(k_{t+1} + k_{t+1}^*) + (1-\delta)(k_t + k_t^*) - c_t^*$$

$$(32) \quad c_t^* = h(\underline{\lambda}_t) = c_t^*$$

Para futuras referencias sea  $i, j = 1, \dots, 7$  y  $(\cdot) = g, h$ , sea  $(\cdot)_j = \frac{\partial c_t}{\partial \lambda_{jt}}$  la

derivada parcial de  $(\cdot)(\underline{\lambda}_t)$  respecto de  $j$ th elemento de  $\underline{\lambda}_t$ .  $g_i$  denota las primeras derivadas evaluadas en el EE y  $g_{ij}$  las segundas derivadas parciales.

Ahora sustituyendo la restricción (31) y (32) en (24), transformamos el problema de optimización con restricción a un problema sin restricción, obtenemos

$$Max E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j [\omega U[g(\underline{\lambda}_{t+j})] + (1-\omega)U[h(\underline{\lambda}_{t+j})]] = v_0,$$

$$\begin{aligned}
 v_0 = & \omega E_t \{ \beta^0 U[g(\underline{\lambda}_t)] + \beta^1 U[g(\underline{\lambda}_{t+1})] + \beta^2 U[g(\underline{\lambda}_{t+2})] + \dots \} + \\
 (33) \quad & (1 - \omega) E_t \{ \beta^0 U[h(\underline{\lambda}_t)] + \beta^1 U[h(\underline{\lambda}_{t+1})] + \beta^2 U[h(\underline{\lambda}_{t+2})] \}
 \end{aligned}$$

En el tiempo  $t, k_t$  y  $k_t^*$  son predeterminadas, entonces se eligen las variables  $c_t^*, i_t$  e  $i_t^*$  (elegir  $i_t$  e  $i_t^*$  es equivalente a elegir  $k_{t+1}$  y  $k_{t+1}^*$  respectivamente). Entonces de las condiciones de primer orden para todo  $t$ , note que las derivadas para los términos en  $\underline{\lambda}_t$  y  $\underline{\lambda}_{t+1}$  son las únicas diferentes de cero.

De (31) tenemos que

$$\begin{aligned}
 c_{t+1} &= g(\underline{\lambda}_{t+1}) \\
 &= f(A_{t+1}, k_{t+1}) + f(A_{t+1}^*, k_{t+1}^*) - \gamma(k_{t+2} + k_{t+2}^*) + (1 - \delta)(k_{t+1} + k_{t+1}^*) - c_{t+1}^*
 \end{aligned}$$

Derivando e igualando a cero y reordenando, tenemos las siguientes ecuaciones de Euler:

$$(34) \quad \gamma U_c(c_t) = \beta E_t U_c(c_{t+1}) g_3(\underline{\lambda}_{t+1})$$

$$(35) \quad \gamma U_c(c_t) = \beta E_t U_c(c_{t+1}) g_4(\underline{\lambda}_{t+1})$$

$$(36) \quad U_c(c_t) = \left[ \frac{1 - \omega}{\omega} \right] U_{c^*}(c_t^*)$$

### El estado estacionario

Podemos calcular la solución de aproximación alrededor del modelo en EE. Entonces lo primero que ocupamos es encontrar el estado estacionario. Denotamos los valores de EE de producción, consumo, inversión y capital como  $y, c, i$  &  $k$ , sin el subíndice de tiempo, y el valor de  $A$  y  $A^*$  en el EE es igual a 1. Resolviendo las ecuaciones de Euler (34)-(36) en el estado estacionario, tenemos:

$$\frac{y}{k} = \frac{y^*}{k^*} = \frac{\frac{\gamma}{\beta} - 1 + \delta}{\alpha} =$$

$$k = k^* = \left(\frac{y}{k}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

$$i = i^* = [\gamma - (1-\delta)]k$$

$$c = 2\omega(y-i)$$

$$c^* = 2(1-\omega)(y-i)$$

de estos resultados llegamos a

$$y - c - i = (1 - 2\omega)(y - i)$$

De esta última ecuación podemos ver que mientras  $\omega = 1/2$ , la cuenta corriente no se equilibrará en el EE. Si  $\omega > 1/2$  el país de nacional gastará por encima del PIB y se tendrá un déficit en cuenta corriente.

### Aproximación de segundo orden de la función objetivo

Para resolver el modelo tomamos una serie de Taylor de segundo orden de la función objetivo (24) alrededor del EE. La serie de Taylor de segundo orden en forma matricial es

$$R(\underline{\lambda}_t) \approx R(\underline{\lambda}) + (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})' [\nabla R(\underline{\lambda})] + \frac{1}{2} (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})' [\nabla^2 R(\underline{\lambda})] (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})'$$

Sea  $R$  el promedio ponderado de la función objetivo, tenemos

$$R(\underline{\lambda}_t) = \omega U[g(\underline{\lambda}_t)] + (1-\omega) U[h(\underline{\lambda}_t)]$$

sea  $R_j$  la primera derivada parcial de  $R$  respecto del  $i$ -elemento de  $\underline{\lambda}_t$

$$R_i = \frac{\partial R(\underline{\lambda}_t)}{\partial \lambda_{it}} = \omega U_c(c) g_i + (1-\omega) U_{c^*}(c^*) h_i$$

y sea  $R_{ij}$  las segundas derivadas parciales de  $R$  respecto del  $i$ -elemento y  $j$ -elemento de  $\underline{\lambda}_t$

$$R_{ij} = \frac{\partial^2 R(\underline{\lambda}_t)}{\partial \lambda_{it} \partial \lambda_{jt}} = \omega [U_c(c)g_{ij} + U_{cc}(c)g_i g_j] + (1-\omega)[U_{c^*}(c^*)h_{ij} + U_{c^*c^*}(c^*)h_i h_j]$$

donde  $R_{ij} = R_{ji}$ . Sea  $\underline{q}_{1 \times 7}$  el vector gradiente (primeras derivadas), y sea  $\underline{Q}_{7 \times 7}$  la matriz Hessiana (segundas derivadas) de  $R$ , entonces la aproximación de segundo orden de Taylor en forma matricial de  $R$  es

$$R(\underline{\lambda}_t) \approx R(\underline{\lambda})_{1 \times 1} + \underline{q}_{1 \times 7}(\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})'_{7 \times 1} + \frac{1}{2}(\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})_{1 \times 7} \underline{Q}_{7 \times 7}(\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})'_{7 \times 1}$$

Dado que  $R(\underline{\lambda}_t)$  es constante podemos quitarla, y que  $Q_{ij} = \frac{1}{2}R_{ij}$  (i.e.  $\frac{1}{2}Q_{ij}$ ), reescribiendo nos queda

$$R(\underline{\lambda}_t) = [q + (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})Q](\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})'$$

entonces podemos reescribir (33) como

$$\text{Max} \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j R(\underline{\lambda}_{t+j}) = v$$

Las condiciones de primer orden de la aproximación son

$$\frac{\partial v}{\partial k_{t+1}} = \frac{\partial R(\underline{\lambda}_t)}{\partial k_{t+1}} + \beta \left( \frac{\partial R(\underline{\lambda}_{t+1})}{\partial k_{t+1}} \right) = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial k_{t+1}^*} = \frac{\partial R(\underline{\lambda}_t)}{\partial k_{t+1}^*} + \beta \left( \frac{\partial R(\underline{\lambda}_{t+1})}{\partial k_{t+1}^*} \right) = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial c_t^*} = \frac{\partial R(\underline{\lambda}_t)}{\partial c_t^*} = 0$$

donde  $R(\underline{\lambda}_{t+1})$  es

$$R(\underline{\lambda}_{t+1}) = [q + (\underline{\lambda}_{t+1} - \underline{\lambda})Q](\underline{\lambda}_{t+1} - \underline{\lambda})'$$

Sea  $Q_i$  la  $i$ -fila de la matriz  $Q$  la cual es simétrica (fila  $i$  es igual a columna  $i$ ), entonces  $Q_i = Q_i$ . Las condiciones de primer orden quedan como:

$$(38) \quad 0 = R_1 + \beta R_3 + Q_1 \cdot (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})' + \beta Q_3 \cdot (\underline{\lambda}_{t+1} - \underline{\lambda})'$$

$$(39) \quad 0 = R_2 + \beta R_4 + Q_2 \cdot (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})' + \beta Q_4 \cdot (\underline{\lambda}_{t+1} - \underline{\lambda})'$$

$$(40) \quad 0 = R_7 + Q_7 \cdot (\underline{\lambda}_t - \underline{\lambda})'$$

y donde  $R_{ij} = R_{ji}$ .

Ahora denotemos con tilde la desviación de las variables del EE ( $\tilde{z}_t = z_t - z$ ), y reescribiendo las ecuaciones tenemos

$$(41) \quad 0 = a_1 \tilde{k}_{t+2} + a_2 \tilde{k}_{t+2} + a_3 \tilde{k}_{t+1} + a_4 \tilde{k}_{t+1}^* + a_5 \tilde{k}_t + a_6 \tilde{k}_t^* + a_7 \tilde{A}_{t+1} \\ + a_8 \tilde{A}_{t+1}^* + a_9 \tilde{A}_t + a_{10} \tilde{A}_t^* + a_{11} \tilde{c}_{t+1}^* + a_{12} \tilde{c}_t^* a_{13}$$

$$(42) \quad 0 = b_1 \tilde{k}_{t+2} + b_2 \tilde{k}_{t+2} + b_3 \tilde{k}_{t+1} + b_4 \tilde{k}_{t+1}^* + b_5 \tilde{k}_t + b_6 \tilde{k}_t^* + b_7 \tilde{A}_{t+1} \\ + b_8 \tilde{A}_{t+1}^* + b_9 \tilde{A}_t + b_{10} \tilde{A}_t^* + b_{11} \tilde{c}_{t+1}^* + b_{12} \tilde{c}_t^* b_{13}$$

$$(43) \quad 0 = d_3 \tilde{k}_{t+1} + d_4 \tilde{k}_{t+1}^* + d_5 \tilde{k}_t + d_6 \tilde{k}_t^* + d_9 \tilde{A}_t + d_{10} \tilde{A}_t^* + d_{12} \tilde{c}_t^* d_{13}$$

De (43) obtenemos  $\tilde{c}_t^*$  y  $\tilde{c}_{t+1}^*$

$$\tilde{c}_t^* = \frac{-1}{d_{12}} [d_3 \tilde{k}_{t+1} + d_4 \tilde{k}_{t+1}^* + d_5 \tilde{k}_t + d_6 \tilde{k}_t^* + d_9 \tilde{A}_t + d_{10} \tilde{A}_t^* + d_{13}]$$

$$\tilde{c}_{t+1}^* = \frac{-1}{d_{12}} [d_3 \tilde{k}_{t+2} + d_4 \tilde{k}_{t+2}^* + d_5 \tilde{k}_{t+1} + d_6 \tilde{k}_{t+1}^* + d_9 \tilde{A}_{t+1} + d_{10} \tilde{A}_{t+1}^* + d_{13}]$$

sustituyendo en (41) y (42) tenemos

$$(44) \quad 0 = \tilde{a}_1 \tilde{k}_{t+2} + a_2 \tilde{k}_{t+2} + a_3 \tilde{k}_{t+1} + a_4 \tilde{k}_{t+1}^* + a_5 \tilde{k}_t + a_6 \tilde{k}_t^* + \\ \tilde{a}_7 \tilde{A}_{t+1} + \tilde{a}_8 \tilde{A}_{t+1}^* + \tilde{a}_9 \tilde{A}_t + \tilde{a}_{10} \tilde{A}_t^* + \tilde{a}_{11}$$

$$(45) \quad 0 = \tilde{b}_1 \tilde{k}_{t+2} + \tilde{b}_2 \tilde{k}_{t+2} + \tilde{b}_3 \tilde{k}_{t+1} + \tilde{b}_4 \tilde{k}_{t+1}^* + \tilde{b}_5 \tilde{k}_t + \tilde{b}_6 \tilde{k}_t^* + \\ \tilde{b}_7 \tilde{A}_{t+1} + \tilde{b}_8 \tilde{A}_{t+1}^* + \tilde{b}_9 \tilde{A}_t + \tilde{b}_{10} \tilde{A}_t^* + \tilde{b}_{11}$$

Dado que los valores de los parámetros de la economía abierta y cerrada son iguales, y sea  $\tilde{A}_t^w = \tilde{A}_t = \tilde{A}_t^*$ , donde  $w$  denota mundial (*ie*  $\tilde{A}_t^w$  el choque tecnológico mundial), sumando (44) y (45), después multiplicando por  $\frac{1}{2\tilde{a}_1}$  y reordenando llegamos a

$$(46) \quad 0 = \tilde{k}_{t+2}^w + \left(\frac{\tilde{a}_3 + \tilde{b}_3}{2\tilde{a}_1}\right)\tilde{k}_{t+1}^w + \frac{\tilde{a}_5}{\tilde{a}_1}\tilde{k}_t^w + \left(\frac{\tilde{a}_7 + \tilde{b}_7}{2\tilde{a}_1}\right)\tilde{A}_{t+1}^w + \frac{\tilde{a}_9}{\tilde{a}_1}\tilde{A}_t^w + \left(\frac{\tilde{a}_{11} + \tilde{b}_{11}}{2\tilde{a}_1}\right)$$

para simplificar  $m_3\tilde{A}_{t+1}^w + m_4\tilde{A}_t^w + m_5 = W_{t+1}^w$ .

Entonces sustituyendo y reordenando

$$(47) \quad \tilde{k}_{t+2}^w - m_1\tilde{k}_{t+1}^w - m_2\tilde{k}_t^w = W_{t+1}^w$$

aplicando un rezago

$$(48) \quad (1 - m_1L - m_2L^2)\tilde{k}_{t+1}^w = W_{t+1}^w$$

Ahora partiendo del polinomio cuadrado

$$(49) \quad (1 - m_1z - m_2z^2) = (1 - \omega_1L)(1 - \omega_2L),$$

usando la fórmula cuadrática y empleando los valores de los parámetros de calibración, tenemos

$$z_1 = \frac{1}{\omega_1} \simeq 1.17$$

$$z_2 = \frac{1}{\omega_2} \simeq 0.84$$

Hay una raíz estable, fuera del círculo unitario

$$|z_1| > 1$$



y una raíz inestable, dentro del círculo unitario

$$|z_1| < 1$$

Aparte multiplicando  $W_t$  por  $1 = (-\omega_2 L)(-\omega_2^{-1} L^{-1})$  y reordenando

$$(1 - \omega_1 L) \tilde{k}_{t+1}^w = \frac{(-\omega_2^{-1} L^{-1})}{(1 - \omega_2^{-1} L^{-1})} W_t$$

utilizando (48) y (49), aplicando el operador adelantado y donde  $\frac{W_t}{(1 - \omega_2^{-1} L^{-1})} =$

$\sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\omega_2}\right)^j$ , reordenando obtenemos

$$(50) \quad (1 - \omega_1 L) \tilde{k}_{t+1}^w = -\sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\omega_2}\right)^j W_{t+j}.$$

Trabajando con el termino  $W_{t+j}$ , tenemos

$$W_{t+j} = m_3 (A_{t+j}^w - A^w) + b_4 (A_{t+j-1}^w - A^w) + m_5$$

el valor esperado de  $W_{t+j}$  es

$$\begin{aligned} E_t(W_{t+j}) &= m_3 E_t(A_{t+j}^w - A^w) + m_4 E_t(A_{t+j-1}^w - A^w) \\ &= m_3 [E_t(A_{t+j}^w) - A^w] + m_4 [E_t(A_{t+j-1}^w) - A^w] \end{aligned}$$

el valor esperado de  $A_t^w$  es igual a

$$E_t(A_t^w) = 2(1 - \rho - \delta) + (\rho + \delta)A_{t-1}^w$$

entonces reordenando obtenemos

$$E_t(A_{t+j}^w) = 2 + (\rho + \delta)^j (\tilde{A}_t^w)$$

El valor esperado de  $\tilde{A}_{t+j}^w$  es

$$E_t(\tilde{A}_{t+j}^w) = (\rho + \delta)^j \tilde{A}_t^w$$

entonces el valor esperado de  $\tilde{A}_{t+j-1}^w$  es

$$(51) \quad E_t(\tilde{A}_{t+j-1}^w) = (\rho + \delta)^{j-1} \tilde{A}_t^w$$

Por lo tanto, sustituyendo esto en  $W_{t+j}$  y reordenando llegamos a

$$W_{t+j} = [(\rho + \delta)m_3 + m_4](\rho + \delta)^{j-1} \tilde{A}_t^w + m_5$$

Sabemos que  $\sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{\rho}{\omega_2}\right)^j = \frac{\rho}{\omega_2 - \rho}$

$$\sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\omega_2}\right)^j W_{t+j} = \frac{(\rho + \delta)m_3 + m_4}{\omega_2 - (\rho + \delta)} \tilde{A}_t^w + \frac{1}{\omega_2 - 1} m_5$$

Entonces sustituyendo esto en la ecuación (50), aplicando el operador de reza-go y reordenando, la solución para el *stock* de capital queda como

$$(52) \quad \tilde{k}_{t+1}^w = \omega_1 \tilde{k}_t^w - \left[ \left( \frac{(\rho + \delta)m_3 + m_4}{\omega_2 - (\rho + \delta)} \right) \tilde{A}_t^w + \left( \frac{1}{\omega_2 - 1} \right) m_5 \right].$$

De restar (45) a (44) y reordenando nos queda

$$(53) \quad \tilde{k}_{t+1} - \tilde{k}_{t+1}^* = \left( \frac{\tilde{b}_7 - \tilde{a}_7}{\tilde{a}_3 - \tilde{a}_4} \right) \tilde{A}_{t+1} + \left( \frac{\tilde{b}_8 - \tilde{a}_8}{\tilde{a}_3 - \tilde{a}_4} \right) \tilde{A}_{t+1}^*.$$

De sumar (52) a (53), tenemos

$$(54) \quad \tilde{k}_{t+1} = \frac{1}{2} [\tilde{k}_{t+1}^w + (\tilde{k}_{t+1} - \tilde{k}_{t+1}^*)].$$

Para recuperar  $\tilde{y}_t$ , tomamos la serie de Taylor de primer orden para  $f(k_t, A_t)$  en  $(k, 1)$

$$f(k_t, A_t) \approx y + f_k \tilde{k}_t + f_A \tilde{A}_t$$

entonces

$$(55) \quad y_t = y + \frac{\alpha y}{k} \tilde{k}_t + \tilde{A}_t$$

$$\tilde{y}_t = y \tilde{A}_t + \frac{\alpha y}{k} \tilde{k}_t$$

de manera similar obtenemos

$$(56) \quad \tilde{y}_t^* = y^* \tilde{A}_t^* + \frac{\alpha y^*}{k^*} \tilde{k}_t^*$$

Ahora para calcular  $\tilde{l}_t$  restamos  $\gamma k = i + (1-\delta)k$  a (30), y reordenando tenemos

$$(57) \quad \tilde{l}_t = \gamma \tilde{k}_{t+1} - (1-\delta) \tilde{k}_t$$

de manera similar obtenemos

$$(58) \quad \tilde{l}_t^* = \gamma \tilde{k}_{t+1}^* - (1-\delta) \tilde{k}_t^*$$

y finalmente obtenemos  $\tilde{c}_t^w$  de la resta de  $\tilde{y}$  y  $\tilde{l}$ , por definición

$$\tilde{c}_t^w = \tilde{c}_t + \tilde{c}_t^* = \tilde{y}_t + \tilde{y}_t^* - (\tilde{l}_t + \tilde{l}_t^*)$$

de (35) llegamos a

$$\tilde{c}_t \frac{1}{1-\omega} = \frac{\omega}{1-\omega} \tilde{c}_t^w$$

así

$$\tilde{c}_t = \omega \tilde{c}_t^w$$

Para determinar los niveles logarítmicos de las variables trabajaremos con las ecuaciones de los problemas no normalizados, primero trabajamos con

$$\begin{aligned} Y_t &= A_t K_t^\alpha X_t^{1-\alpha} \\ &= X_t (y_t - y + y) \end{aligned}$$

aplicando logaritmos

$$\ln Y_t = \ln X_t + \ln(\tilde{y}_t + y)$$

de manera similar obtenemos

$$\ln Y_t^* = \ln X_t^* + \ln(\tilde{y}_t^* + y^*)$$

Ahora trabajamos con la ecuación de  $K_{t+1}$  y despejamos  $I_t$

$$\begin{aligned} I_t &= K_{t+1} - (1-\delta)K_t \\ &= X_t (i_t - i + i) \end{aligned}$$

aplicando logaritmos

$$\ln I_t = \ln X_t + \ln(\tilde{i}_t + i)$$

de manera similar obtenemos

$$\ln I_t^* = \ln X_t^* + \ln(\tilde{i}_t^* + i^*)$$

trabajando con la ecuación de  $Y_t$  y despejando  $C_t$

$$\begin{aligned} C_t &= Y_t + I_t \\ &= X_t (c_t - c + c) \end{aligned}$$

aplicando logaritmos

$$\ln C_t = \ln X_t + \ln(\tilde{c}_t + c)$$

de manera similar obtenemos

$$\ln C_t^* = \ln X_t^* + \ln(\tilde{c}_t^* + c^*)$$

Ahora sabemos que  $X_{t+j} = \gamma^j X_t$ , entonces  $X_{0+t} = \gamma^t X_0$ , donde  $X_{0+t} = X_1$ , sustituyendo  $X_t = \gamma^t X_0$  y aplicando logaritmos

$$\ln X_t = \ln X_0 + t \ln \gamma$$

En resumen, los valores logarítmicos de las variables son:

$$\ln Y_t = \ln X_t + \ln(\tilde{y}_t + y)$$

$$\ln Y_t^* = \ln X_t^* + \ln(\tilde{y}_t^* + y^*)$$

$$\ln I_t = \ln X_t + \ln(\tilde{i}_t + i)$$

$$\ln I_t^* = \ln X_t^* + \ln(\tilde{i}_t^* + i^*)$$

$$\ln C_t = \ln X_t + \ln(\tilde{c}_t + c)$$

$$\ln C_t^* = \ln X_t^* + \ln(\tilde{c}_t^* + c^*)$$

$$\ln X_t = \ln X_0 + t \ln \gamma$$

## Resultados

En este apartado presentamos el comportamiento del modelo en el largo plazo y en el corto plazo. Hacemos un primer análisis para los parámetros del modelo de economía cerrada los cuales son tomados de Mark (2004), tenemos  $\alpha = 0.33$ ,  $\beta = 0.09779$ ,  $\delta = 0.088$ , y  $\gamma = 1.0268$ , el choque tecnológico  $\rho = 0.93$ . Los datos trimestrales los obtuvimos de U.S. Federal Reserve Economic Data (FRED) y comprenden el periodo de 1947.1-2016.1 (Federal Reserve Bank of St. Louis, s/f).

Para el caso de la economía abierta algunos los tuvimos que deducir de los datos del estado estacionario del modelo. El modelo de economía abierta sea

$\rho = 0.906, \delta = 0.088, \sum_{11} = \sum_{22} = 2.40e-4$  y  $\sum_{12} = \sum_{21} = 6.17e-5$ , la correlación contemporánea de la innovación es 0.26.

### Economía cerrada

*Largo plazo (estocástica).* Las autocorrelaciones y correlaciones cruzadas de los datos reales nos muestran la persistencia y sus comovimientos; la desviación estándar nos muestra la volatilidad para una economía cerrada.

Tabla 1A. Economía cerrada real  
Autocorrelaciones de orden  $k$

$\lambda=1600$			
$k$	$y$	$c$	$i$
1	0.86	0.85	0.80
2	0.61	0.66	0.52
3	0.33	0.45	0.21
4	0.06	0.24	-0.07
5	-0.14	0.05	-0.21
6	-0.25	-0.08	-0.26
Std. Dev.	2.49	0.83	7.43

Tabla 1B. Economía cerrada simulada  
Autocorrelaciones de orden  $k$

$\lambda=1600$			
$k$	$y$	$c$	$i$
1	0.64	0.76	0.64
2	0.36	0.43	0.36
3	0.16	0.17	0.15
4	-0.08	-0.08	-0.07
5	-0.28	-0.31	-0.28
6	-0.39	-0.43	-0.41
Std. Dev.	1.10	3.89	3.10

Fuente: Elaboración propia con base en Federal Reserve Bank of St. Louis (s/f).

Tabla 2A. Correlaciones cruzadas con  $y_{t-k}$

$K$	$c_{\{t\}}$	$i_{\{t\}}$
6.00	-0.07	-0.29
5.00	0.02	-0.19
4.00	0.15	0.01
3.00	0.31	0.27
2.00	0.48	0.54
1.00	0.61	0.78
0.00	0.67	0.90
-1.00	0.61	0.74
-2.00	0.46	0.49
-3.00	0.27	0.21
-4.00	0.09	-0.02
-5.00	-0.07	-0.16
-6.00	-0.17	-0.20

Tabla 2B. Correlaciones cruzadas con  $y_{t-k}$

$k$	$c_{\{t\}}$	$i_{\{t\}}$
6.00	-0.31	0.26
5.00	-0.12	0.05
4.00	0.12	-0.18
3.00	0.24	-0.37
2.00	0.61	-0.64
1.00	0.97	-0.99
0.00	0.79	-0.63
-1.00	0.45	-0.35
-2.00	0.20	-0.13
-3.00	-0.03	0.10
-4.00	-0.26	0.30
-5.00	-0.42	0.42
-6.00	-0.39	0.34

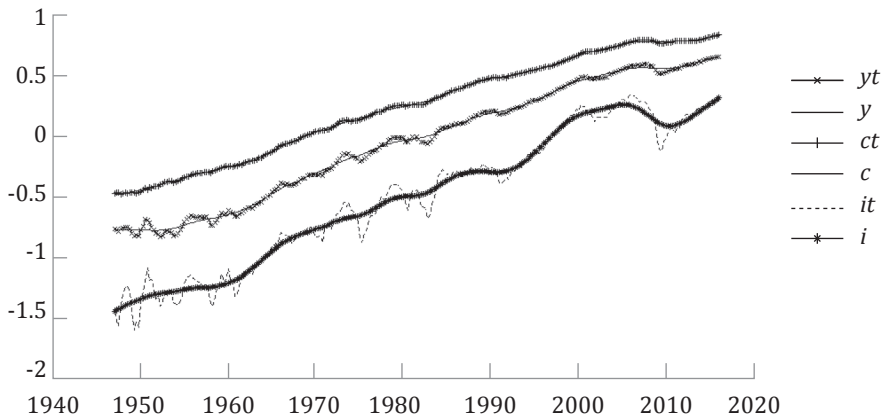
Fuente: Elaboración propia con base en Federal Reserve Bank of St. Louis (s/f).

Comparando estos resultados con los encontrados por Mark (1973.1-1996.1), la extensión del modelo (1947.1-2016.1) subestima las persistencias de las series, el modelo en el periodo más corto tiene una mejor aproximación (autocorrelación de primer orden); esto nos dice que el modelo es sensible al periodo.

En de los datos reales encontramos que la persistencia en las series es alta (entre 0.80 y 0.86), el consumo y la inversión son procíclicos al producto (0.60 y 0.90). La inversión tiene una alta volatilidad (7.43%), y el consumo el menos volátil (0.83). En el modelo la inversión es anticíclica respecto del producto. En la Figura 1 se presentan los componentes cíclicos y de tendencia obtenidos del filtro Hodrick-Prescott  $\lambda = 1600$ .

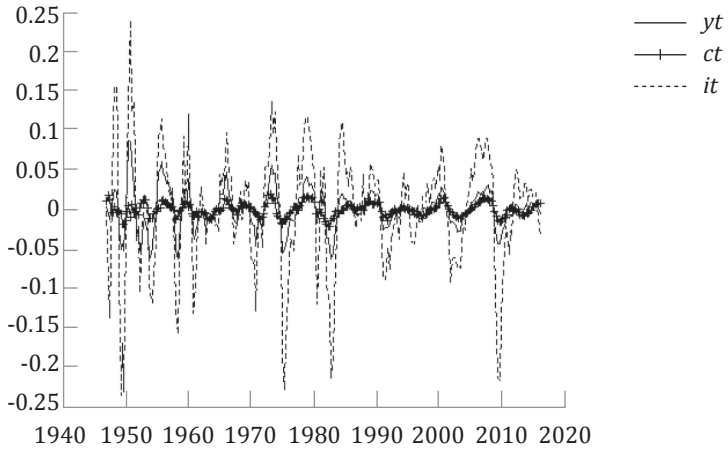
Podemos ver en las Figuras 1 y 2 a simple vista las volatilidades, el consumo es menos volátil y la inversión las más volátil; en la Figura 3 vemos el componente cíclico de la simulación, la inversión se desplaza -0.10% para poder observar mejor su comportamiento.

Figura 1  
Datos reales y su tendencia 1947-2016 EE. UU.



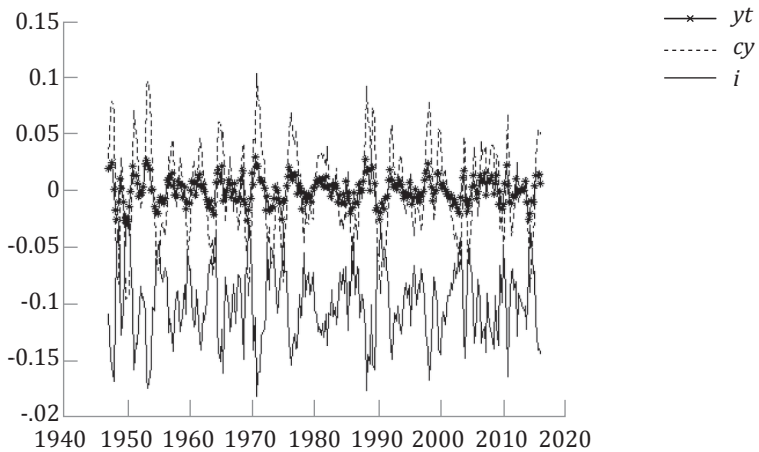
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2  
HP y su componente cíclico 1947-2016



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3  
HP componente cíclico de la simulación 1947-2016 EE. UU. (economía cerrada)



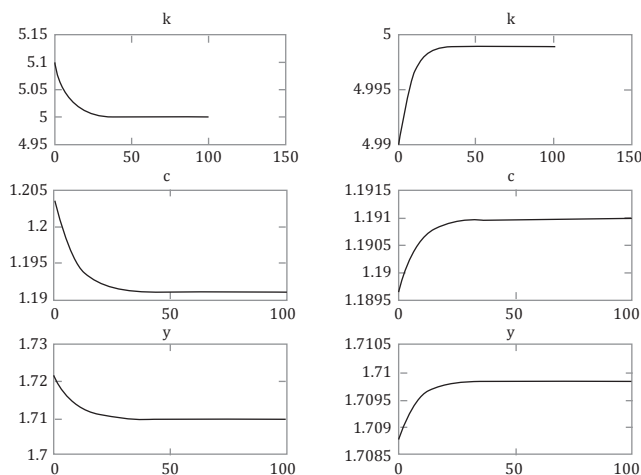
Fuente: Elaboración propia.



### Corto plazo (determinista)

A continuación, vemos la convergencia en el corto plazo, cómo reaccionan los agentes cuando se encuentra por encima del estado estacionario de capital y por debajo, para el modelo economía cerrada. Para encontrar la solución numérica nos apoyamos de la programación dinámica a través de la ecuación de Bellman, que consiste en encontrar varias soluciones cada una a un valor asociado y después hacer una combinación (promedio) de todas estas soluciones para encontrar la solución al problema.

Figura 4  
Trayectoria hacia el estado estacionario



Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que las variables de Inversión ( $k$ ) consumo ( $c$ ) y de producción ( $y$ ) convergen de forma asintótica al equilibrio cuando la economía está por debajo y por encima de EE.

### Economía abierta

*Largo plazo (estocástica).* En las Tablas 3A y 3B vemos la simulación para economía abierta, solo replicamos el periodo de Mark usando los datos de Estados Unidos.

Tabla 3A  
Economía abierta simulada Autocorrelaciones de orden  $k$

$\lambda=1600$							
$k$	$y$	$c$	$i$	$ex$	$ye$	$ce$	$ie$
1	0.75	0.29	0.68	0.75	0.71	0.29	0.68
2	0.51	0.27	0.42	0.45	0.48	0.27	0.42
3	0.31	0.20	0.20	0.20	0.27	0.20	0.20
4	0.21	0.18	0.05	0.06	0.11	0.18	0.05
5	0.11	0.09	-0.03	-0.03	0.02	0.09	-0.03
6	0.06	0.19	-0.05	-0.07	-0.02	0.19	-0.05
Std. Dev.	2.30	1.83	4.86	2.83	2.29	1.83	4.77

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3B  
Correlaciones cruzadas con  $y_{t-k}$

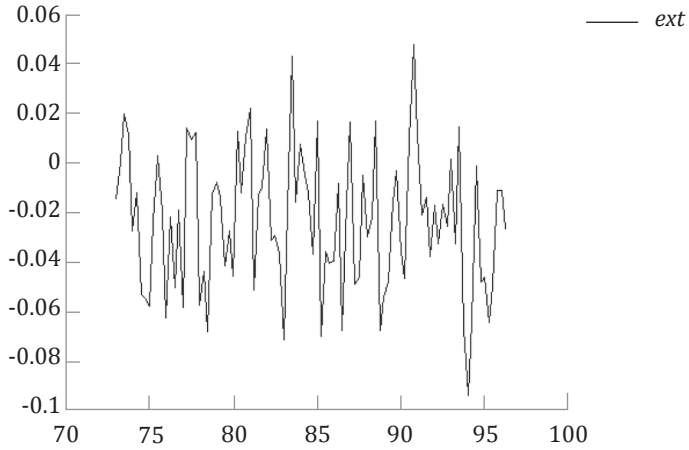
$k$	$c_t$	$i_t$	$k$	$c_t$	$i_t$
6	0.07	0.04	-1	-0.45	0.50
5	-0.01	0.11	-2	-0.33	0.35
4	-0.12	0.20	-3	-0.26	0.26
3	-0.33	0.33	-4	-0.17	0.18
2	-0.55	0.47	-5	-0.11	0.09
1	-0.77	0.57	-6	-0.03	0.04
0	-0.62	0.64			

Fuente: Elaboración propia.

En esta parte los valores iniciales para el modelo fueron diferentes a los tomados de Mark, y encontramos que los resultados varían en función de los hallados por él en su modelo calibrado; no replicamos del todo por falta de información de algunos datos, y por qué el modelo es muy sensible a cambio en los parámetros. Pero parece ser una buena simulación, ya que la cuenta corriente es acíclica al producto; de acuerdo con la teoría, Mark encuentra que es procíclica. A continuación, en la Figura 5 vemos el componente cíclico de la cuenta corriente.

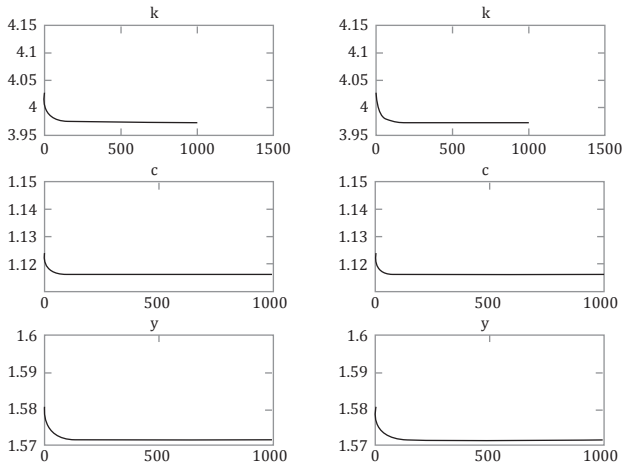
*Corto plazo (determinista).* A continuación, vemos la convergencia en el corto plazo, cómo reaccionan los agentes cuando se encuentra por encima del estado esta-

Figura 5  
Ciclo económico de la cuenta corriente



Fuente: Elaboración propia.

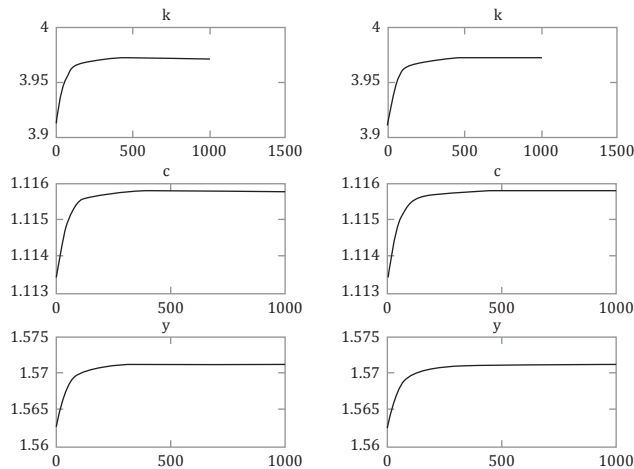
Figura 6A  
Trayectoria hacia el estado estacionario



Fuente: Elaboración propia.

cionario de capital y por debajo, para el modelo economía abierta. Para encontrar la solución numérica nos apoyamos de la programación dinámica a través de la ecuación de Bellman, que consiste en encontrar varias soluciones, cada una para un valor asociado y después hacer una combinación (promedio) de todas estas soluciones para encontrar la solución al problema.

Figura 6B  
Trayectoria hacia el estado estacionario



Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que las variables de Inversión, consumo y de producción convergen de forma asintótica al equilibrio cuando la economía está por debajo y por encima de EE.

## Conclusiones

En este capítulo se trabajó con los modelos de ciclos económicos reales por medio del lenguaje de programación de MATLAB. Se empezó con el modelo base de una sola economía (economía cerrada) para después hacer una modificación de el mismo y así trabajar con un modelo de economía abierta. Para ambos modelos se realiza un método de aproximación para encontrar la solución que nos permite ver el comportamiento de la economía en el largo plazo. La solución analítica no es posible de obtener; dada la complejidad del problema se requiere hacer una

linealización del problema mediante una aproximación de la serie de Taylor. Aunque la solución se encuentra con herramientas algebraicas, no es una solución analítica sino una aproximación de la solución analítica, pero esta aproximación de solución nos es igual de útil que si fuera analítica, dado que se trata de modelar una economía, y si por medio de esta aproximación de solución se logra replicar el comportamiento de la economía se ha cumplido con el objetivo principal. También se puede producir el caso donde sí se pueda obtener la solución analítica y ésta sea comparada con la aproximación de solución, y puede ocurrir que esta última tenga una mejor caracterización de la economía. Esto puede suceder dado que la mayoría de los datos son aproximaciones de lo que verdaderamente medimos. Se muestra el desarrollo matemático como apoyo para futuros investigadores que quieran adentrarse en este tipo de modelos.

La solución numérica se obtiene mediante la programación dinámica por la ecuación de Bellman. La solución numérica nos permite ver el comportamiento económico cuando se está por debajo y por encima del equilibrio EE, así como la manera en que convergen o se aproximan al equilibrio las economías cuando se está por encima o por debajo del equilibrio. Es posible observar cuantos periodos tardaría la economía a llegar al equilibrio.

También pudimos advertir que los modelos sufren cambios significativos ante variaciones mínimas en los parámetros, lo cual podría representar una gran desventaja de este tipo de modelos. Finalmente incluimos los programas de MATLAB con la finalidad de que los modelos puedan ser replicados y útiles para otros.

En resumen, las variables de Inversión ( $k$ ), consumo ( $c$ ) y de producción ( $y$ ) convergen asintóticamente al equilibrio cuando éstas se encuentran tanto por debajo y como por encima del equilibrio. Cabe aclarar que la convergencia asintótica es la esperanza de 10 000 trayectorias de soluciones de forma aleatoria de las variables, pudieron ser más, pero se tiene la limitante de la capacidad de procesamiento de la computadora. Hasta donde sabemos no está en la literatura la solución numérica fuera del equilibrio de las principales variables de la economía (capital, inversión, consumo y producción) para estos modelos.

Este modelo puede servir para analizar el comportamiento de la economía de México. Primeramente, se deben estimar los parámetros del modelo para después hacer análisis contrafactual ante cambio en variables exógenas.

### Apéndice metodológico

Los códigos desarrollados en MATLAB de los modelos de economía abierta y cerrada, para analizar el comportamiento en el corto plazo y largo plazos están disponi-

bles para los lectores que los requieran. Escribir a Mauricio Ramírez (maurmez@yahoo.com.mx)

### Referencias

- Aguiar, M. y Gopinath, G. (2007). Emerging market business cycles: The cycle is the trend. *Journal of Political Economy*, 115 (1), 69-102.
- Backus, D., Kehoe, P. J. y Kyndland, F. E. (1992). International real business cycles. *Journal of Political Economy*, 100 (4), 745-775.
- Burns, A. y Wesley, M. (1946). Measuring business cycles. Nueva York, EE.UU.: National Bureau of Economic Research.
- Ellison, M. y Sargent, T. (2015). Welfare cost of business cycles with idiosyncratic consumption risk and a preference for robustness. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 7 (2), 40-57.
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (s/f). Federal Reserve Economic Data-FRED. Disponible en <http://research.stlouisfed.org/fred>
- Fernández, A. y Meza, F. (2015). Informal employment and business cycles in emerging economies: The case of Mexico. *Review of Economic Dynamics*, 18 (2), 381-405.
- García-Cicco, J., Pancrazi, R. y Uribe, M. (2010). Real business cycles in emerging countries? *American Economic Review*, 100 (5), 2510-2531.
- Gunn, C. M. y Alok, J. (2013). Fear of sovereign default, banks, and expectations-driven business cycles. Working Paper, 8. Hamilton, Canadá: McMaster University-Department of Economics.
- Hansen, G. (1985). Indivisible labor and the business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 16 (3), 309-327.
- Heath, J. (2012). *Lo que indican los indicadores. Cómo utilizar la información estadística para entender la realidad económica de México*. (Prólogo por E. Sojo Garza-Aldape). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Hodrick, R. J. y Prescott, E. C. (1997, febrero). Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29 (1), 1-16.
- Kydland, F. E y Prescott, E. J. M. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50 (6), 1345-1371.
- Kydland, F. E. y Zarazaga, C. (2002). Argentina's lost decade. *Review of Economic Dynamics*, 5 (1), 152-165.
- King, R. G., Plosser, C. I. y Rebelo, S. (1988). Production, growth and business cycles: I. The basic neoclassical model. *Journal of Monetary Economics* (21), 195-232.

- Lilien, D. (1982, agosto). Sectoral shifts and cyclical unemployment. *Journal of Political Economy*, 90 (4), 777-793.
- Long, J. B. y Plosser, C. I. (1983, febrero). Real business cycles. *Journal of Political Economy*, 91 (1), 39-69.
- Mark, N. C. (2001). *International macroeconomics and finance: Theory and econometric methods*. EE.UU.: Blackwell Publishers.
- Mejía-Mínguez, M. (2014). *Modelos de ciclos económicos reales: una aplicación para República Dominicana y Uruguay*. Santo Domingo, República Dominicana: Empírica/Universidad de Santo Domingo.
- Rangel-Jiménez, A. E. (2013). Modelo de ciclos reales: una aplicación a la economía colombiana. *Revista de Economía & Administración*, 10 (1), 19-46.





## Acerca de los autores

*Cortez, Willy W.* Ph D in Economics, University of Notre Dame, Indiana, Estados Unidos. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus principales temas de interés son: desempeño macroeconómico y mercado laboral, distribución del ingreso y crecimiento económico y economía del crimen. (wcortez@cucea.udg.mx)

*Espinosa Ramírez, Rafael S.* Ph D in Economics, University of Essex, Colchester, Reino Unido. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Economía Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus principales temas de interés son: problemas de comercio internacional, inversión extranjera directa, corrupción y economía del crimen. (rafaelsa@cucea.udg.mx)

*Gatica Arreola, Leonardo A.* Ph D in Economics, University of Texas at Austin, Texas, Estados Unidos. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Economía, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus principales temas de interés son: economía política y economía pública, economía del crimen, evaluación de programas sociales, competencia política y distribución del ingreso. (leonardo.gatic@gmail.com)

*Gualajara Estrada, Víctor H.* Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas, Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara. Es profesor investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus temas de interés giran en torno al desarrollo de modelos de física en finanzas (econofísica) (vgualajara@cucea.udg.mx).

*Guízar Mateos, Isaí.* Ph D in Development Economics, Ohio State University, Ohio, Estados Unidos. Es profesor investigador del Departamento de Economía, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus temas de interés están relacionados con el análisis de los mer-

cados financieros y su relación con el desarrollo rural. (isai.guizar@ucea.udg.mx)

*Housni, Fátima E.* Doctora en Ciencias del Comportamiento con orientación en Alimentación y Nutrición por la Universidad de Guadalajara. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Se desempeña como profesora investigadora en el Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara (fatima.housni@cusur.udg.mx).

*Muriel Torrero, Nelson O.* Doctor en Matemáticas con especialidad en procesos estocásticos, Universidad Nacional Autónoma de México. Adscrito al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus líneas de investigación son: series de tiempo aplicadas a economía y finanzas, análisis de cointegración y modelos de corrección de errores, modelos de volatilidad, etcétera. (nelson.muriel@gmail.com)

*Murrieta Cummings, Patricia.* Ph D in Sociology, University of Texas at Austin, Texas, Estados Unidos. Es profesora investigadora adscrita al Departamento de Políticas Públicas, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Entre sus principales temas de investigación se encuentran: trabajo infantil y pobreza, factores de riesgo en los jóvenes, evaluación de programas sociales. (murrisp4@ucea.udg.mx)

*Ramírez Grajeda, Mauricio.* Ph D in Development Economics, Ohio State University, Ohio, Estados Unidos. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Es especialista en econometría espacial, entre sus temas de interés se encuentran: problemas de finanzas para el desarrollo, modelos de crecimiento económico. (mauricio.ramirez@ucea.udg.mx)

*Ramírez Rodríguez, Baruch.* Ph D in Development Studies, University of East Anglia, Norwich, Reino Unido. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus principales líneas de investigación son: pobreza, mercado laboral, distribución del ingreso y evaluación de programas sociales. (rrbaruch@gmail.com)

*Ruiz Porras, Antonio.* Ph D in Economics, University of Nottingham, Nottingham, Reino Unido. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus principales líneas de investigación son: eco-

---

nomía política y economía pública, finanzas y riesgos. (antoniop@cucea.udg.mx)

*Sierra Juárez, Guillermo.* Doctor en Ciencias Financieras, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Es profesor investigador adscrito al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus temas de interés giran en torno a los modelos teóricos de finanzas y mercados de derivados y econofísica. (gsierraj@cucea.udg.mx)

*Valdez Castro, Xóchitl.* Ph D in Development Studies, University of East Anglia, Norwich, Reino Unido. Es profesora investigadora adscrita al Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Sus principales temas de interés son: pobreza, mercado laboral, distribución del ingreso y evaluación de programas sociales. (xochitl.valdez@cucea.udg.mx)

*Tapia Muro, Cristina.* Doctora en Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara. Es profesora investigadora del Departamento de Ciencias Políticas de la Universidad de Colima. (ctapia@uacol.mx)

*Herrera Sillas, Ulises.* Maestro en Economía, Universidad de Guadalajara. Actualmente es profesor base de matemáticas y actuaria de la Universidad Autónoma de Guadalajara. (ulisesherrerasilla@gmail.com)







*México en el umbral del siglo XXI:  
hacia un entendimiento de sus principales  
problemas económico-sociales*  
se terminó de imprimir en enero de 2018  
en los talleres de Pandora Impresores  
Caña 3657, La Nogalera,  
Guadalajara, Jalisco, México.  
La edición consta de XXX ejemplares.

Diseño:  
Verónica Segovia González  
Corrección:  
Norma Atilano Casillas

