



# *Banco Central de Nicaragua*

**Documentos de Trabajo**

**Junio, 2006**

## **Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Nicaragua: Una Aplicación Usando un Modelo EGARCH**

**Oknan Bello\***

**Oscar Gámez**

La serie de documentos de trabajo es una publicación del Banco Central de Nicaragua que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar a la discusión de temas de interés económico y de promover el intercambio de ideas. El contenido de los documentos de trabajo es de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Nicaragua. Los documentos pueden obtenerse en versión PDF en la dirección <http://www.bcn.gob.ni/>

The working paper series is a publication of the Central Bank of Nicaragua that disseminates economic research conducted by its staff or third parties sponsored by the institution. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant economic issues and to promote the exchange of ideas. The views expressed in the working papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Nicaragua. PDF versions of the papers can be found at <http://www.bcn.gob.ni/>

\* Los autores de este trabajo son parte de la Gerencia de Estudios Económicos del Banco Central de Nicaragua. [obello@bcn.gob.ni](mailto:obello@bcn.gob.ni); [ogamez@bcn.gob.ni](mailto:ogamez@bcn.gob.ni)

The authors are part of the Economic Studies Department at the Central Bank of Nicaragua. [obello@bcn.gob.ni](mailto:obello@bcn.gob.ni); [ogamez@bcn.gob.ni](mailto:ogamez@bcn.gob.ni)

## Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Nicaragua: Una Aplicación Usando un Modelo EGARCH\*

### Resumen

Este trabajo analiza la evolución de la inflación mensual de Nicaragua en el periodo que va desde 1974:01 a 2006:04 y presenta evidencia a favor de la hipótesis de Friedman y Ball, la cual establece que altos niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria, y la hipótesis de Cukierman y Metzler, la cual postula que altos niveles de incertidumbre inflacionaria incrementan la tasa de inflación promedio. El no rechazo de esta última hipótesis, puede deberse al hecho de que en la segunda mitad de los ochenta hubo autonomía en el manejo de la política monetaria. Además, se encuentra evidencia de que shocks de inflación positivos tienen un impacto mayor sobre la incertidumbre inflacionaria que shock negativos de la misma magnitud, y que la incertidumbre inflacionaria tiene una tendencia decreciente. Todos estos hallazgos constituyen un fundamento de peso para justificar un objetivo de inflación baja y estable propuesto por la autoridad monetaria.

Clasificación JEL: C22; E31; E52

---

\* Documento presentado en Buenos Aires, Argentina, en la XI Reunión de la Red de Investigadores de Bancos Centrales del Continente Americano, organizada por el CEMLA y auspiciada por el Banco Central de la República Argentina. A ser publicado próximamente en la revista MONETARIA del CEMLA.

## 1. Introducción

La inflación ha sido y sigue siendo un tema de estudio importante. Actualmente existe un consenso de que la inflación alta es “mala”, y que introduce importantes distorsiones en la economía. Barro (1997) utilizando datos de 100 países durante las últimas tres décadas, estima que un incremento de 10 puntos porcentuales en la tasa de inflación está asociado con 0.3 a 0.4 puntos porcentuales de caída en la tasa anual del crecimiento del PIB per cápita.

Aunque los costos asociados a mayores niveles de inflación pueden ser importantes, muchos economistas creen que son más importantes los costos asociados a la incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación. En su discurso de Premio Nobel, Milton Friedman, refiriéndose a la pendiente de la curva de Phillips, dice: “Lo que importa no es la inflación *per se*, sino la inflación no anticipada”. En esta línea, Friedman (1977) y Ball (1992), plantean 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 bienestar económico. 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), 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 inflacionarias para estimular el crecimiento del producto<sup>2</sup>. Por tanto, uno de los argumentos que podría ser utilizado para fundamentar la necesidad de mantener niveles reducidos de inflación consiste en la relación positiva que existiría entre el nivel de inflación y el grado de incertidumbre respecto a la misma, y viceversa.

Dado el comportamiento tan disímil de la inflación en Nicaragua, la cual ha exhibido periodos prolongados de alta y baja inflación, y la importancia de un conocimiento profundo sobre la evolución de la inflación para la conducción de la política monetaria, el objetivo de este trabajo es examinar las hipótesis antes expuestas, usando un modelo ARCH generalizado exponencial (EGARCH) para modelar la relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera. En la sección II hacemos algunas consideraciones acerca de los efectos económicos de la inflación y de la incertidumbre inflacionaria. La sección III explica formas de medición alternativas de la incertidumbre inflacionaria. En la sección IV describimos la evolución de la inflación en Nicaragua desde la

---

<sup>2</sup>En la segunda mitad de los ochenta, la autoridad monetaria tuvo algún control sobre la base monetaria y la demanda agregada debido a varias razones: baja movilidad de capitales, restricciones a la convertibilidad de la moneda, devaluaciones del tipo de cambio oficial frecuentes y existencia de un mercado negro y paralelo para la convertibilidad del dólar. Sin embargo, en el resto del período muestral relevante para este estudio se ha tenido algún esquema de fijación cambiaria (fijo o crawling peg).

segunda mitad de los años 70 hasta mediados de 2006. La sección V presenta el modelo a utilizar para modelar la incertidumbre inflacionaria y los resultados de la estimación. La sección VI presenta las conclusiones.

## 2. Efectos Económicos de la Inflación y la Incertidumbre Inflacionaria

Según Tower (1971), la inflación, es decir, su nivel, tiene un costo social. Para él, la inflación es ineficiente porque en una economía inflacionaria, los recursos económicos son utilizados en intentos de economizar dinero, el cual se produce sin costos. El excedente privado del consumidor se reduce, mientras la sociedad no ahorra porque el costo de producir dinero es casi nulo. Por otro lado, hay costos de menú y costos de recomposición de portafolio ocasionados por niveles de inflación más alta, los cuales son resaltados por Fischer (1994). Estos últimos costos se pueden evitar con mecanismos como la indexación, sin embargo, dado que ésta es imperfecta, no se eliminan del todo. También es importante mencionar las ineficiencias que pueden ocurrir cuando el sistema impositivo no está indexado, causando que la escala impositiva de algunos agentes aumente sin un incremento en el valor real de sus ingresos.

Además, la inflación puede afectar la actividad indirectamente a través de la incertidumbre que provoca sobre los niveles futuros de inflación. Para muchos economistas, estos costos son más grandes en términos de pérdida de producto que los anteriores. 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), sin ningún modelo formal, 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. Éste enfatiza que una mayor volatilidad de la inflación distorsiona los precios relativos mermando el poder informativo que tienen los precios para coordinar la actividad económica.

Ball (1992), le da sustento teórico a esta hipótesis mediante un modelo de juego repetido a la Barro-Gordon. Éste construye un modelo de política monetaria en el cual un incremento en la tasa de inflación lleva a más incertidumbre acerca de la inflación futura. En este modelo, los agentes basados acerca de información pública imperfecta sobre las actuales y futuras preferencias de los responsables de la política monetaria, cuando se presentan niveles bajos de inflación, no perciben riesgo de comportamiento oportunista de las autoridades, tal que la incertidumbre inflacionaria será baja. Si la inflación es alta, sin embargo, 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, en orden a evitar la recesión que probablemente resultaría. A la inversa, Cukierman (1992) trae a colación una hipótesis alternativa: este autor sugiere que un banco central oportunista podría considerar los altos niveles de incertidumbre como una oportunidad de incrementar los niveles de inflación usando políticas monetarias expansivas. Así, es posible que se de un círculo vicioso donde mayores niveles de inflación provoquen

mayor incertidumbre inflacionaria, lo cual también provocaría que la tasa de inflación suba nuevamente.

Según Golob (1994), la incertidumbre inflacionaria tiene dos tipos de efectos para la economía. Por un lado, la misma induce a los agentes a tomar decisiones que difieren de aquellas que realizarían en un ambiente sin incertidumbre –estos son los llamados efectos ex antes-; por otra parte, existen efectos que se verifican luego de que las decisiones hayan sido realizadas-efectos ex post- y ocurren cuando la inflación efectiva difiere de las expectativas previas de los agentes.

La incertidumbre inflacionaria afecta la economía ex ante a través de tres canales: primero, afecta los mercados financieros al elevar la tasa de interés, especialmente la de largo plazo. En efecto, un factor importante que determina la tasa de interés es el retorno exigido por los inversores. Si la inflación es incierta, la tasa de retorno por aplicaciones en activos nominales de largo plazo es riesgosa, como resultado, los inversores demandarán un mayor retorno esperado, lo que se traduce en tasas de interés más elevadas reduciendo así la inversión. Segundo, incrementa la incertidumbre de otras variables macroeconómicas. Especialmente hay un mayor riesgo asociado a los resultados de los contratos que se celebran sin indexación. Y por último, induce a una mayor asignación de recursos destinada a protegerse de los riesgos de la inflación futura.

Por otra parte, los costos ex post derivados del nivel de incertidumbre están relacionados con el error de predicción de la inflación una vez que la misma se produjo. Estos errores traen como consecuencias transferencias de riqueza no previstas entre las partes involucradas en contratos especificados en términos nominales, un argumento ya planteado por Friedman (1977).

### 3. Medidas de Incertidumbre Inflacionaria

Un primer paso para medir la incertidumbre inflacionaria es distinguir entre variabilidad de la inflación e incertidumbre inflacionaria. Esto es porque en los primeros trabajos sobre la incertidumbre inflacionaria se usaba a la variabilidad de la inflación como proxy de la incertidumbre.

La variabilidad de la inflación, calculada generalmente como la varianza o desviación estándar de la inflación durante un periodo de tiempo, es un concepto ex - post que tiene que ver con los valores que toma la tasa de inflación periodo a periodo y sus fluctuaciones alrededor de un valor medio. Ahora bien, que dicha desviación sea grande, no significa necesariamente que la tasa de inflación sea impredecible. De hecho, si los agentes elaboran racionalmente sus expectativas en base a un buen modelo que describa bien la economía, cualquier cambio importante en la política monetaria será internalizado por los agentes en sus expectativas con poca incertidumbre para los mismos. La incertidumbre inflacionaria en cambio, 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.

En las investigaciones recientes, dos estrategias han sido usadas para medir la incertidumbre inflacionaria. Según Golob (1994), la primera estrategia usa encuestas a consumidores y economistas. Con esta metodología se intenta tener alguna medida directa y explícita de las expectativas inflacionarias que manejan los agentes económicos. Una posibilidad, en esta dirección, es realizar encuestas a economistas independientes sobre su apreciación de la inflación en el futuro, y después calcular la varianza de estas apreciaciones como una medida de la incertidumbre. Al usar esta estrategia, la evidencia empírica ha demostrado consistentemente que mayores niveles de inflación están asociados a mayor incertidumbre inflacionaria.

La segunda estrategia para estimar la incertidumbre inflacionaria usa modelos econométricos para proyectar la inflación futura. Grandes errores de proyección del modelo, implican mayor incertidumbre, mientras que pequeños errores de predicción implican baja incertidumbre. Así, la incertidumbre está asociada a la dificultad de predecir la inflación. En este trabajo seguimos esta estrategia, y nuestra medida de incertidumbre será la desviación estándar condicional de este error de predicción. Los resultados de los estudios usando esta estrategia no son muy consistentes, aunque hay una gran cantidad de estudios, especialmente para Estados Unidos, que verifican la relación entre niveles de inflación e incertidumbre inflacionaria (Evans, 1991; Grier y Perry, 2000, entre otros). En la sección V presentamos formalmente el modelo utilizado.

#### 4. Evolución de la Inflación en Nicaragua<sup>3</sup>

La inflación en Nicaragua, medida como la variación en doce meses del Índice de Precios al Consumidor (IPC) ha mostrado una trayectoria muy volátil en su historia. Esta variable ha presentado desde valores muy bajos, cercanos al 2% en 1976, hasta valores que superan el 20,000% entre 1988 y 1991. (Ver gráfico 1).

Podemos dividir la evolución de la inflación en cuatro periodos:

**Periodo 1976:01-1979:05:** Durante este periodo el BCN orientó la política de Nicaragua bajo los principios del enfoque monetario de la balanza de pagos. Hubo libertad cambiaria bajo un régimen de tipo de cambio fijo. Los desequilibrios internos se corregían con importaciones adicionales, evitando que la inflación interna excediera la internacional. El tipo

---

<sup>3</sup> Una fuente que contiene una excelente descripción de la política económica de Nicaragua y de los acontecimientos económicos más importantes durante la década de los ochenta y principios de los noventa es Noel Ramírez (Editor). *Economía y Populismo: Ilusión y Realidad en América Latina*. Banco Central de Nicaragua, segunda edición, 1998.

de cambio se mantuvo en siete córdobas por un dólar (C\$7 por 1US\$). El promedio de la inflación en doce meses fue de 6.5% con una desviación estándar de 2.9%.

**Periodo 1979:06-1985:06:** Entre 1979 y 1985 se hicieron reformas económicas fundamentales que nacionalizaron una gran parte de la economía. Se pretendía implementar una economía planificada y se distorsionaron las señales de precios al crearse mercados paralelos de bienes, servicios y divisas. Hubo una fuerte expansión de la demanda interna no compensada con oferta doméstica, lo que creó una fuerte brecha externa. El déficit fiscal pasó de 7.2% en relación al PIB en 1979 a más de 20% en 1985. En el área monetaria, hubo una fuerte expansión de la liquidez, tanto para financiar el déficit fiscal, como también por una fuerte expansión del crédito a la economía. El tipo de cambio se mantuvo fijo en C\$10 por US\$1 hasta principios de 1985, por la alta disponibilidad de divisas y la ayuda internacional, y después se devaluó a C\$28 por US\$1 en ese mismo año, cuando éstas empezaron a agotarse, legalizándose además el mercado paralelo. En este mercado, el dólar llegó a cotizarse a C\$760 por US\$1 a final de 1985, mientras que, en el mercado negro, la cotización de cada año fue de C\$140 por US\$1 en 1983, C\$300 por US\$1 en 1984 y C\$1050 por US\$1 en 1985. Durante este período los desequilibrios en el mercado interno y externo fueron financiados con la masiva ayuda externa. A final de 1985, la deuda externa se situaba en US\$5 mil millones. En julio de 1985 se decretó un estado de emergencia económica, el cual comprendía un programa de austeridad. El promedio de la tasa de inflación en doce meses fue de 34.7% con una desviación estándar de 14.2%.

**Periodo 1985:07-1992:06:** Los desequilibrios macroeconómicos producto de la política aplicada, principalmente una gran expansión del crédito y de la oferta monetaria, condujeron a un proceso hiperinflacionario, en el cual se llegó a tasas de inflación de 681.6% y 911.22% en 1986 y 1987, respectivamente. El tipo de cambio oficial se unificó en 1987 a C\$1050 por US\$1, pero, en el mercado paralelo libre, se produjeron siete devaluaciones en 1986; en diciembre, la relación era C\$2200 por US\$1; doce meses más tarde de C\$20000 por US\$1. A pesar de todo, la moneda seguía sobrevaluada, por lo cual su cotización en el mercado negro era de C\$50000 por US\$1, en diciembre de 1987. Además, se siguió con la política de controles de precios, lo que contribuyó aún más a los desequilibrios. En 1988 se llevó a cabo una política de ajuste que pretendía corregir los grandes desequilibrios macroeconómicos y corregir las distorsiones en el sistema de precios. En febrero se creó el córdoba nuevo, equivalente a mil córdobas viejos con una nueva tasa de cambio de C\$10 por US\$1. Otras medidas fueron: reajustes de precios de los productos; reducción de los montos de crédito financiables; fijación de tasas de interés variables; aumento de los impuestos indirectos; reducción de los subsidios a los servicios públicos y reducción del aparato administrativo del gobierno, entre otras. La inflación en doce meses en 1988 fue de 14315.78% y el tipo de cambio oficial alcanzó en diciembre el C\$920 por US\$1.

En 1989 se siguió con las políticas de ajustes, acentuándose el ajuste fiscal y se habló de una apertura al sector empresarial. No obstante, los resultados económicos de 1989 fueron negativos: la inflación fue de 4708% y el tipo de cambio oficial pasó a C\$38150 por US\$1.

En 1990 se planteó un programa de estabilización para abatir la hiperinflación y otro de ajuste estructural, para impulsar el crecimiento de la economía nacional. Se introdujo el córdoba oro con un tipo de cambio de C\$1 por US\$1 con libre convertibilidad. La inflación fue de 7485.24% y el tipo de cambio del córdoba nuevo fue de C\$3000000 por US\$1.

En marzo de 1991 se fija paridad la C\$5 por US\$1 del córdoba oro, y se desplaza el córdoba nuevo, se libera la banca y las tasa de interés. Además, se profundiza el proceso de intermediación financiera y se conforma y profundiza en marzo un Programa de Estabilización Económica y Ajuste Estructural. La inflación fue de 2945% y se mantuvo la paridad cambiaria de C\$5.00 por US\$1.00. En 1992 la economía empieza a estabilizarse, presentando una tasa de inflación de 23.67%. En julio de este año, fue aprobada la nueva Ley Orgánica del Banco Central, la cual le daba más autonomía, y se aprobó una ley monetaria que reforzó el desarrollo legal y jurídico de la privatización de la banca.

Durante todo este periodo el promedio de la inflación en doce meses fue de 5800% con una desviación estándar de 7691%.

**Periodo 1992:07-2006:04:** En este periodo el Banco Central lleva a cabo una política monetaria sana, basada en una acumulación razonable de reservas internacionales para sostener el régimen cambiario y reducir la inflación. Además se hacen esfuerzos considerables en reducir el déficit público y reorientar la economía a una de libre mercado.

En enero de 1993 se devalúa la moneda en 20%, y se diseña una política cambiaria de deslizamiento diario (crawling peg), que acumularía un 5% adicional de deslizamiento en el resto del año. En 1994 la tasa de devaluación acumulada aumenta a 12%. En 1995 el Banco Central de Nicaragua introduce las operaciones de mercado abierto en moneda nacional y se redefine el papel del banco central como prestamista de última instancia. Entre 1996 y 1998 se reduce el déficit fiscal y se mantiene la tasa de devaluación de 12%.

Luego, con el propósito de reducir la tasa de inflación se redujo la tasa de deslizamiento, lo cual se hizo en dos momentos. La primera reducción se produjo en julio pasando la tasa de deslizamiento de 12% a 9%. La segunda se produjo en noviembre, pasando la tasa de deslizamiento a 6%. Las condiciones que propiciaron esta reducción en la tasa de deslizamiento, fueron los cambios estructurales que imprimieron un mayor dinamismo a la economía y por la indexación de los precios al tipo de cambio nominal.

Entre 2000 y 2001 se dan quiebras de bancos importantes del sistema financiero, no obstante, el Banco Central funge como prestamista de última instancia logrando mantener la estabilidad cambiaria. En 2004 la tasa de devaluación se redujo a 5%, siempre con el propósito fundamental de reducir la inflación.

La tasa promedio de inflación en doce meses fue de 11.6% con una desviación estándar de 13.2%.

## 5. Estimación de un Modelo EGARCH para Modelar la Incertidumbre Inflacionaria

En esta sección se examina la relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria utilizando un modelo de heterocedasticidad condicional autorregresivo general exponencial (EGARCH) desarrollado por Nelson (1991).

### 5.1. El Modelo EGARCH

En general, un proceso de heterocedasticidad condicional autorregresivo (ARCH) se traduce en que la varianza del error de una ecuación cambia en el tiempo, dependiendo de la magnitud de los errores en períodos anteriores<sup>4</sup>. Si a este proceso ARCH le permitimos que la varianza dependa también de rezagos de la propia varianza, tenemos un modelo de heterocedasticidad condicional autorregresivo general (GARCH). Una extensión del modelo GARCH es el modelo GARCH-M donde la ecuación de media depende de la varianza condicional. Una versión aun más extendida de tal modelo, es el modelo EGARCH(p,q)<sup>5</sup> propuesto por Nelson (1991), el cual es utilizado en nuestro trabajo y se puede representar con algunas modificaciones por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$(1) \pi_t = \sum_{j \in J} \rho_j \pi_{t-j} + \sum_{k \in K} \theta_k \sigma_{t-k}^2 + \varepsilon_t$$

$$(2) \varepsilon_t \sim (0, \sigma_t^2)$$

$$(3) \ln(\sigma_t^2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2) + \gamma_1 (\varepsilon_{t-1} / \sigma_{t-1}) + \varphi_1 |\varepsilon_{t-1} / \sigma_{t-1}| + \omega_{tend} + \sum_{s \in S} \psi_s \pi_{t-s}, \quad |\beta_1| < 1$$

Donde  $\pi_t$  representa la tasa de inflación mensual;  $\varepsilon_t$  es un error estocástico que mide las innovaciones impredecibles en la inflación;  $\sigma_t$  es la desviación estándar condicional de  $\varepsilon_t$ , la cual representa la incertidumbre inflacionaria; y *tend* es una variable de tendencia.  $J, K$  y  $S$  son empíricamente definidos usando procedimientos estadísticos estándar (Criterios de Akaike y Schwarz).

La ecuación (1) representa la ecuación para la tasa de inflación media, y es la que utilizan los agentes para proyectar la inflación. Como se puede ver, esta depende de la inflación rezagada y de rezagos de la incertidumbre inflacionaria.

La ecuación (2) nos dice que las innovaciones impredecibles en la inflación, o el error de estimación de la inflación ( $\varepsilon_t$ ) sigue una distribución condicional con media cero y varianza  $\sigma_t^2$ .

<sup>4</sup> La varianza en cada periodo se mide como el cuadrado del error.

<sup>5</sup> El primer término entre paréntesis representa el orden de los rezagos de la variable dependiente (el logaritmo de la varianza condicional de los errores), mientras que el segundo término representa el orden de los rezagos de los errores estandarizados.

Por último, la ecuación (3) nos da la varianza condicional del error de estimación en logaritmo ( $\log(\sigma_t^2)$ ), la cual depende del error rezagado estandarizado ( $\varepsilon_{t-1}/\sigma_{t-1}$ ), del error rezagado estandarizado en valor absoluto  $\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|$ , de un rezago de ella misma, de un término de tendencia (*tend*) y de rezagos de la tasa de inflación<sup>6</sup>. El coeficiente asociado al término de error estandarizado  $\gamma_1$  captura efectos asimétricos de shocks de inflación sobre la incertidumbre inflacionaria; así, si  $\gamma_1 > 0$ , diríamos que shocks positivos en la tasa de inflación (por ejemplo un aumento en el precio del petróleo no esperado) causan más incertidumbre inflacionaria que shocks negativos de la misma magnitud. La variable de tendencia fue incluida ya que presumiblemente la incertidumbre inflacionaria en Nicaragua ha decrecido en el tiempo, producto de un mayor entendimiento de los agentes acerca del proceso inflacionario.

Intuitivamente, este sistema de ecuaciones nos dice que los agentes cometen errores al estimar la inflación, y que la desviación estándar condicional de los errores mide la incertidumbre de los agentes acerca de la inflación futura. Dicha incertidumbre depende de los errores de estimación en el pasado, de la incertidumbre en el pasado, y de los niveles de inflación observados en periodos anteriores.

El modelo EGARCH(1,1) que utilizamos en nuestras estimaciones tiene diversas ventajas sobre los modelos ARCH y GARCH tradicionales. Primero, permite asimetrías en la respuesta de la incertidumbre inflacionaria a los shocks de inflación. Segundo, a diferencia de los modelos GARCH, el modelo EGARCH, especificado en logaritmo, no impone restricciones de no negatividad sobre los parámetros. Finalmente, modelizar la incertidumbre inflacionaria en logaritmo disminuye el efecto de outlier sobre los resultados de la estimación.

Si se cumple la hipótesis de de Ball y Friedman, el parámetro  $\psi_s$  debería ser estadísticamente significativo con signo positivo. Por otro lado, si se cumple la hipótesis de Cukierman y Meltzer, el parámetro  $\theta_k$  debería ser positivo y estadísticamente significativo.

## 5.2. Estimación del Modelo EGARCH(1,1)

En esta parte se estima la relación entre la inflación e incertidumbre inflacionaria utilizando el modelo EGARCH(1,1) descrito anteriormente. Como el modelo de inflación propuesto es puramente autorregresivo, no se requiere otro dato que la serie histórica correspondiente al nivel de precios. La serie a utilizar es el IPC mensual publicado por el Banco Central de Nicaragua y elaborado por el Instituto de Estadísticas y Censos de Nicaragua (INEC). Los

---

<sup>6</sup> Se incluyó un rezago del error estandarizado y un rezago de la variable dependiente ( $\log(\sigma_{t-1}^2)$ ), ya que esta representación logra capturar el proceso de heterocedasticidad condicional de los errores. Esto se puede ver en las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de los errores al cuadrado presentadas en el Gráfico 2.

datos corresponden al periodo 1974:01-2006:04<sup>7</sup>. La medida de inflación utilizada en el análisis es la primera diferencia del logaritmo del índice de precios al consumidor ajustado estacionalmente por el método x-12 ARIMA para el periodo 1974:01-2006:04,

$$(\pi_t = \log \left[ \frac{IPC_t}{IPC_{t-1}} \right]).$$

El primer paso en la modelización econométrica de la inflación consiste en verificar el orden de integración de esta variable. De acuerdo al test aumentado de Dickey-Fuller (ADF), que se presenta en la Tabla 1, rechazamos la hipótesis nula de raíz unitaria en la tasa de inflación a un nivel de significancia de 1%. Al realizar un test de Phillips-Perron, obtenemos similares resultados. Por tanto, podemos estimar la inflación mediante un proceso autorregresivo.

Como segundo paso, estimamos una ecuación de media para la inflación y verificamos si un modelo que incorpore el comportamiento heterocedástico de los errores es necesario. La Tabla 2 presenta los resultados de la ecuación de inflación estimada. Se estimó un modelo en el cual la inflación sigue un proceso autorregresivo de orden 12, AR(12)<sup>8</sup>. El  $R^2$  es aproximadamente de 0.63 y los estadísticos de Ljung-Box (Q) de los errores sugieren que no hay ninguna autocorrelación entre ellos. Sin embargo, necesitamos verificar si la varianza condicional del error de la ecuación de inflación es constante en el tiempo. En este caso el correlograma de los errores al cuadrado (Gráfico 2) muestra que los mismos presentan una fuerte autocorrelación ya que el estadístico de Ljung-Box ( $Q^2$ ) es mayor que sus valores críticos incluso al rezago 36, mostrando evidencia de heterocedasticidad condicional. Asimismo, el test ARCH-LM, el cual es un test de multiplicadores de Lagrange para verificar si los residuos exhiben heterocedasticidad condicional adicional, no rechaza la hipótesis nula de heterocedasticidad condicional. Estos resultados validan la estimación de un modelo de heterocedasticidad condicional para la inflación. El modelo AR(12) es capaz de captar las autocorrelaciones en la inflación promedio pero, al mismo tiempo, no es apto para captar el comportamiento de la varianza condicional.

El modelo estimado para capturar la heterocedasticidad condicional, es un EGARCH(1,1) representado por las ecuaciones (1) a (3). Las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial (Gráfico 2) indican que un éste es un modelo adecuado para la serie en cuestión, donde la varianza de los errores cambia en el tiempo, dependiendo de los errores estandarizados rezagados un periodo y del logaritmo de la varianza de los errores del periodo anterior.

Los resultados de la estimación se presentan en la Tabla 3. Los estadísticos de Ljung-Box (Q), Ljung-Box ( $Q^2$ ) y el test ARCH-LM, indican que el modelo no presenta autocorrelación y que el

<sup>7</sup> No hay datos disponibles anteriores a 1974:01 para la inflación mensual.

<sup>8</sup> Para escoger este modelo hemos utilizado los criterios tradicionales de Akaike, Schwarz y de bondad de ajuste de los datos.

modelo EGARCH(1,1) es suficiente para remover la heterocedasticidad condicional de los errores.

### 5.3. Análisis de los Resultados de la Estimación del Modelo EGARCH(1,1)

De los resultados de la Tabla 3 se puede observar que la inflación tiene baja persistencia, lo cual puede ser el resultado de al menos tres factores: primero, la alta dependencia de la inflación a los precios externos y al tipo de cambio en el corto y largo plazo puede hacer que los precios presenten poca inercia si estas variables no la presentan (en la segunda mitad de los ochenta las constantes devaluaciones hicieron que el tipo de cambio presentara poca inercia) ; segundo, mecanismos de indexación de precios vinculados más al tipo de cambio que a la inflación; y tercero, según Taylor (2000) cuando la tasa de inflación es baja los productores y distribuidores perciben los cambios en precios como poco persistentes, por lo cual tienen menor disposición a ajustar precios, lo contrario pasa cuando ésta es alta. En nuestro periodo muestral tenemos dos periodos de inflación baja (segunda mitad de los setenta y el periodo que va desde 1992 a 2006) lo que haría que la persistencia caiga; un periodo hiperinflacionario (el periodo que va desde 1986 hasta 1991), lo que también induce a que la persistencia caiga; y un periodo de alta inflación (la primera mitad de los ochenta), lo que hace que aumente la persistencia inflacionaria. Los valores de los coeficientes autorregresivos representan una media de estas tendencias.

La hipótesis de Ball y Friedman ( $\psi > 0$ ) no es rechazada a un nivel de significancia de 1%, por lo que validaríamos la hipótesis de que en Nicaragua mayores niveles de inflación están asociados con mayor incertidumbre inflacionaria. Este resultado es de suma importancia, ya que sería uno de los principales argumentos de la autoridad monetaria para perseguir políticas que conduzcan a niveles bajos de inflación

La hipótesis de Cukierman y Metzler ( $\theta > 0$ ) no es rechazada al 1% de significancia, por lo que niveles de incertidumbre inflacionaria más bajos llevan a niveles promedio de inflación más bajos. Este hallazgo es bien discutible, ya que a excepción de la segunda mitad de los ochenta, el tipo de cambio en Nicaragua se ha mantenido fijo o se ha adoptado algún tipo de fijación cambiaria, y además, ha habido libre convertibilidad de la moneda la cual se mantiene actualmente, lo que le ha puesto una restricción al BCN para controlar la oferta monetaria<sup>9</sup>. Creemos que el período hiperinflacionario que inició en 1986 y culminó en 1991 puede estar sesgándonos a este resultado. Aunque durante este periodo el tipo de cambio oficial se mantuvo fijo, las constantes devaluaciones, los controles cambiarios y las restricciones a los flujos de capitales permitieron que la autoridad monetaria tuviera control sobre la oferta monetaria de la economía. Una estimación que recoja estos cambios de régimen, mejoraría la consistencia de los parámetros estimados.

---

<sup>9</sup> Gámez (2004) encuentra que para la década de los noventa el coeficiente de compensación de la base monetaria es -1, lo que indica que los intentos del BCN de expandir la cantidad de dinero más allá de lo demandado por la economía se traduce en pérdidas de reservas internacionales.

El coeficiente asociado a la tendencia ( $\omega$ ) es negativo y estadísticamente significativo al 1%, lo cual indica que la incertidumbre inflacionaria ha tenido una tendencia decreciente en el tiempo. Esto puede ser el resultado de una mayor comprensión de los agentes del modelo que rige a la economía, lo que incluye un mejor entendimiento de los mecanismos de transmisión de la política monetaria<sup>10</sup>.

Por último, el parámetro que captura la asimetría ( $\gamma_1$ ) es significativo al 1% y con signo positivo, por lo que shocks positivos de inflación tienen un impacto mayor sobre la incertidumbre inflacionaria que shocks negativos de la misma magnitud. Estos resultados ya han sido encontrados en otros estudios como el de Fernández Valdovinos (1999), Berument, Metin-Ozcan y Neyapti (2001), Johnson (2002), entre otros.

En los Gráfico 3 y 4 se presenta la evolución de la incertidumbre inflacionaria, la cual muestra una gran variación con el pasar del tiempo. La segunda mitad de la década de los setenta presenta niveles promedios de incertidumbre inflacionaria bastante bajos. Éstos promediaron 2.33 puntos porcentuales con una baja dispersión<sup>11</sup>. La primera mitad de la década de los ochenta presenta un aumento en los niveles de incertidumbre, a la par de un aumento en la tasa promedio de inflación, llegando a promediar 9.10 puntos porcentuales. El período de más alta incertidumbre se presenta durante la segunda mitad de la década de los ochenta y los dos primeros años de la década de los noventa. Durante este periodo la economía sufrió hiperinflación, llegando a registrar tasas promedio de inflación anual mayores al 20000%. La tasa de incertidumbre promedio registrada fue de 19.17 puntos porcentuales.

A partir de 1992 hasta abril de 2006 se registra el periodo de menor incertidumbre inflacionaria. A pesar de que en promedio la inflación promedio anual de este período fue de 11.66%, mayor al 6.48% registrado en la segunda mitad década de los setenta, la incertidumbre inflacionaria promedio solo fue de 1.18 puntos porcentuales. La variable de tendencia incluida en la estimación de la varianza condicional, la cual trata de capturar una caída en los niveles promedio de incertidumbre inflacionaria, nos conduce a este resultado. Esto tiene una gran importancia, ya que nosotros hemos asociado esta caída tendencial en los niveles de incertidumbre inflacionaria a una mayor comprensión de los agentes del modelo que rige a la economía. Creemos que los esfuerzos del Banco Central de Nicaragua en proporcionar al público información estadística sobre variables económicas claves, además de análisis sobre diversos tópicos económicos que ayudan a la toma de decisiones es una variable importante para explicar esta caída tendencial. La autonomía del Banco Central de Nicaragua puede ser otro factor que explique esta caída, aunque se necesita un análisis más profundo para evaluar este hecho.

---

<sup>10</sup> Las publicaciones estadísticas proporcionadas por el Banco Central de Nicaragua contribuyen a este respecto.

<sup>11</sup> Esto se traduce en que, por ejemplo, para construir un rango de  $\pm 2$  desviaciones estándar en torno a la inflación mensual, se le debe sumar (y restar) a la inflación 2 veces el valor de la incertidumbre en puntos porcentuales.

## 6. Conclusiones

Este trabajo analiza la evolución de la inflación mensual de Nicaragua en el período que va desde 1974:01 a 2006:04 y presenta evidencia a favor de la hipótesis de Friedman y Ball, la cual establece que altos niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria, y la hipótesis de Cukierman y Metzler, la cual postula que altos niveles de incertidumbre inflacionaria incrementan la tasa de inflación promedio. Aunque no rechazamos esta última hipótesis, nosotros creemos que el periodo de la segunda mitad de los ochenta puede estarnos sesgando a estos resultados, ya que durante dicho periodo hubo control sobre la oferta monetaria. Para hacer esto, usamos un modelo EGARCH (1,1), con algunas modificaciones: incluimos la tasa de inflación y una tendencia como variables dependientes en la ecuación de varianza condicional e incluimos la varianza condicional como variable dependiente en la ecuación de medias.

Encontramos evidencia de que la incertidumbre tiene una tendencia decreciente, producto quizás de un mejor aprendizaje de los agentes sobre el modelo que rige la economía. Además, se encuentra que los shocks de inflación impactan de forma asimétrica a la incertidumbre. Shocks positivos de inflación (por ejemplo, un aumento en el precio del petróleo no esperado) crean mayor incertidumbre inflacionaria que shocks negativos de la misma magnitud.

Al analizar la evolución de la incertidumbre inflacionaria, se observa que ésta presenta un comportamiento marcado por periodos. El periodo de mayor incertidumbre se presenta en la segunda mitad de la década de los ochenta, alcanzando ésta en promedio valores de 19.17 puntos porcentuales. Al contrario, el periodo de menor incertidumbre se presenta en los últimos catorce años, periodo en el cual la inflación se ha mantenido baja (en promedio ésta fue de 1.18 puntos porcentuales).

Los resultados del estudio son una base sólida para que la autoridad monetaria siga políticas que contribuyan a disminuir la inflación.

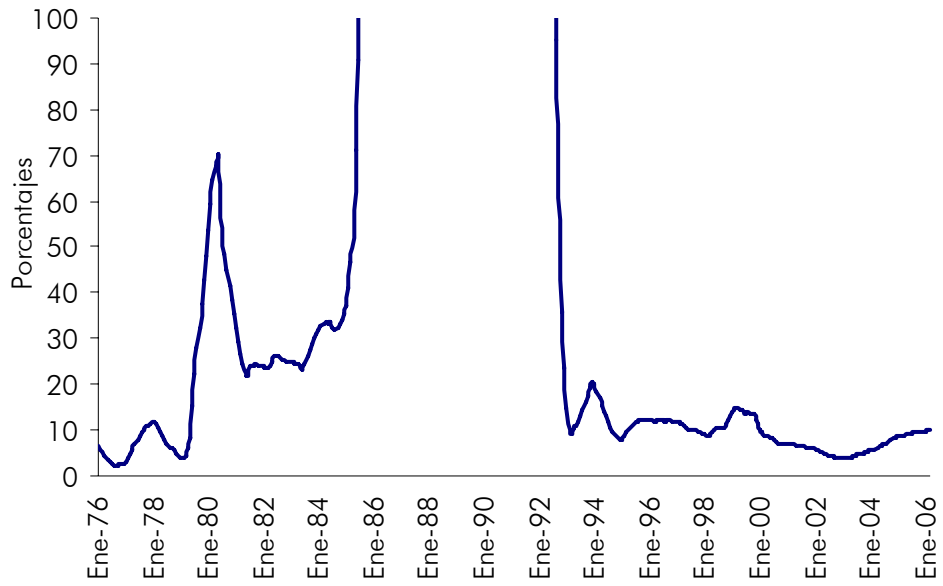
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ball, L. 1992. Why Does High Inflation Raise Inflation Uncertainty? *Journal of Monetary Economics* 29 (3): 371-388.
- Barro, R. 1997. *Determinants of Economic Growth: a Cross-Country Empirical Study*. Cambridge, Massachusetts: The MIT press.
- Barro, R. y D. Gordon. 1983. Rules, Discretion, and Reputation in a Model of Monetary Policy. *Journal of Monetary Economics* 29 (3): 371-388.
- Berument, H.; K. Metin-Ozcan y Neyapti. 2001. Modelling Inflation Uncertainty Using EGARCH: An Application to Turkey. *Department of Economics, Bilkent University*.
- Bollerslev, T. 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31(3): 307-328.
- Bollerslev, T. y J. M. Wooldridge. 1992. Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time Varying Covariances. *Econometrics Reviews* 11: 143-172.
- Cukierman, A. 1992. Central Bank Strategy, Credibility, and Independence: Theory and Evidence. Cambridge, Massachusetts: *The MIT Press*.
- Cukierman, A. y A. Metzler. 1986. A Theory of Ambiguity, Credibility, and Inflation under Discretion and Asymmetric Information. *Econometrica* 54 (5): 1099-1128.
- Evans, M. 1991. Discovering the Link between Inflation Rates and Inflation Uncertainty. *Journal of Money, Credit and Banking* 23 (2): 169-184.
- Fisher, S. 1981. Towards and Understanding the Costs of Inflation: II. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 15: 5-32.
- Fisher, S. 1994. Modern Approaches to Central Banking. *NBER Working Paper* 5064.
- Friedman, M. 1977. Nobel Lecture: Inflation and Unemployment. *Journal of Political Economy* 85 (3): 451-472.
- Gamez, O. 2004. Cálculo del Coeficiente de Compensación en Nicaragua. *Tesis de Magister, Pontificia Universidad Católica de Chile*.
- Golob, J. 1994. Does Inflation Uncertainty Increases whit the Inflation? Federal Reserve Bank of Kansas City. *Economic Review* (3<sup>rd</sup> Quarter): 27-38.
- Grier, K. y M. Perry. 1998. On Inflation and Inflation Uncertainty in the G7 Countries. *Journal of International Money and Finance* 17 (4): 671-689.

- Grier, R. y K. Grier. 1998. Inflation and Inflationary Uncertainty in Mexico: 1960-1997. *El trimestre Económico* 65 (3): 407-426.
- Hamilton, J. 1994. *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Holland, A. 1995. Comment on Inflation Regimes and the Sources of Inflation Uncertainty. *Journal of Money, Credit, and Banking* 27: 827-837.
- Johnson, CH. 2002. Inflation Uncertainty in Chile: Asymmetries and the News Impact Curves. *Revista de Análisis Económico* 17 (1): 3-20.
- Nelson, D. 1991. Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica* 59: 347-370.
- Ramirez, N. y eds 1998. *Economía y Populismo: Ilusión y Realidad en América Latina*. Segunda edición. Banco Central de Nicaragua.
- Taylor, J. 2000. Low Inflation, Pass-Through and the Pricing Power of Firms. *European Economic Review* 44: 1389-1408.
- Tower, E. 1971. More on the Welfare Cost of Inflationary Finance. *Journal of money, Credit, and Banking* 3 (4): 850-860.

# ANEXO 1

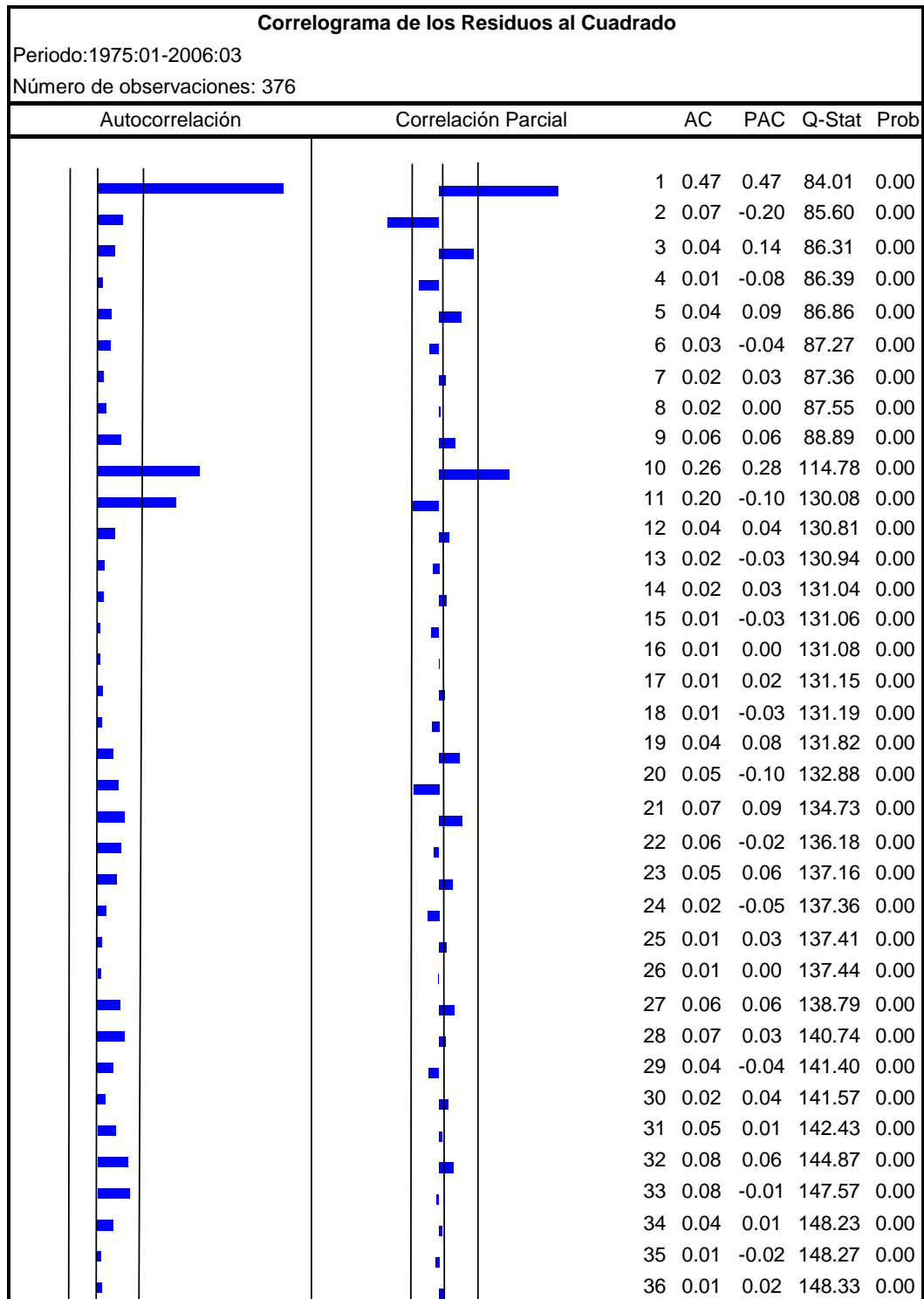
Gráfico 1: Inflación en 12 meses (datos mensuales)



Los datos fueron truncados para una mejor visibilidad de la serie.

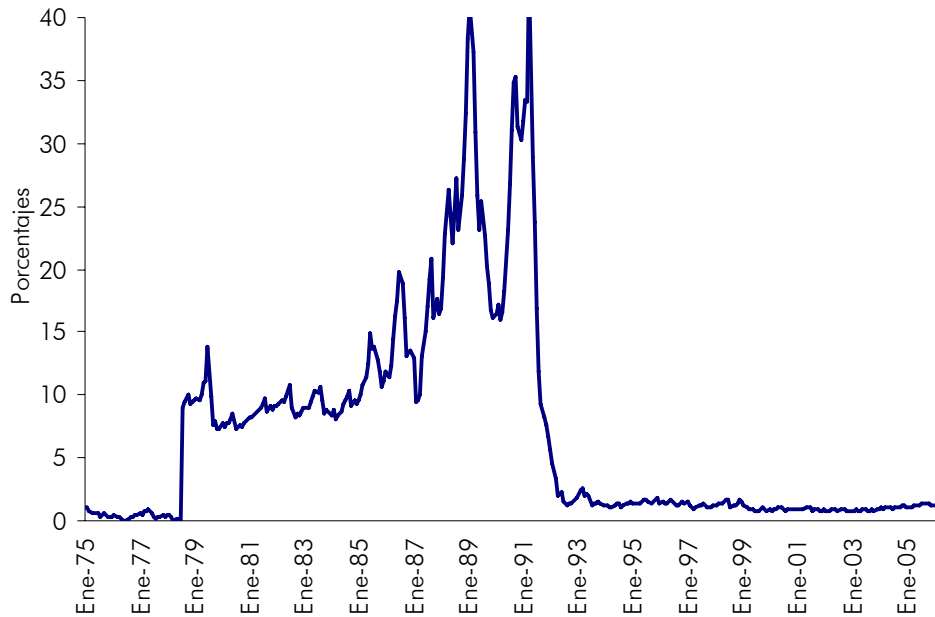
## ANEXO 2

Gráfico 2: Correlograma de los residuos al cuadrado



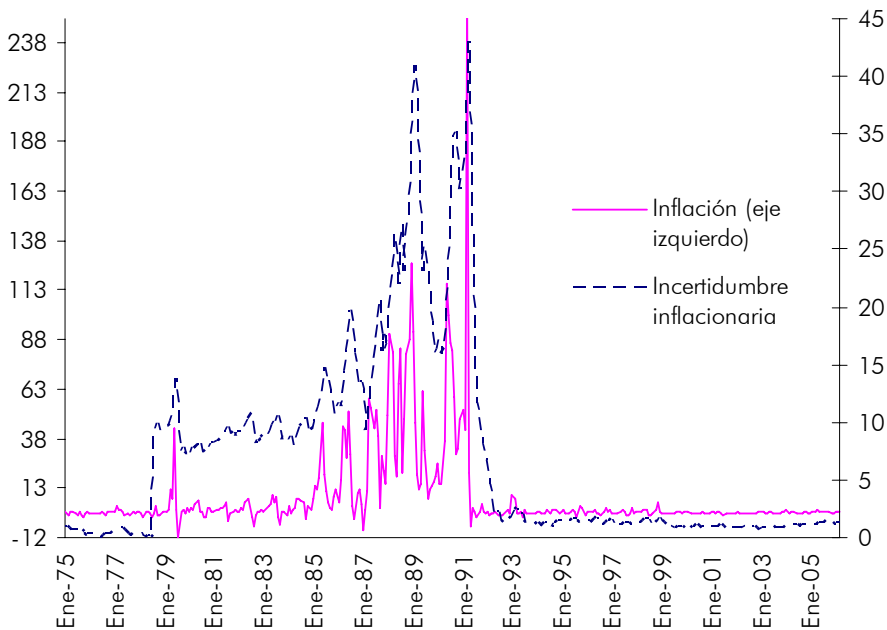
### ANEXO 3

Gráfico 3: Incertidumbre inflacionaria



### ANEXO 4

Gráfico 4: Inflación mensual e incertidumbre inflacionaria (%)



## ANEXO 5

<b>Tabla 1 : Test de Raíz Unitaria</b>		
<b>Periodo 1974:01-2006:04</b>		
	Dickey-Fuller	
	Intercepto	Tendencia e Intercepto
IPC	-0.84	-0.89
IPC-IPC(-1)	-4.88*	-4.90*
Valores Críticos		
1%	-3.45	-3.98
5%	-2.87	-3.42
10%	-2.57	-3.13
	Phillips-Perron	
IPC	-0.71	-0.7
IPC-IPC(-1)	-7.11*	-7.13*
Valores Críticos		
1%	-3.45	-3.98
5%	-2.87	-3.42
10%	-2.57	-3.13

\* Significativo al nivel de 1%

IPC: logaritmo natural del Índice de Precios al Consumidor

IPC-IPC(-1): Inflación Mensual

## ANEXO 6

<b>Tabla 2</b>			
<b>Modelo de Inflación</b>			
<b>Variable Dependiente: Tasa de Inflación Mensual</b>			
<b>Periodo 1974:01-2006:04</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Error estándar</b>	<b>P-value</b>
C	6.7334	4.2837	0.1168
AR(1)	0.6340	0.0522	0.0000
AR(2)	-0.0400	0.0619	0.5191
AR(3)	0.1360	0.0615	0.0277
AR(4)	-0.0412	0.0619	0.5066
AR(5)	-0.0176	0.0620	0.7769
AR(6)	0.1351	0.0620	0.0299
AR(7)	0.0407	0.0620	0.5113
AR(8)	0.0016	0.0620	0.9799
AR(9)	0.0058	0.0619	0.9260
AR(10)	0.1361	0.0615	0.0276
AR(11)	-0.0050	0.0619	0.9360
AR(12)	-0.1018	0.0522	0.0519
R <sup>2</sup> =0.628			
*ARCH-LM test(6)=102.98(0.00), ARCH-LM test(12)=125.23(0.00)			
Q(6)=0.05(1.00), Q(12)=1.08(1.00), Q(18)=5.75(0.997)			
Q <sup>2</sup> (6)=87.27(0.00), Q <sup>2</sup> (12)=130.81(0.00), Q <sup>2</sup> (18)=131.19(0.00)			

\*P-value entre paréntesis

## ANEXO 7

<b>Tabla 3</b>			
<b>Modelo EGARCH(1,1) Asimétrico</b>			
<b>Periodo 1974:01-2006:04</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Error estándar</b>	<b>P-value</b>
$c$	0.1211	0.0230	0.0000
$\rho_1$	0.5109	0.0427	0.0000
$\rho_2$	-0.0987	0.0408	0.0155
$\rho_3$	0.1609	0.0456	0.0004
$\rho_4$	0.0517	0.0435	0.2348
$\rho_5$	0.0304	0.0449	0.4983
$\rho_6$	0.0066	0.0360	0.8545
$\rho_7$	0.0291	0.0420	0.4885
$\rho_8$	-0.0136	0.0381	0.7205
$\rho_9$	0.0169	0.0362	0.6413
$\rho_{10}$	0.0040	0.0328	0.9018
$\rho_{11}$	0.0120	0.0271	0.6563
$\rho_{12}$	0.0579	0.0161	0.0003
$\theta_1$	0.0120	0.0023	0.0000
<b>Varianza</b>			
$\beta_0$	0.1760	0.0070	0.0000
$\varphi_1$	-0.2114	0.0210	0.0000
$\gamma_1$	0.3238	0.0323	0.0000
$\beta_1$	0.9800	0.0000	0.0000
$\psi_1$	0.0034	0.0007	0.0000
$\omega$	-0.0003	0.0000	0.0000
*ARCH-LM test(6)=0.054(0.99), ARCH-LM test(12)=0.0699(1.00)			
Q(6)=7.06(0.315), Q(12)=9.26(0.681), Q(18)=10.72(0.906)			
Q <sup>2</sup> (6)=0.055(1.00), Q <sup>2</sup> (12)=0.073(1.00), Q <sup>2</sup> (18)=0.0953(1.00)			

Nota: \*P-value entre paréntesis

Los parámetros fueron estimados con el método de máxima verosimilitud.

Los errores estándar son quasi-robustos.

Usamos el promedio de la inflación mensual de los tres últimos meses como variable independiente para representar la inflación rezagada en la ecuación de varianza.