



**BANCO DE GUATEMALA**

Documentos de Trabajo

**CENTRAL BANK OF GUATEMALA**

Working Papers

No. 126

**INCERTIDUMBRE, INFLACIÓN Y CRECIMIENTO  
ECONÓMICO EN GUATEMALA: EVIDENCIA Y  
LECCIONES PARA LA POLÍTICA MONETARIA.\***

**Año 2013**

Autores:

Herberth Solórzano Somoza

Juan Antonio Ibáñez Reyes

\*Mención Honorífica, reconocimiento otorgado por el Jurado Calificador del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central Dr. Manuel Noriega Morales, Edición XXIV.





## **BANCO DE GUATEMALA**

La serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala es una publicación que divulga los trabajos de investigación económica realizados por el personal del Banco Central o por personas ajenas a la institución, bajo encargo de la misma. El propósito de esta serie de documentos es aportar investigación técnica sobre temas relevantes, tratando de presentar nuevos puntos de vista que sirvan de análisis y discusión. Los Documentos de Trabajo contienen conclusiones de carácter preliminar, las cuales están sujetas a modificación, de conformidad con el intercambio de ideas y de la retroalimentación que reciban los autores.

La publicación de Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros de la Junta Monetaria del Banco de Guatemala. Por lo tanto, la metodología, el análisis y las conclusiones que dichos documentos contengan son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representan la opinión del Banco de Guatemala o de las autoridades de la institución.

\*\*\*\*\*©\*\*\*\*\*

The Central Bank of Guatemala Working Papers Series is a publication that contains economic research documents produced by the Central Bank staff or by external researchers, upon the Bank's request. The publication's purpose is to provide technical economic research about relevant topics, trying to present new points of view that can be used for analysis and discussion. Such working papers contain preliminary conclusions, which are subject to being modified according to the exchange of ideas, and to feedback provided to the authors.

The Central Bank of Guatemala Working Papers Series is not subject to previous approval by the Central Bank Board. Therefore, their methodologies, analysis and conclusions are of exclusive responsibility of their authors, and do not necessarily represent the opinion of either the Central Bank or its authorities.

# INCERTIDUMBRE, INFLACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN GUATEMALA: EVIDENCIA Y LECCIONES PARA LA POLÍTICA MONETARIA

Herberth Solórzano<sup>1</sup>

Juan Antonio Ibáñez<sup>2</sup>

## Resumen

El propósito de este documento es el de determinar la relación existente entre la inflación, la incertidumbre (volatilidad) inflacionaria y el crecimiento económico de Guatemala durante el período 1985-2012. Para el efecto, se someten a prueba las hipótesis de Friedman (1977), Cukierman (1992) y Holland (1995) sobre la volatilidad de la inflación; y las de Black (1987) y Deveraux (1989) sobre la volatilidad del crecimiento. Estas interrelaciones se abordan desde tres perspectivas complementarias y no exploradas anteriormente para el caso de este país: (i) Se utiliza modelos GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M para la inflación y el crecimiento económico utilizando variables *dummies* para períodos en que se implementaron reformas estructurales que afectaron la política económica de Guatemala y para meses pre-eleccionarios y post-eleccionarios durante el período evaluado; (ii) Se estima la curva de impacto de las noticias para las especificaciones simétricas y asimétricas de la familia de modelos GARCH-M, con lo cual se pretende medir el impacto de las innovaciones actuales en la volatilidad condicional futura de la inflación y del crecimiento; y, (iii) Se evalúan las relaciones de causalidad entre las variables y se estima un modelo de vectores autoregresivos con el propósito de examinar las funciones impulso-respuesta. Los resultados de los modelos de la presente investigación señalan que un aumento de la inflación estaría asociado con un aumento de la incertidumbre inflacionaria, lo que confirmaría la hipótesis de Friedman; no obstante, aumentos en la incertidumbre inflacionaria estarían asociados con disminuciones de la inflación, debido a la reacción del Banco de Guatemala para anclar las expectativas inflacionarias, lo que apoyaría la hipótesis de Holland. Asimismo, la incertidumbre del producto tendería a afectar positivamente a la inflación, en línea con lo establecido por Deveraux y no por Black. Finalmente, los resultados ofrecen evidencia mixta acerca de la otra hipótesis de Black, es decir, sobre la posible relación positiva entre la incertidumbre del producto y el crecimiento. En general, se consideran que las conclusiones de la presente investigación podrían ser de suma utilidad para el Banco de Guatemala ya que también indican que la incertidumbre inflacionaria y el nivel de inflación han disminuido considerablemente desde la adopción del conjunto de reformas estructurales desde principios de los años noventa, (incluyendo la reciente adopción del régimen de metas explícitas de inflación) y que, en promedio, la volatilidad de la inflación no se ha incrementado previo a los comicios electorales, aunque sí levemente después de los mismos.

**Palabras Clave:** GARCH-M, TGARCH-M, EGARCH-M, curva de impacto de las noticias, incertidumbre, inflación, crecimiento, Guatemala

---

<sup>1</sup> hess@banguat.gob.gt

<sup>2</sup> jair@banguat.gob.gt

*“La incertidumbre es una margarita cuyos pétalos no se terminan jamás de deshojar”*  
Mario Vargas Llosa<sup>3</sup>

## INTRODUCCIÓN

El ámbito de acción de la política monetaria está fuertemente influenciado por el entorno en el cual se desenvuelve la economía. Fenómenos externos y domésticos afectan permanentemente la evolución de la actividad económica, la inflación y las condiciones financieras, poniendo por tanto a la política monetaria en la permanente necesidad de reevaluar su entorno de manera de calibrar los instrumentos disponibles (Silva, 2012).

Ciertamente, existe abundante literatura económica respecto a la relación entre inflación y crecimiento económico (producto) en diferentes países y regiones. Si bien, aún permanece una considerable discusión sobre la naturaleza (positiva *versus* negativa; lineal *versus* no lineal), causalidad y magnitud de la relación entre estas variables, la mayoría de los investigadores coinciden en que una inflación alta y variable está asociada al deterioro del crecimiento económico de un país.

Derivado de lo anterior, desde la crisis del petróleo de los años setenta, la política económica ha sufrido cambios importantes en la mayoría de países. Por ejemplo, durante la década de los ochenta y de los noventa, los encargados de la ejecución de las políticas públicas fueron testigos de una amplia cantidad de reformas microeconómicas, tanto en países industrializados como en países emergentes, que pretendían equipar de mejor manera a las naciones para enfrentar posibles choques externos en el futuro. De hecho, un número considerable de países, incluyendo a Guatemala, fueron más allá y le brindaron a su banco central más independencia, adoptando con ello el esquema monetario de metas explícitas de

---

<sup>3</sup> Apropiadamente con el tema de este documento, no existe certeza de que esta cita sea de Mario Vargas Llosa. No obstante, los principales buscadores y sitios de internet la vinculan al premio Nobel de Literatura. [http://es.wikiquote.org/wiki/Mario\\_Vargas\\_Llosa](http://es.wikiquote.org/wiki/Mario_Vargas_Llosa) *Diario ABC* del 8 de octubre de 2010.



inflación (en adelante, EMEI)<sup>4</sup>. Específicamente, en Guatemala el objetivo de una inflación baja y estable<sup>5</sup> se justifica legalmente en el Artículo 3 del Decreto Número 16-2002 del Congreso de la República de Guatemala de la Ley Orgánica del Banco de Guatemala<sup>6</sup>.

Por otra parte, en el campo macroeconómico hoy en día se le da mayor importancia a mantener un superávit fiscal durante el ciclo económico, mientras que a la política monetaria se le asigna el control de la inflación o la estabilidad de precios.

Estos cambios en el marco de la política macroeconómica, aunado a las reformas microeconómicas, han coincidido con una significativa disminución en la variabilidad de ciertas variables, especialmente de la inflación y del crecimiento económico. De hecho, Bernanke (2004) ha señalado que esta disminución en la volatilidad de estas variables macroeconómicas, período conocido como la Gran Moderación, se debió a cuatro factores:

1. Cambios en la composición y comportamiento de los componentes del Producto Interno Bruto (PIB);
2. La eficacia de las políticas fiscal y monetaria;
3. Reformas estructurales en los mercados; y,
4. El haber recibido choques externos menos frecuentes o más leves<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Para una discusión detallada de la adopción del EMEI en Guatemala ver el Anexo I: Política Monetaria del Banco de Guatemala en el Esquema de Metas Explícitas de Inflación en el *Informe de Política Monetaria a Marzo de 2012*.

<sup>5</sup> Según la *Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia de Noviembre de 2011* vigente a la fecha, y la *Evaluación y Revisión de la Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia a Noviembre de 2012*, el objetivo de mediano plazo (2013-2015) es de una inflación meta de 4.0% con un rango de +/- una desviación estándar.

<sup>6</sup> El Banco de Guatemala tiene como objetivo fundamental, contribuir a la creación y mantenimiento de las condiciones más favorables al desarrollo ordenado de la economía nacional, para lo cual, propiciará las condiciones monetarias, cambiarias y crediticias que promuevan la estabilidad en el nivel general de precios.

<sup>7</sup> La Gran Moderación fue un concepto con el que los economistas partidarios del modelo de crecimiento de los años 1990 describían lo que percibían como el fin de la volatilidad económica (los ciclos económicos de crecimiento, crisis y depresión), que se habría producido gracias al sistema financiero de finales del siglo XX y que tendría carácter permanente. La expresión fue acuñada por James Stock, de la Universidad de Harvard. La validez de ese concepto quedó cuestionada con la crisis de 2008, que había comenzado con la quiebra de *Lehman Brothers* y el pánico financiero de finales de 2007. A mediados de los años 1980, las principales

Sin embargo, a pesar de lo anterior, ha existido poco consenso respecto a la contribución relativa que estos cuatro factores han tenido sobre la reducción de la volatilidad del producto y de la inflación.

Esta situación despertó el interés de muchos economistas quienes se dieron a la tarea de evaluar empíricamente las relaciones de volatilidad entre las principales variables macroeconómicas a lo largo de los últimos años. En esta línea, Friedman (1977) y Ball (1992), plantearon la hipótesis de que una alta tasa de inflación crea mayor incertidumbre (volatilidad) sobre los niveles futuros de inflación, lo cual entorpece las decisiones de consumidores y productores, y por tanto, reduce el crecimiento económico. Es decir, sin esta incertidumbre los agentes planearían mejor el futuro y se facilitaría la toma de decisiones óptimas por parte de ellos. Una hipótesis alternativa fue la propuesta por Cukierman y Metzler (1986) y Cukierman (1992), los cuales muestran que un incremento en la incertidumbre acerca del crecimiento del dinero y de la inflación incrementará la inflación óptima promedio, ya que el aumento en la incertidumbre proveerá un incentivo a los responsables de la política monetaria de crear sorpresas inflacionaria para estimular el crecimiento del producto. Al contrario, Holland (1995) y Grier y Perry (1998) discuten que, dado el hecho que la incertidumbre es costosa para la economía, el banco central podría actuar de una manera estabilizadora. Es decir, la incertidumbre puede incentivar al banco central a reducir la tasa de inflación para disminuir los costos de la incertidumbre.

En términos de la variable del producto y la incertidumbre del producto, Black (1987) sostiene que la decisión de invertir en tecnología especializada estaría asociado a un nivel de riesgo mayor; no obstante, dicha inversión produciría una tasa de crecimiento

---

variables económicas (producto nacional bruto, índice de producción industrial, salarios y tasa de desempleo) comenzaron a experimentar un descenso notable en cuanto a su volatilidad (Bernanke, 2004).

superior. Ciertamente, el autor hace hincapié en que una mayor incertidumbre del producto estaría asociada con una tasa de crecimiento real más alta. Finalmente, Devereaux (1989) señala que la incertidumbre del producto aumentaría las presiones inflacionarias, dado que la indexación de los salarios está relacionada negativamente con las variaciones de las distorsiones reales.

En este contexto resulta importante examinar para un país como Guatemala, la evolución reciente que han tenido la incertidumbre inflacionaria y del producto y sus efectos sobre el crecimiento económico y la inflación. Al respecto, este documento de investigación pretende encontrarle respuesta a preguntas como: ¿tiene la incertidumbre inflacionaria algún efecto sobre la inflación y el crecimiento económico en Guatemala?; ¿tiene la incertidumbre del producto efecto sobre el crecimiento económico?; ¿afectaron a la volatilidad de la inflación las reformas que iniciaron a principios de los años noventa?; ¿se han comportado de forma distinta las volatilidades de la inflación en los períodos *pre* y *post* elecciones?; ¿qué implican estos resultados para la política monetaria que ejecuta el Banco de Guatemala?

Obviamente, darle respuesta a estas preguntas resulta de vital importancia para un banco central, aunque a su vez puede tornarse en una tarea complicada, particularmente, si es una temática no explorada con anterioridad.

Sin embargo, para abordar ordenadamente estas cuestiones, en la primera parte de este documento se hace una revisión de la literatura sobre las relaciones entre las variables de estudio. A continuación, el segundo capítulo contextualiza al lector con las reformas en materia de política económica que iniciaron a principios de los años noventa y que concluyen, en materia de política monetaria, con la adopción del EMEI en 2005. Posteriormente, en el tercer capítulo se describe la metodología empírica sobre los modelos

GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M que se aplicarán al caso de Guatemala; y, seguidamente, se analizan los resultados obtenidos en el capítulo cuatro. Luego, en el quinto capítulo, se presenta la estimación de la curva de impacto de noticias para la volatilidad de la inflación y del producto, utilizando especificaciones simétricas y asimétricas. De acuerdo a nuestro conocimiento esta temática tampoco se había tratado antes para el caso de Guatemala, lo que constituye otro aporte relevante del presente estudio. En el sexto capítulo, se analizan las relaciones de causalidad de Granger y las funciones impulso-respuesta a partir de un modelo irrestricto de vectores autorregresivos. Finalmente, se proporcionan conclusiones que sintetizan el trabajo y se sugieren posibles líneas de investigación futura.

## **1. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **1.1. Inflación y crecimiento económico**

Parece no existir un consenso claro acerca de la relación entre la inflación y el crecimiento económico o producto. Teóricamente, la relación puede ser positiva o negativa; o incluso, puede que no exista relación alguna. En Kaldor (1956), la inflación redistribuye el ingreso a partir de los asalariados hacia los dueños del capital, cuya propensión marginal a ahorrar es alta. Por lo tanto, la inflación incrementa los ahorros y, consecuentemente, la inversión y el producto. Tobin (1965) desarrolló un modelo en donde la inflación reduce la riqueza acumulada, la cual a su vez aumenta los ahorros, la inversión y el crecimiento. Por su parte, Stockman (1981), muestra que en una economía con una restricción *cash-in-advance* en el consumo y la inversión, la inflación reducirá el crecimiento. Por otra parte, Sidrauski (1967) señala como factor determinante de la relación entre estas variables a la super-neutralidad del dinero. Es decir, que el nivel de la oferta monetaria no sólo no afecta



a las variables reales, sino que su crecimiento tampoco tiene efectos sobre la actividad económica.

En esta línea, Friedman (1977) y Ball (1992), plantearon la hipótesis de que una alta tasa de inflación crea mayor incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación, lo cual entorpece las decisiones de consumidores y productores, y por tanto, reduce el crecimiento económico. Sin esta incertidumbre, los agentes planearían mejor el futuro y se facilitaría la toma de decisiones óptimas por parte de ellos.

La variedad de posibilidades teóricas también se encuentre en la literatura empírica. La naturaleza de la incertidumbre de la relación ente inflación y crecimiento económico, si es que existe, fue capturada por Milton Friedman (1973) de la siguiente forma:

*“... históricamente, todas las posibles combinaciones han ocurrido: inflación con y sin crecimiento económico; no inflación con o sin crecimiento económico<sup>8</sup>”*

Por tanto, no sorprende que la literatura empírica sobre este tema esté dividida. Los primeros estudios (Tun Wai, 1959; Bhatia, 1961) no encuentran ninguna relación entre las variables en cuestión. Posteriormente, existen estudios que incluyen a varios países (Fischer, 1993; Barro, 1996) que encuentran que la inflación afecta negativamente al producto. Fischer (1993) encuentra que un incremento de 10.0% en la inflación (un aumento de 5.0% a 15.0%) estaba correlacionado con una disminución de producto de 0.4% al año. Asimismo, Barro (1996) estimó que un 1.0% extra de inflación reduciría el crecimiento económico entre 0.02% y 0.03% anual.

Por otra parte, las investigaciones empíricas como las de Levine y Renelt (1992), Levine y Zervos (1993), Stanners (1993), Bruno y Easterly (1998) y Easterly (2003) indican que la relación negativa entre inflación y crecimiento económico está influenciada

---

<sup>8</sup> Ver Friedman (1973: 41)

por valores extremos o por países que han experimentado valores atípicos en estas variables<sup>9</sup>. El trabajo de Paul *et al.* (1997) que involucra a 70 países (48 de los cuales son países en desarrollo) durante el período 1960-1989 no señala evidencia a favor de una relación causal entre la inflación y el crecimiento económico en 40.0% de los países; únicamente el 20.0% reporta una causalidad bidireccional (ya sea, inflación-crecimiento o viceversa). Adicionalmente, el trabajo muestra que en algunos casos existe una relación positiva pero en otras resulta ser negativa.

Recientemente, el interés se ha trasladado a investigar la posibilidad de una relación no-lineal entre estas variables macroeconómicas. Por ejemplo, estudios de países como los de Bruno y Easterly (1998); Easterly (2003); Dornbusch y Fischer (1993) y Fischer *et al.* (2002) encuentran un rango de inflación (entre 25.0%-40.0%) que si se sobrepasa inhibe el crecimiento económico de un país. Finalmente, estudios realizados por el Fondo Monetario Internacional (FMI) como los de Sarel (1996) y Khan y Abdelhak (2000) encuentran que la inflación por arriba de 2.0%-3.0% podría ser perjudicial para el crecimiento económico en los países industrializados; el rango podría variar para el caso de los países en desarrollo (7.0%-11.0%). Un estudio reciente de datos de panel para países industrializados y en desarrollo elaborado por Sepehri y Moshiri (2004) encuentran que los puntos estimados de inflexión varían considerablemente entre 15.0% para países de ingresos medianos, 11.0% para países de bajo ingresos y 5.0% para países de ingresos altos.

---

<sup>9</sup> Esto es consistente con Levine y Zervos (1993), los cuales encuentran que la relación inflación y producto desaparece cuando dos casos extremos (Nicaragua y Uganda) son eliminados de la muestra. Stanners (1993), por su parte, concluye que no existe evidencia que apoye la noción de que una inflación baja esté asociada con una mejora del crecimiento económico.

## 1.2. Incertidumbre inflacionaria y crecimiento económico

Aunque la relación entre la inflación y el producto todavía permanece sin resolver, tanto a nivel teórico como empírico, existe otra relación menos estudiada aún: el vínculo entre el proceso inflacionario y el desempeño económico<sup>10</sup>. Okun (1971) y Friedman (1977) argumentaron que el aumento en la incertidumbre reduce la función de información de los movimientos de los precios y dificulta la contratación en el largo plazo lo que, consecuentemente, reduciría el crecimiento económico de un país. Friedman (1977) también argumentaba que una alta inflación conllevaba a una mayor incertidumbre inflacionaria. Por su parte, Ball (1992) formalizó la relación positiva entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria. En el modelo de Ball, el público no sabe la preferencia del encargado de política, aunque la incertidumbre sobre las preferencias del encargado de política afecta únicamente a la incertidumbre inflacionaria cuando la inflación es alta.

Así como no hay un consenso en la literatura sobre la relación entre inflación y crecimiento, también los argumentos están divididos en lo que respecta a la relación entre incertidumbre e inversión y su consecuente impacto en el producto. Por ejemplo, Caballero (1991) denota que la estructura del modelo es la que determina si el efecto de la incertidumbre sobre la inversión será negativo o positivo. En el modelo de Craine (1989), con firmas aversas al riesgo, el efecto es negativo en la medida en que las firmas se abstienen de inversiones de largo plazo. Sin embargo, Dotsey y Sarte (2000) utilizan un modelo de *cash-in-advance* para mostrar que los agentes aversos al riesgo tienden a ahorrar más durante los períodos de incertidumbre. Por otra parte, en los modelos con firmas competitivas y ajustes simétricos de costos (por ejemplo, Hartman, 1972; Abel, 1983) el

---

<sup>10</sup> Para una revisión exhausta de la literatura sobre este tema, tanto teórica como empírica, ver Fountas *et al.* (2006), Payne (2008) y Tawadros (2009).

efecto de la incertidumbre es positivo. Cuando la inversión se puede postergar, pero es irreversible, es decir, con ajustes asimétricos de costos, la incertidumbre puede afectar negativamente a la inversión (Cukierman, 1980; Bernanke, 1983; McDonald y Siegel, 1986; Dixit y Pindyck, 1993). Como se evidencia en Pindyck y Solimano (1993), la decisión de invertir se comporta como lo hace un instrumento derivado, específicamente, como lo hace una opción. Es decir, las empresas pueden ejercer la opción o postergar el derecho a ejercerla. Una mayor incertidumbre aumenta el valor de postergar la ejecución de la opción, en el sentido de que incrementa la tasa de retorno requerida de los proyectos de inversión corrientes, lo que resulta en un retraso de cualquier otro proyecto de inversión. Por tanto, una mayor incertidumbre reduce el crecimiento económico.

Cabe indicar que los primeros estudios empíricos como los de Grier y Tullock (1989) sobre la relación entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria y su consecuente impacto sobre el desempeño económico, utilizaron como medida de incertidumbre la dispersión de los pronósticos de inflación o la varianza de la inflación. Grier y Tullock (1989) encontraron evidencia que apoya la hipótesis de Friedman-Ball que sugiere que una inflación más alta conlleva a más incertidumbre inflacionaria. Los autores también encuentran que la incertidumbre inflacionaria afecta negativamente el crecimiento económico. No obstante, Clark (1997) no encuentra una relación robusta entre la inflación promedio y el producto, ni de la volatilidad de la inflación y el crecimiento económico.

La utilización ya sea de la varianza de la inflación o de la dispersión de los pronósticos de inflación ha resultado problemática para algunos economistas. Ciertamente, Grier y Grier (2006) señalan que una variable volátil puede ser tanto volátil como predecible. Es decir, la volatilidad probablemente sobrestima sistemáticamente el nivel de incertidumbre. Según estos autores *“variaciones en la dispersión de los pronósticos de*



*inflación durante un período de tiempo podrían tener muy poco que ver con fluctuaciones en la incertidumbre. Es muy posible que el individuo que pronostica tenga un intervalo de confianza muy amplio de su estimación, aunque las estimaciones de un grupo de individuos muestren muy poca dispersión<sup>11</sup>”.*

Derivado de lo anterior, estudios más recientes están utilizando la varianza condicional como medida de incertidumbre, en línea con el trabajo pionero de Engle (1982) sobre modelos autorregresivos con heterocedasticidad condicional (ARCH, por sus siglas en inglés). Los estudios que utilizan los modelos ARCH generalizados (GARCH) como los de Fountas *et al.* (2006); Wilson (2006) y Grier *et al.* (2004) reportan una relación positiva estadísticamente significativa entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria y una negativa entre estas variables y el crecimiento económico en los países industrializados. Por otra parte, Rahman y Serletis (2009) utilizando datos para los Estados Unidos, el Reino Unido, Canadá y Japón; encuentran que la incertidumbre inflacionaria tuvo efectos diferentes sobre el producto

### **1.3 La inflación y la incertidumbre inflacionaria**

La variabilidad es usualmente tomada como un *proxy* de la inflación. No obstante, ambos conceptos son diferentes. La variabilidad inflacionaria, es un proceso *ex post* que tiene que ver con los valores que toma la tasa de inflación período a período y sus fluctuaciones alrededor de un valor medio, y se calcula como la desviación de los valores de la tasa de inflación en cada período. Esta puede asociarse a la varianza de la serie en un período de tiempo. Si tal varianza es muy grande, no significa que la tasa de inflación sea impredecible; ya que si los agentes elaboran sus expectativas conociendo el modelo

---

<sup>11</sup> Ver Grier y Grier (2006: 481-482).

subyacente, cualquier cambio importante en la política monetaria será internalizado por los agentes en sus expectativas con poca incertidumbre. Por otro lado, la incertidumbre es un concepto *ex ante* y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas. Como lo expone Evans (1991), si los individuos poseen poca información, ellos pueden ver el futuro con mucha incertidumbre a pesar de que la inflación sea poco volátil.

Los primeros trabajos sobre la incertidumbre inflacionaria asumían que ésta se correlacionaba directamente con la variabilidad de la inflación. En los trabajos de Klein (1977) y Khan (1977), los cuales indagan sobre el impacto de la incertidumbre inflacionaria en la demanda por dinero, se utilizan diferentes medidas de la variabilidad como indicadores de la incertidumbre sobre la inflación. Estos trabajos, basándose en los hallazgos de Okun (1971), asumían que una mayor tasa de inflación se relaciona con una mayor varianza de la inflación y, por tanto, una mayor incertidumbre acerca del nivel de precios.

Friedman (1977) y Ball (1992), exponen la hipótesis de que mayores niveles de inflación crean mayor incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación. Friedman (1977), plantea que existe una correlación positiva entre las tasas de inflación y la incertidumbre de dichas tasas en el futuro y argumenta que la causalidad va desde la inflación a la incertidumbre. Dicho autor enfatiza que una mayor volatilidad de la inflación distorsiona los precios relativos reduciendo el poder informativo que tienen los precios para coordinar la actividad económica. Para Friedman, sólo una inflación impredecible tendrá efecto sobre las variables reales de la economía.

Ball (1992), le da sustento teórico al análisis de Friedman, mediante un modelo de juegos repetidos como el de Barro y Gordon (1983). Dicho autor construye un modelo de

política monetaria en el cual un incremento en la tasa de inflación conlleva a más incertidumbre acerca de la inflación futura. En este modelo, los agentes que basan sus decisiones en información pública imperfecta sobre las actuales y futuras preferencias de los responsables de la política monetaria, no perciben riesgo de comportamiento oportunista de las autoridades cuando se presentan niveles bajos de inflación, lo que resulta en una incertidumbre inflacionaria baja. Sin embargo, si la inflación es alta, el público es incapaz de identificar las preferencias de las autoridades actuales, haciendo que se incremente la probabilidad de que el responsable de la política monetaria posponga un programa de estabilización, con el propósito de evitar una posible recesión. Golob (1994) concuerda en que la variabilidad de la inflación es la que más preocupa, ya que hace la inflación menos predecible. Asimismo, el autor argumenta que la incertidumbre inflacionaria tiene dos efectos económicos que ocurren cuando la inflación efectiva difiere de las expectativas previas de los agentes. Por un lado, la misma induce a los agentes a tomar decisiones que difieren de aquellas que realizarían en un ambiente sin incertidumbre (efectos *ex ante*); por otra parte, existen efectos que se verifican luego de que las decisiones hayan sido realizadas (efectos *ex post*).

En los dos casos anteriores, la inflación es la fuente de la incertidumbre en la economía. Hay algunos modelos recientes que abordan el efecto de la incertidumbre sobre tasa de la inflación en el futuro. Cukierman y Meltzer (1986) y Cukierman (1992) proponen un modelo en el cual al banco central se preocupa por la inflación pero, a la vez, está dispuesto a aprovechar la oportunidad de la incertidumbre para crear inflación inesperada. Dichos autores utilizan el supuesto de que la inflación objetivo de los políticos y el proceso de la oferta de dinero tienen componentes aleatorios. Por ello, cuando hay más inflación, la gente no sabe si la inflación ha sido causada por las preferencias del banco central, o por un

cambio en la oferta del dinero. Esta incertidumbre incentiva al banco central para crear inflación inesperada.

Al contrario, Holland (1995) y Grier y Perry (1998) discuten que, dado el hecho que la incertidumbre es costosa para la economía, el banco central podría actuar de una manera estabilizadora. Es decir, la incertidumbre puede incentivar al banco central a reducir la tasa de inflación para disminuir los costos de la incertidumbre.

#### **1.4 Incertidumbre del producto, inflación y crecimiento económico**

Deveraux (1989) formaliza el vínculo entre el incremento en la volatilidad de las variables reales y la inflación, en el marco de la teoría de la política monetaria. El autor muestra que la volatilidad de las variables reales disminuye la cantidad óptima de indexación de salarios. Específicamente, sus resultados muestran que hay una relación positiva entre la inflación media y la magnitud de las distorsiones reales de la economía y entre la inflación media y la volatilidad del producto. El autor también señala que la incertidumbre del producto aumentaría las presiones inflacionarias, dado que la indexación de los salarios está relacionada negativamente con las variaciones de las distorsiones reales.

Por su parte, Black (1987) considera el vínculo entre la volatilidad del producto y el crecimiento real de la actividad económica. El autor sostiene que la decisión de invertir en tecnología especializada implica un mayor riesgo; sin embargo, dicha inversión produciría una tasa de crecimiento superior, es decir, se hace hincapié en que una mayor incertidumbre del producto estaría asociada con una tasa de crecimiento real más alta.

Las diferentes hipótesis que se exponen en este capítulo y que serán analizadas a continuación para el caso de Guatemala, aparecen resumidas en el siguiente cuadro:



**Tabla 1. Resumen de las hipótesis**

<b>Hipótesis de:</b>	<b>Relación Esperada</b>
Cukierman y Meltzer	$\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \uparrow \pi$
Deveraux	$\uparrow \sigma_y^2 \rightarrow \uparrow \pi$
Friedman (a)	$\uparrow \pi \rightarrow \uparrow \sigma_{\pi}^2$
Friedman (b)	$\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \downarrow y$
Black (a)	$\uparrow \sigma_y^2 \rightarrow \uparrow y$
Black (b)	$\uparrow \sigma_y^2 \rightarrow \downarrow \pi$
Holland	$\uparrow \sigma_{\pi}^2 \rightarrow \downarrow \pi$

Nota:  $\sigma_{\pi}^2$  y  $\sigma_y^2$  se refieren a la volatilidad de la inflación y a la volatilidad del producto, respectivamente.  $\pi$  y  $y$  se refieren a la inflación y el producto, en su orden.

## **2. INFLACIÓN, ACTIVIDAD ECONÓMICA, REFORMAS Y ELECCIONES EN GUATEMALA DURANTE 1985-2012**

Previo a analizar y evaluar las hipótesis establecidas en el capítulo anterior, es importante contextualizar al lector con lo acontecido en Guatemala durante el período analizado, ya que durante el período 1985 y 2012, Guatemala registró reformas importantes en su marco institucional y jurídico, así como en los ámbitos fiscales, monetarios, financieros, cambiarios y comerciales, los cuales se consideran relevantes para el análisis de los resultados.

En el caso de la política monetaria, hasta 1989 existió una dominancia fiscal, es decir que el Banco de Guatemala podía otorgar crédito al gobierno. Esto tiene una implicancia muy importante, ya que existían incentivos políticos para aumentar el gasto durante los años cercanos a la elección, por lo que esta facultad de obtener recursos directamente del banco central haría más atractiva la oportunidad de incrementar el gasto por parte de las autoridades de turno. Sin embargo, esto cambió con la reforma constitucional de 1994 (Artículo 133) de “crédito cero al gobierno”, lo cual no sólo fortaleció considerablemente la autonomía del Banco de Guatemala, sino también eliminó

el incentivo por parte del Gobierno de turno para aumentar el gasto en tiempos electorales, utilizando esta vía<sup>12</sup>.

Adicionalmente, en la década de los ochenta y de los noventa el Banco de Guatemala funcionaba bajo un esquema monetario de agregados monetarios, el cual se modificó oficialmente, en el año 2005, con la adopción del Esquema de Metas Explícitas de Inflación (EMEI). Dicho esquema consiste en una estrategia de política monetaria que tiene como característica el compromiso oficial por parte del banco central con una meta cuantitativa explícita para la tasa de inflación, tomando en cuenta uno o varios horizontes temporales para el cumplimiento de dicha meta. El EMEI es un esquema de discrecionalidad restringida, aunque prevé un uso flexible de instrumentos de política monetaria, los esfuerzos son orientados al fin último de alcanzar la meta de inflación y para el efecto también hace uso de reglas (monetarias, cambiarias, etcétera). En la actualidad, el EMEI para el caso de Guatemala incorpora el compromiso explícito de la autoridad monetaria de utilizar los instrumentos que la ley le otorga para alcanzar la estabilidad en el nivel general de precios (entendida ésta como una inflación baja y estable) y se hace operativa por medio de una meta de inflación, buscando que la inflación observada se ubique en torno a la meta con un margen de tolerancia de +/- 1 punto porcentual. (Solórzano e Ibáñez, 2012)

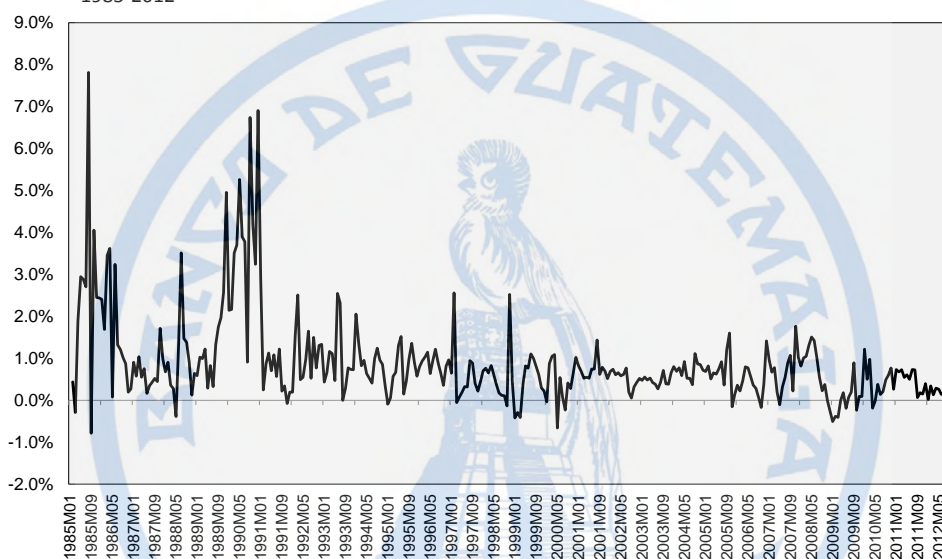
Cabe indicar que el comportamiento de la inflación en Guatemala durante finales de la década de los ochenta y principios de los noventa se caracterizó por una alta volatilidad acompañada de episodios que registraron inflaciones, en términos intermensuales, cercanas a dos dígitos. Sin embargo, desde la adopción en 1991 de un conjunto de reformas

---

<sup>12</sup> Para una discusión detallada de las reformas y sus implicaciones teóricas sobre el ciclo político y económico de Guatemala, ver Solórzano e Ibáñez (2012).

orientadas a estabilizar la actividad económica y la inflación, y a una eventual transición al EMEI, la volatilidad de la inflación se ha moderado y su comportamiento ha estado entorno a los márgenes de tolerancia de la meta inflacionaria, con la excepción de los años de la reciente crisis económica global, lo que indica que los agentes económicos han ajustado sus expectativas en línea con la meta establecida por el Banco de Guatemala (Gráfico 1).

**Gráfico 1**  
TASA DE INFLACIÓN  
(variación intermensual)  
1985-2012

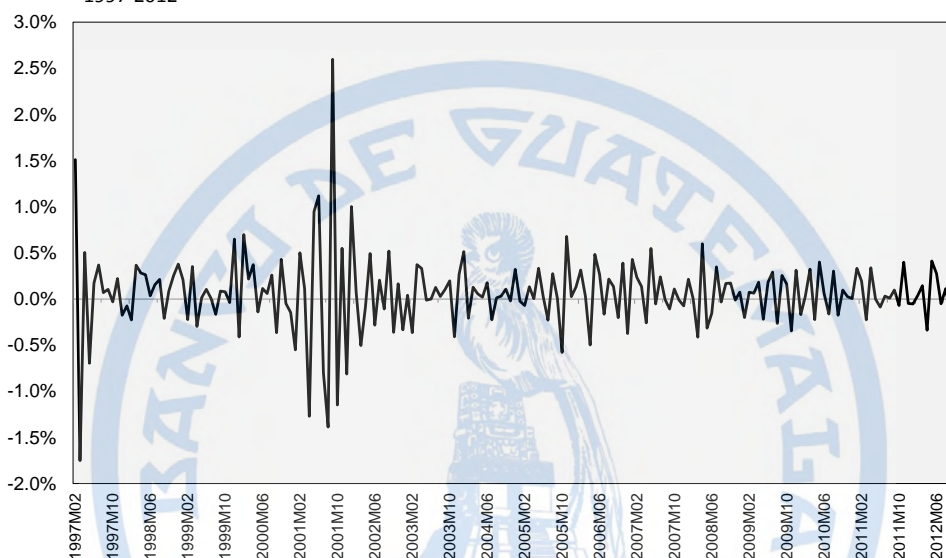


Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

Por su parte, la política cambiaria, también observaría cambios importantes durante el período 1985-2012, particularmente, la observancia del abandono del tipo de cambio fijo en 1989, en parte por la inconsistencia de la política monetaria con el objetivo de tipo de cambio fijo que resultó en una erosión de las reservas monetarias internacionales que incluso llegaron a ser negativas en el período 1982-1989, para luego dar paso al establecimiento de un tipo de cambio de flotación administrada, lo que desencadenaría en una fuerte volatilidad cambiaria durante los años posteriores. Sin embargo, en la década de los dos mil, y acompañando la migración hacia el EMEI, el régimen cambiario fue

fortaleciendo su flexibilidad hasta llegar a un régimen de tipo de cambio flexible con intervención cambiaria, la cual se utiliza para moderar volatilidad pero sin afectar su tendencia, y que está fundamentada en una regla previamente anunciada por el Banco de Guatemala en su Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia. (Solórzano e Ibáñez, 2012)

**Gráfico 2**  
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA  
(variación intermensual)  
1997-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

Ciertamente, los cambios estructurales que se han mencionado no se dieron de forma aislada. Los mismos fueron acompañados de reformas que afectaron a la economía guatemalteca en general. Por ejemplo, a principios de la década de los noventa se fue gestando gradualmente la reforma económica y financiera del país, que incluía la liberalización de las tasas de interés en 1989. Dicha transición sucedió sin la apropiada regulación, un fenómeno característico de las economías emergentes y en desarrollo en esos años, consecuencia de la represión financiera que existió en América Latina y en otros países en la década de los setenta y parte de los ochenta. Una de las últimas reformas que afectaría particularmente a la política cambiaria, fue la plena libertad y movilidad de



capitales en 2001, como consecuencia de la aprobación de la Ley de Libre Negociación de Divisas, la cual ha dado lugar a un proceso de gradual dolarización en el país.

### 3. MODELOS DE HETEROCEDASTICIDAD CONDICIONAL PARA LA INFLACIÓN Y EL CRECIMIENTO

Este capítulo presenta especificaciones heterocedásticas alternativas de modelos para el estudio de la incertidumbre (volatilidad) inflacionaria y del producto en Guatemala, utilizando datos mensuales de 1986M1 a 2012M12 en el caso de la inflación y de 1997M1-2012M12 en el caso del producto. En nuestro caso,  $y$  es el crecimiento económico o producto ( $= (\ln(IMAE_t) - \ln(IMAE_{t-1})) * 100$ ),  $IMAE$  es el índice mensual de la actividad económica desestacionalizado; y,  $\pi$  es la inflación ( $= (\ln(IPC_t) - \ln(IPC_{t-1})) * 100$ ),  $IPC$  es el índice de precios al consumidor desestacionalizado.

El modelo clásico o de referencia utilizado como punto de partida es el modelo GARCH desarrollado por Bollerslev (1986), el cual puede representarse como los siguientes sistemas de: (i) inflación y de volatilidad de la inflación; y, (ii) de producto y volatilidad del producto:

$$\pi_t = \mu + \sum_{j \in J} \rho_j \pi_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2_{\pi,t})$$

$$\sigma^2_{\pi,t} = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma^2_{\pi,t-i} \quad (3.2)$$

$$y_t = \mu + \sum_{j \in J} \rho_j y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{y,t}^2)$$

$$\sigma_{y,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{y,t-i}^2 \quad (3.4)$$

en donde  $j, p$  y  $q$  se identifican utilizando procedimientos estándar de series de tiempo.

Considerando la hipótesis de que el nivel de inflación puede influenciar la volatilidad de la inflación, como inicialmente lo indicaran Friedman (1977) y Ball (1992), la ecuación GARCH debe incluir rezagos de la inflación como variables explicativas adicionales. Además, para considerar la hipótesis de que la volatilidad de la inflación puede afectar el nivel de inflación, es necesario incorporar rezagos de la volatilidad de la inflación como variables explicativas en la primera ecuación del sistema (3.1), es decir, utilizar una representación GARCH-M. Ambas hipótesis pueden representarse utilizando el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\pi_t = \mu + \sum_{j \in J} \rho_j \pi_{t-j} + \sum_{k \in K} \theta_k \sigma_{\pi,t-k}^2 + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{\pi,t}^2)$$

$$\sigma_{\pi,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{\pi,t-i}^2 + \sum_{s \in S} \omega_s \pi_{t-s} \quad (3.6)$$

en donde  $j, k$  y  $s$  deben identificarse empíricamente utilizando los procedimientos estadísticos estándar (Akaike y Schwarz).

Basado en la hipótesis de Friedman y Ball, el parámetro  $\omega_s$  debe ser estadísticamente significativo y con signo positivo, lo mismo que el parámetro de la

hipótesis de Cukierman  $\theta_k$ . En este caso, un signo negativo del parámetro  $\theta_k$  proporcionaría evidencia a favor de la hipótesis de Holland.

En línea con lo anterior, pero para el caso del crecimiento económico, utilizando una representación GARCH-M para validar las hipótesis de Black, el sistema de ecuaciones quedaría representado de la siguiente forma:

$$y_t = \mu + \sum_{j \in J} \vartheta_j y_{t-j} + \sum_{k \in K} \theta_k \sigma_{y,t-k}^2 + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{y,t}^2)$$

$$\sigma_{y,t}^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{i=p} \beta_i \sigma_{y,t-i}^2 + \sum_{s \in S} \delta_s y_{t-s} \quad (3.8)$$

en donde  $j, k$  y  $s$  deben identificarse empíricamente utilizando los procedimientos estadísticos estándar (Akaike y Schwarz). Basado en la hipótesis de Black el parámetro  $\theta_k$  debe ser estadísticamente significativo y con signo positivo.

No obstante, estos estudios se han enfocado primordialmente en modelos simétricos, en donde los choques no anticipados (positivos o negativos) tienen el mismo impacto sobre la volatilidad. Diferentes modelos asimétricos evalúan un comportamiento alterno. Entre ellos destaca el modelo *Threshold-GARCH-M* (TGARCH-M).

Al respecto, la ecuación de la volatilidad de la inflación para el modelo TGARCH-M (1,1) cambia relativamente a la del modelo GARCH-M y está representada por:

$$\sigma_{\pi,t}^2 = \beta_0 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{\pi,t-1}^2 + \varphi \tau_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{s \in S} \omega_s \pi_{t-s} \quad (3.9)$$

en donde el parámetro  $\tau$  trabaja como una función indicativa que sigue el siguiente procedimiento:

$$\tau_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_{t-1} \leq 0 \\ 0 & \text{si } \varepsilon_{t-1} > 0 \end{cases}$$

Si un choque inflacionario negativo ocurre, el impacto sobre la volatilidad será igual a  $\gamma_1 + \varphi$  mientras que si el choque es positivo, el impacto sería únicamente  $\gamma_1$  debido a que para este evento  $\tau = 0$ .

De igual forma, la ecuación de la volatilidad del producto para el modelo TGARCH-M (1,1) cambia en relación a la del modelo GARCH-M y está representada por:

$$\sigma_{y,t}^2 = \beta_0 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{y,t-1}^2 + \varphi \tau_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{s \in S} \omega_s y_{t-s} \quad (3.10)$$

en donde el parámetro  $\tau$  trabaja como una función indicativa que sigue el siguiente procedimiento:

$$\tau_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_{t-1} \leq 0 \\ 0 & \text{si } \varepsilon_{t-1} > 0 \end{cases}$$

Si un choque del producto negativo ocurre, el impacto sobre la volatilidad será igual a  $\gamma_1 + \varphi$  mientras que si el choque es positivo, el impacto sería únicamente  $\gamma_1$  debido a que para este evento  $\tau = 0$ .

Otra especificación asimétrica es la de un modelo GARCH exponencial en media (EGARCH-M, por sus siglas en inglés), el cual puede tomar en cuenta choques tanto positivos como negativos<sup>13</sup>. En lugar de utilizar el cuadrado del término de error estimado (como en el caso del GARCH-M) para calcular la varianza condicional como en las ecuaciones (3.5) y (3.6), el EGARCH-M utiliza el cociente del error estimado y su desviación estándar con el signo que tenga, pero también en términos absolutos. Adicionalmente, en el EGARCH-M la varianza condicional también depende de la varianza rezagada del término de error.

<sup>13</sup> Los modelos EGARCH fueron desarrollados por Nelson (1991).



Por tanto, la ecuación de la volatilidad del modelo EGARCH-M (1,1) para la inflación y el crecimiento económico puede escribirse como sigue:

$$\ln(\sigma_{\pi,t}^2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\sigma_{\pi,t-1}^2) + \gamma_1 \left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{\pi,t-1}} \right) + \varphi_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{\pi,t-1}} \right| + \sum_{s \in S} \omega_s \pi_{t-s} \quad (3.11)$$

$$\ln(\sigma_{y,t}^2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\sigma_{y,t-1}^2) + \gamma_1 \left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{y,t-1}} \right) + \varphi_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{y,t-1}} \right| + \sum_{s \in S} \omega_s y_{t-s} \quad (3.12)$$

en donde las ecuaciones (3.10) y (3.11) nos da la varianza condicional del error de estimación en logaritmo ( $\ln(\sigma_t^2)$ ), la cual depende del error rezagado estandarizado  $\left( \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right)$ , del error rezagado estandarizado en valor absoluto  $\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|$ , de un rezago de ella misma y de rezagos de la variable que nos interesa (inflación y crecimiento, respectivamente). Un coeficiente  $\varphi_1$  positivo y estadísticamente significativo señala que una desviación de  $\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|$  de su valor esperado causa que la incertidumbre aumento. Por su parte, un valor positivo y estadísticamente significativo de  $\gamma_1$  nos dice que la incertidumbre de la variable en cuestión, aumentará más en respuesta de un choque positivo ( $\varepsilon_{t-1} > 0$ ) que de un choque negativo ( $\varepsilon_{t-1} < 0$ ). Si  $\gamma_1 = 0$  los choques positivos tienen el mismo efecto sobre la incertidumbre que choques negativos de la misma magnitud.

#### 4. EVALUACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de las diferentes especificaciones de modelos de heterocedasticidad condicional para la inflación y el crecimiento se discuten en este capítulo.

La Tabla 2 muestra algunos indicadores estadísticos de las variables de estudio. Una simple inspección de los mismos nos dice que, tanto la inflación como el producto, presentan asimetrías positivas. No obstante, el sesgo de asimetría es considerablemente

mayor en el caso de la inflación. Además, ambas variables muestran una cantidad considerable de exceso de curtosis. Por otra parte, tanto la inflación como el crecimiento económico no satisfacen el test de normalidad Jarque-Bera.

**Tabla 2. Estadísticas descriptivas**

	Media	Desviación Estándar	Asimetría	Curtosis	Normalidad (Jarque-Bera)
$\pi$ : 1986-2012	0.877	1.060	2.957	15.247	2566.723 (0.000)
$y$ : 1997-2012	0.277	1.944	0.470	11.609	590.689 (0.000)

Asimismo, los test estadísticos que aparecen en la Tabla 3 muestran que existe una cantidad significativa de dependencia serial en los datos. Ciertamente, el test Ljung-Box de correlación serial para datos cuadráticos proporciona fuerte evidencia de heterocedasticidad condicional en los mismos.

**Tabla 3. Test para correlación serial**

	$Q(3)$	$Q(6)$	$Q(9)$	$Q(12)$
$\pi$	81.170*** (0.000)	379.210*** (0.000)	478.560*** (0.000)	497.120*** (0.000)
$y$	49.466*** (0.000)	62.364*** (0.000)	67.2420*** (0.000)	70.217*** (0.000)

Errores estándar entre paréntesis.

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

Un primer paso, para evaluar las diferentes hipótesis sobre inflación y crecimiento, es asegurarse de que la variable de inflación y la del producto que se modelan por medio del modelo ARIMA posea un comportamiento estacionario, es decir, sean integradas de orden cero o  $I(0)$ . Como detalla Magendzo (1998) esto es importante por cuanto variables con un orden de integración mayor tienen asociada una varianza explosiva (infinita), por lo que no tiene sentido considerar estas varianzas como medidas de incertidumbre. Por el contrario, cuando una serie es estacionaria, su varianza está bien definida, es finita y tiene sentido como medida de incertidumbre. Los resultados de los test de raíz unitaria,

utilizando los test estadísticos de Dickey Fuller Aumentado (ADF) y de Phillips-Perron (PP), aparecen en la Tabla 4 y muestran que las variables de inflación y crecimiento económico son estacionarias.

**Tabla 4. Test de raíz unitaria**

	Dickey-Fuller Aumentada		Phillips-Perron	
	Constante	Constante y tendencia	Constante	Constante y tendencia
$\pi$	-4.787*** (0.0001)	-5.667*** (0.0000)	-12.973*** (0.0000)	-14.142*** (0.0000)
$y$	-13.740*** (0.0000)	-13.699*** (0.0000)	-32.345*** (0.0001)	-32.235*** (0.0001)

Valor probabilístico entre paréntesis.

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

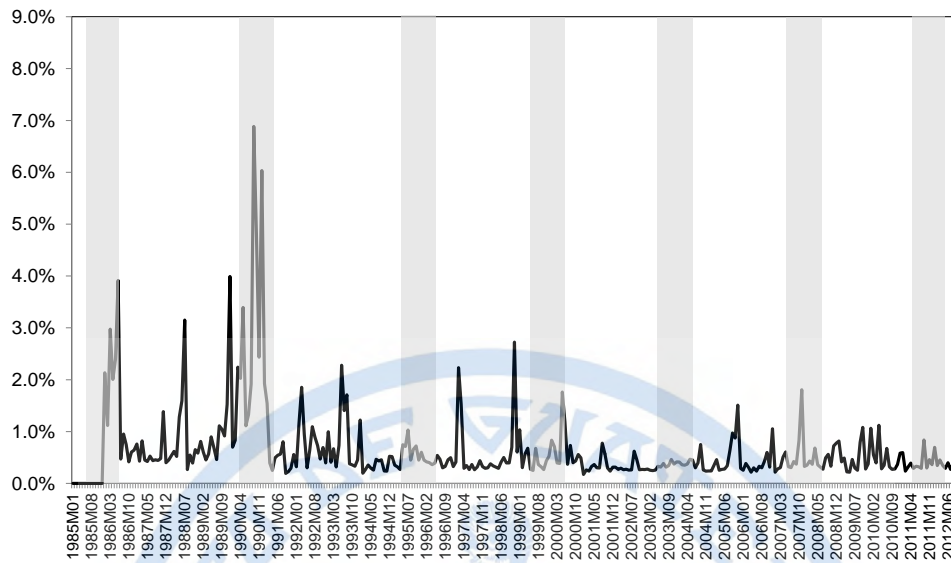
El segundo paso consiste en estimar los modelos de la familia GARCH-M establecidos en el capítulo anterior. Cabe indicar que las especificaciones podrían considerarse como modelos extendidos, es decir, que incluyen un número diferente de rezagos al modelo original y que además incorpora variables *dummies* o dicotómicas. Al respecto, se optó por incluir las siguientes tres variables *dummies* para el caso de la volatilidad de la inflación:

**Tabla 5. Definición de las variables *dummies* incluidas en el análisis**

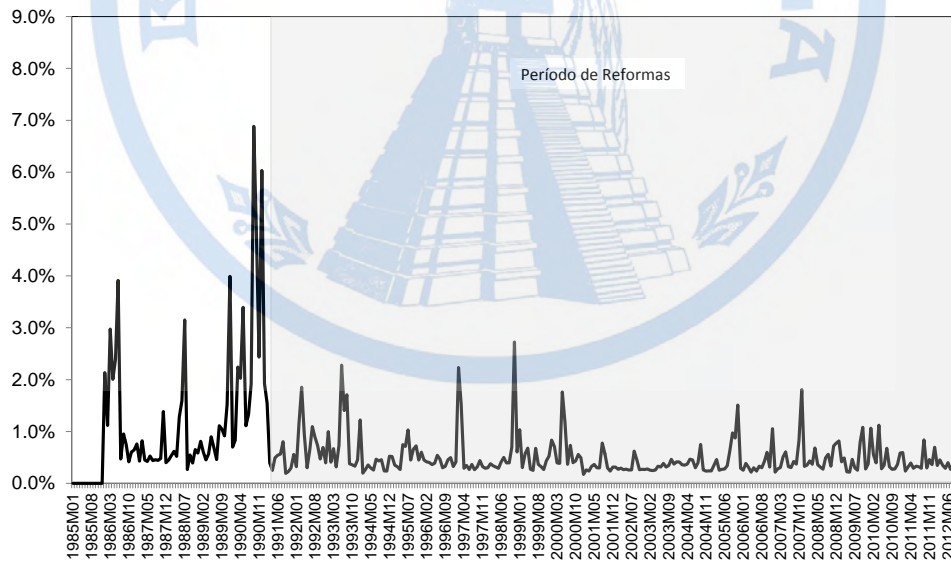
1.	Variable pre electoral	= 1 en el mes de las elecciones y los 5 meses antes de la elección, 0 en los otros casos.
2.	Variable post electoral	= 1 en los 6 meses después de las elecciones, 0 en los otros casos.
3.	Variabes reformas	= 1 a partir de enero de 1991 hasta diciembre de 2012, 0 en los otros casos.

Las anteriores variables dicotómicas pretenden capturar, por un lado, el posible comportamiento atípico en la volatilidad de la inflación en los meses cercanos a las elecciones; y, por el otro, si existe un cambio estructural de la serie a partir de la década de los noventa, período desde el cual se han instaurado una serie de reformas que afectaron los distintos ámbitos de la política macroeconómica que se detallaron en el capítulo 2.

**Gráfico 3**  
**INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (GARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012



**Gráfico 4**  
**INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (GARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012





**Tabla 6. Resultados de los modelos GARCH-M**

Coeficientes	Inflación ( $\pi$ ): Período 1985-2012			Crecimiento ( $y$ ): Período 1997-2012		
	Ecuación de la media			Ecuación de la media		
	GARCH-M	TGARCH-M	EGARCH-M	GARCH-M	TGARCH-M	EGARCH-M
$\mu$	0.2364*** (0.0000)	0.2413*** (0.0000)	0.2249*** (0.0000)	0.4983*** (0.0039)	0.4917*** (0.0073)	0.3954*** (0.0459)
$\rho_1$	0.5673*** (0.0000)	0.5503*** (0.0000)	0.5030*** (0.0000)			
$\rho_6$	0.1846*** (0.0000)	0.1788*** (0.0000)	0.1900*** (0.0000)			
$\rho_{12}$	-0.0942*** (0.0000)	-0.0949*** (0.0000)	-0.1044*** (0.0000)			
$\vartheta_1$				-0.5581*** (0.0000)	-0.5589*** (0.0000)	-0.5476*** (0.0000)
$\vartheta_2$				-0.3267*** (0.0014)	-0.3228*** (0.0028)	-0.2957*** (0.0099)
$\vartheta_3$				-0.1153 (0.1994)	-0.1097 (0.2348)	-0.1119 (0.2192)
$\vartheta_4$				-0.0938 (0.3605)	-0.0958 (0.3580)	-0.0772 (0.4509)
$\vartheta_5$				-0.1834** (0.0458)	-0.1861** (0.0498)	-0.1491* (0.0967)
$\vartheta_6$				-0.0934 (0.1964)	-0.0940 (0.2270)	-0.0813 (0.2386)
$\theta_1$	-0.0945*** (0.0000)	-0.1113*** (0.0000)	0.1214 (0.1583)	0.0895 (0.2971)	0.0908 (0.3002)	0.1504 (0.1975)
Coeficientes	Ecuación de la varianza			Ecuación de la varianza		
$\beta_0$	0.2195*** (0.0027)	0.2565*** (0.0011)	-1.0500*** (0.0000)	0.2273** (0.0300)	0.2386*** (0.0200)	-0.2247** (0.0239)
$\gamma_1$	1.3818*** (0.0000)	1.0830*** (0.0000)	0.9513*** (0.0000)	0.2056** (0.0156)	0.2045** (0.0274)	-0.1679 (0.1736)
$\beta_1$	-0.0108 (0.6427)	-0.0219** (0.0221)	0.4408*** (0.0001)	0.7182*** (0.0000)	0.7183*** (0.0000)	0.8543*** (0.0000)
$\omega_1$	-0.0276 (0.3755)	-0.0152 (0.6036)	0.3523*** (0.0008)			
$\omega_6$	0.0256* (0.0998)	0.0131 (0.2869)	0.1078 (0.3427)			
$\omega_{12}$	-0.0248** (0.0481)	-0.0258*** (0.0057)	-0.1871* (0.0778)			
$\varphi$		0.07942* (0.0963)			0.0112 (0.9392)	
$\varphi_1$			-0.3517*** (0.0000)			0.3824*** (0.0077)
$\delta_1$				-0.3136*** (0.000)	-0.3191*** (0.0000)	-0.0297 (0.8192)
<i>Reforma</i>	-0.1368** (0.0500)	-0.1705** (0.0230)	-0.8101*** (0.0003)			
<i>Elec</i>	0.0157 (0.5759)	0.0039 (0.8815)	0.1092 (0.6184)			
<i>Post – elec</i>	0.0589** (0.0441)	0.0424* (0.1000)	0.1069 (0.5165)			
<i>Log likelihood</i>	-233.1394	-227.0226	-228.7558	-285.6540	-285.1172	-289.8485

Valor probabilístico entre paréntesis.

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

Los resultados de la Tabla 6 reportan las estimaciones de las ecuaciones de la media condicional y de la varianza tanto del producto como de la inflación utilizando las tres especificaciones distintas de modelos de heterocedasticidad condicional, es decir, GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M, respectivamente.

En el caso de la inflación y la incertidumbre inflacionaria, nuestro objetivo es comprobar para el caso de Guatemala, las hipótesis de Friedman (a), Cukierman y Holland. La hipótesis de Friedman (a) representada por la sumatoria de los coeficientes  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_{12}$  resulta estadísticamente significativa en dos de las tres especificaciones (GARCH-M y EGARCH-M), lo que indica que para el caso de Guatemala una inflación alta incrementa la incertidumbre (volatilidad).

Por su parte, la hipótesis de Cukierman, representada por el parámetro  $\theta_1$  no puede comprobarse en ninguno de los tres modelos, ya que el signo no es positivo, es decir que en Guatemala un incremento en la incertidumbre inflacionaria causaría una inflación más baja. Este resultado es consistente con lo esperado por la hipótesis de Holland, el cual asocia una inflación más baja con la reacción del Banco de Guatemala por anclar las expectativas de inflación a la baja, en caso la inflación se dispare. Holland (1995) argumenta que una inflación alta aumenta la incertidumbre y que, consecuentemente, una mayor incertidumbre afecta negativamente al crecimiento, entonces la autoridad monetaria debería de estabilizar la inflación cuando la incertidumbre aumenta, obteniendo como resultado una relación negativa entre la incertidumbre inflacionaria y la inflación. Los resultados son estadísticamente significativos en las especificaciones GARCH-M y T-GARCH-M.

De los resultados de la Tabla 6 también se desprenden otros hechos relevantes. Por un lado se confirma lo obtenido en otros estudios sobre la persistencia inflacionaria de

Guatemala<sup>14</sup>. Esto puede corroborarse en la significancia estadística de los coeficientes  $\rho_1$ ,  $\rho_6$ ,  $\rho_{12}$  en las tres especificaciones del modelo.

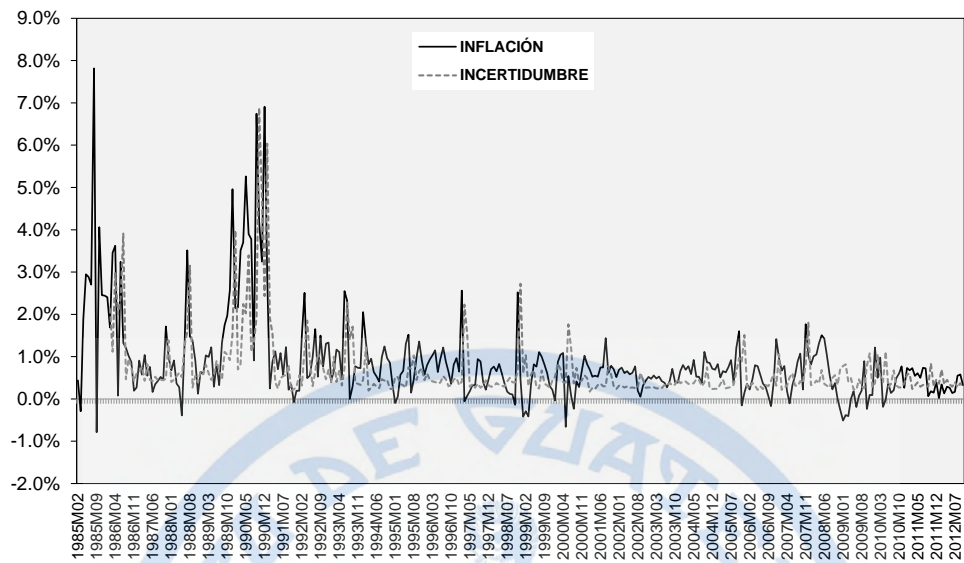
Adicionalmente, cabe destacar que las variables *dummies* incluidas resultan estadísticamente significativas y además con el signo esperado. Ciertamente, la variable *Reforma* comprueba la reducción en las tasas de inflación en Guatemala a partir de comienzos de la década de los noventa. Estas son buenas noticias para el Banco de Guatemala, en particular por los esfuerzos adoptados más recientemente con el EMEI desde 2005. Es importante apuntar que la creencia general es que el EMEI da como resultado una variabilidad menor en la inflación y en el producto. No obstante, este resultado contrasta con lo obtenido en estudios para países industrializados, en los cuales una baja inflación y un crecimiento económico estable ha sido característico en estos países desde finales de los años ochenta, independientemente de que si estas economías han adoptado esquemas que favorecen un objetivo explícito de inflación (Johnson, 2002).

Finalmente, en línea con lo obtenido por otros autores (Solórzano e Ibáñez, 2012), la variable *Post-elec* resulta estadísticamente significativa en a niveles de confianza de 5% y 10% y con el signo esperado (positivo) en dos de las tres especificaciones (GARCH-M y TGARCH-M), lo que apoyaría la hipótesis de la literatura del ciclo político-económico de que existe un rezago de los efectos inflacionarios como consecuencia del aumento del gasto por parte de las autoridades de turno en los períodos previos a los comicios electorarios.

---

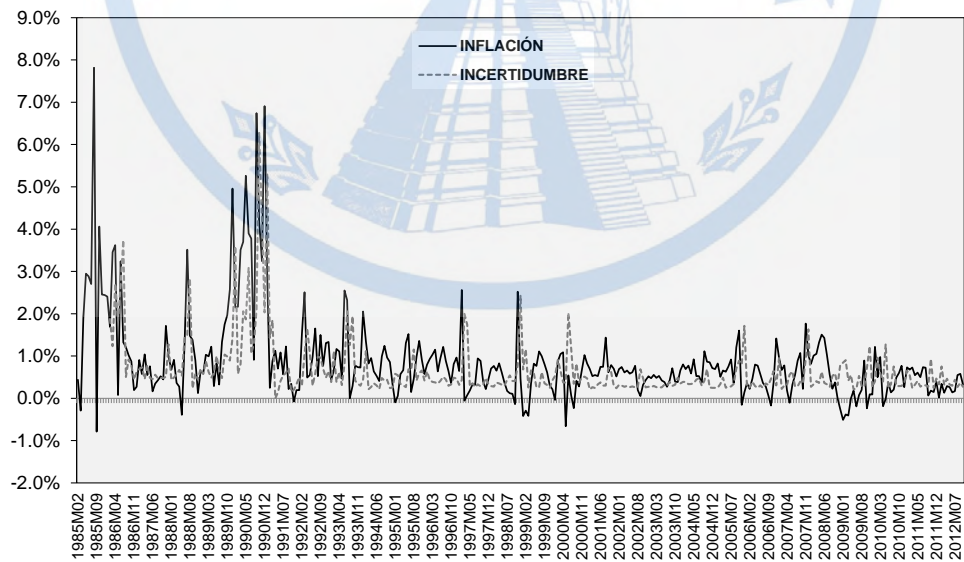
<sup>14</sup> Ver Recuadro 5 en el Informe de Política a Marzo (Banguat, 2012).

**Gráfico 5**  
**TASA DE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (GARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

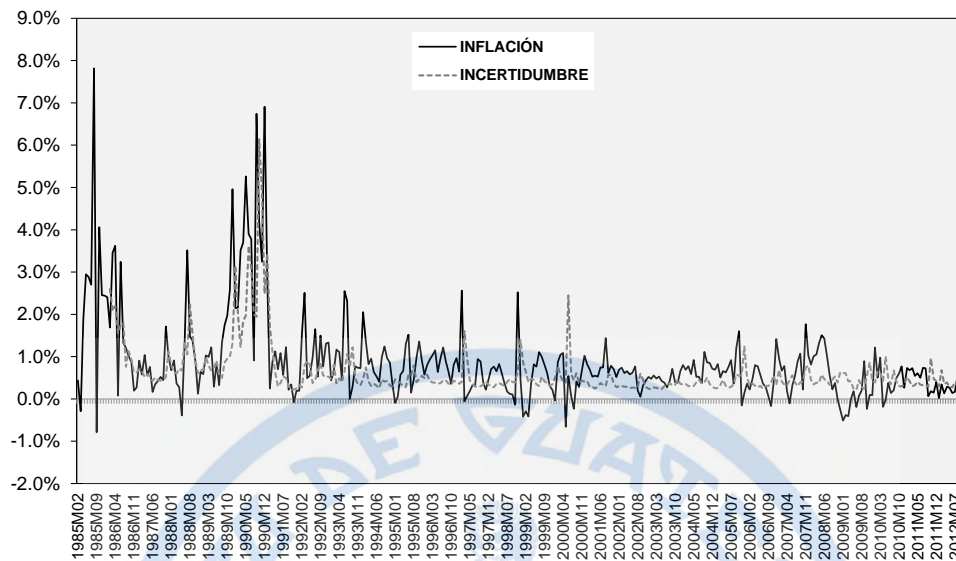
**Gráfico 6**  
**TASA DE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (TGARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.



**Gráfico 7**  
**TASA DE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA (EGARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1985-2012

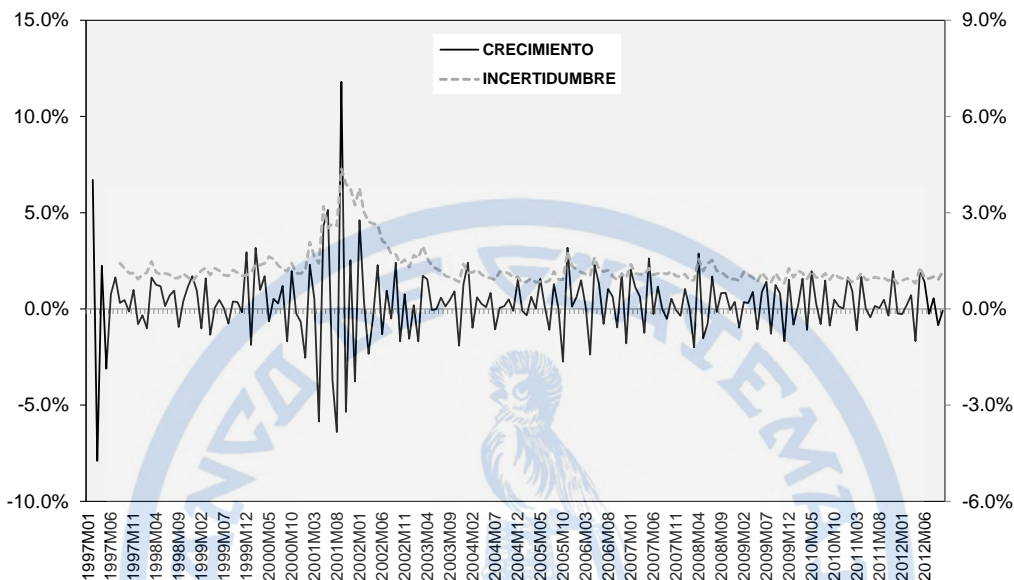


Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

Por su parte, la hipótesis asociada al producto y su volatilidad que nos interesa comprobar con estos modelos univariados es la de Black (a). Dicha hipótesis está representada por el parámetro  $\theta_1$ , el cual resulta ser estadísticamente no significativo en las tres especificaciones, aunque con el signo esperado, lo que indica que para el caso de Guatemala la incertidumbre del producto no está asociada a cambios en el crecimiento del mismo. Claramente, esto no es un buen indicador para Guatemala. Recordemos que, de acuerdo a Black (1987), las inversiones más arriesgadas (por ejemplo, en tecnología de punta) resultarían en un crecimiento económico más elevado. Para el caso guatemalteco, esto podría explicarse de forma macroeconómicamente consistente por los bajos niveles de inversión observados en los últimos treinta años y a una función de producción del país, intensiva en mano de obra (Ver anexo). Adicionalmente, aunque no existe en la literatura un nombre específico para la relación que se modela en la ecuación de la varianza del

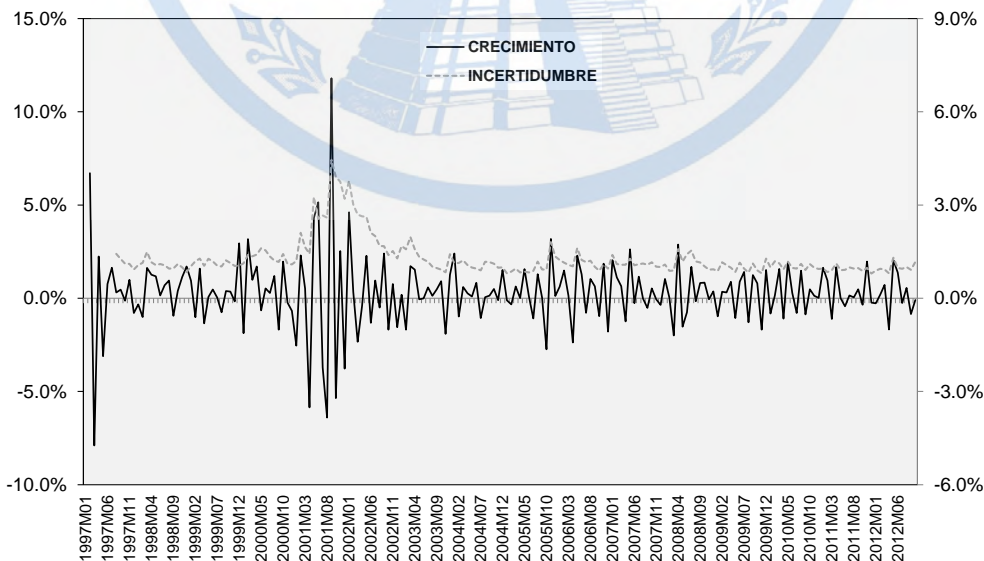
producto de los modelos GARCH-M, los resultados para el país señalan que aumentos en el producto estarían asociados con una disminución en la volatilidad del crecimiento.

**Gráfico 8**  
 CRECIMIENTO E INCERTIDUMBRE DEL CRECIMIENTO (GARCH-M)  
 (variación intermensual)  
 1997-2012



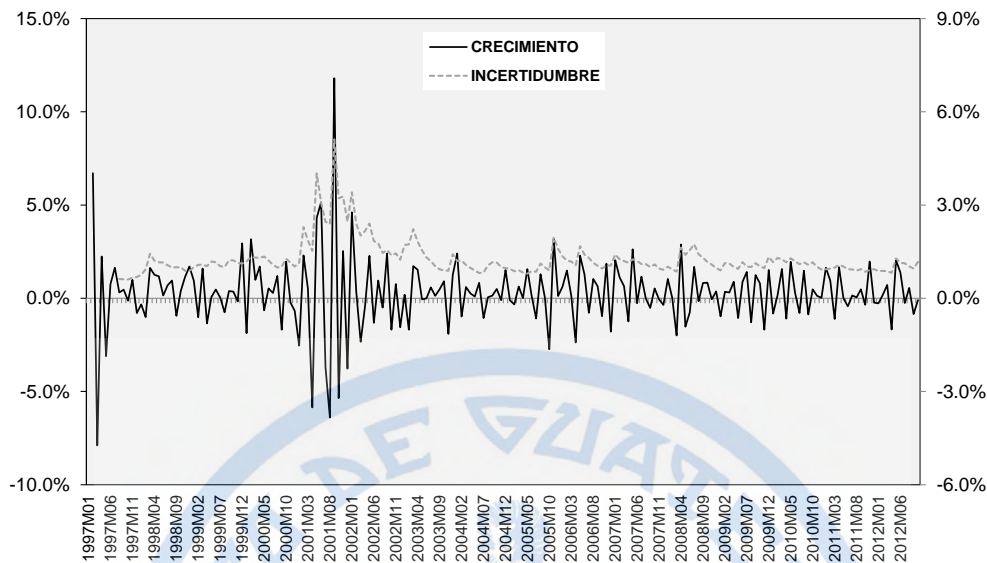
Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

**Gráfico 9**  
 CRECIMIENTO E INCERTIDUMBRE DEL CRECIMIENTO (TGARCH-M)  
 (variación intermensual)  
 1997-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

**Gráfico 10**  
**CRECIMIENTO E INCERTIDUMBRE DEL CRECIMIENTO (EGARCH-M)**  
 (variación intermensual)  
 1997-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

Con el objetivo de complementar el análisis de las hipótesis univariadas presentadas en este capítulo, a continuación se analiza la reacción de la volatilidad de la inflación y del producto a choques no anticipados positivos y negativos de la misma magnitud, para luego examinar las relaciones bivariadas en el capítulo seis.

## **5. ASIMETRÍAS, LA CURVA DE IMPACTO DE LAS NOTICIAS Y CHOQUES NO ANTICIPADOS**

Con el objetivo de complementar el análisis del capítulo anterior, a continuación se analiza la curva de impacto de las noticias (NIC, por sus siglas en inglés) para la inflación y crecimiento mensual de la actividad económica de Guatemala, utilizando las tres especificaciones alternativas: una simétrica (GARCH-M) y dos asimétricas (TGARCH-M y EGARCH-M). Recordemos que la NIC muestra las características asimétricas presentes en la mayoría de series de tiempo utilizadas en el análisis económico y financiero.

La idea de utilizar diferentes especificaciones de los modelos de la familia GARCH para la volatilidad de la inflación y del producto en Guatemala, es comprobar la hipótesis de que choques no anticipados positivos tienen más impacto sobre la volatilidad que los choques negativos, lo que complementaría los resultados obtenidos anteriormente. Definidos entonces los modelos para la inflación y del producto en Guatemala, procedemos al análisis de la curva de impacto de noticias.

Engle y Ng (1993) y Pagan y Schwert (1990) propusieron el análisis de modelos de volatilidad basados en una NIC. Esta curva muestra la respuesta de la volatilidad de la inflación a choques no anticipados positivos y negativos<sup>15</sup>. Al respecto, es importante señalar que el modelo GARCH-M tiene una forma simétrica, independientemente del signo del choque no anticipado. Sin embargo, modelos asimétricos (lineales o no lineales) proporcionan una forma sesgada de la curva que dependerá de la variable analizada.

Por ejemplo, típicamente en las series de tiempo de datos financieros, las funciones de volatilidad NIC están sesgadas hacia el lado negativo del gráfico, es decir, los choques negativos inducen más volatilidad que los choques positivos de la misma magnitud. Por ejemplo, podría decirse que el mercado se altera cuando el precio de los activos baja inesperadamente.

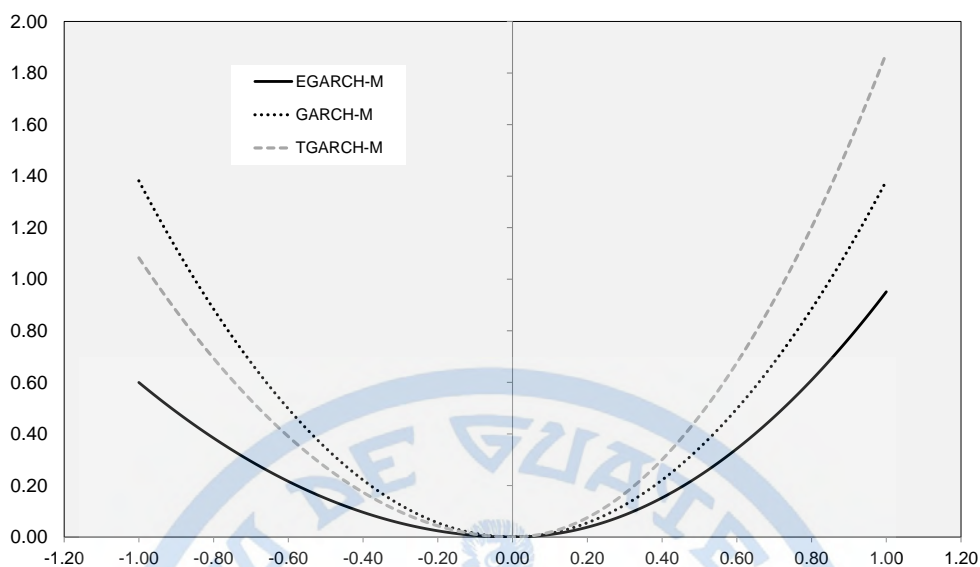
En el caso de la inflación, el análisis es el inverso. Un choque inesperado positivo dispara la volatilidad más de lo que lo hace un choque negativo con la misma magnitud. Esto puede observarse más claramente en el caso de Guatemala en el modelo TGARCH-M y el EGARCH-M en donde, ciertamente, la NIC resulta estar sesgada hacia el lado derecho del Gráfico 11, lo que refleja un impacto positivo sobre la volatilidad como resultado de un choque, por ejemplo un incremento en el precio internacional del petróleo.

---

<sup>15</sup> Hentschel (1995) y Jonhson (2001) presentan aplicaciones de esta metodología a los mercados financieros.



**Gráfico 11**  
CURVA DE IMPACTO DE NOTICIAS DE LA INFLACIÓN  
1985-2012

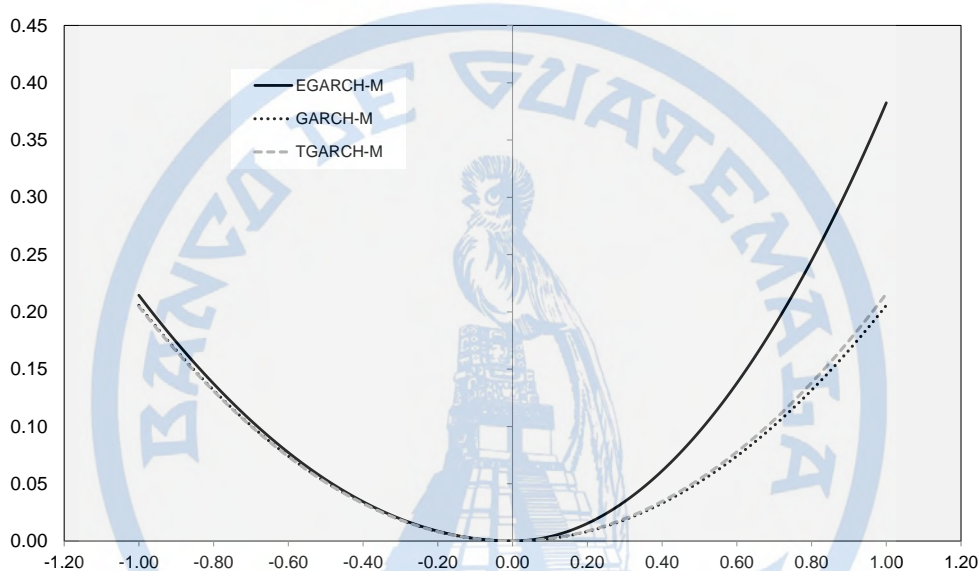


Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

La comparación entre estos tres modelos para el caso de Guatemala resulta también importante para la evaluación detallada de las hipótesis de Friedman (a). Como se ha mencionado previamente, estos parámetros son estadísticamente significativos para representaciones asimétricas y no lineales, lo que aumenta el poder explicativo de dicha hipótesis. La persistencia inflacionaria en los modelos utilizados, proporciona evidencia que apoyan los esfuerzos del Banco de Guatemala, particularmente la adopción del EMEI, por reducir la incertidumbre inflacionaria del país, ya que esto eventualmente redundará en inflaciones más bajas en el mediano plazo. La evidencia empírica señala que es necesario reducir la inflación para reducir la volatilidad y que estos niveles más bajos de volatilidad harán que la inflación disminuya aún más en un proceso de convergencia iterativa en el largo plazo.

Asimismo, en lo que respecta al producto, un choque inesperado positivo dispara la volatilidad más de lo que lo hace un choque negativo con la misma magnitud. Esto puede observarse más claramente en el caso de Guatemala en el modelo EGARCH-M en donde, ciertamente, la NIC resulta estar sesgada hacia el lado derecho del Gráfico 12.

**Gráfico 12**  
CURVA DE IMPACTO DE NOTICIAS DEL PRODUCTO  
1997-2012



Fuente: Elaboración de los autores con datos del Banco de Guatemala.

## 6. TEST DE CAUSALIDAD DE GRANGER Y VAR IRRESTRICTO

En los capítulos anteriores, hemos evaluado empíricamente las hipótesis univariadas de Friedman (a), Cukierman, Holland y Black (a) para el caso de Guatemala. Con el objetivo de complementar dicho análisis y para poder evaluar las hipótesis multivariadas de Deveraux, Friedman (b) y Black (b) a continuación utilizaremos la prueba bivariada de causalidad de Granger y un modelo de vectores autorregresivo irrestricto.

En línea con lo utilizado por Grier y Grier (1998), la Tabla 7 muestra los resultados del estadístico  $F$  de la prueba de Granger con 4, 8 y 12 rezagos respectivamente. A excepción de la hipótesis que aparece en la quinta columna (Friedman (b)), todas las hipótesis resultan ser estadísticamente significativas a los niveles de confianzas estándar. En el caso de la hipótesis de Deveraux, los resultados del estadístico  $F$  indicarían que la volatilidad del producto de Guatemala, estaría causando a la inflación (en sentido, Granger). No obstante, la quinta columna en donde aparece representada la hipótesis Friedman (b), los resultados señalan que en Guatemala la inflación no causaría, en sentido Granger, al producto.

**Tabla 7. Prueba bivariada de causalidad de Granger: Estadístico  $F$**

Hipótesis	$H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow \pi$	$H_0: \sigma_y^2 \rightarrow \pi$	$H_0: \pi \rightarrow \sigma_\pi^2$	$H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow y$	$H_0: \sigma_y^2 \rightarrow y$
4 rezagos	2.12416** (-)	1.28508* (+)	1.63502* (+)	1.30550	3.83677*** (+)
8 rezagos	1.29715	0.95792	1.58460* (+)	1.40202	3.39585*** (+)
12 rezagos	1.02562	0.52494	1.06255	1.17284	2.16424*** (+)

\*\*\*Estadísticamente significativo al 1%.

\*\*Estadísticamente significativo al 5%.

\*Estadísticamente significativo al 10%.

Nota:

$H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow \pi$  la incertidumbre inflacionaria no causa en sentido Granger a la inflación.

$H_0: \sigma_y^2 \rightarrow \pi$  la incertidumbre del producto no causa en sentido Granger a la inflación.

$H_0: \pi \rightarrow \sigma_\pi^2$  la inflación no causa en sentido Granger a la incertidumbre inflacionaria.

$H_0: \sigma_\pi^2 \rightarrow y$  la incertidumbre inflacionaria no causa en sentido Granger al producto.

$H_0: \sigma_y^2 \rightarrow y$  la incertidumbre del producto no causa en sentido Granger al producto.

El signo (+) o (-) señala si la relación es positiva o negativa, respectivamente.

Seguidamente, se procedió a estimar un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) irrestricto. La representación del modelo en forma reducida es la siguiente:

$$y_t = c + A(L)y_{t-1} + u_t \quad (6.1)$$

donde  $y_t$  es el vector de variables endógenas (inflación, incertidumbre inflacionaria, producto e incertidumbre del producto),  $c$  es un vector de constantes,  $u$  es un vector de

residuales y  $A(L)$  es la matriz de polinomios en el operador de rezago  $L$ . Todas las variables se expresan en tasas de crecimiento intermensual. Se emplearon los criterios de información Akaike y Schwartz para evaluar el número de rezagos necesario que capturaba adecuadamente la dinámica del sistema.

El objetivo principal de este modelo es obtener evidencia acerca de la respuesta dinámica de las variables que nos interesan para evaluar la pertinencia de la hipótesis para Guatemala. Para ello, se introducen restricciones que permitan identificar dichos choques.

Siguiendo a McCarthy (2000), Hahn (2003) y Stulz (2007), se utilizan restricciones de corto plazo sobre los efectos contemporáneos de las innovaciones estructurales sobre las variables del modelo. Los residuales en forma reducida del VAR  $u$  son ortogonalizados utilizando una descomposición de Cholesky para producir las innovaciones estructurales  $\varepsilon$ ; es decir:

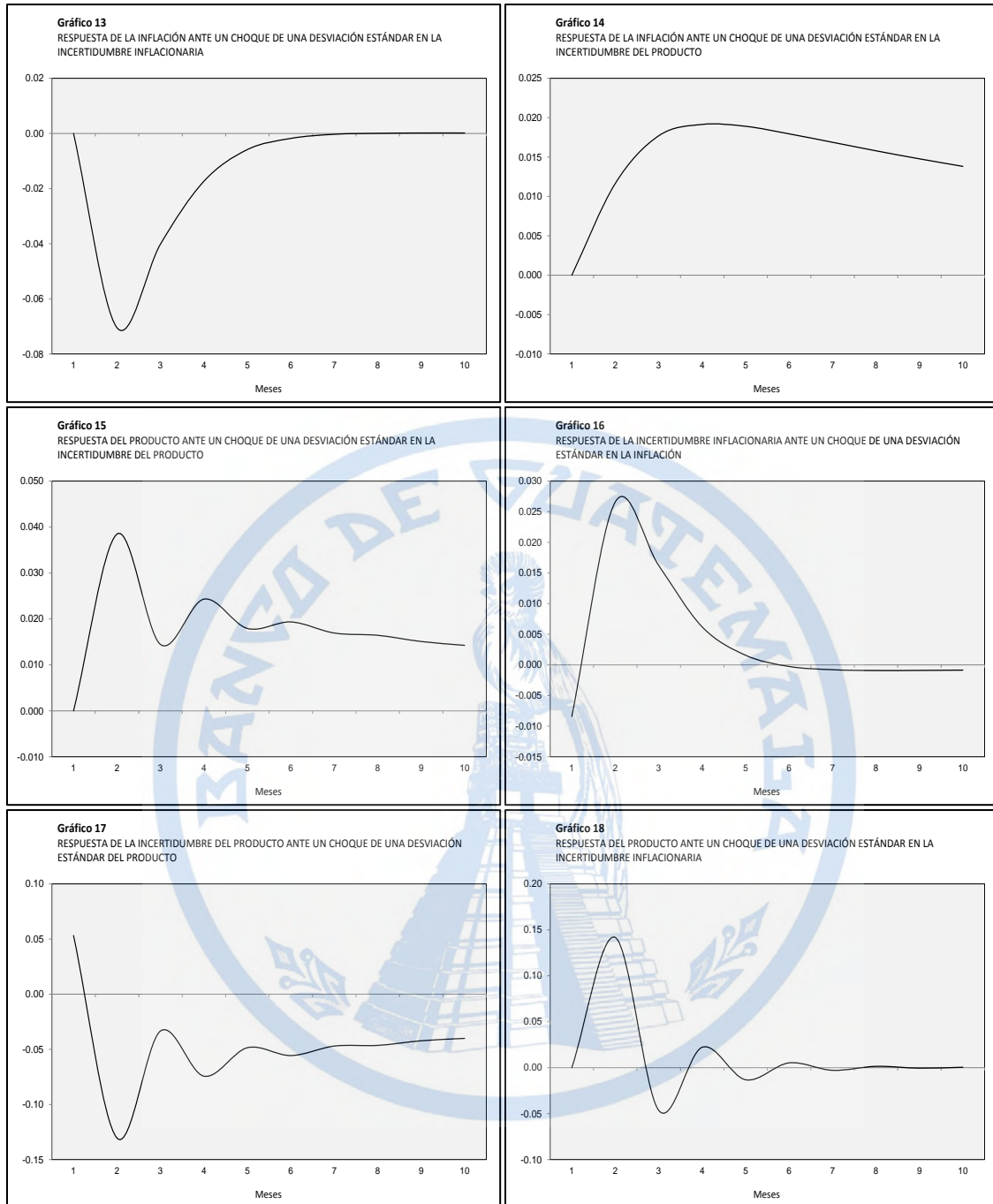
$$C\varepsilon_t = u_t \quad (6.2)$$

donde  $C$  es la matriz triangular inferior de Cholesky, con valores de 1 en su diagonal principal. El mecanismo utilizado para identificar los choques es recursivo. Para la primera variable en el VAR, el término de error ortogonalizado está dado por  $\varepsilon_{1t} = u_{1t}$ . Para la variable  $j > 1$ , el término de error correspondiente está dado por  $\varepsilon_{jt} = u_{jt} - c_{j,1}\varepsilon_{1t} \dots - c_{j,j-1}\varepsilon_{j-1,t}$ , donde  $c_{j,t}$  corresponde a los elementos de la matriz de Cholesky  $C$ . El producto se ordena antes que la inflación, lo cual permite que los choques en el primero se traspasen a los precios, en línea con el canal de transmisión de la demanda agregada de Guatemala<sup>16</sup>.

Las funciones de impulso-respuesta pueden ser sensibles al ordenamiento utilizado. Por ello se examina la sensibilidad de los resultados ante distintos ordenamientos, aunque no se presentan los resultados para preservar espacio. Dada la baja correlación contemporánea entre los residuales de las variables utilizadas, los resultados son robustos ante distintos ordenamientos.

---

<sup>16</sup> Ver Recuadro 9 en el Informe de Política a Septiembre (Banguat, 2012).



Como puede observarse, el Gráfico 13 confirma la hipótesis de Holland y lo obtenido previamente por otros métodos, en donde un impulso de una desviación estándar de la incertidumbre inflacionaria estaría asociado con una caída de la inflación. Asimismo, el Gráfico 14 representa lo esperado por Devereaux, es decir, que un choque positivo de la



incertidumbre del producto resultaría en un aumento de la inflación. Este resultado es consistente con lo obtenido por el test de Granger. Por su parte, la hipótesis de Black (a) se puede observar en el Gráfico 15 de la función impulso-respuesta en donde un aumento de la incertidumbre del producto estaría asociado con un aumento del producto. Este resultado está en línea con lo obtenido por la prueba bivariada de causalidad de Granger. No obstante, debido a que esta relación resultó ser estadísticamente no significativa en los tres modelos de heterocedasticidad condicional, aunque con el signo esperado, los resultados deben de tomarse con cautela.

Por su parte, el Gráfico 16 muestra la respuesta de la incertidumbre inflacionaria ante un choque de una desviación estándar en la inflación, es decir, la hipótesis de Friedman (a) se cumple para Guatemala al evaluarla por los diferentes métodos expuestos en este trabajo. El Gráfico 17, por su parte, los resultados para Guatemala señalan que aumentos en el producto estarían asociados con disminuciones en la volatilidad del crecimiento en línea con los resultados de la ecuación de la varianza del producto de los modelos GARCH-M. Finalmente, el Gráfico 18 no esboza la relación esperada entre un aumento de la incertidumbre inflacionaria y la consecuente respuesta del producto (hipótesis de Friedman (b)). Este resultado confirmaría lo obtenido bajo el test de causalidad de Granger.

## **6. OBSERVACIONES FINALES**

El objetivo general de este documento ha sido el de explorar la dinámica existente entre la inflación, la incertidumbre inflacionaria, el producto y la incertidumbre del producto para Guatemala durante el período 1985-2012. Al respecto, y en línea con otros

estudios, se establecieron una serie de hipótesis que pretendían evaluar empíricamente la dirección y magnitud de las relaciones entre estas variables.

Para el efecto, se sometieron a prueba las hipótesis de Friedman (1977), Cukierman (1992) y Holland (1995) sobre la volatilidad de la inflación; y las de Black (1987) y Deveraux (1989) sobre la volatilidad del crecimiento. Estas interrelaciones se abordaron desde tres perspectivas complementarias y no exploradas anteriormente para el caso de este país: (i) Se utilizaron modelos GARCH-M, TGARCH-M y EGARCH-M para la inflación y el crecimiento económico utilizando variables *dummies* para períodos en que se implementaron reformas estructurales que afectaron la política económica de Guatemala y para meses pre-eleccionarios y post-eleccionarios durante el período evaluado; (ii) Se estimó la curva de impacto de las noticias para las especificaciones simétricas y asimétricas de la familia de modelos GARCH-M, con lo cual se pretendía medir el impacto de las innovaciones actuales en la volatilidad condicional futura de la inflación y del crecimiento; y, (iii) Se evaluaron las relaciones de causalidad entre las variables y se estimó un modelo de vectores autorregresivos con el propósito de examinar las funciones impulso-respuesta.

Los resultados de los modelos de la presente investigación señalan que un aumento de la inflación estaría asociado con un aumento de la incertidumbre inflacionaria, lo que confirmaría una de las hipótesis de Friedman (a); no obstante, aumentos en la incertidumbre inflacionaria estarían asociados con disminuciones de la inflación, esto debido a la reacción del Banco de Guatemala para anclar las expectativas inflacionarias, lo que apoyaría la hipótesis de Holland. Adicionalmente, la incertidumbre del producto tendería a afectar positivamente a la inflación, en línea con lo establecido por Deveraux y no por Black (b). Por su parte, los resultados también presentan evidencia que apoyaría la otra hipótesis de Black (a) sobre la posible relación positiva entre la incertidumbre del producto y el

crecimiento económico. Sin embargo, esta hipótesis únicamente resultó con el signo esperado en el caso del VAR y del test de Granger, por lo que se considera que la relación no está claramente definida para el período analizado. Finalmente, la otra hipótesis de Friedman (b), no resulta ser estadísticamente significativa y señalaría entonces que en Guatemala la incertidumbre inflacionaria no causaría, en sentido Granger, al producto.

En lo que respecta al cálculo de las curvas de impacto de noticias (NIC), se emplearon modelos simétricos y otros no asimétricos de la familia de los modelos GARCH-M para el caso de la volatilidad de la inflación y del producto. Los resultados demuestran que las innovaciones positivas en ambos casos, incrementan la volatilidad de la inflación y del producto más de lo que uno esperaría de choques de la misma magnitud pero negativos.

En general, se consideran que los resultados de los modelos de la presente investigación podrían ser de suma utilidad para el Banco de Guatemala ya que también indican que la incertidumbre inflacionaria y el nivel de inflación han disminuido considerablemente desde la adopción del conjunto de reformas estructurales a partir de principios de los años noventa, (incluyendo la reciente adopción del régimen de metas explícitas de inflación) y que, en promedio, la volatilidad de la inflación no se ha incrementado previo a los comicios electorales, aunque sí levemente después de los mismos. Por lo tanto, el objetivo de la política monetaria en Guatemala debería ser el de reducir la incertidumbre inflacionaria y no sólo la inflación.

Ciertamente, la constante preocupación por parte del Banco de Guatemala por mantener la estabilidad en el nivel general de precios, particularmente desde la adopción del EMEI, vislumbra un escenario optimista para la reducción de la incertidumbre inflacionaria y la consecución de su objetivo primordial de una inflación baja y estable.

## REFERENCIAS

- Abel, A. (1983). "Optimal investment under uncertainty", *American Economic Review*, 73: 228-33.
- Ball, L. (1992). "Why does high inflation raise inflation uncertainty?", *Journal of Monetary Economics*, 29: 371-88.
- Banco de Guatemala. (2011). *Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia de Noviembre*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). *Evaluación y Revisión de la Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia a Noviembre*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). *Informe de Política a Marzo*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). "Anexo 1: Efecto traspaso del tipo de cambio nominal a los precios internos", en *Informe de Política a Junio*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). "Recuadro 5: Inercia inflacionaria en Guatemala", en *Informe de Política a Marzo*. Guatemala.
- Banco de Guatemala. (2012). "Recuadro 9: Incidencia de la política monetaria en el comportamiento de los precios y de la actividad económica", en *Informe de Política a Marzo*. Guatemala.
- Barro, R. (1996). "Inflation and growth", *Federal Reserve Bank of St Louis Review*, 8: 153-69.
- Barro, R. y D. Gordon. (1983). "Rules, discretion, and reputation in a model of monetary policy", *Journal of Monetary Economics*, 29 (3): 371-388.
- Bello, Oknan y Oscar Gámez. (2006). "Inflación e incertidumbre inflacionaria en Nicaragua: Una aplicación usando un modelo EGARCH". *Documentos de Trabajo*. Banco Central de Nicaragua.
- Bernanke, B. (1983). "Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment", *Quarterly Journal of Economics*, 98: 85-106.
- Bernanke, B. (2004). "The great moderation", conferencia preparada en el marco de las reuniones de la *Eastern Economic Association*, Washington, DC
- Bhatia, R. (1961). "Inflation, deflation and economic development", *IMF Staff Papers*, 8: 101-14.
- Black, F. (1987). *Business Cycles and Equilibrium*. Basil Blackwell, New York.



- Bollerslev, T. (1986). "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31: 307-327.
- Bruno, M. y W. Easterly. (1998). "Inflation crises and long-run growth", *Journal of Monetary Economics*, 41: 3-26.
- Caballero, R. (1991). "On the sign of the investment-uncertainty relationship", *American Economic Review*, 81: 279-88.
- Clark, T. (1997). "Cross-country evidence on long-run growth and inflation", *Economic Inquiry*, 35: 70-81.
- Congreso de la República de Guatemala. (1993). *Constitución Política de la República de Guatemala*. Reformada por Acuerdo Legislativo No. 18-93 del 17 de Noviembre. Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2002). *Ley Orgánica del Banco de Guatemala*. Decreto Número 16-2002. Guatemala.
- Craine, R. (1989). "Risky business: the allocation of capital", *Journal of Monetary Economics*, 23: 201-18.
- Cukierman, A. (1980). "The effects of uncertainty on investment under risk neutrality with endogenous information", *Journal of Political Economy*, 88 (3): 462-75.
- Cukierman, A. (1992). *Central Bank Strategy, Credibility, and Independence: Theory and Evidence*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Cukierman, A. y A. Meltzer. (1986). "A theory of ambiguity, credibility, and inflation under discretion and asymmetric information", *Econometrica*, 54: 1099-128.
- Devereux, M. (1989). "A positive theory of inflation and inflation variance", *Economic Inquiry*, 27: 105-16.
- Dixit, A. y R. Pindyck. (1993). *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Dornbusch, R. y S. Fischer. (1993). "Moderate inflation", *World Bank Economic Review*, 7: 1-44.
- Dotsey, M. y P.D. Sarte. (2000). "Inflation uncertainty and growth in a cash-in-advance economy", *Journal of Monetary Economics*, 45: 631-55.
- Easterly, W. (2003). "National policies and economic growth: a reappraisal", *Working Paper No. 27*, Center for Global Development, New York University, New York, NY.

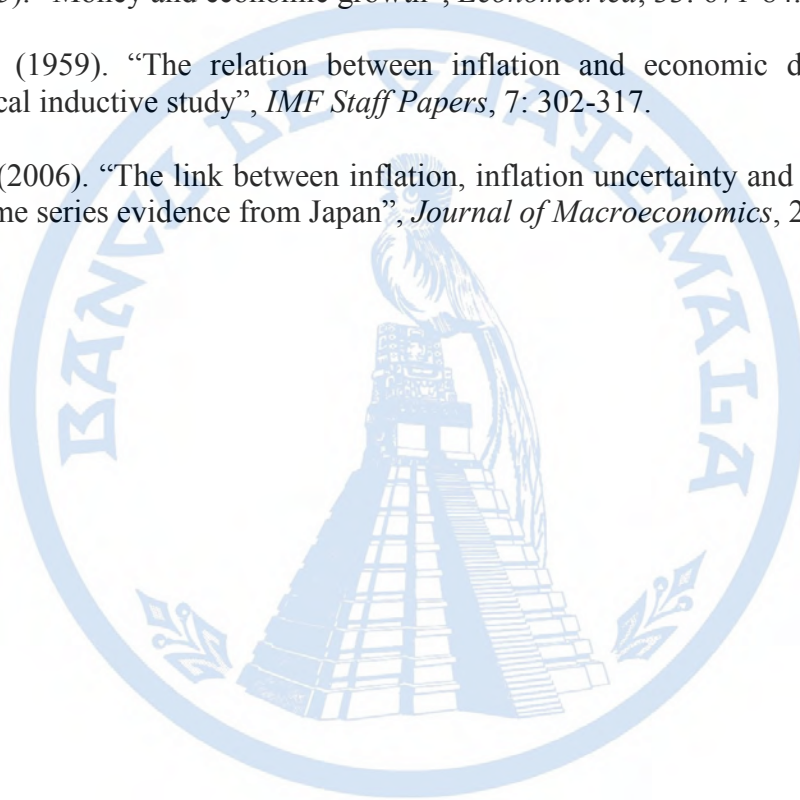


- Engle, R.F. (1982). "Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation", *Econometrica*, 50: 987-1007.
- Engle, R. y V. Ng. (1993). "Measuring and testing the impact of news on volatility", *Journal of Finance*, 43: 1749-1777.
- Evans, M. (1991). "Discovering the link between inflation rates and inflation uncertainty", *Journal of Money, Credit and Banking*, 23 (2): 169-184.
- Fischer, S. (1993). "The role of macroeconomic factors in economic growth", *Journal of Monetary Economics*, 32: 485-512.
- Fischer, S., R. Sahay y C.A. Vegh. (2002). "Modern hyper- and high inflations", *Journal of Economic Literature*, 40: 837-80.
- Fountas, S., M. Karanasos y J. Kim. (2006). "Inflation uncertainty, output growth uncertainty and macroeconomic performance", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68: 319-43.
- Friedman, M. (1973). *Money and Economic Development*, Lexington Books, Toronto.
- Friedman, M. (1977). "Nobel Lecture: Inflation and unemployment", *Journal of Political Economy*, 85: 451-72.
- García-Silva, Pablo. (2012). "Incertidumbre y Política Monetaria en Esquemas de Metas de Inflación". Documento preparado para las XXI Ciclo de Jornadas Económicas del Banco de Guatemala.
- Golob, J. (1994). "Does inflation uncertainty increases with the inflation?", Federal Reserve Bank of Kansas City. *Economic Review*, 3: 27-38.
- Grier, K. y M. Perry. (1998). "On inflation and inflation uncertainty in the G-7 countries", *Journal of International, Money and Finance*, 17: 671-689.
- Grier, K.B. y M. Perry. (2000). "The effects of real and nominal uncertainty on inflation and output growth: some GARCH-M evidence", *Journal of Applied Econometrics*, 15: 45-58.
- Grier, K. y G. Tullock. (1989). "An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951-80", *Journal of Monetary Economics*, 24: 259-76.
- Grier, K., O. Henry, N. Olekalns y Shields, K. (2004). "The asymmetric effects of uncertainty on inflation and output growth", *Journal of Applied Econometrics*, 19: 551-65.
- Grier, R. y K. Grier. (2006). "On the real effects of inflation and inflation uncertainty in Mexico", *Journal of Development Economics*, 80: 478-500.

- Hahn, E. (2003). "Pass-through of external shocks to Euro Area inflation". *European Central Bank Working Paper* 243.
- Hartman, R. (1972). "The effects of price and cost uncertainty on investment", *Journal of Economic Theory*, 5: 258-66.
- Hentschel, L. (1995). "All in the family. Nesting symmetric and asymmetric GARCH Models", *Journal of Financial Economics*, 39 (1): 71-104.
- Holland, S. (1995). "Inflation and uncertainty: tests for temporal ordering", *Journal of Money, Credit and Banking*, 27: 827-37.
- Johnson, C. (2001). "Value at Risk: Teoría y Aplicaciones", *Estudios de Economía*, 28 (2): 217-247.
- Johnson, Christian. (2002). "Inflation uncertainty in Chile: Asymmetries and the news impact curve", *Revista de Análisis Económico*, 17: 3-20.
- Johnson, D.R. (2002). "The effect of inflation targeting on the behaviour of expected inflation: evidence from an 11 country panel", *Journal of Monetary Economics*, 49: 1521-38.
- Kaldor, N. (1956). "Alternative theories of distribution", *Review of Economic Studies*, 23: 83-100.
- Khan, M. S. (1977). "The variability of expectations in hyperinflations", *Journal of Political Economy*, 85: 817-827.
- Khan, M.S. y S.S. Abdelhak. (2000). "Threshold effects in the relationship between inflation and growth", *IMF Working Paper 00/110*, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Khan, M. y A. Senhadji. (2001). "Threshold effects in the relationship between inflation and growth", *IMF Staff Paper*, 48: 1-21.
- Klein, B. (1977). "The demand for quality-adjusted cash balances: Price uncertainty in the U.S. demand for money function", *Journal of Political Economy*, 85: 697-715.
- Levine, R. y D. Renelt. (1992). "A sensitivity analysis of cross-country growth regressions", *American Economic Review*, 82: 942-63.
- Levine, R. y S. Zervos. (1993). "What have we learned about policy and growth from cross-country regressions?", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 83: 426-30.

- Magendzo, I. (1998). "Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Chile", *Economía Chilena*, 1 (1): 29-42.
- Mallik, Girijasankar y Anis Chowdhury. (2011). "Effect of inflation uncertainty, output uncertainty and oil Price on inflation and growth in Australia", *Journal of Economic Studies*, 38 (4): 414-429.
- McCarthy, J. (2000). "Pass-through of exchange rates and import prices to domestic inflation in some industrialized economies", *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports* 111.
- McDonald, R. y D. Siegel. (1986). "The value of waiting to invest", *Quarterly Journal of Economics*, 101: 707-28.
- Okun, A. (1971). "The mirage of steady inflation", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 485-98.
- Paul, S., C. Kearney y K. Chowdhury. (1997). "Inflation and economic growth: a multi-country empirical analysis", *Applied Economics*, 29: 1287-301.
- Pagan, A. y G. W. Schwert. (1990). "Alternative models for conditional stock volatility", *Journal of Econometrics*, 45 (1-2): 267-290.
- Payne, J.E. (2008). "Inflation and inflation uncertainty: evidence from the Caribbean region", *Journal of Economics Studies*, 35 (6): 501-11.
- Pindyck, R. y A. Solimano. (1993). "Economic instability and aggregate investment", in Blanchard, O. and Fischer, S. (Eds), *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Rahman, S. y A. Serletis. (2009). "The effects of inflation uncertainty: some international evidence", *Journal of Economics Studies*, 36 (5): 541-50.
- Sarel, M. (1996). "Nonlinear effects of inflation on economic growth", *IMF Staff Papers*, 43: 199-215.
- Sepehri, A. y A. Moshiri. (2004). "Inflation-growth profiles across countries: evidence from developing and developed countries", *International Review of Applied Economics*, 18: 191-207.
- Sidrauski, M. (1967). "Inflation and economic growth", *Journal of Political Economy*, 75: 796-810.
- Solórzano, Herberth y Juan Ibáñez. (2012). "El ciclo político-económico en Guatemala durante la época democrática 1986-2011: Implicaciones para la política monetaria, fiscal y cambiaria". *Working paper 123*. Banco de Guatemala.

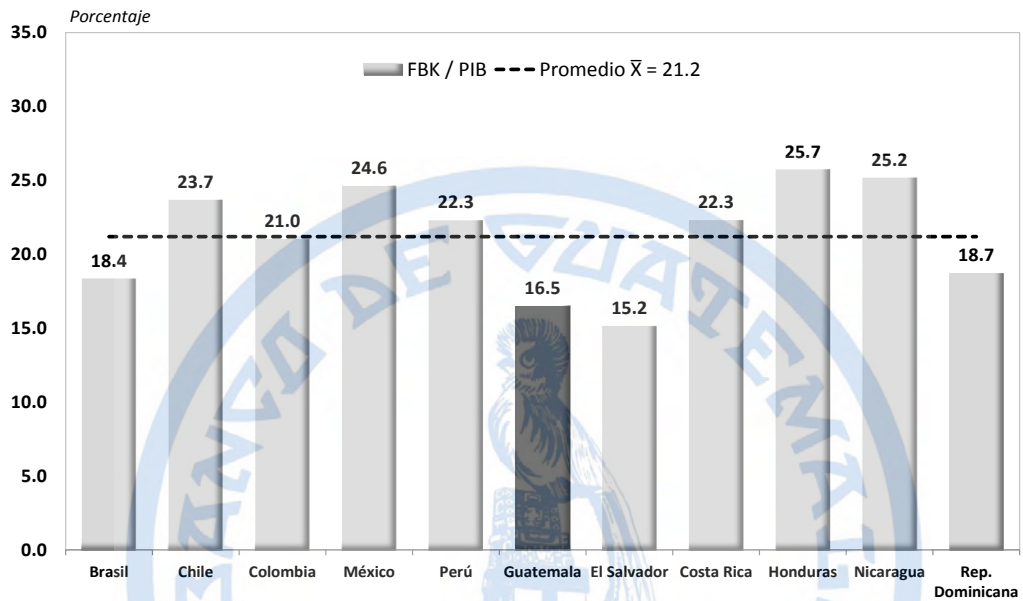
- Stanners, W. (1993). "Is low inflation an important condition for high growth?", *Cambridge Journal of Economics*, 17: 79-107.
- Stockman, A. (1981). "Anticipated inflation and the capital stock in a cash-in-advance economy", *Journal of Monetary Economics*, 8: 387-93.
- Stulz, J. (2007). "Exchange rate pass-through in Switzerland: Evidence from vector autregressions", Swiss National Bank, *Economic Studies*, 4.
- Tawadros, G.B. (2009). "Testing the impact of inflation targeting on inflation", *Journal of Economics Studies*, 36 (4): 326-42.
- Tobin, J. (1965). "Money and economic growth", *Econometrica*, 33: 671-84.
- Tun Wai, U. (1959). "The relation between inflation and economic development: a statistical inductive study", *IMF Staff Papers*, 7: 302-317.
- Wilson, B.K. (2006). "The link between inflation, inflation uncertainty and output growth: new time series evidence from Japan", *Journal of Macroeconomics*, 28: 609-20.



## ANEXO

**Gráfico A1**

ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA: FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL RESPECTO DEL PIB  
1980 - 2012



Fuente: Elaboración propia con datos del Fondo Monetario Internacional.