

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y FINANCIERAS  
CARRERA DE ECONOMÍA



**Tesis para la obtención del grado de  
Licenciado en Economía**

**“INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE  
INFLACIONARIA:  
UN ANÁLISIS PARA LA ECONOMÍA BOLIVIANA  
1937-2009”**

**Por: Pamela Andrea Rocabado Antelo**  
Profesor Tutor: Lic. Julio Humérez Quiroz  
Profesor Relator: Lic. Rubén Aguilar Cruz

La Paz – Bolivia  
2009

## RESUMEN EJECUTIVO

### INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA: UN ANÁLISIS PARA LA ECONOMÍA BOLIVIANA 1937-2009

Aunque existe consenso respecto a que la inflación es costosa, no existe un acuerdo sobre cuál es el nivel óptimo que debe procurar mantener un Banco Central para minimizar dicho costo. Un incremento de la inflación eleva la incertidumbre sobre su evolución futura, dicha incertidumbre puede implicar costos significativos, lo que significa que, para entender los costos de la inflación necesitamos comprender la conexión entre inflación e incertidumbre. La hipótesis de esta investigación se plantea de la siguiente manera: “*Los periodos de elevada inflación en Bolivia entre 1937 y 2009 aumentaron la incertidumbre inflacionaria y esta, a su vez, retroalimentó la inflación*”. Para contrastar la hipótesis, la investigación se dividió en cinco capítulos.

En el primero se analizan los aspectos metodológicos, se plantean los objetivos y la hipótesis. El capítulo dos presenta, en la primera parte, conceptos sobre inflación, las fuentes que la originan, los costos que genera, en la segunda parte la relación entre inflación e incertidumbre, el rol del Banco Central, institución a cargo de mantener la estabilidad de precios; en la tercera parte, se expone el modelo teórico de Ball (1990) en el que se basa esta investigación y en la última se detalla la metodología econométrica.

En el tercero se realiza un análisis histórico, entre 1937 y 2009, de la evolución de la tasa de inflación y su volatilidad, con el fin de determinar si los periodos de elevada inflación fueron acompañados por incremento en la variabilidad de precios. El capítulo cuatro revisa la evidencia empírica; se analizan las propiedades estadísticas, se estiman los modelos, se verifica la consistencia de su especificación. Finalmente, en el capítulo cinco se presentan las conclusiones, que permiten afirmar que: ***los periodos de elevada inflación se tradujeron en un incremento de la incertidumbre inflacionaria y que además, el aumento de dicha incertidumbre afectó positivamente la inflación futura. Por lo queda demostrada la hipótesis de investigación.***

También se pudo concluir que: i) El IPC es una serie no estacionaria; sin embargo, el diferencial del logaritmo, si lo es a pesar de los quiebres; ii) no es posible la estimación de la inflación mediante un modelo ARIMA debido a la presencia de términos ARCH; iii) el modelo IGARCH captó la persistencia de la volatilidad de la inflación. No obstante, no pasaron la prueba de asimetría; iv) se estimó un TARARCH. Sin embargo, algunos parámetros de la varianza presentaron signos negativos; v) el modelo EGARCH, además de captar asimetría, permite la existencia de términos negativos. Se introdujo en la ecuación de la media la volatilidad, EGARCH-M.

La principal implicación de política es que debido a que los *shocks* inflacionarios elevan la inflación y la incertidumbre con efectos sobre la inflación futura; Por lo que, el rol del BCB cobra gran relevancia, este deberá actuar con firmeza, utilizando todos sus instrumentos para moderar las presiones inflacionarias y evitar que la incertidumbre se traduzca en mayores expectativas de inflación. Un adecuado grado de independencia,

para mantener el nivel de credibilidad y reputación alcanzado que le permita aplicar sus políticas, será determinante para mantener una inflación baja y estable en el tiempo.

*A mi amada Madre (mi Negrita)  
cuyo ejemplo de fortaleza, esfuerzo,  
y dedicación me sirvieron de motivación.  
**TE AMO NEGRITA!***

---

## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar agradezco a Dios por todas las bendiciones que he recibido en mi vida.

Al Lic. Julio Humeréz, profesor tutor, por su excelente colaboración, amistad y gran apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

Al Lic. Rubén Aguilar, profesor relator, por los valiosos comentarios, correcciones y su gran interés en la elaboración de este documento.

Deseo agradecer de manera especial, a la mujer que mas admiro y me ha dado todo en mi vida mi madre Carmen Antelo que también hizo el rol de padre, luchando sola por sacarme adelante y de quien siempre recibí muchísimo amor y el mejor de los ejemplos para luchar y salir adelante, a mi hermano Hector Luis a quien amo mucho.

A Enrique, Silvia y Gabriela Palmero que estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y cariño incondicional, y por último a quien siempre creyó en mí y estuvo a mi lado dándome animo, impulsándome a seguir adelante, mi maestro, mi amigo y mi amor (Martincito).

A todos ustedes muchas gracias por su apoyo que unido con su cariño fueron de gran motivación personal, académica y profesional.

---

# INDICE GENERAL

---

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1:</b>	
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>4</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	4
1.2. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	5
1.3. OBJETIVO GENERAL	6
1.3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
1.4. METODOLOGÍA	6
1.5. DELIMITACION TEMPORAL	7
<b>CAPITULO 2: MARCO TEORICO</b>	
<b>LA RELACION ENTRE INFLACION E INCERTIDUMBRE</b>	<b>8</b>
2.1. DEFINICIONES BASICAS	9
2.1.1. LA INFLACIÓN	9
2.1.2. CAUSAS CLASICAS DE LA INFLACION	12
2.1.2.1. INFLACION DE DEMANDA	12
2.1.2.2. INFLACION DE OFERTA	15
2.1.3. COSTOS DE LA INFLACION	16
2.1.3.1. INFLACION ANTICIPADA	17
2.1.3.2. INFLACION NO ANTICIPADA	18
2.1.4. FORMACION DE EXPECTATIVAS DE INFLACION	20
2.2. INFLACION E INCERTIDUMBRE	21
2.2.1. EXPLICACIONES SOBRE LA RELACION INCERTIDUMBRE E INFLACION	21
2.2.2. MEDIDAS DE INCERTIDUBRE INFLACIONARIA	23
2.2.3. EL BANCO CENTRAL	25
2.2.3.1. EL ROL DEL BANCO CENTRAL	25
2.2.3.2. INDEPENDENCIA Y CREDIBILIDAD DE LOS	



4.2.3. ESTIMACION DEL MODELO DE VOLATILIDAD SIMÉTRICA	72
4.2.4. ESTIMACION DEL MODELO DE VOLATILIDAD ASIMÉTRICA	74
4.3. PRINCIPALES RESULTADOS	81
4.4. IMPLICACIONES DE POLITICA	84

---

**CAPITULO 5:**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>85</b>
5.1. CONCLUSIONES GENERALES	85
5.2. RECOMENDACIONES	89

---

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>90</b>
---------------------	-----------

<b>ANEXO I: PRUEBAS DE ESTACIONARIEDAD</b>	<b>95</b>
--	-----------

<b>ANEXO II: RESULTADOS ECONOMETRICOS</b>	<b>100</b>
---	------------

---

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

---

# INDICE GRAFICOS Y CUADROS

---

## GRÁFICOS

2.1.	ENFOQUE CLÁSICO DE LA INFLACION	13
2.2.	ENFOQUE KEYNESIANO DE LA INFLACION	14
2.3.	ENFOQUE MONETARIO DE LA INFLACION (Figura A y Figura B)	15
2.4.	INFLACION POR VIA DE LA OFERTA	16
2.5.	BOLIVIA: INFLACION ANUAL Y PROMEDIO (1997-2009)	29
2.6.	EXPECTATIVAS DE INFLACION	30
3.1.	EVOLUCION DE LA INFLACION ANUAL (1937-2009)	49
3.2.	EVOLUCION DE LA INFLACION ANUAL (1937-1958)	50
3.3.	EVOLUCION DE LA INFLACION ANUAL (1959-1987)	52
3.4.	EVOLUCION DE LA INFLACION ANUAL (1988-1996)	55
3.5.	EVOLUCION DE LA INFLACION ANUAL (1997-2009)	57
3.6.	EVOLUCION NDE LA INFALCION MENSUAL Y DE SU VOLATILIDAD (1937-2009)	61
3.7.	EVOLUCION DE LA INFLACION MENSUAL Y DE SU VOLATILIDAD (1988-2009)	62
4.1.	PRUEBA DE NORMALIDAD EN LOS ERRORES DE REGRESION DEL EGARCH-M(1,1)	81
4.2.	PRUEBA DE NORMALIDAD QQ DE LOS ERRORES DE REGRESION DEL EGARCH-M (1,1)	81
4.3.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR CONDICIONAL DE LOS MODELOS EGARCH-M(1,1)	82

---

**CUADROS**

2.1.	EQUILIBRIO DEL JUEGO	33
3.1.	INFLACIÓN ANUAL, MENSUAL Y VOLATILIDAD 1937-2009	60
3.2.	INFLACIÓN ANUAL, MENSUAL Y VOLATILIDAD DE PRECIOS, 1988-2009	63
4.1.	PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE LA SERIE	67
4.2.	ANÁLISIS DE ESTACIONARIDAD DE LA SERIE: PRUEBA DFA-PP	69
4.3.	ANÁLISIS DE ESTACIONARIDAD CON QUIEBRE ESTRUCTURAL	69
4.4.	ECUACIONES PARA LA MEDIA CONDICIONAL DE LA INFLACION	70
4.5.	PRUEBA DE VOLATILIDAD EN LOS ERRORES DE LA REGRESION ARIMA: ARCH-LM	72
4.6.	ECUACIONES DE LA VARIANZA CONDICIONAL	72
4.7.	PRUEBA DE VOLATILIDAD EN LOS ERRORES DE REGRESIÓN DEL GARCH(1,1): ARCH-LM	73
4.8.	SUMA DE LOS COEFICIENTES GARCH-ARCH	73
4.9.	PRUEBA DE VOLATILIDAD EN LOS ERRORES DE REGRESION DEL IGARCH (1,1): ARCH-LM	74
4.10.	PRUEBA DE ENGLE-NG DE EFECTOS DE NIVEL GARCH E IGARCH	74
4.11.	PRUEBA DE VOLATILIDAD DE LOS ERRORES DE REGRISION DEL TARCH: ARCH LM	75
4.12.	PRUEBA DE VOLATILIDAD EN LOS ERRORES DE REGRESIÓN DEL EGARCH (1,1): ARCH-LM	76
4.13.	RESULTADOS DE LOS MODELOS DE EGARCH-M(1,1)	77
4.14.	PRUEBA DE LA VOLATILIDAD DE LOS ERRORES DE REGRESION EGARCH-M (1,1): ARCH-LM	79
4.15.	PRUEBA DE AUTOCORRELACION Y AUTOCORRELACION PARCIAL DE LOS ERRORES DE REGRESION EGARCH-M (1,1)	79

---

# INTRODUCCIÓN

Aunque existe consenso entre los economistas respecto a que la inflación es costosa, no existe un acuerdo sobre cuál es el nivel óptimo que debe procurar mantener un Banco Central para minimizar dicho costo.

Los estudios económicos concuerdan en que la inflación genera costos en la medida que sea o no anticipada, resaltando que los costos de una variación de precios prevista no son tan grandes como los generados por una subida imprevista. Esta última tiende a generar incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación, distorsionando la información que deberían dar los precios, lo que afecta a la toma de decisiones por parte de los agentes de la economía y en especial, perjudicando a los sectores más pobres de la sociedad, quienes se ven afectados por la pérdida en el poder adquisitivo del dinero.

Por otra parte, muchos economistas concuerdan en que inflaciones moderadas (alrededor del 10% anual) no son significativamente costosas, especialmente si son constantes a lo largo del tiempo y perfectamente anticipadas. Sin embargo, un incremento de la inflación eleva la incertidumbre sobre su evolución futura y en ausencia de perfecta indexación, dicha incertidumbre puede implicar costos significativos, lo que significa que, para entender los costos de la inflación necesitamos comprender la conexión entre inflación e incertidumbre. Aunque muchos economistas consideran a esta relación como un hecho estilizado, los estudios empíricos no son concluyentes. Varios países, entre ellos algunos latinoamericanos (Argentina, Chile, Nicaragua y Paraguay) encontraron que: episodios de alta inflación han estado acompañados de mayores niveles de incertidumbre.

Por este motivo, los Bancos Centrales están en la obligación de procurar la estabilidad de precios mediante el uso de sus instrumentos. Para esto, deben mantener su prestigio y credibilidad como institución al momento de lanzar las medidas para contrarrestar un posible brote inflacionario.

A lo largo de la historia boliviana, la inflación ha sido un tema de estudio importante, debido a los duros procesos inflacionarios e hiperinflacionarios que han azotado la economía. Tal es el caso de la Revolución Nacional de 1952, cuando se experimentó la primera alta inflación,<sup>1</sup> cuyos principales desencadenantes fueron: la caída de precios del estaño y otros minerales, y el elevado déficit fiscal que tuvo que ser financiado con emisión monetaria y créditos del Banco Central de Bolivia.

De igual manera, la hiperinflación de mediados de la década de los 80 se generó por presiones inflacionarias externas, que sumadas a la restricción internacional de crédito; el agotamiento de las reservas de divisas y el consecuente déficit fiscal, financiado con emisión monetaria inorgánica, desencadenaron una espiral inflacionaria que nos condujo al proceso hiperinflacionario más elevado de toda Latinoamérica.

Durante los agudos procesos inflacionarios las autoridades de política económica se vieron en la necesidad de instaurar medidas de ajuste, que si bien fueron efectivas para frenar las subidas exentas en la tasa de inflación, tuvieron efectos poco favorables para el crecimiento, el desarrollo y el bienestar social. Si bien el costo fue menor al de continuar en el proceso, se podría haber evitado si la autoridad monetaria no hubiera permitido que la inflación se saliera de control.

Los procesos inflacionarios en Bolivia han sido estudiados desde distintas ópticas. Sin embargo, no existen investigaciones, que analicen la relación entre inflación e incertidumbre y como esta última podría generar mayor variabilidad en los precios. Por lo que, el objetivo de esta investigación es llenar este vacío y realizar una aproximación teórica y empírica, a la relación y causalidad que se establece entre variaciones en los precios y la incertidumbre de inflación.

Para tratar de entender la relación inflación-incertidumbre se utiliza el modelo teórico de Ball (1990), complementado por Ball y Cecchetti (1990), en los que se expone, cómo mayores niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria y esta, a su vez,

---

<sup>1</sup> Se considera como la primera alta inflación desde que se tienen datos registrados, 1937 en el caso de esta investigación.

eleva las expectativas sobre la evolución futura de los precios. La cuantificación de esta relación se realizará mediante la construcción y estimación de un modelo econométrico de series temporales que permite modelar el riesgo y la volatilidad, definidos en términos generales como modelos GARCH.

Con este fin, la investigación se divide en cinco capítulos. En el primero se analizan los aspectos metodológicos de la investigación, se plantean los objetivos y la hipótesis. El capítulo dos presenta, en la primera parte, conceptos sobre inflación, las fuentes que la originan, los costos que genera, en la segunda parte la relación entre inflación e incertidumbre, el rol del Banco Central como institución a cargo de mantener la estabilidad de precios; en la tercera parte, se expone el modelo teórico de Ball (1990) en el que se basa esta investigación y en la última sección del capítulo se detalla la metodología econométrica.

En el tercer capítulo se efectúa un análisis histórico, entre 1937 y el tercer trimestre del 2009, de la evolución de la tasa de inflación y su volatilidad, con el fin de determinar si los periodos de elevada inflación fueron acompañados por incremento en la variabilidad de precios. El capítulo cuatro se revisa la evidencia empírica; se analizan las propiedades estadísticas de los datos, se estiman los modelos, se verifica la consistencia de su especificación y se postulan algunas implicaciones de política. Finalmente, en el capítulo cinco se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La inflación es un tema de relevancia debido a las fuertes distorsiones que provoca en la economía. Adicionalmente, existe consenso entre los economistas de que una inflación alta puede ser nociva para el crecimiento y desarrollo de un país además de generar importantes costos a la sociedad, en especial a los sectores más empobrecidos.

Uno de los costos más importantes de la inflación es la incertidumbre que ella crea sobre los niveles de inflación futura, dada la limitada capacidad que tienen los agentes económicos para predecirla. Esta incertidumbre entorpece la toma de decisiones por parte de consumidores y productores, con el consiguiente efecto negativo sobre la actividad económica.

La economía boliviana se ha caracterizado por tener periodos de elevada variación de precios, entre los que se destacan el periodo inflacionario de 1956 y el proceso hiperinflacionario de mediados de los 80, que fue el más caótico en la Latinoamérica, estos episodios generaron incertidumbre y desequilibrios macroeconómicos con importantes consecuencias en la sociedad. De igual manera, se han experimentado periodos de reducida inflación, acompañados de baja incertidumbre y estabilidad económica, generando mayor bienestar social.

En las épocas de alta inflación las autoridades de política económica tuvieron que implementar drásticos paquetes de ajuste, con consecuencias negativas en el empleo, el crecimiento, el desarrollo y bienestar de la sociedad. Si bien el costo de dichas consecuencias es menor al de continuar en el proceso inflacionario, este podría haberse evitado si la autoridad monetaria no hubiera permitido que la inflación se descontrolara.

Si bien es evidente que un proceso inflacionario genera incertidumbre respecto a si la inflación volverá a un nivel bajo, también podría generarse incertidumbre acerca de si la inflación seguirá creciendo en el futuro.

Para evitar este problema, la reputación y credibilidad que ha alcanzado el Banco Central antes de lanzar las de medidas para contrarrestar el proceso inflacionario es de vital importancia, ya que los costos de la desinflación podrán ser menores en la medida que más creíble sea la política adoptada por la autoridad monetaria.

Los procesos inflacionarios en Bolivia han sido estudiados desde distintos puntos de vista. Sin embargo, no existen investigaciones, que analicen la relación entre inflación e incertidumbre y cómo esta última podría generar mayor variabilidad en los precios.

En este sentido, el objetivo de esta investigación es llenar este vacío y realizar una aproximación, teórica y empírica, a la relación y causalidad que se establece entre variaciones en los precios y la incertidumbre de inflación tomando como referencia el estudio del caso boliviano.

Por tanto, esta investigación pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- *¿Los periodos de elevada inflación en Bolivia aumentaron la incertidumbre inflacionaria?*
- *¿Los periodos de mayor incertidumbre inflacionaria generaron mayor inflación?*

## **1.2 PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS**

La hipótesis de esta investigación se plantea de la siguiente manera:

*“Los periodos de elevada inflación en Bolivia entre 1937 y 2009 aumentaron la incertidumbre inflacionaria y esta, a su vez, retroalimentó la inflación”.*

La hipótesis planteada es de tipo causal ya que, las variables independientes empleadas (volatilidad de inflación y los rezagos de la inflación) determinarán el comportamiento de la tasa de inflación (variable dependiente).

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Determinar si los periodos de inflación elevada en Bolivia, entre 1937 y 2009, generaron incertidumbre inflacionaria y si esta retroalimentó el incremento de precios.

#### **1.3.1 Objetivos específicos**

- Revisar la teoría económica sobre la relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria.
- Revisar la literatura empírica sobre inflación e incertidumbre inflacionaria.
- Analizar la evolución histórica de la inflación e incertidumbre inflacionaria para la economía Boliviana en el periodo 1937-2009.
- Especificar un modelo econométrico de series temporales para cuantificar las interrelaciones entre inflación e incertidumbre inflacionaria.
- Sobre la base del modelo econométrico realizar el contraste de la hipótesis.

### **1.4 METODOLOGÍA**

En esta investigación se utilizará el método hipotético-deductivo, ya que se toma como premisa la hipótesis, inferida de principios o leyes teóricos o por el conjunto de datos empíricos. La idea de que altos niveles de inflación generan mayor incertidumbre ha sido considerada en la economía como un hecho estilizado, sin embargo, los estudios empíricos sobre la relación inflación-incertidumbre han reportado resultados conflictivos, por lo que éste tema aún no ha sido completamente resuelto.

Por tanto, planteada la hipótesis y siguiendo reglas lógicas de la deducción – que parte de principios, leyes y axiomas que reflejan las relaciones estables, necesarias y

fundamentales entre los fenómenos de la realidad – se llegará a nuevas conclusiones empíricas que serán sometidas a verificación empírica.

Es importante recordar, que el método hipotético deductivo unifica el conocimiento científico en un sistema integral que presenta una estructura jerarquizada de principios, leyes, conceptos e hipótesis. En la cima de dicha estructura se encuentran los principios de mayor nivel de generalidad, abstracción y fuerza lógica a partir de los cuales se deducen y explican leyes e hipótesis de menor nivel de generalidad y abstracción, (Pérez y Nocedo, 1989).

Desde un punto de vista taxonómico, la metodología de este documento puede ser clasificada de la siguiente manera:

- Aplicada, puesto que busca conocimientos con fines de aplicación.
- Explicativa, porque va más allá de la descripción de los fenómenos inflacionarios en el periodo de análisis.
- Documental, ya que los conocimientos se obtienen de datos existentes.
- Retrospectiva y prospectiva, dado que nos permite analizar los fenómenos del pasado, para ver las posibles connotaciones en el presente y buscar posibles soluciones para evitarlos en el futuro.

### **1.5 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

La investigación abarca el periodo comprendido entre 1937 y 2009. La elección de estos años se debe a la disponibilidad de datos en el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE). Según esta institución los cálculos de inflación comenzaron en 1931, sin embargo, los registros de variación mensual de precios están disponibles desde 1937. Por tanto, esta investigación utilizará datos mensuales de inflación de enero de 1937 a septiembre de 2009. La fecha de corte final, se debe a que la presente tesis se terminó de editar en octubre de 2009.

## **CAPÍTULO 2:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **LA RELACIÓN ENTRE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE**

Este capítulo se divide en cuatro secciones. En la primera se expone un modelo basado en Ball (1990) y Ball y Cecchetti (1990) que muestran como mayores niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria y esta, a su vez, eleva las expectativas sobre la evolución futura de los precios. Para comprender mejor el modelo, en la primera parte se explican conceptos básicos acerca de la inflación y su forma de medición, las principales vías por las que se genera, los costos asociados, así como la formación de expectativas.

En la segunda parte se revisa la teoría sobre la relación entre inflación e incertidumbre de inflación y se examina el rol del banco central como la institución encargada de preservar la estabilidad de precios. En la tercera parte se presenta el modelo planteado por Ball (*Op. cit.*).

En la cuarta sección de este capítulo se describe el instrumental econométrico que se utilizará en la demostración de la hipótesis planteada. La primera parte está destinada al análisis de las series temporales uniecuacionales denominadas modelos ARIMA (Autorregresivos, Integrados de Medias Móviles).

En la segunda parte, se introduce la teoría de modelos de volatilidad denominados GARCH (Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva Generalizada) y algunas variantes a estos (GARCH-M, IGARCH, TGARCH y EGARCH). Adicionalmente, el Anexo I describe los distintos test utilizados para el planteamiento y la prueba de la especificación de cada uno de los modelos.

## 2.1 DEFINICIONES BÁSICAS

### 2.1.1 Inflación

La inflación se define como el aumento del nivel general de precios, debiendo reunir dos características básicas: por una parte, dicho incremento debe ser sostenido, eliminando así las variaciones circunstanciales o coyunturales (disturbios sociales, fenómenos naturales adversos, etc.) y, por otra parte, debe ser generalizada, afectando a la mayor parte de los bienes y servicios de la canasta de consumo. Sólo si estas dos características se cumplen, se considera que la inflación afectará el poder adquisitivo de los ciudadanos, (Cuadrado, 2006).

Usualmente la inflación se mide a través de la construcción y cálculo de índices de precios; los más utilizados son: el Índice de Precios al Consumidor (IPC), el Índice de Precios al por Mayor (IPM) y el deflactor implícito del Producto Interno Bruto (PIB). De ellos, el más utilizado es el IPC.<sup>2</sup> El IPC mide las variaciones de precios al por menor de un conjunto de artículos de la canasta familiar, ponderados según su importancia en el gasto de consumo de una familia promedio en un año base. Desde el punto de vista estadístico es un índice de Laspeyres.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> El IPM tiene características similares al IPC. Sin embargo, sólo mide la variación de precios de producción o ventas mayoristas de bienes agrícolas e industriales. Por lo que, presenta la desventaja de no incluir precios de otros bienes y servicios que forman parte del consumo. Por otra parte, el deflactor implícito del PIB mide las variaciones de los precios de todos los bienes y servicios que se producen en una economía. sin embargo, la periodicidad con la que este indicador es calculado – por lo general de forma trimestral – lo restringe como un indicador apropiado, en especial desde la perspectiva de los hacedores de política económica que requieren de información rápida y para un periodo de tiempo más corto.

<sup>3</sup>El Índice de Precios de Laspeyres (IPL) compara el costo de una canasta de bienes cuya composición se mantiene fija en el año base. Si se representan las cantidades de consumo de los diferentes bienes correspondiente al año base como  $q_0^i$  y sus correspondientes precios  $p_0^i$ , el costo en la canasta del año base será igual a  $\sum q_0^i p_0^i$ . Por otra parte, el costo de una canasta de las mismas cantidades pero a precios actuales será  $\sum q_0^i p_t^i$ , donde  $p_t^i$  representa los precios actuales. El IPL o ponderados con el año base es igual a:

$$IPL = \frac{\sum p_t^i q_0^i}{\sum p_0^i q_0^i}$$

La tasa de inflación se define como el porcentaje de la variación del IPC ( $\Delta IPC$ ) entre dos periodos consecutivos:

$$\Delta IPC_t = \left( \frac{IPC_t - IPC_{t-1}}{IPC_{t-1}} \right) \times 100 \quad (2.1)$$

La tasa de inflación es una fuente de información importante para que los agentes tomen decisiones adecuadas y el sistema económico tienda hacia una situación de estabilidad.

La inflación ocasiona desajustes en el sistema de precios y distorsiona la información que estos proveen al mercado aumentando la incertidumbre. Adicionalmente, existe evidencia contundente de que la inflación, cuando es sostenida y generalizada, conduce a un menor crecimiento económico, (Fischer, 1993). Por estos motivos, la estabilidad de precios es de vital importancia para una economía.

La relación entre inflación y crecimiento ha sido sometida a una cantidad importante de estudios empíricos. Fischer *Op. cit.*, argumenta que un ambiente macroeconómico estable es una condición necesaria pero no suficiente para generar crecimiento económico y encuentra, para una muestra de 80 países, evidencia de que la inflación baja está positivamente correlacionada con el crecimiento.

En la misma línea, Barro, (1995) encuentra evidencia del efecto adverso que tiene la inflación en el crecimiento económico, cuando la variación de precios excede un nivel promedio entre 10% y 20% al año. A pesar que los efectos de la inflación en el producto parecen no ser considerables, existe evidencia que en periodos largos de tiempo, pequeños cambios en la tasa de crecimiento tienen efectos dramáticos sobre los estándares de vida. (Romer, 1996; Lucas, 1998; Barro, 1997 y Barro y Sala-i-Martin, 2004).<sup>4</sup>

Si bien no existe un concepto generalizado respecto a cuál es la tasa óptima de inflación, las encuestas de opinión indican que el público es reactivo a niveles elevados

---

<sup>4</sup> Documentos de Investigación citados en Romer (1996).

(Mishkin, 2008). Algunos autores consideran que una tasa de inflación baja se encuentra por debajo del 5% anual, (Mishkin, 2007). Por su parte, Dornbusch y Fischer (1991) consideran que una tasa de inflación moderada se sitúa alrededor del 20% en términos interanuales. Fischer *et. al.* (2002), estudiaron economías que experimentaron variaciones anuales en los precios de más de 100%, refiriéndose a este nivel como alta inflación.

En el extremo de los precios elevados se encuentra la hiperinflación. Se refiere a un fenómeno inflacionario, que según Cagan (1956) ocurre cuando la tasa de inflación sobrepasa el 50 por ciento mensual, lo que implica una inflación anual acumulada de más de 1.200%. Generalmente, la causa detrás de la hiperinflación es un enorme crecimiento de la oferta monetaria destinado al financiamiento de déficit presupuestarios crónicos, que ocurren por malas políticas económicas o como consecuencia del financiamiento público en tiempos de guerra.

Los periodos inflacionarios elevados y/o de larga duración tienden a generar inercia. Según Sachs y Larrain (1994) la inflación exhibe inercia cuando los efectos de la inflación heredada del pasado tienden a repercutir en inflación en el futuro. La inercia inflacionaria ocurre cuando; una vez que se genera un proceso inflacionario, por ejemplo, en el caso de una inflación de demanda debido a un elevado déficit fiscal; ésta persiste, aún cuando su causa original, es decir, el déficit haya desaparecido, (Dornbusch, 2007).

Existen tres razones básicas para la existencia de inercia. La primera surge porque en las economías existen esquemas de indexación, tanto formales como informales. Un proceso de este tipo se presenta cuando los precios; salarios, utilidades, tasas de interés, tipo de cambio, etc. se fijan en función de la inflación.

La segunda razón se debe al hecho de que no todos los precios de la economía se ajustan en el mismo momento; los contratos salariales no vencen en la misma época del año, sino que, su vencimiento se encuentra distribuido a lo largo de éste.

La tercera causa viene dada por las expectativas de los distintos agentes económicos, particularmente de aquellos que fijan precios en sus respectivos mercados. Si se tiene la expectativa de que la inflación futura va a ser igual a la pasada, los aumentos en salarios y los de precios se otorgarán bajo este supuesto y, de este modo, las expectativas de inflación se validarán.

### **2.1.2 Causas clásicas de la inflación**

Existen diversos factores que explican la inflación, estas pueden ser agrupadas en presiones por la vía de la demanda y por el lado de la oferta.

#### **2.1.2.1 Inflación de demanda**

La inflación por la vía de la demanda está dada por un exceso de la demanda agregada de bienes y servicios sobre la oferta agregada. Existen, diferentes corrientes que explican la inflación por esta vía, entre las más importantes se encuentran las escuelas de pensamiento económico Clásica, Keynesiana y Monetarista.

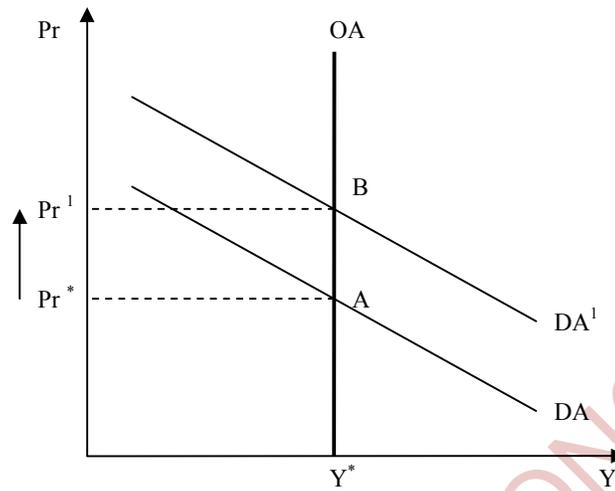
La escuela clásica basa la explicación de la inflación sobre la teoría cuantitativa del dinero, fundamentada en el principio de la neutralidad monetaria, que indica que las variables monetarias no tienen influencia sobre las variables reales. Ello significa que un incremento en la oferta monetaria no produce variación alguna ni en la producción ni en el nivel de empleo, generando únicamente un incremento en el nivel de precios. Por lo que, la política monetaria queda limitada al control de la cantidad de dinero en circulación compatible con el crecimiento de la producción.<sup>5</sup>

Gráficamente, la hipótesis de neutralidad del dinero implica una curva de oferta agregada ( $OA$ ) vertical. Cualquier incremento en demanda agregada ( $DA$ ), producto de una política fiscal o monetaria expansiva, por ejemplo de  $DA$  a  $DA^I$ , en el Gráfico 2.1, generará únicamente un alza en la inflación, de  $Pr^*$  a  $Pr^I$ .

---

<sup>5</sup> La teoría cuantitativa del dinero tiene su origen en los trabajos del francés Jean Bodin y el inglés David Hume, no obstante, fue Irving Fisher quien desarrolló formalmente esta teoría.

**Gráfico 2.1**  
**Enfoque Clásico de la Inflación**



**Fuente:** Elaboración propia en base a Cuadrado, (2004).

Además, los clásicos concebían que las situaciones de desequilibrio siempre eran transitorias. Cualquiera sea su origen se corregían automáticamente, debido a la flexibilidad de precios y salarios, retornando la economía a su nivel de pleno empleo.

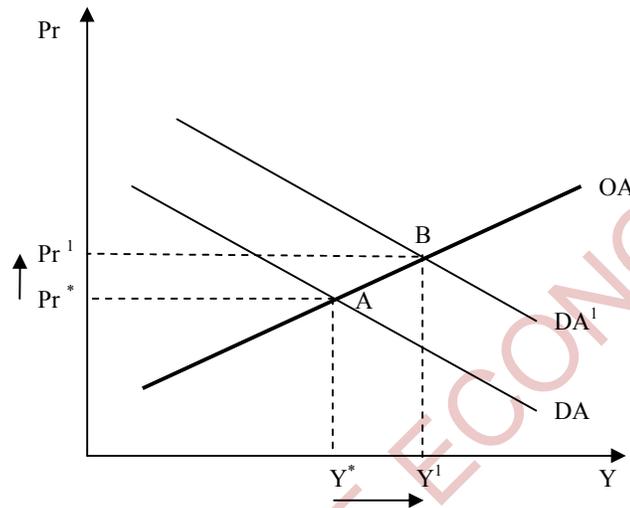
Contrariamente, la escuela keynesiana consideraba los cambios en el *stock* de dinero como de importancia menor en periodos de elevado desempleo. De hecho, establecían que cuando la economía se encontraba con factores productivos desocupados, los incrementos en la cantidad de dinero podían estimular aumentos en la demanda agregada que, a su vez, elevaría la producción y el empleo con escasos efectos inflacionarios. Esto se debe a la existencia de rigidez en los precios y salarios (Snowdown, 1995).

La rigidez de precios y salarios implica que la política económica, en especial la política fiscal podría aumentar la demanda agregada sin efectos considerables en la inflación. No obstante, los keynesianos no niegan el uso de políticas monetarias con estos mismos fines, pero subordinada siempre a la orientación de política fiscal y presupuestaria.

La existencia de rigidez en las variables nominales se traduce en una pendiente positiva de la curva de OA, tal como muestra el Gráfico 2.2. Entonces, un aumento de la curva

de DA genera crecimiento del producto, de  $Y^*$  a  $Y^l$ , con un leve incremento de precios, de  $Pr^*$  a  $Pr^l$ .

**Gráfico 2.2**  
**Enfoque Keynesiano de la Inflación**



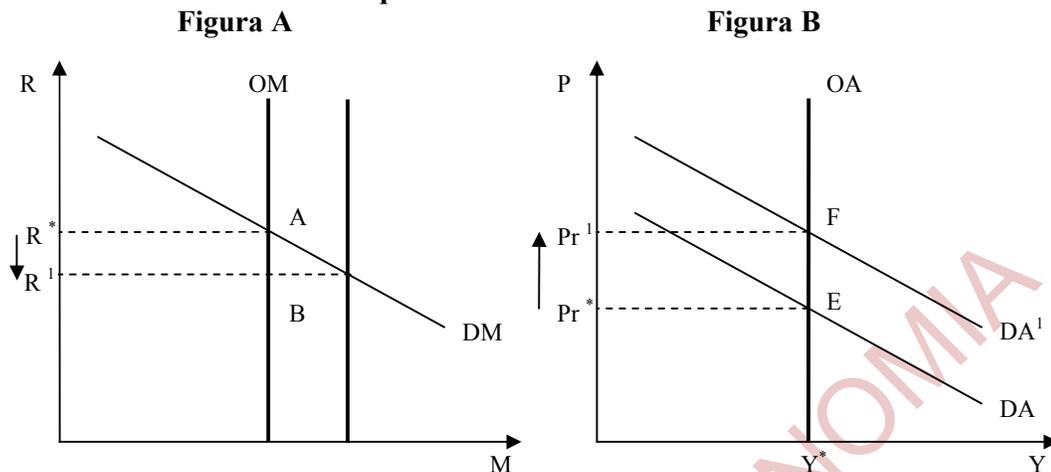
**Fuente:** Elaboración propia en base a Cuadrado, (2004).

La escuela monetaria, cuyo máximo representante fue Milton Friedman, plantea que la inflación es siempre y en todo lugar un fenómeno monetario, ya que ningún proceso inflacionario puede permanecer sin la existencia de abundancia de dinero, que permita realizar el mismo volumen de transacciones económicas a unos precios mayores.

Al igual que la escuela clásica los monetaristas asumen que la curva de OA es vertical en el largo plazo.

El nivel de precios se analiza a través de la oferta y demanda de dinero, se supone que la masa monetaria es una variable exógena que es controlada por el banco central. Tal como se muestra en el Gráfico 2.3, un incremento en la Oferta Monetaria (OM), de  $OM^*$  a  $OM^l$ , reduce el valor del tipo de interés real en el mercado de dinero de  $R^*$  a  $R^l$ , debido a la forma de la curva de Demanda de Dinero (DM), como se aprecia en la Figura A. Esa reducción genera un incremento de la inversión y por ende un aumento de la curva DA hasta  $DA^l$  incrementando los precios, de  $Pr^*$  a  $Pr^l$  (Figura B).

**Gráfico 2.3**  
**Enfoque Monetario de la Inflación**



Fuente: Elaboración propia en base a Cuadrado, (2004).

### 2.1.2.2 Inflación de oferta

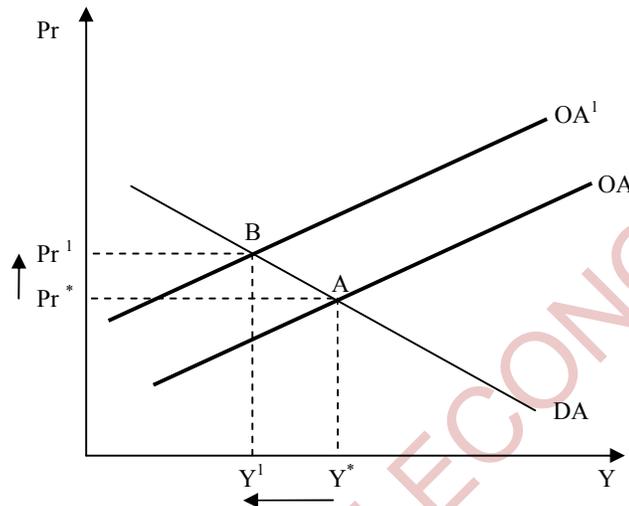
La inflación por vía de la oferta es un fenómeno provocado por alzas en los costos de producción con independencia de la demanda global. Los orígenes de estos movimientos exentos pueden venir provocados por alzas en los costos salariales, en los márgenes de beneficio de las empresas, en los costes de las importaciones o en incrementos de los *commodities* tales como combustibles, alimentos y metales y minerales o por apreciaciones cambiarias de los socios comerciales que encarecen el costo de las importaciones afectando los precios internos.

Gráficamente, los *shocks* de oferta consisten en una disminución de la producción, de  $Y^*$  a  $Y'$ , y aumento simultáneo en el nivel de precios, de  $Pr^*$  a  $Pr'$  (Gráfico 2.4). El efecto es similar si la curva OA presenta pendiente vertical. Ante esto, los hacedores de política económica podrían intentar dinamizar la demanda agregada, utilizando políticas fiscales y monetarias, o dejar que el mercado se estabilice por si solo.

Para que dichas políticas sean efectivas se requieren que los precios y salarios se ajusten en el corto plazo. Sin embargo, los salarios pueden ser inflexibles a la baja por lo que

las políticas aplicadas no tendrán el efecto esperado, tentando a las autoridades a incrementar sus medidas, pudiendo generar espirales inflacionarias.<sup>6</sup>

**Gráfico 2.4**  
**Inflación por vía de la Oferta**



**Fuente:** Elaboración propia en base a Cuadrado, (2004).

Aunque la inflación generada por presiones de demanda y oferta son usualmente *shocks* de corto plazo, una serie de estos eventos, en especial si son de magnitudes importantes, pueden llevar a la gente a creer que la inflación es una característica permanente en la economía. En este caso, las personas podrían modificar su comportamiento económico, basados en sus expectativas de una inflación más alta en el futuro.

### 2.1.3 Costos de la inflación

La inflación se constituye en uno de los componentes básicos de la estabilidad económica de un país. No obstante, la inflación cuando es moderada no es mala en si misma. Si su crecimiento es armónico no genera ningún perjuicio a la economía. De

<sup>6</sup> Fue calificada por M. Kalecki como el conflicto social. Los intentos de los diversos grupos sociales por mejorar sus niveles de renta y las relaciones en cadena de los demás agentes económicos convierten el proceso distributivo en una lucha cuyo resultado es la inflación. La inflación se convierte en un nuevo mecanismo de redistribución que actuaría sobre los modelos del mercado y los del propio estado, favoreciendo a los que mantienen posiciones económicas más ventajosas. La indexación aplicada sobre las tasas crecientes esperadas de inflación lleva a una espiral de los precios y a un incremento de los costes de la producción difíciles de parar, Cuadrado (2006).

hecho, un cierto nivel de inflación es el “aceite” necesario para que el “motor” de la economía funcione adecuadamente permitiendo un ajuste balanceado de precios relativos y la correcta asignación de recursos.

No obstante, cuando la inflación sobrepasa su nivel subyacente o de largo plazo,<sup>7</sup> puede tener importantes efectos sobre la economía y sobre el bienestar de la población, en particular para los más pobres y, por tanto, exige la atención preferente por parte de los Bancos Centrales.

Los costos de una alta inflación son fáciles de ver en países en los que los precios se duplican todos los meses, el dinero deja de ser un medio de intercambio útil y la producción disminuye en gran medida.

Para hablar de los costos de la inflación es importante distinguir entre aquellos costos de la inflación anticipada y de la inflación no anticipada que está más asociada con la incertidumbre. En su discurso de premio novel Friedman (1977) señala *“Lo que importa no es la inflación per se, sino la inflación no anticipada”*. Según Friedman, una inflación anticipada, sin importar su nivel, no tendrá efectos sobre las variables reales. En cambio, cuando ocurre una inflación que no pudo ser anticipada se producen varios efectos que serán adversos para el desempeño económico.

### **2.1.3.1 Inflación anticipada**

Cuando una economía experimenta durante varios periodos una inflación estable, consistente con su nivel subyacente, los agentes piensan que continuará en los próximos periodos. Con el objeto de evitar pérdidas, los agentes indexarán los costos de la inflación esperada. Por ejemplo, los trabajadores negociarán contratos que contengan incrementos salariales iguales a sus previsiones de inflación; los empresarios trasladarán

---

<sup>7</sup> La inflación subyacente, como su propio nombre lo indica, es el nivel de inflación que subyace de forma tendencial, por lo que se constituye en la parte del nivel general de precios que se considera más representativa en su comportamiento a largo plazo, Cuadrado (2006).

sus expectativas a los precios finales, el sistema financiero incorporará sus previsiones en las tasas de interés, etc.

Aunque la inflación es completamente anticipada los costos siguen existiendo. En primer lugar, la inflación actúa como un impuesto sobre el ingreso de las personas, que genera un impacto distributivo afectando a los sectores más empobrecidos que cuentan con menos mecanismos para protegerse de la erosión de sus ingresos, Sachs (1994).

Como la inflación disminuye el valor del dinero, los agentes intentan reducir el uso de billetes y monedas, ya que las expectativas de una de inflación más alta se traducen en un incremento de la tasa de interés, elevando el costo de oportunidad de conservar dinero. Por consiguiente, como explica el modelo de Baumol-Tobin, la gente reduce sus saldos promedio de dinero, debiendo realizar más viajes al banco para efectuar compras y anticiparse a la subida de precios. El costo en el que incurren los agentes por tener que ir al banco a retirar dinero se denomina: Costo de Suela de Zapatos.

Otro efecto de la inflación anticipada es el Costo de Menú, que describe la incomodidad de tener que ajustar ciertos precios para mantenerlos a la par de la inflación. Según Fischer (1995), estos costos se deben a que cuando hay inflación las empresas y los agentes económicos tienen que dedicar recursos para fijar nuevamente los precios, imprimir nuevas listas, folletos, publicidad, maquinas registradoras y otros.<sup>8</sup>

### **2.1.3.2 Inflación no anticipada**

Cuando la inflación es no anticipada o no prevista, los costos son mayores a los de una inflación anticipada. Los más destacables son: los efectos redistributivos y de riqueza entre los distintos grupos sociales, las consecuencias sobre la eficiencia, la producción y el empleo y el incremento en el nivel de incertidumbre.

---

<sup>8</sup> Además, la inflación anticipada genera distorsiones en el sistema tributario.

En lo que se refiere a los efectos redistributivos se debe tomar en cuenta que, para los trabajadores sujetos a contratos salariales un nivel de inflación más allá de la prevista significará un deterioro de sus salarios reales, denominado en la literatura como impuesto de inflación que suele ser regresivo, vale decir, recae con mayor fuerza sobre los sectores más pobres de la población.

Los efectos redistributivos también ocurren entre acreedores y deudores. Cuando la inflación es elevada disminuye la tasa de interés real generando beneficios a los deudores en comparación a los acreedores. Asimismo, ante la mayor inflación las personas que poseen ahorros tratan de proteger su riqueza sustituyendo los activos en forma de capital por activos reales, efecto que se denomina Costo de Composición de Portafolio.

Adicionalmente, la inflación no anticipada desajusta el sistema de precios, cuya información es imprescindible en el funcionamiento de las economías de mercado. Los agentes económicos no llegan a distinguir las variaciones en los precios relativos de las del nivel general, por lo que puede inducir a empresas y familias a tomar decisiones de consumo e inversiones equivocadas.

Por ejemplo, ante un incremento general de precios, las empresas pueden sospechar, de manera equivocada, que ha habido un incremento en la demanda de su producto, por lo que podrían decir incrementar la producción. Por otro lado, si la inflación fuese menor a lo esperada las empresas podrían reducir la producción llevando a la economía a una recesión. Consecuentemente, la confusión de las empresas respecto a *shocks* inflacionarios generalizados con desplazamientos de la demanda, implican un uso ineficiente de los recursos que distorsiona el nivel de producción en la economía pudiendo incluso afectar el crecimiento en el largo plazo.

Por último, niveles elevados de inflación elevan la incertidumbre respecto a los niveles futuros, distorsionando la información que otorgan los precios y generando especulación en los mercados. La incertidumbre además, afecta la formación de expectativas sobre la evolución futura de los precios.

#### 2.1.4 Formación de expectativas de inflación

Una función fundamental del sistema de precios, como lo enfatizó Hayek en 1945, es transmitir eficientemente y a bajo costo la información que los agentes económicos necesitan para la toma de decisiones. La información relevante ocurre de los *precios relativos* de un producto a otro y, de éstos, al mercado de factores. De igual manera, se transmite de los precios en el presente a las expectativas de los precios en el futuro.

Las expectativas juegan un papel preponderante en la dinámica inflacionaria, debido a la fuerza tendencial de la inflación, que asocia la evolución del nivel de precios, no sólo con la cantidad de dinero que existe en la economía, sino también, con la trayectoria de la inflación en el pasado y con la credibilidad en los hacedores de política económica.

Para Keynes (1936), la incertidumbre juega un papel relevante. El futuro es incognoscible, por tanto: *“las decisiones humanas que afectan al futuro, ya sean personales, políticas o económicas, no pueden depender de la esperanza matemática estricta, desde el momento en el que las bases para realizar semejante cálculo no existen”*. De esta forma, la inversión dependerá del estado de confianza de los empresarios, muy sensibles a los rumores y noticias, aunque éstas no posean una base real. Incluso afirmó que las decisiones con respecto al futuro hallaban frecuentemente su justificación *“en el capricho, el sentimentalismo o el azar”*, (Cuadrado, 2006).

Desde el punto de vista teórico, se han identificado dos tipos de formación de expectativas: las adaptativas y las racionales. Cuando los agentes económicos forman sus expectativas de manera adaptativa, toman en cuenta la experiencia pasada para prever la inflación futura. Vale decir, que las expectativas de inflación en cada período se van construyendo a partir de la inflación pasada y se van corrigiendo en función del error cometido en el periodo anterior.

La falta de credibilidad en las políticas adoptadas por el banco central, mantiene crecientes las expectativas sobre los niveles de inflación en el futuro y sobre como actuará o que medidas adoptará para menguar el proceso, provocando que los agentes

de la economía no sepan que decisiones tomar y terminen engordando el proceso inflacionario. Como las expectativas son endógenas, cuando la tasa inflación es elevada, los agentes económicos no tienen certeza de lo que pasará con la inflación futura y esto entorpece la toma de decisiones.

Cuando pensamos en la hipótesis de formación de las expectativas, vemos que se van originando a medida que existen presiones inflacionarias, que terminan con la estabilidad de precios. Desde el punto de vista teórico, la hipótesis de las expectativas adaptativas, permite que los agentes económicos cometan errores de predicción continuos y sistemáticos, ya que el público irá siempre actuando rezagadamente al momento de hacer sus predicciones futuras.

En los años 60 R. Lucas formuló la crítica más radical y profunda en la forma de ver la macroeconomía. Planteó que los agentes forman sus expectativas de manera racional, es decir, no se los puede engañar todo el tiempo, como en el caso de las expectativas adaptativas, (De Gregorio, 2007).

Bajo la hipótesis de las expectativas racionales los individuos son capaces de asimilar y utilizar de manera eficiente toda la información relevante, no sólo la contenida en los valores de la inflación pasada, para estimar los valores futuros de la variación de precios al consumidor. Si los agentes realizan mejores proyecciones con la información disponible, se supone que los errores de predicción únicamente estarían ocasionados por *shocks* imprevistos y de carácter aleatorio.

## **2.2 INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE**

### **2.2.1 Explicaciones sobre la relación incertidumbre e inflación**

La idea de que mayores niveles de inflación vienen acompañados de mayor incertidumbre fue planteada por Okun (1971) y Friedman (1977).<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Citado en Ball Cechetti (1990).

Para explicar la relación entre inflación e incertidumbre, nos centraremos en el trabajo de Ball y Cecchetti (1990). Ellos parten del supuesto de la existencia de dos economías – o el mismo país en diferentes periodos de tiempo – con diferentes tendencias de variación de precios, una elevada y la otra estable. A partir de este supuesto formulan la siguiente pregunta: *¿Es más elevada la incertidumbre de inflación en la economía con la mayor tendencia inflacionaria?*

Suponen que la tendencia de inflación está determinada por el crecimiento tendencial del dinero y que la inflación varía alrededor de su tendencia debido a la existencia de *shocks* monetarios, y otros de origen en factores de oferta y demanda. En este esquema, existen dos razones por las cuales la incertidumbre de inflación tiende a ser más elevada cuando la tendencia es mayor. En primer lugar, la inflación podría volverse más variable alrededor de su tendencia cuando esta es elevada. En segundo lugar, una mayor tendencia de inflación, podría implicar que dicha tendencia es menos estable en el tiempo.

Ball y Cecchetti (1990) también se preguntan: *¿Por qué la inflación podría variar más alrededor de su tendencia cuando la tendencia es elevada?* La respuesta no es evidente, pero varios autores presentan modelos con esta propiedad. En algunos modelos, una subida exógena de la inflación de tendencia causa mayor variabilidad. Por ejemplo, Hasbrouck (1979)<sup>10</sup> expone que los individuos ajustan sus balances de efectivo más frecuentemente cuando la inflación es elevada. La explicación de esto radica en que la demanda de dinero responde más rápidamente a *shocks*, los que a su vez, elevan la variabilidad de la inflación.

Ball, Mankiw y Romer (1988) argumentan que una tendencia elevada de inflación reduce la rigidez nominal de precios y eleva la pendiente de la curva de Phillips de corto plazo. Por consiguiente, los *shocks* demanda agregada tienen menor efecto en el producto y mayor efecto sobre la inflación.<sup>11</sup>

Cukierman y Metzler (1986) y Devereux (1989) derivan enlaces entre la inflación y fluctuaciones al rededor de la tendencia cuando la tendencia es endógena. Basados en el modelo de Barro y Gordon (1983) en el que, los efectos de las sorpresas de política monetaria sobre el producto incitan al banco central a generar una tendencia inflacionaria.

---

<sup>10</sup> Citado en Ball Cecchetti (1990).

<sup>11</sup> La curva de Phillips es una supuesta relación inversa entre la inflación y el desempleo y sugiere que, una política dirigida a la estabilidad de precios promueve el desempleo. Por tanto, cierto nivel de inflación es necesario a fin de minimizarlo, Mankiw (2006).

Mientras estos modelos pueden tener elementos realistas, no captan completamente los orígenes de la incertidumbre de inflación. En estos modelos la inflación es incierta porque los *shocks* la hacen fluctuar alrededor de su tendencia. La evidencia empírica muestra que la incertidumbre inflacionaria aumenta porque su tendencia está sujeta a variaciones. Debido a que, la tendencia de inflación está determinada por el crecimiento tendencial del dinero, cambios en la tendencia implican un cambio en la política del banco central. Por lo que, el banco central podría reducir el crecimiento del dinero para desinflar la economía.

Estos aspectos se han explorado en una segunda generación de modelos acerca de la relación inflación e incertidumbre. Ball (1990) presenta un modelo en el que la tendencia inflacionaria es menos estable cuando ésta es alta. La intuición detrás de esta idea es que en periodos de baja inflación, los responsables de la política económica intentaran mantenerla baja. La inflación podría incrementarse en algún momento porque el banco central, acomoda la política monetaria para hacer frente a un *shock*, aunque es improbable que la autoridad monetaria decida incrementar la inflación.

En contraste, cuando la inflación de tendencia es alta no está claro cuál será la política del banco central, debido a que éste se enfrenta a un dilema: podría decidir desinflar la economía con el riesgo de conducirla hacia una recesión.

Por otro lado, si el banco central decide no intervenir, es probable que la desinflación llegue en algún momento, pero el momento es incierto. Ball formaliza estas ideas al asumir la existencia de distintos hacedores de política económica, que se diferencian en sus preferencias relativas a los costos de la recesión y de la evolución de los precios y, por ende, de su predisposición a desinflar la economía.

Adicionalmente, cuando la inflación es elevada los agentes no pueden anticipar la inflación debido a que no conocen las preferencias de los hacedores de política económica, añadiendo una nueva fuente de incertidumbre en el modelo.

### **2.2.2 Medidas de incertidumbre inflacionaria**

Para medir la incertidumbre de inflación se debe diferenciar entre la variabilidad de la inflación y la incertidumbre inflacionaria. Esto porque en los primeros trabajos sobre la

incertidumbre se utilizaba 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 o su tendencia.

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 económico, cualquier cambio importante en la política monetaria será internalizado por los agentes en sus expectativas, generando poca incertidumbre para los mismos.

En cambio la incertidumbre inflacionaria es un concepto *ex-ante* y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas. Como lo expone Evans (1991)<sup>12</sup> si los agentes económicos poseen poca información, verán el futuro con mucha incertidumbre a pesar de que la inflación sea poco volátil. Existen tres métodos para medir la incertidumbre inflacionaria:

La primera estrategia, según Golob (1994)<sup>13</sup> usa encuestas a consumidores y a economistas con el fin de tener alguna medida de las expectativas inflacionarias. Se realizan estas encuestas para conocer la apreciación del público sobre la inflación en el futuro, para después calcular la varianza de estas apreciaciones como una medida de la incertidumbre, demostrando con esto que mayores variaciones en los niveles de inflación están asociados con mayor incertidumbre inflacionaria.

El segundo método, utiliza modelos econométricos para proyectar la inflación futura. En la medida que los errores en la proyección del modelo sean elevados, mayor será la incertidumbre. Mientras que errores pequeños de predicción implican baja

---

<sup>12</sup> Citado en Ball Cechetti (1990).

<sup>13</sup> Citado en Ball Cechetti (1990).

incertidumbre. La incertidumbre esta asociada a la dificultad de predecir la inflación. No obstante, estos métodos presentan el problema de que las proyecciones pueden no ser muy precisas ya que están basadas en modelos que son simplificaciones de la realidad y que no necesariamente son una buena representación de la economía.

La tercera corriente, también utiliza modelos econométricos – univariantes o multivariantes de series temporales – a través de los que se intenta identificar el proceso estocástico generador de las observaciones. Este tipo de modelos permite modelar un proceso estocástico donde la varianza no es constante en el tiempo (la serie de tiempo presenta heterocedasticidad), lo que implica que la varianza condicional<sup>14</sup> no es única, sino que, puede cambiar. Si se asume que dicha varianza evoluciona mostrando un proceso autorregresivo, puede ser modelado utilizando la metodología de procesos GARCH,<sup>15</sup> introducidos por Engle (1982, 1983).<sup>16</sup> La varianza condicional resultante de estos modelos constituye una buena aproximación del nivel de incertidumbre del proceso inflacionario, Magendzo (1987).

En esta tesis se seguirá esta última estrategia. La medida de incertidumbre será la varianza condicional resultante de un modelo de volatilidad de inflación.

### **2.2.3 El Banco Central**

#### **2.2.3.1 El rol del Banco Central**

La estabilidad de precios es una de las metas más importantes de la política económica debido a que la inflación puede tener importantes efectos sobre el bienestar de la población. Por tanto, exige la atención preferente de los bancos centrales.

---

<sup>14</sup> La varianza condicional de una distribución de probabilidad descrita por  $\text{Var}(y|x)$  se denomina varianza condicional de  $y$  dado  $x$ .

<sup>15</sup> GARCH proviene del inglés *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic*. Este modelo es explicado en el capítulo 4 de la investigación.

<sup>16</sup> Citado en Magendzo Ball Cechetti (1997).

En la mayor parte de las economías, los bancos centrales están entre los actores de política económica más importantes: son la autoridad pública a cargo de preservar la estabilidad de precios, para lo cual, administran la política monetaria y el suministro del crédito y dinero, el tipo de interés en el mercado monetario, la fijación del tipo de cambio, las reservas internacionales<sup>17</sup> y el sistema de pagos, (Mishkin, 2007).

Los bancos centrales tienen la responsabilidad de fomentar la estabilidad del sistema financiero, supervisando a los bancos y a las instituciones financieras,<sup>18</sup> sirviendo como prestamista de última instancia. En algunos países, también se hace cargo de la administración del seguro de depósito, (Fischer, 1995).<sup>19</sup>

En resumen, las acciones de los bancos centrales afectan las tasas de interés, el monto del crédito y la oferta monetaria, y estos tienen repercusiones directas en los mercados financieros, la producción agregada y sobre todo en la inflación y la formación de expectativas inflacionarias.

### **2.2.3.2 Independencia y credibilidad de los bancos centrales**

En los últimos años la tendencia en materia de política monetaria ha sido darle más independencia a los bancos centrales con relación al Gobierno, bajo la premisa de que la independencia incrementa la reputación y credibilidad de esta institución y esto afecta de manera positiva al control de la inflación.

La evidencia empírica existente, aunque no toda, parece confirmar esta hipótesis al menos para los países en desarrollo. Un resultado habitual es que, los países que le han dado mayor independencia a sus bancos centrales, han disfrutado de unas tasas medias

---

<sup>17</sup> Frecuentemente el ministerio de Economía comparte esta responsabilidad.

<sup>18</sup> La supervisión de bancos comerciales es generalmente la responsabilidad del banco central, pero en algunos países lo hace una agencia separada.

<sup>19</sup> Además, el banco central es generalmente el banquero del gobierno y los bancos centrales a menudo administran y controlan la entrada de divisas. En algunos países, se encarga de gestionar toda o parte de la deuda nacional además, el departamento de investigación del banco puede ser el mejor y a veces el único grupo de investigación de política económica en el país. Asimismo, puede hacer que una banca de desarrollo funcione bajo su dependencia.

de inflación más bajas sin registrar unas tasas medias de crecimiento menores, (Alesina y Summers 1993; Cukierman et. al., 1992; Eijffinger y De Haan, 1996 y Fischer, 1994).<sup>20</sup>

La razón principal para que el banco central sea independiente de los políticos es que, al tener la responsabilidad de la administración de la política monetaria, evita un conflicto entre el posible deseo del gobierno de mantenerla bajo su servicio y los propios objetivos de la política.

Otro factor importante, por la que los bancos centrales deben ser independientes es el hecho de que la política monetaria requiere un horizonte temporal amplio, ya que sus efectos se ven en el mediano plazo, y los políticos tienden a no ver hacia un futuro lejano. Para que el banco central sea independiente debe tener libertad para tomar medidas, a veces impopulares desde el punto de vista de los políticos y la población.

Es importante también que los bancos centrales sean independientes de los mercados financieros – aunque esto sea casi inalcanzable – porque pueden dar lugar a una política monetaria no muy eficaz. En primer lugar, porque los mercados tienden a tener horizontes muy cortos y a reaccionar excesivamente a casi todo, y segundo, porque los mercados financieros son susceptibles a las tendencias y a la especulación que no les permiten ver la importancia de las variables económicas fundamentales.

La idea principal es que, cuanto más independiente son los bancos centrales más creíble es su lucha contra la inflación y, por tanto, pueden reducir la inflación con un coste social más bajo. La desinflación sin costes es posible si la política del banco central es creíble. La esencia de la curva de Phillips con expectativas radica en que la inflación depende de la inflación esperada  $\pi_t^e$ , una función de desempleo  $u_t$ , y una perturbación aleatoria:

$$\pi_t = \pi_t^e + f(u_t) + \dots \quad (2.1)$$

---

<sup>20</sup> Citado en Blinder (1998).

Si las expectativas son racionales y las autoridades monetarias gozan de total credibilidad, el mero anuncio de una campaña anti-inflacionista hará que la inflación esperada disminuya, coadyuvando a reducir la inflación efectiva, así como, la incertidumbre inflacionaria sin necesidad de pagar el costo temporal de un aumento del desempleo. Este mismo resultado, de desinflación con bajo costo en términos de desempleo, puede ser difícil de alcanzar si el ente monetario no dispone de la credibilidad suficiente.

Para los bancos centrales es importante mantener la credibilidad para no incrementar los costos a corto plazo de reducir la inflación, además que, la credibilidad es importante en una época de crisis financiera, en la que el banco central se ve obligado a tomar medidas extremas. *“Cuando la palabra de un banco central es tan importante como sus hechos vale la pena ser creído”*, (Blinder, 1998).

## **2.3 MODELO DE INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE**

### **2.3.1 Aspectos generales**

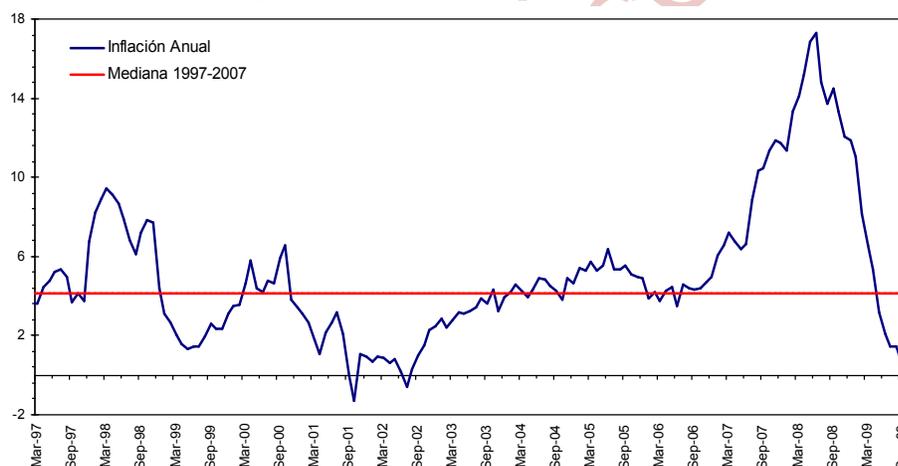
En esta sección se desarrolla un modelo de política monetaria basado en Ball (1990) en el que incrementos en la tasa inflación más allá de un nivel aceptable eleva la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de la inflación. La idea detrás del modelo es que periodos de inflación elevada crean incertidumbre sobre el actuar de la política monetaria y del ritmo de inflación futura y esta incertidumbre podría derivar, a su vez, en mayor inflación.

A manera de ejemplo consideremos el periodo de baja inflación que experimentó Bolivia durante el periodo que va de enero de 1997 y enero de 2007, en el que la mediana de la inflación fue de 4,1%. Bajo este contexto, la autoridad monetaria se sentirá cómoda e intentará, mediante el uso de sus instrumentos, prolongar esta situación. No obstante, la inflación podría elevarse en algún momento por razones exógenas que el banco central no previó, tales como *shocks* de demanda y de oferta.

Este fue el caso de Bolivia en el periodo comprendido entre el segundo semestre de 2007 y mediados de 2008, cuando debido *shocks* tales como el incremento de la

inflación importada, los fenómenos naturales El Niño y La Niña y las presiones de demanda no previstas (incremento del consumo privado y un favorable contexto externo), incrementaron la inflación a niveles de dos dígitos (Gráfico 2.5), comportamiento que generó incertidumbre en los agentes económicos respecto al comportamiento futuro de la inflación, (BCB, 2008). La inflación continuó elevándose hasta mediados de 2008, cuando producto de la irrupción de la crisis financiera internacional que afectó a prácticamente todas las economías del planeta las presiones inflacionarias se desvanecieron, y por tanto, la tasa de variación de precios experimentó una drástica reducción.

**Gráfico 2.5**  
**Bolivia: Inflación Anual y Promedio (1997-2009)**  
**(Variación anual, en porcentajes)**



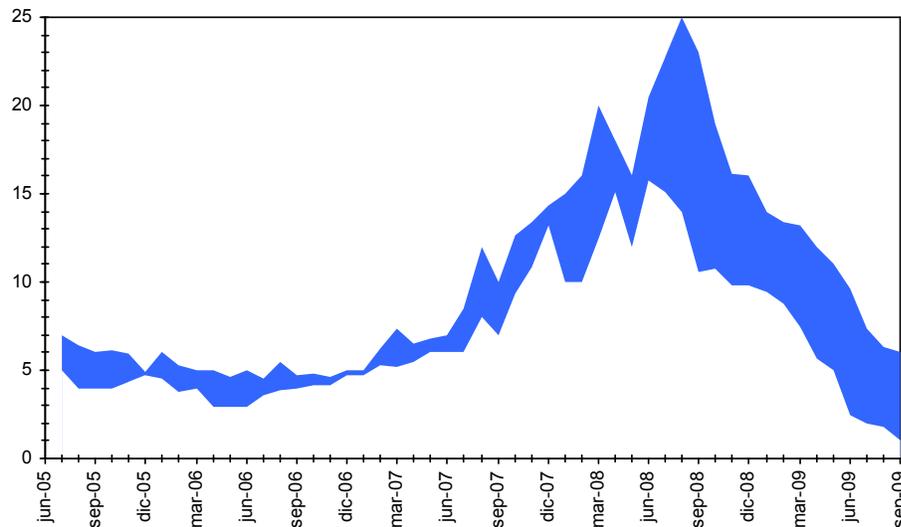
Fuente: Elaboración Propia en base a datos del INE.

Este aspecto se vio claramente reflejado en el incremento de las expectativas inflacionarias publicadas por el BCB, como resultado de la Encuesta de Expectativas de Inflación que esta institución realiza mensualmente (Gráfico 2.6).

Cuando la inflación se eleva más allá del nivel tolerable por el banco central, éste se enfrentará ante un dilema: podría intentar reducir la inflación aplicando una política monetaria contractiva pero correría el riesgo de encaminar a la economía hacia una recesión, hecho que podría ser repudiado por la población y las autoridades de gobierno, quienes preferían tolerar una inflación elevada y no afectar el crecimiento y el empleo,

al implementar las correcciones monetarias necesarias. En este sentido, los períodos de alta inflación crearían incertidumbre respecto a cómo reaccionará la política monetaria y por ende la trayectoria de la inflación futura.

**Gráfico 2.6**  
**Expectativas de Inflación**  
**(En porcentajes)**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del BCB

**Nota:** El área graficada corresponde a una banda de expectativas entre el valor máximo y mínimo reportado en las encuestas para cada mes. El dato correspondiente a cada mes corresponde a la proyección de los agentes para los siguientes 11 meses.

Existe evidencia de que la incertidumbre inflacionaria está positivamente correlacionada con el nivel de inflación, no obstante, los costos de la desinflación tienden a ser más elevados en la media que la tasa de variación de precios sea mayor, (Joyce, 1997). Niveles bajos de inflación pueden beneficiar al nivel del producto y a la tasa de crecimiento. A pesar de que existen significativos costos de corto plazo relacionados al proceso de desinflación, en el largo plazo los efectos sobre el bienestar son destacables, (Bakhshi *et al.*, 1997).<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Joyce (1997) y Bakhshi *et al.* (1997) están citados en Ball (1990).

### 2.3.2. Especificación del modelo

El modelo propuesto por Ball (1990), es una modificación al modelo propuesto inicialmente por Barro y Gordon (1983), e introduce *shocks* exógenos que ocasionalmente elevan la inflación más allá de lo aceptable por el banco central. Supone también que la economía experimentará periodos de alta y baja inflación.

La incertidumbre es modelada suponiendo la existencia de dos tipos de comportamiento del banco central. El primero es activo  $C$ , vale decir, que percibe a la inflación como muy costosa con relación al crecimiento, y una postura pasiva  $L$  que considera a la inflación como poco costosa. Esto implica la existencia de un nexo entre inflación e incertidumbre. Por ejemplo,  $C$  no tolera la inflación por lo que, cuando esta es baja tratará de mantenerla en ese nivel y cuando la inflación se eleve intentará que retorne a los niveles iniciales, o sea niveles bajos.

Si bien  $L$  también intentará preservar los periodos de inflación moderada, no estará dispuesto a crear una recesión económica con el fin de reducir la inflación, cuando esta se eleve.

Cuando la inflación sea baja, los agentes económicos tienen certeza sobre la trayectoria futura ya que tanto  $C$  como  $L$  actuarán de la misma manera (intentarán mantener esta situación indefinidamente). Sin embargo, ante un *shock* que eleve la inflación los agentes sentirán incertidumbre ya que  $L$  y  $C$  actuarán de manera distinta. Como el público no sabe cual de las dos posturas se aplicará ante el choque, (una política de desinflación activa en el caso de  $C$  o una laxa en el caso de  $L$ ), se genera incertidumbre sobre el rumbo de la evolución de precios.

Como ya se mencionó, existen dos posturas de política monetaria  $C$  y  $L$ , cada una de ellas está sujeta a la siguiente función de pérdida:

$$Z_{it} = (U_t - U^0)^2 + a_i \pi_t^2 ; \quad i = C, L \quad ; \quad a_C > a_L \quad (2.2)$$

Donde  $Z_{it}$  es la pérdida en el periodo  $t$ ;  $U_t$  es el desempleo actual;  $U^0$  es el desempleo óptimo (que se asume constante a lo largo del tiempo);  $\pi_t$  es la tasa de inflación y;  $a$  es el parámetro que mide la postura de la política monetaria ( $C$  percibe a la inflación como más costosa relativa al desempleo que  $L$ ).

Por su parte, el banco central se enfrenta a la siguiente curva de Phillips de corto plazo:

$$U_t = U^N - (\pi_t - \pi_t^e) ; \quad U^N = U^0 + 1 \quad (2.3)$$

Donde,  $U^N$  es la tasa natural de desempleo y  $\pi_t^e$  es la inflación esperada en el momento  $t$  dada la información en el periodo anterior,  $t-1$ . Asimismo, se supone que  $U^N > U^0$ , lo que implica que se genera un problema de inconsistencia temporal.

La inconsistencia temporal ocurre cuando se formula un plan de política óptimo y se anuncia a los agentes económicos. Si esta política es creída, entonces los agentes formularan sus planes futuros en base a ella. No obstante, en los siguientes periodos permanecer en la política anunciada podría resultar no óptimo para el gobierno, dado que en la nueva situación, podría encontrar que tiene un incentivo para alejarse de la trayectoria inicialmente anunciada, engañando a los agentes económicos, (Kydland y Prescott, 1977).

Sustituyendo la ecuación (2.3) en (2.2) se llega a la siguiente función de pérdida:

$$Z_{it} = (\pi_t - \pi_t^e - 1)^2 + a_t \pi_t^2 \quad (2.4)$$

La probabilidad de que  $C$  sea la postura que se adopte en un periodo dado es igual a una constante  $c$ , por su parte, la probabilidad que  $L$  sea adoptada es  $(1-c)$ . Siguiendo a Canzoneri (1985)<sup>22</sup> el banco central no controla la inflación de manera perfecta, lo que

---

<sup>22</sup> Citado en Ball (1990).

implica que ocasionalmente la inflación podrá ser elevada, aunque, cabe resaltar que la autoridad monetaria nunca creará inflación a propósito.

En cada periodo el banco central escoge una meta de inflación  $\pi^*$ . Existe una probabilidad  $q$  de que un *shock* desvíe la inflación de su meta, aunque dicha probabilidad es pequeña, implicando que los *shocks* inflacionarios son eventuales. Esta situación se modela de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \pi_t &= \pi_t^* && \text{con probabilidad } 1-q; \\ \pi_t &= \pi_t^* + z_t && \text{con probabilidad } q. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Donde  $z_t$  es un choque transitorio que se distribuye de forma simétrica alrededor de cero y no puede ser observada por los agentes económicos. En este sentido, el banco central se somete a un juego repetido. Al inicio de cada gestión, el banco central determina la meta de inflación y los agentes fijan sus expectativas, las que se suponen son racionales. Seguidamente, puede ocurrir un *shock* inflacionario que determinará la inflación actual. Al momento de elegir la meta de inflación la autoridad monetaria minimiza el valor presente de su función de pérdida, con un factor de descuento igual a  $\beta$ . El equilibrio del juego se presenta en el siguiente cuadro.

**CUADRO 2.1**  
**Equilibrio del Juego**

	$\pi_t^e$	$\pi_t^*$ si C	$\pi_t^*$ si L
$\pi_{t-1} \leq 0$	0	0	0
$\pi_{t-1} > 0$	$(1-c)\bar{\pi}$	0	$\bar{\pi} > 0$

Fuente: Ball (1990)

La inflación esperada y la meta de inflación dependerán de la inflación del periodo anterior. Si la inflación del periodo anterior es cero, entonces la inflación esperada será también cero y por ende, la meta de inflación será cero. Sin embargo, si en el periodo anterior se registra una inflación positiva, entonces la inflación esperada también será positiva. En este caso, la postura monetaria  $C$  mantendrá su meta en cero, contrariamente a  $L$  que elegirá una meta mayor a cero.

De este modo, cuando prevalezca la postura  $L$ , con una probabilidad  $(1-c)$ , el supuesto de expectativas racionales determinará que  $\pi^e = (1-c)\bar{\pi}$ . Esto implica que cuando la inflación esperada sea positiva  $C$  orientara la política monetaria para reducir la inflación, contrariamente,  $L$  no lo hará debido a que no está dispuesto a crear una recesión.

A lo largo del tiempo la economía se alterna entre periodos de alta y baja inflación. Por tanto, el banco central intentará prolongar los periodos de baja inflación, sin embargo, los *shocks* no anticipados harán que la inflación se eleve en un periodo dado, incrementando las expectativas de precios para el siguiente periodo. Este hecho podrá mantenerse (inflación elevada) mientras prevalezca la postura  $L$ , y retornara a cero cuando se aplique la postura  $C$ . El comportamiento de las expectativas propuesto en el modelo es realista y se aplica muy bien al caso boliviano: cuando la inflación sube o baja las expectativas la siguen.

Los resultados de la tabla 2.1 muestran una relación positiva entre inflación e incertidumbre sobre el siguiente periodo. Si  $\pi_t$  es constante, la meta del siguiente periodo será,  $\pi_{t+1}^*$ , será cero. Si  $\pi_t$  es positiva, entonces  $\pi_{t+1}^*$  será cero con una probabilidad  $c$  y  $\bar{\pi}$  con una probabilidad  $(1-c)$  y una varianza igual a  $c(1-c)(\bar{\pi})^2$ .

En cada periodo la varianza de la inflación no intencionada,  $\pi - \pi^*$ , es  $q\sigma^2$ , vale decir la probabilidad de un *shock* por la varianza. Combinando la varianza de la inflación para el siguiente periodo da como resultado:

$$\begin{aligned}
 E_t[(\pi_{t+1} - \pi_{t+1}^e)^2] &= q\sigma^2 && \text{cuando } \pi_t \leq 0; && (2.6) \\
 E_t[(\pi_{t+1} - \pi_{t+1}^e)^2] &= q\sigma^2 + c(1-c)(\bar{\pi})^2. && \text{cuando } \pi_t > 0
 \end{aligned}$$

Las ecuaciones (2.6) muestran que la incertidumbre ante un shock es constante en el tiempo, sin embargo, aumenta cuanto mayor sea la inflación.

Una de las limitaciones importantes de este modelo es que los periodos de alta inflación crean incertidumbre sólo respecto a la desinflación, o lo que es lo mismo, si la inflación retornará a su nivel anterior al *shock*. Por lo que, no considera que los periodos de alta inflación también pueden crear incertidumbre respecto a si la inflación continuará creciendo en el futuro. Aspecto que se abordará en la presente investigación mediante un modelo econométrico que permite modelar procesos de volatilidad.

La idea de que la alta inflación conduce a una mayor incertidumbre fue sugerida por Okun (1971) y Friedman (1977). Esta visión implica que la comprensión de los costos de la inflación requiere que comprendamos la conexión entre el nivel de la inflación y la incertidumbre. Ball y Cecchetti (1990) abordaron este tema planteando un simple modelo para tratar de resolver este aspecto. Se centraron en la distinción entre la incertidumbre a corto plazo, es decir, la incertidumbre respecto de diferentes horizontes temporales.

La experiencia de muchos países parece apuntar a que la inflación está sujeta a *shocks*, tanto permanentes como transitorios. Los choques permanentes se traducen en cambios en la tendencia de inflación y los transitorios son fluctuaciones en torno a la tendencia. La incertidumbre sobre la inflación del próximo período depende principalmente de la varianza del choque temporal, mientras que la incertidumbre sobre la inflación para varios periodos depende sobre todo, de la varianza de los choques permanentes. Los resultados de Ball y Cecchetti muestran que el nivel de inflación tiene un efecto mucho mayor sobre la varianza de los *shocks* permanentes que sobre la varianza de las perturbaciones de carácter temporal y, por tanto, un efecto más fuerte en la incertidumbre a largo plazo.

## **2.4 METODOLOGÍA ECONOMETRICA**

En esta sección del capítulo se expone la metodología econométrica extraída de Enders (2004) que será utilizada para la demostración de la hipótesis de investigación.

### 2.4.1 Series temporales

Las series de datos que describen el movimiento de las variables a través del tiempo son llamadas Series Temporales (ST). Los modelos de ST, examinan los patrones de movimientos pasados de las variables y utilizan esta información para predecir las futuras variaciones de las mismas. Entre los modelos uniecuacionales más populares se encuentran los ARIMA.

### 2.4.2 Modelos ARIMA

A mediados de los años 70 Box y Jenkins publicaron su libro sobre análisis de ST que estableció una nueva generación de herramientas de predicción, popularmente conocidas como la metodología de Box–Jenkins, pero técnicamente conocida como metodología ARIMA. A diferencia de los modelos de regresión clásicos, donde la variable dependiente es explicada por una serie de variables exógenas o regresores, estos modelos explican a la variable dependiente usando los valores rezagados, de si misma, y los términos de error estocástico, Gujarati (2003).

Los modelos ARIMA son considerados *a-teóricos* ya que no necesariamente son derivados de la teoría económica. No obstante, han demostrado ser bastante robustos para el análisis y predicción de corto plazo de variables económicas cuyo comportamiento presenta un importante nivel de inercia, tales como el producto, el desempleo, la inflación, etc. La estructura básica de un modelo ARMA ( $p, q$ ) es:

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j u_{t-j} + u_t \quad (2.7)$$

Donde  $p$  y  $q$  denotan el orden de los términos autorregresivos y de medias móviles, respectivamente. Los parámetros  $\alpha$  que acompañan a los términos autorregresivos de la variable dependiente,  $Y_t$ , son denominados AR (Autorregresivos). Por otra parte, los parámetros  $\beta$  que acompañan a los términos autorregresivos del error estocástico,  $u_t$ , se denominan Medias Móviles (MA). La estructura de 2.7 permite la existencia de una

media distinta de cero que es captada por la constante  $c$ . Se asume también que  $u_t$ , está independiente e idénticamente distribuida como una normal con media y covarianza iguales a cero y varianza constante.

Los modelos ARMA sólo pueden ser estimados si la serie  $Y_t$ , es estacionaria. Esto significa que la media, la covarianza y la varianza son constantes en el tiempo. Sin embargo, la mayor parte de las series económicas presentan tendencias a lo largo del tiempo; tanto determinísticas como estocásticas. Por lo que, la media de  $Y_t$ , durante un año será diferente a la de otro, lo que implica que la serie no será estacionaria o presentará Raíz Unitaria.

Con el fin de evitar este problema e inducir a la variable a transformarse en una serie estacionaria es necesario eliminar la tendencia a través del proceso denominado diferenciación. La primera diferencia de la serie  $Y_t$ , estaría dada de la siguiente forma:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2.8)$$

La mayor parte de las series económicas no estacionarias se transforman en estacionarias aplicando la primera diferencia. A ese tipo de series se las denomina Integradas de orden uno o I(1). De ahí la definición ARIMA.

Para determinar si una serie es estacionaria, es necesario realizar contrastes de raíz unitaria, las más conocidas son la prueba de Dickey-Fuller y el *test* de Phillips-Perron que se detallan en el Anexo I.

### **2.4.3 Modelos de volatilidad**

Los modelos ARIMA descritos asumen que el error estocástico,  $u_t$ , está normalmente distribuido con media, varianza y covarianza independientes en el tiempo. Sin embargo, gran parte de las ST económicas no tienen una media constante y/o exhiben etapas de relativa tranquilidad seguidos de periodos de alta volatilidad. Este último aspecto

implica que muchas series no tienen una media constante y su varianza, varían en función del tiempo.

En estas circunstancias el supuesto de varianza constante es inapropiado. Ante este problema la investigación econométrica desarrolló metodologías para extender el modelo de Box-Jenkins (ARIMA) permitiendo flexibilizar el supuesto de varianza constante. Engle (1982) mostró que es posible estimar de manera simultánea, la ecuación de la media y la varianza condicional de una serie, denominando a esta metodología como procesos Autorregresivos de Heteroscedasticidad Condicional ARCH.

#### 2.4.3.1 El modelo ARCH

Engle *Op cit.* sugiere estimar, de manera simultánea la ecuación de la media y la varianza de una serie cuando se tiene la sospecha de que la varianza condicional no es constante. Considere el siguiente modelo:

$$Y_t = a + \beta' X_t + u_t \quad (2.9)$$

Dónde  $X_t$  es un vector de  $k \times 1$  de variables explicativas y  $\beta$  es un vector de coeficientes de  $k \times 1$ . Se asume que  $u_t$  está normal e independientemente distribuido con media cero y varianza constante  $\sigma^2$ .

La metodología propuesta por Engle permite que la varianza de los residuos ( $\sigma^2$ ) dependa de su pasado. Una forma de permitir esto, es plantear una ecuación para la varianza que dependa de los términos de error al cuadrado:

$$\sigma_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 u_{t-1}^2 \quad (2.10)$$

El modelo 2.10 corresponde a un proceso ARCH (1) que modela simultáneamente la media y la varianza con la siguiente especificación:

$$Y_t = a + \beta' X_t + u_t \quad (2.11)$$

$$h_t = \gamma_0 + \gamma_1 u_{t-1}^2 \quad (2.12)$$

La ecuación 2.11 representa la estructura de la media condicional de  $Y_t$  y la ecuación 2.12 modela la varianza condicional, donde  $\sigma_t^2$  se reemplaza por  $h_t$ ,  $\gamma_0$  y  $\gamma_1$  son los parámetros a estimar.

El modelo ARCH (1) establece que, cuando en el período  $(t-1)$  ocurre un *shock*, es probable que el valor  $u_t$  sea más elevado. Esto quiere decir que, cuando  $u_{t-1}^2$  es grande (pequeño), la variación sobre la siguiente innovación  $u_t$  será también grande (pequeña).

Además, una restricción que debe cumplir el modelo es que el coeficiente estimado de  $\gamma_1$  sea positivo cuando la varianza sea positiva. De manera general, la varianza condicional podría depender, no solo de un rezago del término de error sino de  $q$  rezagos, proceso ARCH ( $q$ ):

$$Y_t = a + \beta' X_t + u_t \quad (2.13)$$

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{j=1}^q \gamma_j u_{t-j}^2 \quad (2.14)$$

#### 2.4.3.2 Presencia de términos ARCH

Antes de estimar un modelo ARCH ( $q$ ) se debe probar la posible presencia de términos ARCH en los residuos. Si se evidencia su existencia, el siguiente paso consiste en determinar el orden del proceso, vale decir se debe determinar  $q$ .

Existen varias pruebas que permiten detectar la existencia de términos ARCH en un modelo. Una de las más utilizadas es la prueba del multiplicador de Lagrange, conocida como ARCH-LM.

### - Prueba ARCH-LM

La prueba ARCH LM (Multiplicador de Lagrange) es un test utilizado para detectar la presencia de términos de heterocedasticidad condicional en los residuos. Se lleva a cabo, estimando una regresión adicional, para contrastar la hipótesis nula de no existencia de términos ARCH de orden “ $q$ ” en los errores. La ecuación adicional, regresa los residuos al cuadrado contra una constante y los rezagos del residuo al cuadrado, de la siguiente forma:

$$e_t^2 = b_0 + b_1 e_t + b_2 e_{t-1}^2 + b_3 e_{t-2}^2 + \dots + b_q e_{t-q}^2 + v_t \quad (2.15)$$

Donde “ $e$ ” es el residuo de la regresión de la media. Esta prueba está distribuida asintóticamente como una distribución Chi-Cuadrado, con “ $q$ ” grados de libertad.

### - Estimación de los modelos ARCH

La presencia de efectos ARCH en un modelo de regresión no invalida completamente la utilización de la estimación mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), las estimaciones de los coeficientes serán todavía consistentes. Sin embargo, no serán completamente eficientes y la estimación de la matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estará sesgada, llegando a invalidar los estadísticos “ $t$ ”.

Un estimador eficiente de una matriz de covarianza válida, puede ser estimado si se reconoce la presencia de términos ARCH. Sin embargo, este tipo de modelo no podrá ser resuelto utilizando la técnica MCO. En su lugar se debe resolver un problema de maximización no lineal que requiere algoritmos computacionales de iteración para resolver el problema.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> En la presente investigación se utilizará el paquete econométrico Eviews 6.0 que incorpora este tipo de algoritmos.

## 2.4.4 El modelo GARCH

Los modelos ARCH ( $q$ ) son útiles cuando se espera que la variabilidad de la serie cambie más despacio que en el modelo de ARCH (1). Sin embargo, los modelos ARCH ( $q$ ) a menudo son bastante difíciles de estimar, porque pueden producir estimaciones negativas de los términos  $\gamma_j$ . Para resolver este tema, Bollerslev (1986)<sup>24</sup> modificó la especificación ARCH generalizándola y creó el modelo GARCH.

Uno de los inconvenientes de la especificación ARCH, según Engle (1995), es que se parece más a una especificación de media móvil que a una de autorregresión. De este problema nació la idea de incluir valores rezagados de los términos de la varianza condicional como un proceso autorregresivo. Esta fue la metodología planteada por Bollerslev (1986), que se describe a continuación.

### 2.4.4.1 El modelo GARCH (p,q)

De manera general, el modelo de GARCH ( $p, q$ ), donde  $p$  y  $q$  denotan el orden del proceso ARCH y GARCH, respectivamente, tiene la siguiente forma:

$$Y_t = a + \beta' X_t + u_t \quad (2.16)$$

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i h_{t-i} + \sum_{j=1}^q \gamma_j u_{t-1}^2 \quad (2.17)$$

La ecuación 2.17 indica que la varianza condicional  $h_t$  depende de los valores pasados del *shock*, capturados en los parámetros que acompañan al residuo elevado al cuadrado  $\gamma_j$  y de los parámetros de la varianza rezagada  $\delta_i$ . Cabe destacar que cuando  $p=0$  el modelo se reduce a un ARCH ( $q$ ). La forma más sencilla del modelo *GARCH*, es el GARCH (1,1):

---

<sup>24</sup> Citado en Enders (2004).

$$h_t = \gamma_0 + \delta_1 h_{t-1} + \gamma_1 u_{t-1}^2 \quad (2.18)$$

Esta especificación, usualmente es, una de las más adecuadas y de fácil estimación ya que sólo tiene tres parámetros desconocidos  $\gamma_0$ ,  $\gamma_1$  y  $\delta_1$ .

### 2.4.5 Especificaciones alternativas

A partir de los trabajos de Engle (1982) y de Bollerslev (1986), se han desarrollado variantes al modelo GARCH, cada una de ellas con el fin de modelar algunas características propias de la volatilidad tales como, introducir la varianza condicional dentro de la ecuación de la media (GARCH-M), la existencia de raíces unitarias en la ecuación de la varianza condicional (IGARCH), y los efectos asimétricos que se generan cuando la volatilidad está sujeta a distintos tipos de información, por ejemplo, la reacción de la varianza ante buenas o malas noticias (TGARCH y EGARCH).

#### 2.4.5.1 Modelo GARCH-M

Los modelos de GARCH-M permiten que la media condicional dependa, además de los regresores, de su propia varianza condicional. Son modelos econométricos que permiten realizar un análisis media-varianza y por ende se convierten en un instrumento adecuado para estimar la volatilidad y el riesgo de una variable en el tiempo.

La estructura general de este tipo de modelos es la siguiente:

$$Y_t = a + \beta' x_t + \theta h_t + u_t \delta_1 \quad (2.19)$$

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i h_{t-i} + \sum_{j=1}^q \gamma_j u_{t-j}^2 \quad (2.20)$$

A diferencia de la ecuación 2.16, en 2.19 se introduce como una variable explicativa la varianza condicional  $\theta h_t$  en la ecuación de la media.

### 2.4.5.2 Modelo IGARCH

En algunas variables económicas la volatilidad suele ser bastante persistente. De hecho, si se estima un modelo GARCH(1,1) es posible encontrar que la suma de los parámetros  $\gamma_1 + \delta_1$  sea cercana a uno. Nelson (1991)<sup>25</sup> mostró que si se restringe la suma de los parámetros a la unidad, la varianza condicional actúa como un proceso de raíz unitaria. Este tipo de modelos se denominan GARCH Integrados (IGARCH). Sin embargo, Nelson *opus. cit.* Mostró que la analogía entre un proceso GARCH y un ARIMA no es perfecta. Dado que  $\gamma_1 + \delta_1=1$  podemos escribir la ecuación de la varianza condicional de la siguiente manera:

$$h_t = \gamma_0 + (1 - \gamma_1)u_{t-1}^2 + \delta_1 h_{t-1} \quad (2.21)$$

### 2.4.5.3 Modelos de volatilidad con asimetría

Una característica interesante de las series económicas y financieras es que la volatilidad reacciona de manera distinta a diferentes tipos de noticias. Por ejemplo, la publicación de malas noticias económicas parecen tener un efecto mucho más pronunciado sobre la volatilidad que buenas noticias, estos efectos se denominan en econometría: Efectos de Nivel.

Para entender esta definición supongamos lo siguiente: si  $u_t=0$ , la volatilidad esperada ( $Eh_{t+1}$ ) será igual a cero. La publicación de cualquier noticia generará volatilidad, sin embargo, si la noticia es buena ( $u_t$  es negativa) la volatilidad aumenta. Si la noticia es mala ( $u_t$  es positiva) la volatilidad también aumenta, no obstante suponemos que la volatilidad será más alta cuando se genere una noticia negativa que cuando sea positiva. En la metodología econométrica, este tipo de cambios en la varianza se denominan efectos de nivel y su modelación se realiza aplicando las metodologías TGARCH y EGARCH.

---

<sup>25</sup> Citado en Enders (2004).

## - Detección de Efectos de Nivel

Una forma de detectar la existencia de efectos de nivel es estimar un modelo TARARCH o EGARCH. Sin embargo, una prueba de diagnóstico especificada por Engle y Ng (1993)<sup>26</sup>, que permite determinar la existencia de efectos de nivel en los residuos, consiste en lo siguiente. Después de estimar un modelo ARCH o GARCH, se debe construir los residuos estandarizados de la siguiente forma:

$$s_t = \hat{\varepsilon}_t / \hat{h}_t^{1/2} \quad (2.22)$$

A continuación se define una variable *dummy*  $d_{t-1}$  que es igual a 1 si  $\hat{\varepsilon}_{t-1} < 0$  y es cero si  $\hat{\varepsilon}_{t-1} \geq 0$ . La prueba determina si el valor estimado de los residuos puede predecirse usando la secuencia  $\{d_{t-1}\}$ . El *test* usa una ecuación de regresión de la forma:

$$s_t^2 = a_0 + a_1 d_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (2.23)$$

Si se comprueba la existencia de efectos de nivel, se puede estimar una forma específica de modelos TARARCH o EGARCH.

### 2.4.5.4. Modelo TGARCH

Una restricción de las especificaciones ARCH, GARCH e IGARCH es que son modelos que tratan a la volatilidad de manera simétrica. Por lo tanto, un *shock* positivo tendrá exactamente el mismo efecto, en la volatilidad de la serie, que un *shock* negativo de la misma magnitud.

Los trabajos de Zakoian (1994) y Glosten, Jaganathan y Runkle (1993)<sup>27</sup> introdujeron los modelos GARCH con umbral (*threshold*), más conocidos como TGARCH. El

---

<sup>26</sup> Citado en Enders (2004).

<sup>27</sup> Citado en Enders (2004).

objetivo principal de este modelo es captar asimetrías en términos de *shocks* negativos y positivos. Para hacer esto se añade, en la ecuación de la varianza, una variable ficticia multiplicativa y se verifica si es estadísticamente significativa cuando los *shocks* son negativos. La especificación de la ecuación de varianza condicional para un TGARCH (1,1) esta dada por:

$$h_t = \gamma_0 + \gamma u_{t-1}^2 + \theta u_{t-1}^2 d_{t-1} + \delta h_{t-1} \quad (2.24)$$

Dónde  $d_t$  es la variable *dummy* que toma el valor de 1 cuando  $u_t < 0$ , y 0 en otro caso. Por tanto, las “buenas noticias” y “malas noticias” tienen un impacto diferente sobre la volatilidad. Las buenas noticias tienen un impacto  $\gamma$ , mientras las malas noticias tienen un impacto de  $\gamma + \theta$ . Si  $\theta > 0$  existe asimetría, mientras que si  $\theta = 0$  las noticias afectan simétricamente.

Se pueden generalizar los modelos TGARCH(1,1) a especificaciones de orden más elevadas incluyendo términos de rezago del modo siguiente:

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p (\gamma_i + \nu_i d_{t-1}) u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \delta_j h_{t-j} \quad (2.25)$$

#### 2.4.5.5. Modelo de volatilidad exponencial EGARCH

Un problema con los modelos GARCH estándar es que es necesario que todos los coeficientes estimados sean positivos. Nelson (1991) propuso una especificación, que no requiere restricciones de no negatividad, denominada modelos de volatilidad exponencial o EGARCH:

$$\log(h_t) = \gamma_0 + \sum_{j=1}^q \eta_j \left| \frac{u_{t-j}}{\sqrt{h_{t-j}}} \right| + \sum_{j=1}^q \xi_j \frac{u_{t-j}}{\sqrt{h_{t-j}}} + \sum_{i=1}^p \delta_i \log(h_{t-1}) \quad (2.26)$$

Existen tres características importantes en el modelo EGARCH:

- La ecuación de la varianza condicional tiene una forma logarítmica-lineal. Sin importar la magnitud del  $\log(h_t)$ ,  $h_t$  nunca será negativa, por tanto, es posible que los coeficientes sean negativos.
- En lugar de usar el valor de  $u_t^2$ , el modelo EGARCH utiliza un valor estandarizado de  $u_t$ ,  $[(u_{t-1}/(h_{t-1}))^{0.5}]$ . Nelson *Op. Cit.* argumenta que esta estandarización permite de manera más natural una interpretación del tamaño y persistencia del *shock*. Después de todo, el valor estandarizado de  $u_{t-1}$  es una medida sin unidades.
- El modelo EGARCH permite, al igual que el TGARCH, captar los efectos de escala. Si  $[(u_{t-1}/(h_{t-1}))^{0.5}]$  es positivo el efecto de un shock en el logaritmo de la varianza condicional es  $\eta_j + \zeta_j$ . Por el contrario, si  $[(u_{t-1}/(h_{t-1}))^{0.5}]$  es negativo el efecto de un *shock* en logaritmo de la varianza condicional es  $-\eta_j + \zeta_j$ .

En esta investigación vamos a seguir la siguiente metodología, para toda la muestra y cada subperíodo:

- Se determinará el grado de integración de las serie de inflación, vale decir se estudiará si las series contienen o no raíz unitaria. Para éste fin se utilizarán las pruebas de Dickey-Fuller y Phillips-Perron.
- Dependiendo del grado de integración de la serie se estimará un modelo ARMA o ARIMA, en el que se tendrá en cuenta además, si el modelo debe contener una tendencia y si éste debe ser ajustado estacionalmente.<sup>28</sup>
- A continuación, se realizaran las pruebas de especificación a los residuos con especial énfasis en la prueba ARCH-LM, para detectar la presencia de volatilidad en los residuos.

---

<sup>28</sup> Las variables medidas en una frecuencia trimestral o mensual pueden exhibir un comportamiento sistemático similar en determinado periodo del año que puede estar influenciado por: (i) el clima, (ii) efectos de calendario tales como días festivos, navidad, etc. y (iii) periodos estacionales como vacaciones escolares, vacaciones de verano, etc. No considerar estos efectos al modelar una serie de tiempo puede generar estimaciones de los parámetros poco robustas.

- Si se detecta que la varianza de los errores de la inflación no es constante, se procederá a especificar un modelo que permita modelar la volatilidad. En este caso, se analizará que modelo ajusta mejor a la inflación (GARCH, GARCH-M, IGARCH, TGARCH y EGARCH) y permita analizar si los periodos de alta inflación elevan la incertidumbre inflacionaria.
- Con el fin de probar si la mayor incertidumbre genera mayor inflación futura, se introducirá en la ecuación de la media la varianza condicional como regresor. Tal como se realiza en la metodología GARCH-M.<sup>29</sup>
- Finalmente, se realizarán diagnósticos a los modelos definitivos para analizar si los términos de error se comportan de manera adecuada y si se logró eliminar cualquier signo de heterocedasticidad (existencia de términos ARCH).

---

<sup>29</sup> Dependiendo del modelo de volatilidad seleccionado este podría ser un GARCH-M, TGARCH-M, IGARCH-M, EGARCH-M, etc.

# CAPITULO 3

## INFLACION E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA EN BOLIVIA

En este capítulo se analiza la evolución histórica de la tasa de inflación y su volatilidad en el periodo 1937 – 2009.<sup>30</sup> Para este fin se dividió el capítulo en dos partes. En la primera se realiza una reseña histórica del periodo de estudio y se detallan los principales acontecimientos económicos nacionales e internacionales que incidieron en la evolución de los precios en Bolivia. La segunda parte describe cómo dichos acontecimientos afectaron en la volatilidad de la inflación.

### 3.1. EVOLUCIÓN DE LA INFLACIÓN EN BOLIVIA: 1937 – 2009

La inflación en la economía boliviana ha estado sujeta a importantes fluctuaciones a lo largo de los últimos setenta años. El Grafico 3.1 presenta la evolución de la tasa de inflación anual desde el año 1937 hasta el tercer trimestre de 2009.<sup>31</sup>

**GRAFICO 3.1**  
**Evolución de la Inflación Anual 1937-2009**  
**(Variaciones anuales en escala logarítmica)**



**Fuente:** Elaboración propia en base en datos del INE

<sup>30</sup> La elección del periodo se debió a la disponibilidad de datos mensuales de la inflación.

<sup>31</sup> La tasa de inflación fue reescalada a logaritmos debido a los altos valores registrados en años 1952, 1957 y 1985, que impiden una clara presentación gráfica. Una de las principales ventajas de aplicar logaritmos radica en que comprime la escala de la serie y además, reduce su varianza.

Para fines de la presente investigación, la muestra fue dividida en tres subperiodos muestrales. La primera abarca los años 1937 a 1958, periodo en el que suscitaron importantes sucesos históricos como la Guerra del Chaco, a mediados de los años 30, y la Revolución Nacional, en la primera mitad de los 50, ambos acontecimientos repercutieron en el incremento de precios.

El segundo subperíodo (1959-1987) estuvo marcado por dos hechos económicos importantes; el incremento de los precios del petróleo en los años 70s y la hiperinflación de los 80s. Si bien el efecto de la crisis del petróleo sobre la inflación fue moderado, desencadenó una serie de eventos internacionales que afectaron a la economía boliviana llevándola a un proceso de hiperinflación a mediados de la década de los ochenta.

Por último, el tercer periodo comprendido entre los años 1988 y el tercer trimestre de 2009 (conocido también como el proceso post inflacionario) se caracterizó por la reducción paulatina de la inflación desde los niveles registrados en la hiperinflación hasta cifras inferiores a los dos dígitos a partir del año 1993 con las excepciones de 1995 y del periodo 2007-2009.

### **3.1.1. Periodo 1937 – 1958<sup>32</sup>**

Entre 1937 y 1958 ocurrieron varios períodos de elevada inflación que se caracterizaron por una serie de acontecimientos nacionales e internacionales que repercutieron en la economía del país (Gráfico 3.2).

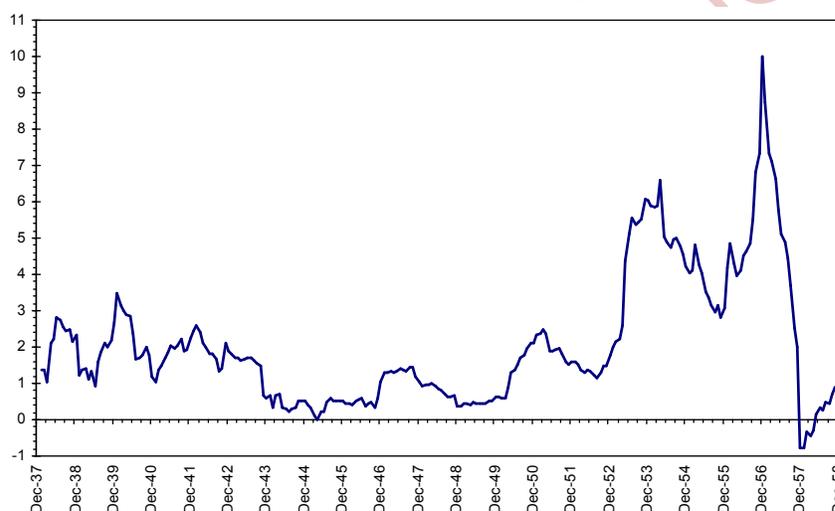
En año 1929 explotó la primera y una de las más severas crisis internacionales que dio inicio a lo que los historiadores han definido como la gran depresión. Los efectos de esta crisis impactaron negativamente sobre los precios internacionales de la mayor parte de *commodities*. La caída del precio de los minerales, en especial del estaño, tuvo efectos severos en la economía boliviana debido a que era el principal producto de

---

<sup>32</sup> La elección de 1958 como fin del primer subperíodo obedece que en diciembre de ese año el *shock* inflacionario ocasionado por el financiamiento fiscal de la Guerra del Chaco se disipó y la inflación retornó a un nivel moderado y estable.

exportación y representaba gran parte de los ingresos fiscales. Este suceso sumado al conflicto bélico con Paraguay (La Guerra de Chaco), que se inició 1931, y a la incapacidad de poder acceder a créditos internacionales, generaron un enorme déficit fiscal que fue financiado mediante el uso de las Reservas Internacionales Netas (RIN), Pacheco (2005). Al finalizar la guerra en 1935 el BCB agotó sus reservas y comenzó a emitir moneda inorgánica provocando una fuerte inflación, que alcanzó a 41% a finales de 1939 y cerró el decenio con 56% a principios de 1940,<sup>33</sup> (Pacheco, *Op. cit*).

**GRAFICO 3.2**  
**Evolución de la Inflación Anual, 1937–1958**  
**(Variaciones anuales en escala logarítmica)**



**Fuente:** Elaboración propia en base en datos del INE

Para frenar el proceso inflacionario se instauró un modelo de capitalismo de estado, que se expresó en: la creación de la empresa estatal Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) el año 1937; la Estatización del BCB en 1939; la creación del Banco Agrícola en 1942, y el establecimiento de la Corporación Boliviana de Fomento en 1943. Todos ellos financiados con créditos del BCB y con recursos del Tesoro General de la Nación (TGN) provenientes de la renta minera, Abendroth (2005).

<sup>33</sup> Equivalente a 3,7 en logaritmos como se presenta en el eje vertical del Gráfico 3.2.

En los años posteriores a 1940 y previos a la Revolución Nacional, la inflación fue cayendo paulatinamente a pesar de las presiones externas por efecto de la Segunda Guerra Mundial (1941-1945). A finales de los 40 la inflación anual fue de 10%.

A mediados de los años 50, periodo en el que se suscitó el proceso revolucionario, Bolivia experimentó su primera alta inflación. Una de las principales causas fue la caída del precio del estaño y otros minerales, que provocaron la disminución de los ingresos del sector público y derivaron en grandes déficit fiscales que fueron financiados con créditos del BCB y emisión monetaria inorgánica. Así mismo, se generaron distorsiones en el sistema cambiario que también estimularon la inflación, agudizando el proceso hasta alcanzar una tasa de inflación de 370% en enero de 1957,<sup>34</sup> (Robles y Klein, 2005).

Para frenar las fuertes alzas en los precios, en el año 1956 comenzó a ejecutarse un programa de estabilización apoyado por el Fondo Monetario Internacional (FMI) que pretendía reordenar el manejo fiscal y las políticas monetaria y cambiaria, pasando de una economía controlada por el Estado a un sistema de libre mercado, eliminándose de esta manera, el sistema de tipos de cambio múltiples, devaluando el boliviano y estableciendo un tipo de cambio único y fluctuante.

Así mismo, el comercio exterior fue liberalizado, implantándose el régimen de libertad comercial sujeto a los derechos arancelarios y al pago de regalías de exportación. También se suprimieron subsidios fiscales directos e indirectos a los artículos de primera necesidad y se eliminaron los controles internos de precios, con excepción de los alquileres y viviendas; por último, se congelaron los sueldos y salarios, previo reajuste, para compensar a los trabajadores por la inflación (Morales y Pacheco, 1999).

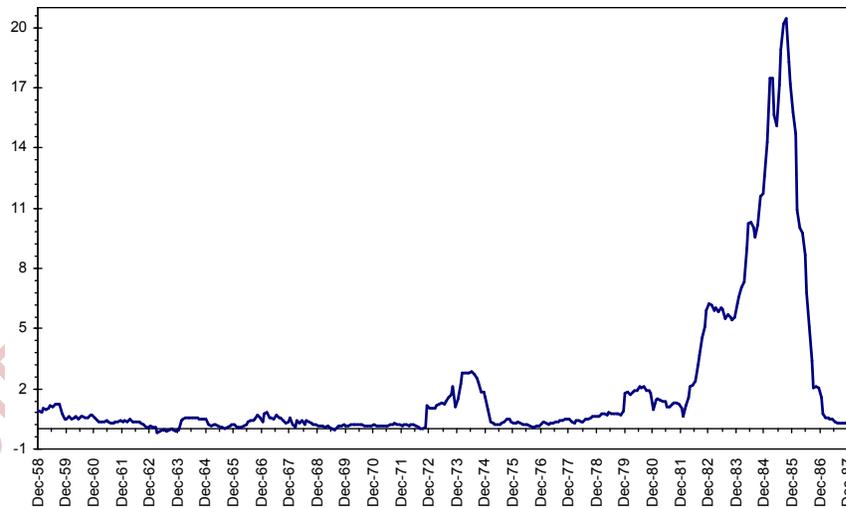
---

<sup>34</sup> Equivalente a 8,7 en logaritmos como se presenta en el eje vertical del Gráfico 3.2.

### 3.1.2. Periodo 1959 – 1987<sup>35</sup>

El periodo posterior a la Revolución de 1952 fue de mayor estabilidad económica. Las tasas inflacionarias registraron datos menores a los dos dígitos, promediando 7% anual entre 1959 y 1971 (Gráfico 3.3). En 1973 estalló la crisis petrolera – ocasionada por el incremento de los precios del crudo, ante la decisión la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) de recortar la oferta de este combustible – que provocó un alza importante en la inflación internacional, repercutiendo en los precios internos. A este suceso se le sumaron los constantes préstamos del BCB para financiar su déficit, elevando la cantidad de dinero en circulación.<sup>36</sup> Al mismo tiempo, el país incrementó su deuda externa de \$us524 millones en 1970 a \$us1.941 millones en 1979. Estos hechos terminaron traducándose en un escenario de alta inflación y bajo crecimiento a nivel nacional.

**GRAFICO 3.3**  
**Evolución de la Inflación Anual 1959 – 1987**  
**(Variaciones anuales en escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia en base en datos del INE

<sup>35</sup> La elección de 1987 como fin del segundo subperíodo obedece que en diciembre de ese año el *shock* hiperinflacionario se disipó y la inflación retornó a un nivel moderado.

<sup>36</sup> Estas iniciativas incluyeron el financiamiento de 13 programas dirigidos a la minería, la industria, la construcción y en especial a la actividad agropecuaria.

Los indicios de desaceleración en Bolivia se sintieron a partir de 1977, pues el crecimiento disminuyó de un promedio de 5,8% entre 1970 y 1976 a un promedio de 2,5% entre 1977 y 1979. A partir de 1979, como consecuencia de la crisis del dólar, un nuevo aumento en los precios del petróleo por parte de la OPEP, la inestabilidad política y los sucesivos incrementos salariales, implicaron un incremento importante de la inflación (45%) a fines de los ochenta.<sup>37</sup>

A comienzos de 1980, los incrementos en la inflación mundial provocaron la subida de las tasas de interés, que afectaron al país restringiéndolo del financiamiento externo en los siguientes años.<sup>38</sup> El agotamiento de las RIN del BCB obligaron al sector público a financiar el recurrente déficit fiscal con emisión monetaria inorgánica. Al mismo tiempo, los sectores sociales demandaban cada vez mayores incrementos salariales para protegerse de la fuerte inflación presionando el gasto público. La conjunción de estos factores, desencadenaron una espiral inflacionaria que condujo a la economía hacia un periodo hiperinflacionario, que alcanzó su punto más alto el año 1985 con una tasa de inflación anual de 23.447% (equivale a 20,4 en logaritmos, Gráfico 3.3).

Se debe destacar que una vez desencadenado el proceso hiperinflacionario el gobierno de turno implantó seis paquetes de estabilización que tuvieron por base: ajuste en precios relativos, devaluación del tipo de cambio oficial y ajustes en los precios de bienes y servicios públicos. Sin embargo, fracasaron por falta de coherencia técnica y dificultades políticas.<sup>39</sup> Además, los fracasos de cada programa, reducían la credibilidad del siguiente y aceleraban el deterioro económico y el crecimiento de la inflación.

En Julio de 1985 la situación económica era crítica. El País se hallaba en una profunda recesión (tasas de crecimiento negativas) y una aguda hiperinflación (una de las mayores registradas en tiempos de paz). El nuevo gobierno electo en Agosto de 1985, a

---

<sup>37</sup> Equivalente a 1,8 en logaritmos como se presenta en el eje vertical del Gráfico 3.3.

<sup>38</sup> Además, tras el colapso mexicano de 1982, los prestamistas suspendieron los créditos a la región y comenzaron a presionar para el pago de los mismos. En consecuencia, las transferencias netas de recursos al exterior (intereses + amortizaciones) para servir la deuda externa pública alcanzaron su máximo exponente en 1983 (4,6% del PIB). Esta situación gravitó directamente en la génesis de la crisis al agotarse completamente las RIN, Morales (1989).

<sup>39</sup> En Noviembre de 1982, Noviembre de 1983, Abril de 1984, Agosto de 1984, Noviembre de 1984 y Febrero de 1985.

tres semanas de su posesión, promulgó el Decreto Supremo N° 21060 que incluía: Un programa de estabilización y reformas de política económica que modificaban el modelo de capitalismo de estado prevaleciente desde la revolución de 1952. Este paquete de medidas fue denominado la Nueva Política Económica (NPE) del país, (Morales, 1989).

Con la puesta en práctica del DS 21060, se intentó corregir aspectos macroeconómicos con el fin de menguar las presiones inflacionistas que se originaron en el desequilibrio fiscal y la balanza de pagos. Para este fin, se redujeron los préstamos al sector público no financiero por parte del BCB y se permitió la libre e irrestricta exportación e importación de mercancías.

Además, eliminó la fijación del tipo de interés, permitió la dolarización de los créditos del sector privado por parte del BCB e impuso un riguroso reglamento de aplicación a los requerimientos de encaje legal. Adicionalmente, y debido a que los precios perdieron completamente su rol de “asignador” de recursos e información, se decidió que los mismos sean determinados libremente por el mercado.

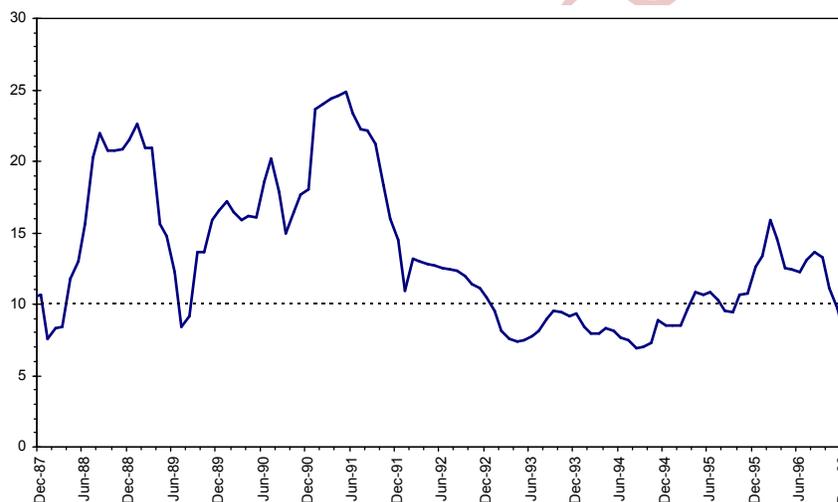
La estabilización del tipo de cambio fue determinante para reducir el proceso inflacionario, ya que los precios se habían indexado, en una relación uno a uno, a las variaciones del tipo de cambio (Sachs, 1990). Para lograr este propósito, el programa de 1985 determinó, a través del BCB, que se efectuara una fuerte devaluación y se estableciera un tipo de cambio único, real y flexible.

La NPE dejó una economía estabilizada con crecimiento positivo y una inflación moderada de 10,7% anual a diciembre de 1987, pero con una alta dolarización, en especial en el sistema financiero. Gran parte de los precios permanecieron indexados a las variaciones del tipo de cambio, por lo que, se orientó la política cambiaria al mantenimiento del nivel de precios.

### 3.1.3. Periodo 1988 –2009

Hacia finales de los 80 y principios de los 90, con el reestablecimiento de la estabilidad de precios, la tasa inflación empezó a disminuir de manera constante, aunque registró un importante incremento en 1988 (21,6%), y entre 1990 y 1991 cuando promedió 19,4%. En el primer caso, el alza fue motivada por el aumento en los precios de los carburantes y los incrementos salariales. Con relación al período 1990-1991, los incrementos en el precio de los combustibles a nivel interno y las presiones de inflación importada por efecto de guerra del Golfo Pérsico, impulsaron los precios hacia el alza (Gráfico 3.4).

**GRAFICO 3.4**  
**Evolución de la Inflación Anual 1988 – 1996**  
**(Variaciones anuales en porcentaje)**



**Fuente:** Elaboración propia en base en datos del INE

En el periodo 1993-1996 la inflación registró tasas menores a los dos dígitos. Sin embargo, en 1995 experimentó una subida a 12,6%, que se debió al incremento de los precios internacionales en los productos básicos y a problemas climatológicos internos que aumentaron los precios de los alimentos, BCB (1996).

En estos años se implementaron las reformas de segunda generación que buscaron consolidar el modelo vigente desde la adopción de la NPE (Antelo y Gemio, 2000). Estas reformas incluyeron la capitalización de empresas estatales, la creación de

superintendencias sectoriales y la reforma al sistema de pensiones. Además, varias reformas institucionales acompañaron a las anteriores transformaciones. Entre las que se pueden mencionar la Ley del Sistema de Administración Financiera y Control Organizacional (SAFCO) de 1990, la Ley General de Bancos y Entidades Financieras de 1993 y la Ley del BCB de 1995. Reforzando las competencias de tres entidades independientes, la Contraloría General de la República, la Superintendencia de Bancos y Entidades Financieras (SBEF) y el BCB.

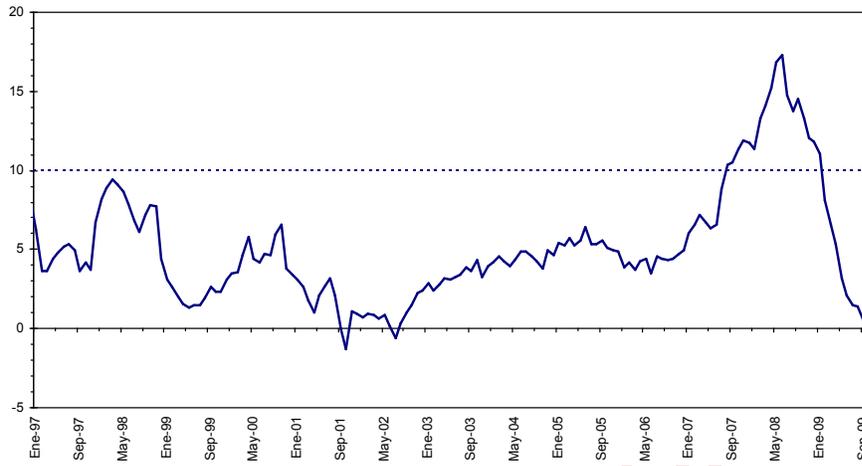
Con el fin de evitar los errores cometidos durante el proceso hiperinflacionario y como medida para contrarrestar un posible rebrote inflacionario, en octubre de 1995 se promulgó la Ley 1670 del BCB, que se constituyó en un hito para el ente emisor y la economía nacional. En ella se estableció que el principal objetivo del BCB es mantener la estabilidad de precios. Aspecto que ha sido interpretado como: mantener una tasa de inflación baja y estable a lo largo del tiempo. La Ley 1670 garantizó la independencia política del BCB, aspecto que contribuyó de manera directa al logro del mencionado objetivo, y le permitió actuar con una visión de largo plazo, liberándolo de cualquier influencia política y de los efectos de los procesos electorales, Morales *Op. cit.*

El nuevo rol del BCB y la independencia en la toma de decisiones en cuanto a la política monetaria, permitieron que a partir de 1996 la inflación fuese bajando su nivel de 8% en diciembre de 1996 a sólo 0,9% en 2001, llegando a alcanzar niveles inflacionarios negativos, -1,2% en octubre del 2001 y -0,5% en julio de 2002. Los años 2003 y 2004 mostraron pequeños incrementos con valores que promediaron el 4% y 5%, respectivamente. Esto debido a *shocks* de oferta climatológicos que generaron desabastecimiento de alimentos e interrupciones en el transporte. A pesar de ello, se mantuvo la estabilidad de precios (Gráfico 3.5).<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> En importante destacar que el 7 de febrero de 2009 entró en vigencia la Nueva Constitución Política del Estado (NCPE). En ella se le quita la independencia al BCB y su futuro rol será definido en el marco de una nueva Ley. A la fecha de conclusión de la presente tesis, agosto de 2009, aun no hay indicios de una fecha tentativa para la elaboración y promulgación de dicha Ley. Además, por el corto tiempo de vigencia de la NCPE es difícil concluir si el menor grado de independencia del ente emisor estaría afectando su credibilidad y a la vez la volatilidad de la inflación. Por tanto, hasta la promulgación de la nueva Ley del BCB y hasta que la economía sea puesta a prueba, por algún *shock* inflacionario, será difícil establecer un juicio de valor al respecto.

**GRAFICO 3.5**  
**Evolución de la Inflación Anual 1997 – 2009**  
**(Variaciones anuales en porcentaje)**



**Fuente:** Elaboración propia en base en datos del INE

Durante 2005 se suscitaron leves presiones inflacionarias por la subida en los costos del combustible, el transporte y los conflictos sociales ocurridos durante ese año, derivando en una inflación en torno a 5%. En el año 2006, con el fin de anclar las expectativas inflacionarias, el BCB se fijó un rango meta para la inflación (de 3% a 5%). Este rango se cumplió con dificultad a finales de ese año, pues la inflación terminó en 4,95%, apenas 0,05% debajo del límite superior (5%).

A partir del año 2007, la economía boliviana fue víctima de una serie de *shocks* de oferta y demanda que se pronunciaron de manera simultánea. Esta combinación de factores derivó en un fuerte crecimiento de la inflación que comenzó a finales de 2006, cobró mayor fuerza en 2007 y se extendió hasta el primer semestre de 2008, cuando la inflación registró el nivel más alto de los últimos 17 años (17,3%). A partir de julio de 2008 y hasta concluido ese año la tasa de inflación comenzó a reducirse hasta terminar con un nivel de 11,8%, levemente superior al registrado en 2007, 11,7%.

Las presiones por el lado de la demanda, provinieron del crecimiento del consumo, explicado por el desempeño de la economía que se tradujo en incrementos salariales, mayores niveles de empleo y el flujo de remesas del exterior, que incrementaron la capacidad de compra en los hogares.

En lo que respecta a las presiones de oferta, los incrementos en los costos de la energía y de los alimentos a nivel mundial, las apreciaciones cambiarias de nuestros socios comerciales y la irrupción de fenómenos naturales adversos en nuestro país,<sup>41</sup> se tradujeron en mayor inflación importada, en el primer y segundo caso y una contracción de la producción agrícola en el tercero. Además, el aumento de las expectativas inflacionarias de los agentes económicos, fue otra fuente de presión.

A todo esto, se sumó el importante crecimiento de la emisión monetaria que si bien, buena parte se destinó a la recomposición de activos financieros (cambio de ahorros en dólares americanos a moneda nacional) una parte entró a la economía a pesar de las medidas de esterilización del BCB.<sup>42</sup>

En el año 2009 continuó la trayectoria decreciente de la variación del IPC, iniciada en julio de 2008. En febrero de 2009 se registró una tasa de inflación negativa, por primera vez en más de 20 meses, que implicó el retorno de la tasa anual a un nivel inferior a los dos dígitos (8,1%) luego de un año y medio de haber registrado tasas por encima al 10%. Al momento de concluir esta investigación, octubre de 2009, la inflación continuó decreciendo con una variación interanual en torno a 0,6%.

Este comportamiento decreciente, se debió a los efectos de la recesión mundial que incidieron en la caída de los precios internacionales del petróleo y de los alimentos. Estos hechos unidos a las depreciaciones de las monedas de nuestros socios comerciales, redujo las presiones inflacionarias externas.

Conforme se hizo evidente la recesión mundial se registraron caídas sistemáticas en las expectativas de los agentes sobre la evolución futura de los precios. Todos estos

---

<sup>41</sup> Bolivia fue azotada por el fenómeno climatológico de El Niño (principios de 2007), sequías (Junio de 2007) y La Niña (finales de 2007 y principios de 2008) que no sólo afectaron la producción agropecuaria sino que además deterioraron el sistema de carreteras, dificultando el abastecimiento de productos en los mercados, BCB, 2008.

<sup>42</sup> En 2007 y 2008 el BCB apreció el tipo de cambio para amortiguar las presiones inflacionarias externas. Debido al sistema cambiario (*crawling peg*) se acumularon RIN incrementando la masa monetaria y obligando al BCB a dinamizar sus OMA para esterilizar el incremento de la emisión.

elementos, sumados a las políticas adoptadas por el BCB y el gobierno desde 2007, lograron atenuar la subida de la inflación y cambiar su tendencia hacia la baja.

Ante el incremento de precios iniciado en 2007 y con el propósito de atenuar las presiones inflacionarias, el BCB intervino en el mercado utilizando activamente sus dos principales políticas: la cambiaria y la monetaria.

En cuanto a la política cambiaria, en el período 2007-2008 el BCB apreció la moneda nacional en 14% para contener las presiones de inflación importada. Aunque esta magnitud no fue suficiente para contrarrestar las fuertes apreciaciones experimentadas por nuestros socios comerciales, la orientación de esta política fue adecuada.<sup>43</sup>

En la misma línea, para atenuar las presiones internas de demanda, y contener parcialmente el crecimiento del consumo, el BCB vía su política monetaria - cuyo principal instrumento son las Operaciones de Mercado Abierto (OMA) – absorbió gran parte del excedente de liquidez. Las OMA fueron manejadas con cuidado ya que puede tener efectos adversos sobre el crecimiento económico.

Conforme disminuyeron las presiones inflacionarias, a partir del segundo semestre de 2008, se tuvo una menor necesidad de esterilización, las OMA fueron perdiendo dinamismo. De igual manera, la apreciación de la moneda fue menor a partir del tercer trimestre de 2008, concordante con la moderación de la inflación.

### **3.2 VOLATILIDAD INFLACIONARIA 1937 - 2009**

Los acontecimientos descritos en la sección precedente, no solo incidieron en la tasa de inflación sino que, como veremos, tuvieron repercusiones en la volatilidad de los precios internos.

---

<sup>43</sup> Hay que tener en cuenta que Bolivia es una economía con un nivel de dolarización de depósitos aproximado del 60% y de más de 70% en cartera. En este sentido, los movimientos cambiarios muy fuertes pueden tener efectos no deseados sobre el sistema financiero y las hojas de balance de las empresas.

Se debe aclarar que, como variable *proxy* de volatilidad se empleará la desviación estándar de la variación del IPC. Si bien no es un indicador muy preciso, como se explicó en el capítulo 2, permitirá apreciar como los periodos de elevada inflación incrementaron la variabilidad de precios.

De los tres subperiodos analizados, el segundo (1959 -1987) registró la mayor tasa de inflación y volatilidad de toda la muestra. En promedio la variación anual de precios alcanzó 483% con una variabilidad o volatilidad de 2.308 puntos alrededor del valor promedio (Cuadro 3.1). Seguido está el periodo 1937-1958 en el que el incremento de precios promedio fue de 45% con una volatilidad de 61 puntos.

Contrariamente, a las dos muestras citadas, la tercera (1988-2009) registró la menor inflación con un promedio anual inferior a los dos dígitos (8,6%) y una volatilidad de 6 puntos. Por último, considerando toda la muestra (1937-2009) la inflación promedió 211% con una desviación estándar de 1.483 puntos.

**CUADRO 3.1**  
**Inflación Anual, Mensual y Volatilidad (\*) 1937-2009**  
**(En porcentaje y unidades de desviación estándar)**

	Muestra Completa (1937 - 2009)		1er. Subperiodo (1937 - 1958)		2do. Subperiodo (1959 - 1987)		3er. Subperiodo (1988 - 2009)	
	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual
<b>Media</b>	<b>211</b>	<b>2.9</b>	<b>45</b>	<b>2.8</b>	<b>483</b>	<b>4.7</b>	<b>8.6</b>	<b>0.7</b>
<b>Volatilidad</b>	<b>1,483</b>	<b>10.2</b>	<b>61</b>	<b>6.3</b>	<b>2,308</b>	<b>14.9</b>	<b>5.9</b>	<b>0.9</b>

Fuente: propia en base en datos del INE

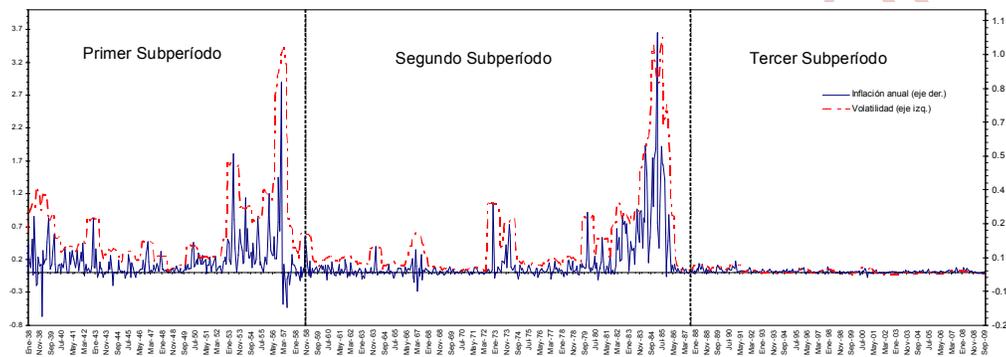
Nota: (\*) Medida como la desviación estándar de cada período

La volatilidad en cada uno de los subperiodos puede analizarse, de manera más evidente, calculando la variación promedio mensual del IPC. Por ejemplo, el segundo subperiodo registró una variación promedio de 4,7% (cerca a 2 puntos porcentuales (pp) superior a la del primero y 4 pp más que el tercero) y una volatilidad de 15 puntos (más del doble que la del primer subperíodo, 6,3 puntos, y cerca a 16 veces superior a la del tercero, de sólo 0,9 puntos).

La variación promedio mensual de precios permite apreciar de manera más clara los periodos de alta y baja volatilidad, tal como muestra en el Gráfico 3.6. En este se

observan la inflación mensual y su volatilidad, medida a través de la desviación estándar en una ventana móvil anual centrada.<sup>44</sup> En dicho gráfico, se aprecia claramente los dos periodos inflacionarios elevados (uno a finales de los 50 y el otro a mediados de los 80) y como la volatilidad se incremento en cada uno de estos. Asimismo, se puede observar que después de la crisis de los 80 la inflación y su volatilidad descendieron considerablemente.

**GRAFICO 3.6**  
**Evolución de la Inflación Mensual y de su Volatilidad: 1937-2009**  
**(Variación mensual en logaritmos y unidades de desviación estándar)**



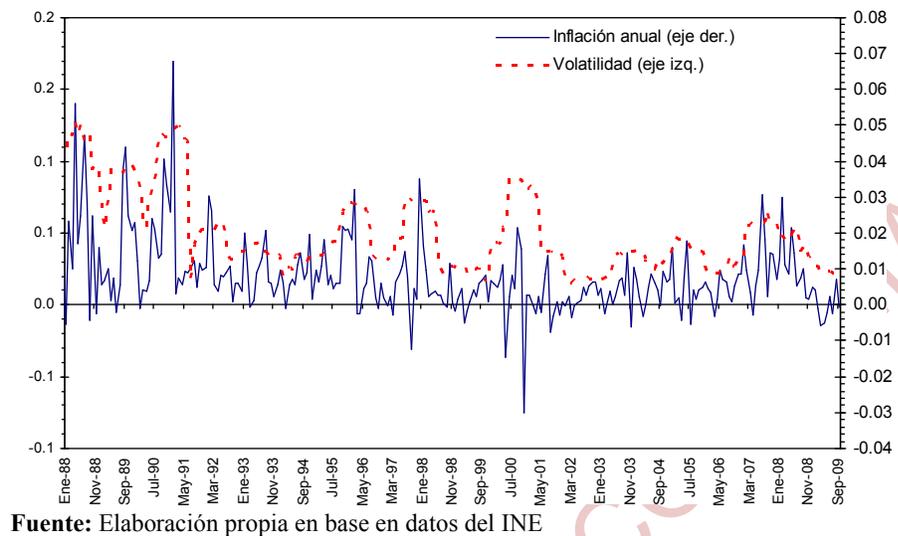
**Fuente:** Elaboración propia en base en datos del INE

Los meses con mayor variación en la muestra fueron abril de 1953 (32%), diciembre de 1956 (72%), febrero y junio de 1985 (182% y 78%, respectivamente). Mientras que, los meses con menor variación, fueron abril de 1937 (-6,9%), febrero y mayo de 1957 (-8,9% y -9,7%, respectivamente), septiembre de 1980 (-2,3%) y noviembre de 2000 (-2,5%). Estas fuertes variaciones también se tradujeron en incrementos en la volatilidad de precios. En el Gráfico 3.7 se presenta el último subperíodo (1988-2009) de la muestra. En el que se muestra la caída de la volatilidad a partir de principios de los noventa.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Una ventana móvil centrada a un año, presenta la ventaja de que la evolución de la variable en un mes en cuestión considera las variación de los anteriores y posteriores 6 meses. Para el último dato de la muestra se proyectaron seis meses de inflación, con el modelo estimado en el capítulo 4. Estas estimaciones son coherentes con las realizadas por el BCB en el Informe de Política Monetaria, plasmadas en su Gráfico V1, página 76, (BCB, 2009).

<sup>45</sup> La volatilidad disminuyó de 61 puntos en el primer subperíodo y de 2.308 puntos en el segundo a 6 puntos, Cuadro 3.1.

**GRAFICO 3.7**  
**Evolución de la Inflación Mensual y de la Volatilidad 1988-2009**  
**(Variación mensual en porcentaje y unidades de desviación estándar)**



Luego del proceso hiperinflacionario de mediados de los 80, comenzó un proceso de desinflación que se consolidó en la segunda mitad de los años 90. Entre 1988 y 1996 la inflación mensual promedió 1% con una volatilidad de 1,1 puntos sobre el promedio. De 1997 al tercer trimestre de 2009, la variación media mensual se redujo a 0,4% con una volatilidad de 0,7 puntos (ver Cuadro 3.1).

Es importante destacar que a finales de 1995 se promulgó la Ley del BCB que le otorgó una mayor independencia del gobierno, hecho que repercutió en la credibilidad de esta institución. En los años posteriores, el buen actuar de la política económica y el cumplimiento de su objeto principal, preservar el valor adquisitivo del dinero, le dieron a esta institución un amplia reputación y un elevado nivel de credibilidad por parte de los agentes en el mantenimiento de una inflación baja y estable.

Con excepción de lo ocurrido desde finales de 2007, la variación anual del IPC permaneció debajo de los dos dígitos por más de diez años. El reciente proceso inflacionario que se extendió alrededor de dos años (2007-2008) y mantuvo la tasa de inflación por encima de los dos dígitos por 18 meses, elevó la inflación promedio y la incertidumbre inflacionaria en el periodo 1997-2009.

Si excluimos los años de incremento inflacionario y recortamos la muestra hasta 2006, vemos, en la quinta y sexta columna del Cuadro 3.2, que la variación media de precios y su volatilidad disminuyen en 0,1 puntos en cada caso.

**CUADRO 3.2**  
**Inflación Anual, Mensual y Volatilidad (\*) de Precios, 1988-2009**  
**(En porcentaje y unidades de desviación estándar)**

	Tercer Subperíodo							
	(1988 - 1996)		(1997 - 2009)		(1997 - 2006)**		(2007 - 2008)***	
	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual
<b>Media</b>	<b>13.5</b>	<b>1.0</b>	<b>5.2</b>	<b>0.4</b>	<b>3.9</b>	<b>0.3</b>	<b>10.7</b>	<b>1.1</b>
<b>Volatilidad</b>	<b>5.1</b>	<b>1.1</b>	<b>3.6</b>	<b>0.7</b>	<b>2.1</b>	<b>0.6</b>	<b>3.7</b>	<b>0.8</b>

**Fuente:** propia en base en datos del INE

**Nota:** (\*) Medida como la desviación estándar de cada período.

(\*\*) Este período no incluye el incremento de precios de los años 2007 y 2008.

(\*\*\*) Este período incluye únicamente los años 2007 y 2008 cuando la inflación superó el 10%.

Por último, si solo consideramos una muestra de enero-2007 a junio-2008, época en la que la inflación se elevó significativamente, vemos que la variación mensual promedio de precios (1,1%) fue mayor a la media del período de desinflación (1988-1996) y su volatilidad (0,8 puntos) fue ligeramente inferior.

En base a lo expuesto, y al considerar que la volatilidad fue utilizada como una medida de incertidumbre inflacionaria en las investigaciones de Okun (1971), Klein (1977) y Khan (1977), podríamos concluir que parece existir una relación positiva entre la tasa de inflación y el nivel de incertidumbre; sin embargo, esta definición de volatilidad es un concepto *ex post*.

Si asumimos que los agentes elaboran sus expectativas de manera racional, no existiría motivo por el cual no pudieran coexistir períodos de alta variabilidad de la inflación y baja incertidumbre, aunque no es lo normal. Por tanto, la incertidumbre es un concepto *ex ante* y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas.

Por tanto, es prematuro enunciar una conclusión contundente acerca de la relación entre precios y volatilidad, utilizando como medida de ésta a la desviación estándar. Para solucionar este dilema, el modelo econométrico planteado en el siguiente capítulo, permitirá medir la incertidumbre inflacionaria de manera más acorde con la realidad.

# **CAPÍTULO 4**

## **MARCO PRÁCTICO**

### **ANÁLISIS ECONOMETRICO DE LA INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA**

Basándonos en el trabajo de Ball (1990) y el instrumental econométrico detallado en el Capítulo II, las descripciones de la evolución de la tasas de inflación y su volatilidad en el Capítulo III, en esta sección se presenta varios modelos econométricos para buscar la existencia de una relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria.

En la parte inicial de este capítulo se revisan los principales modelos empíricos de la relación entre inflación e incertidumbre, realizados tanto para economías desarrolladas y algunos países latinoamericanos. La segunda parte, está destinada a la estimación de los modelos econométricos de volatilidad, con la finalidad de probar la relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria y si ésta a su vez aumenta la variabilidad de la inflación, hipótesis de ésta investigación.

#### **4.1 EVIDENCIA EMPÍRICA**

Como se mencionó en el Capítulo I, en Bolivia se ha estudiado la inflación desde distintas ópticas, sin embargo, no existen estudios concernientes a la relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria. No obstante, en distintos países, sobre todo en las economías desarrolladas, existen trabajos con relación al tema, que nos proporcionan las herramientas necesarias para hacer el análisis para el caso boliviano. En esta sección se sintetizan algunos de los trabajos existentes.

Uno de los trabajos más influyentes fue elaborado por Ball y Cecchetti (1990), donde analizan la relación entre incertidumbre e inflación en el corto y largo plazo. Utilizaron

una muestra trimestral desde 1960-1984, para cuarenta países entre ellos, países avanzados, economías asiáticas, africanas y latinoamericanas. Mediante un modelo ARIMA encuentran que un incremento de la inflación tiene efectos considerables sobre la incertidumbre de largo plazo. Estos resultados implican que una alta inflación hace que la política monetaria sea menos estable y eleva los costos de la inflación. La principal recomendación de éste documento es que, los bancos centrales deben procurar una inflación baja y estable y ante cualquier *shock* deberán utilizar todos sus instrumentos disponibles para mitigarlo.

Bredin y Fountas (2006), estudian la relación entre inflación e incertidumbre, para cuatro países europeos; Alemania, Italia, Holanda y el Reino Unido en un periodo de cuarenta años. Utilizan un modelo de heteroscedasticidad con cambio de régimen, este enfoque toma en cuenta los cambios de régimen al mismo tiempo que la variación de precios para valorar la relación entre inflación e incertidumbre en distintos periodos. Encontrando que la relación difiere: (i) entre *shocks* de inflación permanentes y transitorios y; (ii) a través de países.

Por otra parte, para el caso latinoamericano se cuenta con varios trabajos, entre los que se destacan los siguientes. Magendzo (1997), utilizando las metodologías ARIMA y GARCH obtuvo una estimación, no sólo de la media condicional del proceso inflacionario, si no también, de la varianza condicional, la cual se constituye en un *proxy* para la incertidumbre. Una vez obtenida esta variable, y tras enfrentar posibles problemas de quiebre estructural verificó, para el caso chileno, que mayores niveles de inflación fueron acompañados de mayor incertidumbre inflacionaria.

El trabajo de Bello y Gámez (2006), analiza la evolución de la inflación mensual de Nicaragua, mediante un modelo E-GARCH en el periodo de 1974–2006. Evidenciando que, *shocks* de inflación positivos tienen un impacto mayor sobre la incertidumbre inflacionaria que *shocks* negativos de la misma magnitud y que, la incertidumbre inflacionaria tiene una tendencia decreciente. Hallazgos que les permitieron concluir que mantener una inflación baja y estable, debería constituirse en uno de los principales objetivos de la autoridad monetaria.

Lanteri (2002) empleando datos de la Argentina que cubren las últimas tres décadas, analizó los efectos de la incertidumbre de la inflación y del crecimiento económico sobre las tasas promedios de inflación y de crecimiento del producto real. Las estimaciones se realizaron a través de un modelo GARCH-M asimétrico y multivariado y sugieren que, una mayor incertidumbre del crecimiento del producto estaría asociada con un mayor crecimiento, tal como sustentan Okun (1971) y Friedman (1977).

Sólera Ramírez (2002), estima una medida de incertidumbre inflacionaria para el caso de Costa Rica, en el periodo 1954-2002, mediante un GARCH. Demuestra que, mientras mayor es la inflación mayor es la incertidumbre respecto a esta variable. Además, identifica un efecto asimétrico de la inflación sobre la incertidumbre inflacionaria. Es decir, la incertidumbre inflacionaria tiende a incrementarse más para el siguiente periodo cuando la inflación pronosticada está por debajo de la inflación actual, que cuando está por arriba de la tasa observada de inflación.

Estos resultados tienen una clara implicación de política monetaria: Para minimizar la distorsión que la inflación causa en la toma de decisiones de los agentes, es necesario mantener un nivel bajo y estable de inflación.

## **4.2. PLANTEAMIENTO DEL MODELO ECONOMETRICO**

Antes de comenzar la construcción del modelo econométrico se realiza un análisis de las propiedades de las series y a continuación se plantea la construcción de los modelos de volatilidad de inflación.

### **4.2.1 Propiedades Estadísticas de la Serie de Inflación<sup>46</sup>**

Antes de comenzar la construcción del modelo econométrico se realiza un análisis estadístico de las series de los modelos. Para el análisis correspondiente se calcula entre otros: la varianza, el insesgamiento (*skewness*), la kurtosis y el estadístico Jarque-Bera.

---

<sup>46</sup> El Anexo I presenta una breve descripción de las características de las series de tiempo. Adicionalmente, se presenta la descripción de gran parte de los test utilizados.

La variable de estudio es la variación mensual del IPC, medida como el diferencial del logaritmo. Esta medida, además de ser una medida natural de la tasa de inflación, al estar en logaritmos, comprime parcialmente la varianza de la serie.

El cuadro (4.1) muestra los mencionados estadísticos para cada subperíodo. Ninguna de las series está distribuida normalmente como lo indica el estadístico Jarque-Bera. Sin embargo, a medida que nos movemos del primer al tercer subperíodo, y dentro de este último, vemos que este estadístico cae significativamente. Similar comportamiento, se observa en casi todos los estadísticos presentados. La no normalidad de las muestras obedece principalmente a los fuertes choques que ha sufrido la tasa de inflación, hecho evidente en los periodos 1937-1958 y 1959-1987.

**CUADRO 4.1**  
**Propiedades Estadísticas de la Inflación**

Estadísticos	Muestra Completa	1er. Subperíodo	2do. Subperíodo	3er. Subperíodo		
	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Media	2,95	2,80	4,74	0,69	1,06	0,42
Mediana	0,72	1,57	0,76	0,52	0,76	0,37
Máximo	182,77	71,59	182,77	5,83	5,83	3,05
Mínimo	-9,69	-9,69	-5,59	-2,55	-0,37	-2,55
Desv. Estándar	10,18	6,26	14,90	0,90	1,05	0,66
Sesgo	9,29	6,12	6,73	1,72	1,84	0,35
Kurtosis	129,75	60,65	66,18	9,57	7,42	7,62
Jarque-Bera	592,129	38,065	60,336	583	147	133
N° de Obs.	866	263	347	254	107	146

Fuente: Elaboración propia

Estas características se deben, en el primer subperíodo, a la alta inflación de los cincuentas, cuando la variación mensual alcanzó un máximo de 72%. En el caso del segundo subperíodo la hiperinflación derivó en que se alcance una máxima inflación mensual de 182%.

Para el tercer subperíodo, la inflación fue más moderada con un máximo de 6% en la época de la desinflación que experimentó Bolivia a finales de los ochentas. De 1997 a 2009 la tasa de inflación fue mucho menor, con un máximo de 3%, aunque la media mensual fue de sólo 0,4%, sustancialmente menor a la de cualquier período previo. Por

lo tanto, las menores variaciones de precios que se tradujeron en una media, desviación estándar e incesgamiento menores a 1%, redujeron considerablemente el valor del Jarque-Bera.

#### **- Análisis de estacionariedad**

El siguiente paso consiste en el análisis de la estacionariedad de las series. Si estas no son estacionarias, las estimaciones no serán consistentes pudiéndose caer en el problema de regresión espuria. Se presentan a continuación, dos Tests de Estacionariedad: la Prueba de “Dickey-Fuller Aumentada DFA” y el Contraste de “Phillips-Perron PP”<sup>47</sup>.

En el test “DFA” es importante la determinación del número de rezagos. Para determinarlo, se parte de un tamaño considerable de rezagos y se disminuye gradualmente este número, hasta encontrar rezagos estadísticamente significativos.<sup>48</sup> Adicionalmente, se verifica la normalidad de los errores utilizando un histograma y las funciones de autocorrelación simple y parcial.

Por otro lado, la inclusión o no inclusión de componentes determinísticos, (constante y/o tendencia) altera los valores críticos del test “DFA”. Para determinar cual de ellos incluir, se siguen las sugerencias de Hamilton (1994)<sup>49</sup> que consiste en determinar si las series poseen evidencia de seguir una tendencia. Si así acontece, se debe correr la prueba incluyendo constante y tendencia.

El test de “DFA” toma en cuenta la posibilidad de que el proceso generador de los datos sea autorregresivo con errores ruido blanco. No se encontró evidencia de autocorrelación en los residuos. Sin embargo, debido a la alta volatilidad de la serie de

---

<sup>47</sup> Ambos contrastan la hipótesis nula de existencia de Raíz Unitaria (no estacionariedad).

<sup>48</sup> Fue realizado, analizando los estadísticos t. Para corroborar se utilizó un test F, que verifica la significancia estadística por bloques de los rezagos excluidos. Si las variables no eran significativas (bajo estos dos criterios), se procedió a disminuir el número de rezagos hasta encontrar rezagos significativos.

<sup>49</sup> Citado en Enders (2004).

inflación, se optó por estimar también el test de “Phillips-Perron” (PP) que considera la existencia de autocorrelación y heterocedasticidad a la vez

El cuadro (5.2) permite apreciar que para cada subperíodo no se encontró evidencia de raíz unitaria al 1% y 5% de significancia.

**CUADRO 4.2**  
**Análisis de Estacionariedad: Pruebas ADF y PP**

Valor Crítico	1937-2009		1937-1958		1959-1987		1988-2009		1988-1996		1997-2009	
	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP
	<b>-4.70</b>	<b>-17.13</b>	<b>-11.34</b>	<b>-11.65</b>	<b>-3.34</b>	<b>** -8.44</b>	<b>-10.76</b>	<b>-11.17</b>	<b>-7.35</b>	<b>-7.45</b>	<b>-9.54</b>	<b>-9.51</b>
1%	-3.44	-3.44	-3.46	-3.46	-3.45	-3.45	-3.46	-3.46	-3.49	-3.49	-3.48	-3.48
5%	-2.86	-2.86	-2.87	-2.87	-2.87	-2.87	-2.87	-2.87	-2.89	-2.89	-2.88	-2.88
10%	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-2.58	-2.58	-2.58	-2.58

**Nota:** \*\* Significativo al 5%

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, debido a la fuerte distorsión que podrían generar la alta inflación de los años sesenta y la hiperinflación de los ochenta, se corrió una prueba de raíz unitaria con quiebre estructural.

Debido a que cada uno de estos acontecimientos ocurrió por un período de tiempo determinado y luego se revirtió, volviendo a sus niveles promedio, esta prueba fue realizada con una *dummy* de impulso, vale decir, una variable ficticia que toma el valor de uno en el periodo de elevada inflación y cero en otro caso. Esta prueba fue propuesta por Saikkonen and Lütkepohl (2002), los valores críticos del test fueron tabulados por Lanne (2002)<sup>50</sup>. El cuadro 4.3 muestra que las series continúan siendo estacionarias al 1% a pesar de los abruptos sucesos inflacionarios.

**CUADRO 4.3**  
**Análisis de Estacionariedad con quiebre estructural**

Valor Crítico	1937-2009	1937-1958	1959-1987
		<b>-12,18</b>	<b>-13,07</b>
1%	-3,48	-3,48	-3,48
5%	-2,88	-2,88	-2,88
10%	-2,58	-2,58	-2,58

**Fuente:** Elaboración propia

<sup>50</sup> Citado en el Manual del Software J-Multi, disponible gratuitamente en Internet.

#### 4.2.2. Estimación del Modelo para la media condicional

El primer paso en la construcción de los modelos de volatilidad consiste en estimar un modelo ARMA de cada subperíodo y probar en éste la presencia de términos ARCH en los residuos. La estructura básica para cada modelo se presenta en el Cuadro 4.4.

**Cuadro 4.4**  
**Ecuaciones para la Media Condicional de la Inflación (ARIMA)**

**I. Modelo Completo (1937 - 2009)**

$$\pi = \alpha_0 + \alpha_1 d56 + \alpha_2 d70 + \alpha_3 d85 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

**II. Primer Subperíodo (1937 - 1958)**

$$\pi = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta^+ d56 + \alpha_2 \Delta^- d56 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

**III. Segundo Subperíodo (1959 - 1987)**

$$\pi = \alpha_0 + \alpha_1 d70 + \alpha_2 d85 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

**IV. Tercer Subperíodo (1988 - 2009)**

$$\pi = \alpha_0 + \alpha_1 d\Delta^- \pi + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

**V. Tercer Subperíodo: Modelo (1988 - 1995)**

$$\pi = \alpha_0 + \alpha_1 d\Delta^- \pi + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

**VI. Tercer Subperíodo: Modelo (1996 - 2009)**

$$\pi = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

**Fuente:** Elaboración propia

Donde  $\pi$  es el diferencial del logaritmo del IPC;  $\beta_i$  y  $\delta_i$  son los parámetros que acompañan a los términos autorregresivos (AR) y de medias móviles (MA);  $\alpha_0$  es la constante y  $\varepsilon_t$  son los términos de error aleatorios. En algunos casos fue necesario incluir variables ficticias estacionales.

Las variables  $d56$ ,  $d70$  y  $d85$  son variables *Dummy* que aíslan los efectos de la alta inflación de finales de los 50, los shocks petroleros de los 70 y la hiperinflación de mediados de los 80, respectivamente. En el caso del modelo del subperíodo 1937-1958 se incluyeron dos variables *dummy* para captar los efectos de la elevada inflación de los 50s:  $d\Delta^+56$  que capta los efectos del incremento en el nivel de precios y  $d\Delta^-56$  cuyo objeto es aislar la fuerte desinflación posterior al shock inflacionario, que incluso implicó varios meses de fuerte inflación negativa (llegando a registrar variaciones mensuales de hasta -10%). Por su parte, la variable  $d\Delta^-85$  es también variables *dummy* para captar: el periodo de desinflación posterior a la hiperinflación de 1985.

Para la estimación de los modelos ARIMA se tomó en cuenta cuatro criterios: i) la determinación de los términos AR y MA óptimos; ii) la existencia de tendencia pudiendo ser esta lineal o no lineal; iii) la introducción de *dummy* para aislar determinados acontecimientos que afectaron de manera importante a la serie de inflación, tales como la inflación de los años cincuenta, setenta y ochenta y; iv) la presencia de estacionalidad, para lo que se incluyó términos ARMA estacionales (SAR o SMA)<sup>51</sup>. La inclusión de cada variable se la hizo buscando que los modelos sean lo más parsimoniosos posible, para ello se utilizaron los criterios de Akaike y Schwarz, que penalizan la inclusión de variables si no aportan significativamente.

En el Anexo II Cuadro II.1 se presentan las estimaciones de los modelos ARMA para cada subperíodo. Si bien los modelos parecen tener un buen ajuste, existe la sospecha de existencia de volatilidad en los errores (términos ARCH). Para probar esto se estima el test ARCH-LM. El cuadro 4.5 presenta las probabilidades de la prueba para distintos rezagos (1, 3, 6, 9 y 12), si dicha probabilidad es mayor a 0,05 se rechaza la existencia de términos ARCH. Como puede apreciarse, los errores de todos los subperiodos presentan evidencia de volatilidad, incluso en varios rezagos. Por tanto, la especificación ARMA no es adecuada.

---

<sup>51</sup> Box y Jenkins (1976) recomiendan la posible inclusión de términos autorregresivos estacionales (SAR) y/o variables de medias móviles estacionales (SMA) para datos trimestrales o mensuales cuando estos presentan movimientos estacionales sistemáticos.

**Cuadro 4.5****Prueba de Volatilidad en los Errores de Regresión ARIMA: ARCH-LM**

Estadístico	Rezagos	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Estadístico F	1	0,00	0,01	0,00	0,29	0,08	0,62
Obs*R2	1	0,00	0,01	0,00	0,28	0,08	0,62
Estadístico F	3	0,00	0,01	0,42	0,03	0,02	0,91
Obs*R2	3	0,00	0,02	0,42	0,03	0,02	0,91
Estadístico F	6	0,00	0,06	0,75	0,75	0,08	0,05
Obs*R2	6	0,00	0,06	0,75	0,75	0,08	0,06
Estadístico F	9	0,00	0,13	0,00	0,03	0,33	0,02
Obs*R2	9	0,00	0,13	0,00	0,03	0,32	0,02
Estadístico F	12	0,00	0,22	0,00	0,43	0,60	0,18
Obs*R2	12	0,00	0,22	0,00	0,42	0,57	0,18

Fuente: Elaboración propia

**4.2.3. Estimación del Modelo de Volatilidad Simétrica**

Debido a la presencia de volatilidad se debe especificar algún tipo de estructura a los errores que permitan modelarla. En esta parte comenzaremos probando estimar la volatilidad utilizando modelos simétricos. En este sentido serán puestos a prueba dos metodologías los modelos GARCH y los IGARCH. La ecuación de la media condicional adoptará la misma estructura básica presentada en el Cuadro 4.4. La media condicional será estimada de la forma presentada en el Cuadro 4.6.

**Cuadro 4.6****Ecuaciones de la Varianza Condicional****Modelo GARCH(1,1)**

$$h_t = \omega_0 + \lambda_1 h_{t-1} + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2$$

**Modelo IGARCH(1,1)**

$$h_t = \omega_0 + \lambda_1 h_{t-1} + (1 + \gamma_1) \varepsilon_{t-1}^2$$

Fuente: Elaboración propia

Como se vio en el Capítulo II el modelo de volatilidad base es el GARCH. En este sentido, el siguiente paso consiste en estimar un modelo GARCH(1,1) en base a la estructura ARMA previamente detallada.

En el Cuadro II.2 del Anexo II, se presentan las estimaciones para cada uno de los subperiodos, como se puede apreciar los términos ARCH y GARCH de la ecuación de la varianza condicional son significativos. También presentan un mejor ajuste que los ARMA. Es importante destacar que los modelos GARCH(1,1) son no lineales y se estiman por el método de máxima verosimilitud. Por lo que, el tradicional coeficiente de ajuste  $R^2$  deja de ser relevante. En este caso el indicador relevante es el logaritmo de verosimilitud, cuando comparamos dos modelos el mejor es aquel cuyo logaritmo de verosimilitud es más elevado.

Si bien con este modelo se logró eliminar la presencia de términos ARCH en los residuos (Cuadro 4.7) persiste un elevado nivel de autocorrelación. Además, estos modelos restringen a los parámetros que acompañan a los términos ARCH y GARCH a ser no negativos y como puede apreciarse en el Cuadro II.2 del Anexo II algunos de los modelos presentan términos negativos.

**Cuadro 4.7**  
**Prueba de Volatilidad en los Errores de Regresión**  
**del GARCH(1,1): ARCH-LM**

	Rezagos	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Estadístico F	1	0,94	0,89	0,85	0,51	0,82	0,71
Obs*R2	1	0,94	0,89	0,85	0,51	0,81	0,70
Estadístico F	3	0,99	0,88	0,08	0,08	0,06	0,91
Obs*R2	3	0,99	0,88	0,08	0,08	0,06	0,91
Estadístico F	6	0,99	0,29	0,22	0,22	0,06	0,79
Obs*R2	6	0,99	0,29	0,22	0,22	0,06	0,78

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, debido a que la suma de los coeficientes ARCH y GARCH son cercanos a uno (ver Cuadro II.2 del Anexo II) en la mayoría de los modelos (Cuadro 4.8) se estimó un modelo de volatilidad IGARCH.

**Cuadro 4.8**  
**Suma de los coeficientes GARCH y ARCH**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
ARCH	0,65	1,03	2,44	0,36	0,39	0,39
GARCH	0,46	0,27	0,00	0,55	0,59	0,66
SUMA	1,1	1,3	2,4	0,9	1,0	1,0

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de este modelo se presentan en el Cuadro II.3 del Anexo II, como se puede apreciar el término IGARCH (1,1) es significativo en todos los casos, indicando una fuerte persistencia de los choques inflacionarios en la volatilidad de la inflación. Sin embargo, estos modelos no lograron captar toda la volatilidad de la serie, ya que en algunos casos no se puede rechazar la existencia de términos ARCH en los residuos (Cuadro 4.9) aunque mejoró la autocorrelación con respecto al modelo GARCH (1,1).

**Cuadro 4.9**  
**Prueba de Volatilidad en los Errores de Regresión**  
**del IGARCH(1,1): ARCH-LM**

	Rezagos	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Estadístico F	1	0,01	0,28	0,48	0,80	0,07	0,70
Obs*R2	1	0,01	0,27	0,48	0,80	0,07	0,69
Estadístico F	3	0,01	0,28	0,13	0,13	0,25	0,78
Obs*R2	3	0,01	0,28	0,13	0,13	0,24	0,78
Estadístico F	6	0,06	0,62	0,35	0,35	0,48	0,72
Obs*R2	6	0,06	0,61	0,35	0,35	0,46	0,71

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, tanto el GARCH (1,1) como el IGARCH (1,1) planteados no pasaron la prueba de efectos de nivel o asimetría en la mayor parte de los casos (Cuadro 4.10).

**Cuadro 4.10**  
**Prueba Engle-Ng de Efectos de Nivel: GARCH(1,1) e IGARCH(1,1)**

GARCH						
	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
D <sup>2</sup>	-1,503	-0,979	-1,336	-0,410	-1,021	-0,375
	(-3.00)	(-3.06)	(-2.88)	(-1.60)	(-2.62)	(-2.62)

IGARCH						
	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
D <sup>2</sup>	-1,574	-1,079	-1,130	-0,428	-0,763	-0,128
	(-3.25)	(-0.83)	(-2.57)	(-1.69)	(-1.82)	(-1.82)

Nota: Los valores entre paréntesis son los estadísticos t. Valor Crítico 1,96

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Estimación del Modelo de Volatilidad Asimétrica

Dado que los coeficientes de la prueba Engle-Ng son negativos, implica que los *shocks* negativos sobre la inflación están asociados con elevados valores en la varianza. Por tanto, existe evidencia que justifica la estimación de un modelo TARARCH o EGARCH.

El Cuadro II.4 del Anexo II presenta los resultados de la estimación del modelo TARCH (1,1). Como se puede apreciar los términos TARCH  $(\lambda_1 d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2)$  son significativos en cada modelo. Adicionalmente, los logaritmos de verisimilitud son, en la mayor parte, más elevados que en los modelos GARCH (1,1) e IGARCH (1,1). Del mismo modo, este modelo no presenta términos ARCH en los residuos (Cuadro 4.11).

**Cuadro 4.11**  
**Prueba de Volatilidad en los Errores de Regresión**  
**del TARCH(1,1): ARCH-LM**

	Rezagos	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Estadístico F	1	0,85	0,35	0,54	0,48	0,61	0,83
Obs*R2	1	0,85	0,34	0,53	0,48	0,60	0,83
Estadístico F	3	0,99	0,78	0,29	0,29	0,21	0,69
Obs*R2	3	0,99	0,78	0,29	0,29	0,21	0,68
Estadístico F	6	0,99	0,61	0,59	0,59	0,46	0,67
Obs*R2	6	0,99	0,61	0,58	0,58	0,44	0,66

**Fuente:** Elaboración propia

Sin embargo, en los modelos de los subperiodos 1937-1958 y 1988-2009 el término GARCH es negativo. Como fue mencionado en la Capítulo II, los modelos de volatilidad imponen la restricción de no negatividad en los términos ARCH y GARCH. Para subsanar este hecho los modelos EGARCH no tienen la restricción de no negatividad y a su vez permiten la presencia de efectos asimétricos.

El Cuadro II.5 del Anexo II, presenta la estimación del modelo EGARCH (1,1) para cada subperíodo. Los logaritmos de verisimilitud son más elevados hasta el momento y no muestran signos de autocorrelación ni de términos ARCH (Cuadro 4.12). Aspectos que los validan como adecuados para demostrar la primera parte de la hipótesis: *“Los periodos de elevada inflación en Bolivia, aumentaron la incertidumbre inflacionaria”*.

Sin embargo, no permiten probar la segunda parte de la hipótesis *“y ésta (la volatilidad de la inflación) a su vez, retroalimentó la inflación”*. Para demostrar este segundo aspecto se introducirá la varianza condicional en la ecuación de la media generando un modelo EGARCH-M. Si el coeficiente que acompaña a dicha varianza condicional es

positivo y significativo, entonces se podrá concluir que la mayor incertidumbre (volatilidad) influye de manera positiva en los precios.

**Cuadro 4.12**  
**Prueba de Volatilidad en los Errores de Regresión**  
**del EGARCH(1,1): ARCH-LM**

	Rezagos	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Estadístico F	1	0,88	0,53	0,65	0,48	0,94	0,63
Obs*R2	1	0,88	0,52	0,65	0,48	0,94	0,63
Estadístico F	3	0,99	0,92	0,29	0,29	0,80	0,77
Obs*R2	3	0,99	0,92	0,29	0,29	0,79	0,76
Estadístico F	6	0,99	0,15	0,59	0,59	0,92	0,73
Obs*R2	6	0,99	0,15	0,58	0,58	0,92	0,72

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 4.13 y Cuadro II.7 del Anexo II muestran las estimaciones del modelo EGARCH-M(1,1) para cada subperíodo.<sup>52</sup> Todas las variables son estadísticamente significativas. La estructura ARMA en cada uno de los modelos permitió captar la dinámica de la inflación, ya que los errores resultantes no presentaron signos de heterocedasticidad ni autocorrelación. La mayor parte de los modelos no siguen un patrón ARMA uniforme, es decir, en muchos casos fue necesario colocar términos AR y MA separados por intervalos de tiempo irregulares. Al ser los modelos *a-teóricos* su representación ARMA no tiene porque seguir un patrón regular, más aun en el caso de la inflación en Bolivia que estuvo sujeta a fuertes *shocks* que dificultan su modelado.

Con relación las variables *Dummy* para captar los procesos inflacionarios en los distintos subperíodos, todas resultaron estadísticamente significativas y con los signos esperados, lo que demuestra la importancia que tuvieron estos hechos en la evolución de la inflación. En el caso del periodo 1937-1958 se incluyó además de la *dummy* ( $d56\Delta^+$ ) de la inflación del 56 una variable ( $d56\Delta^-$ ) dicotómica para capturar la fuerte deflación experimentada inmediatamente después del choque, cuando en algunos meses se registraron tasas mensuales negativas cercanas al 10%.

<sup>52</sup> La significancia de los coeficientes pueden apreciarse en el Cuadro II.7 del Anexo.

**Cuadro 4.13**  
**Resultados de los Modelos EGARCH-M(1,1)**

<b>I. Modelo Completo (1937-2009)</b>	
<b>Media condicional</b>	$\pi_t = 0.02 + 0.001Vol_t + 0.33\pi_{t-1} - 0.18\pi_{t-2} - 0.77\pi_{t-3} + 0.08\pi_{t-6} - 0.13\pi_{t-12} + 0.09\varepsilon_{t-2} + 0.78\varepsilon_{t-3} + 0.38\varepsilon_{t-4} + 0.09\varepsilon_{t-7} + 0.142\varepsilon_{t-9} + 0.18\varepsilon_{t-12} + 0.12d56 + 0.22d70 + 0.14d85 + \varepsilon_t$
<b>Varianza condicional</b>	$h_t = -0.59 + 0.49 ARCH_{t-1} + 0.12 EGARCH_{t-1} + 0.97 GARCH_{t-1}$
<b>II. Modelo periodo (1937-1958)</b>	
<b>Media condicional</b>	$\pi_t = 0.78 + 0.008Vol_t + 0.65\pi_{t-9} - 0.15\pi_{t-12} + 0.75\varepsilon_{t-9} + 0.14\varepsilon_{t-10} + 0.13d56\Delta^+ - 0.06d56\Delta^- + \varepsilon_t$
<b>Varianza condicional</b>	$h_t = -0.53 + 0.24 ARCH_{t-1} + 0.13 EGARCH_{t-1} + 0.95 GARCH_{t-1}$
<b>III. Modelo periodo (1959-1987)</b>	
<b>Media condicional</b>	$\pi_t = 0.02 + 0.001Vol_t - 0.81\pi_{t-1} + 0.16\pi_{t-2} - 0.66\pi_{t-3} - 0.95\pi_{t-4} - 0.38\pi_{t-5} + 0.12\pi_{t-11} + 0.09\varepsilon_{t-2} + 0.56\varepsilon_{t-3} + 0.94\varepsilon_{t-4} + 0.55\varepsilon_{t-5} + 0.07\varepsilon_{t-8} + 0.11\varepsilon_{t-12} + 0.11d70 + 0.11d85 + 0.01S_6 - 0.01S_{12} + \varepsilon_t$
<b>Varianza condicional</b>	$h_t = -1.69 + 1.45 ARCH_{t-1} + 0.34 EGARCH_{t-1} + 0.92 GARCH_{t-1}$
<b>IV. Modelo periodo (1988-2009)</b>	
<b>Media condicional</b>	$\pi_t = 0.02 + 0.001Vol_t - 0.13\pi_{t-2} + 0.04\pi_{t-6} + 0.10\pi_{t-9} - 0.68\pi_{t-12} + 0.04\varepsilon_{t-1} + 0.14\varepsilon_{t-2} + 0.80\varepsilon_{t-12} + 0.01d88 - 0.002S_9 + \varepsilon_t$
<b>Varianza condicional</b>	$h_t = -3.33 - 0.42 ARCH_{t-1} + 0.71 EGARCH_{t-1} + 0.66 GARCH_{t-1}$
<b>V. Modelo periodo (1988-1996)</b>	
<b>Media condicional</b>	$\pi_t = 0.01 + 0.001Vol_t + 0.32\pi_{t-1} + 0.30\pi_{t-10} - 0.33\pi_{t-12} - 0.46\varepsilon_{t-10} + 0.38\varepsilon_{t-12} + 0.02d88 + 0.004S_1 - 0.001S_4 + 0.004S_7 + 0.003S_{11} + \varepsilon_t$
<b>Varianza condicional</b>	$h_t = -6.23 - 1.12 ARCH_{t-1} + 1.83 EGARCH_{t-1} + 0.36 GARCH_{t-1}$
<b>VI. Modelo periodo (1997-2009)</b>	
<b>Media condicional</b>	$\pi_t = 0.03 + 0.002Vol_t + 0.74\pi_{t-1} - 0.60\pi_{t-2} - 0.17\pi_{t-6} + 0.04\pi_{t-9} - 0.80\varepsilon_{t-1} + 0.65\varepsilon_{t-2} - 0.01\varepsilon_{t-4} + 0.22\varepsilon_{t-6} - 0.004S_3 - 0.003S_4 + \varepsilon_t$
<b>Varianza condicional</b>	$h_t = -3.88 + 0.37 ARCH_{t-1} + 0.85 EGARCH_{t-1} + 0.67 GARCH_{t-1}$

Fuente: Elaboración propia

Los coeficientes que acompañan a la variable de volatilidad en la ecuación de la media condicional (medida como el logaritmo del término GARCH) son positivos y estadísticamente significativos. Aspecto que implica que cuando la incertidumbre inflacionaria (volatilidad) aumenta tiene un efecto directo sobre la tasa de inflación, quedando demostrada la hipótesis de investigación.

Con relación a las ecuaciones de la varianza condicional todos los coeficientes resultaron estadísticamente significativos y con los signos esperados, a excepción del término ARCH del modelo 1988-2009 y del primer subperíodo al interior de este (1988-1996). Aspecto que se explica por la fase de desinflación que continuó desde finales del 85 hasta los primeros años de los 90.

Por su parte, los términos EGARCH resultaron todos positivos, mostrando la importancia de la asimetría que presentan los choques inflacionarios positivos respecto a los negativos, teniendo los primeros mayores efectos sobre la volatilidad de la variación de precios.

Finalmente, los parámetros que acompañan a los términos GARCH también resultaron positivos, implicando que el patrón de la volatilidad condicionada presenta una estructura de medias móviles.

El modelo EGARCH-M presenta en cada subperíodo los mayores logaritmos de verosimilitud y un buen nivel de ajuste aun en los periodos de alta inflación (1956) e hiperinflación (1985), como se puede apreciar en el Gráfico II.1 del Anexo II. Además, los residuos no presentan términos ARCH adicionales.

El Cuadro 4.14 detalla las probabilidades de la prueba ARCH-LM, considerando una cantidad de rezagos que va desde uno hasta doce meses, en ninguno de los casos se acepta la hipótesis nula de existencia de mayor volatilidad en los residuos

**Cuadro 4.14**  
**Prueba de Volatilidad en los Errores de Regresión**  
**del EGARCH-M(1,1): ARCH-LM**

	Rezagos	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
Estadístico F	1	0,87	0,13	0,93	0,38	0,45	0,46
Obs*R2	1	0,87	0,13	0,93	0,38	0,44	0,46
Estadístico F	3	0,97	0,26	0,53	0,52	0,20	0,23
Obs*R2	3	0,97	0,25	0,53	0,51	0,20	0,22
Estadístico F	6	0,99	0,46	0,32	0,86	0,48	0,58
Obs*R2	6	0,99	0,45	0,31	0,85	0,46	0,56
Estadístico F	9	0,99	0,70	0,67	0,91	0,50	0,49
Obs*R2	9	0,99	0,69	0,66	0,90	0,47	0,47
Estadístico F	12	0,99	0,44	0,17	0,95	0,54	0,87
Obs*R2	12	0,99	0,44	0,17	0,95	0,51	0,85

Fuente: Elaboración propia

Este modelo tampoco muestran evidencia de autocorrelación en los residuos ya que los estadísticos  $Q$  de Ljung-Box presentan valores pequeños que no son significativos en los niveles convencionales (Cuadro 4.15). Este hecho se puede comprobar al observar, que en ningún caso, el comportamiento de los residuos sobrepasa las bandas de confianza.

**Cuadro 4.15**  
**Prueba de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial de los Errores de Regresión**  
**del EGARCH-M(1,1)**

Muestra Completa (1937-2009)					Primer Subperiodo (1937-1958)					Segundo Subperiodo (1959-1987)							
Autocorrelación	Autocorrelación Parcial	R.	AC	ACP	Est-Q	Autocorrelación	Autocorrelación Parcial	R.	AC	ACP	Est-Q	Autocorrelación	Autocorrelación Parcial	R.	AC	ACP	Est-Q
		1	-0.03	-0.03	0.74			1	0.13	0.13	2.14			1	0.07	0.07	1.53
		2	-0.05	-0.05	2.48			2	0.04	0.03	2.38			2	-0.02	-0.02	1.63
		3	-0.03	-0.03	3.18			3	-0.08	-0.09	3.30			3	0.03	0.03	1.97
		4	0.04	0.04	4.66			4	0.03	0.05	3.41			4	-0.05	-0.06	2.84
		5	0.00	0.00	4.67			5	0.05	0.05	3.78			5	-0.05	-0.04	3.62
		6	0.00	0.01	4.88			6	0.19	0.17	9.05			6	0.05	0.06	4.62
		7	-0.06	-0.05	7.37			7	0.10	0.06	10.55			7	-0.07	-0.07	6.17
		8	-0.04	-0.04	8.59			8	0.10	0.08	12.10			8	-0.05	-0.03	6.90
		9	0.05	0.04	10.33			9	-0.07	-0.07	12.80			9	0.05	0.05	7.83
		10	-0.02	-0.03	10.75			10	-0.07	-0.06	13.48			10	-0.03	-0.03	8.13
		11	0.01	0.01	10.80			11	-0.04	-0.03	13.74			11	-0.05	-0.04	8.84
		12	0.00	0.00	10.82			12	0.09	0.05	14.84			12	0.10	0.09	12.50
Tercer Subperiodo (1988-2009)					Tercer Subperiodo (1988-1996)					Tercer Subperiodo (1997-2009)							
Autocorrelación	Autocorrelación Parcial	R.	AC	ACP	Est-Q	Autocorrelación	Autocorrelación Parcial	R.	AC	ACP	Est-Q	Autocorrelación	Autocorrelación Parcial	R.	AC	ACP	Est-Q
		1	0.09	0.09	2.02			1	-0.08	-0.08	0.63			1	0.05	0.05	0.37
		2	0.09	0.08	4.06			2	-0.08	-0.08	1.20			2	-0.13	-0.13	2.51
		3	0.06	0.05	5.08			3	-0.04	-0.05	1.32			3	-0.07	-0.05	3.09
		4	0.02	0.00	5.16			4	0.00	-0.02	1.32			4	0.03	0.03	3.25
		5	0.04	0.03	5.51			5	0.00	-0.01	1.32			5	0.16	0.14	6.63
		6	0.03	0.02	5.70			6	-0.01	-0.02	1.34			6	0.02	0.01	6.70
		7	0.07	0.06	7.01			7	-0.01	-0.01	1.34			7	0.07	0.11	7.34
		8	-0.09	-0.11	9.14			8	-0.01	-0.02	1.35			8	0.01	0.03	7.37
		9	-0.03	-0.02	9.30			9	-0.02	-0.02	1.38			9	-0.06	-0.05	7.95
		10	0.04	0.06	9.78			10	0.05	0.05	1.70			10	-0.03	-0.04	8.06
		11	0.00	0.00	9.78			11	-0.02	-0.01	1.73			11	0.03	0.01	8.22
		12	-0.08	-0.09	11.24			12	-0.02	-0.01	1.76			12	-0.04	-0.09	8.48

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, los errores de regresión se aproximan a una distribución normal, aunque con una fuerte Kurtosis que estaría sesgando el valor del estadístico de Jarque-Bera (Gráfico 4.1), en algunos casos, con excepción de los modelos para los subperiodos 1988-1996 y

1997-2009. Vale la pena recordar, que el estadístico Jarque Bera utiliza, para probar la normalidad de una serie, el sesgo y la kurtosis.

**Gráfico 4.1**  
**Prueba de Normalidad a los Errores de Regresión del EGARCH-M(1,1)**

Muestra Completa (1937-2009)		Primer Subperíodo (1937-1958)		Segundo Subperíodo (1959-1987)	
Estadístico		Estadístico		Estadístico	
Media	0.22	Media	0.34	Media	0.13
Mediana	0.11	Mediana	0.21	Mediana	0.03
Desv. Estándar	0.97	Desv. Estándar	0.82	Desv. Estándar	0.99
Sesgo	1.20	Sesgo	0.77	Sesgo	0.17
Kurtosis	7.87	Kurtosis	4.45	Kurtosis	4.45
Jarque-Bera	1048	Jarque-Bera	47	Jarque-Bera	31

Tercer Subperíodo (1988-2009)		Tercer Subperíodo: (1988-1996)		Tercer Subperíodo (1997-2009)	
Estadístico		Estadístico		Estadístico	
Media	0.22	Media	0.07	Media	0.10
Mediana	0.17	Mediana	0.13	Mediana	0.10
Desv. Estándar	0.77	Desv. Estándar	0.92	Desv. Estándar	0.86
Sesgo	0.24	Sesgo	0.37	Sesgo	0.20
Kurtosis	5.35	Kurtosis	3.82	Kurtosis	3.89
Jarque-Bera	59	Jarque-Bera	4.90	Jarque-Bera	5.60

**Fuente:** Elaboración propia

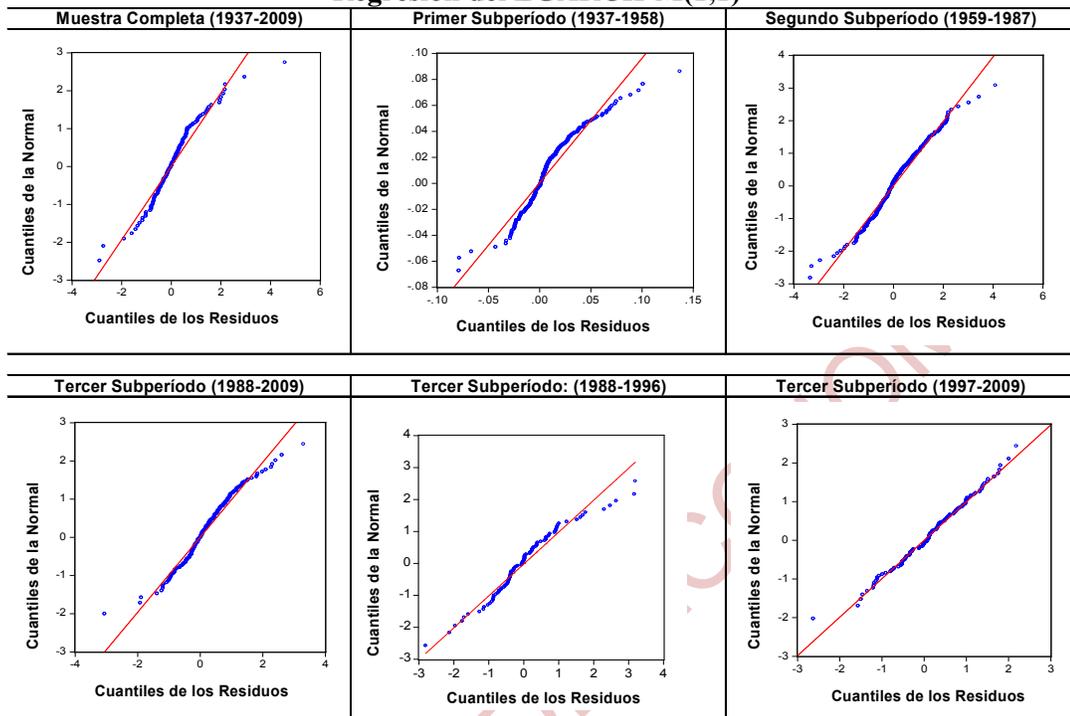
Una inspección más detallada de la estructura de los errores permite apreciar que la aparente no normalidad, en algunos de los casos, se explica principalmente por la presencia de valores atípicos en la muestra, relacionados a elevadas tasas de inflación tanto positivas como negativas.

Las figuras "Quintil Quintil"  $QQ^{53}$  presentadas en el Gráfico 4.2 permiten apreciar la presencia de valores atípicos positivos, relacionados con los choques inflacionarios en cada subperíodo, en particular en las submuestras que incluyen los períodos de elevada inflación (1956 y 1985).

Se puede apreciar también fuertes valores atípicos negativos, correspondientes al período de fuerte desinflación como en el caso de los meses posteriores a la elevada inflación de los 50 y la abrupta desinflación de la post hiperinflación.

<sup>53</sup> Los gráficos QQ comparan la distribución de la serie frente a una distribución teórica, en este caso frente a la normal, si la distribución de la serie es igual a la teórica entonces el gráfico resultante debería coincidir con una recta de 45 grados.

**Gráfico 4.2**  
**Prueba de Normalidad QQ a los Errores de**  
**Regresión del EGARCH-M(1,1)**



Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Principales Resultados

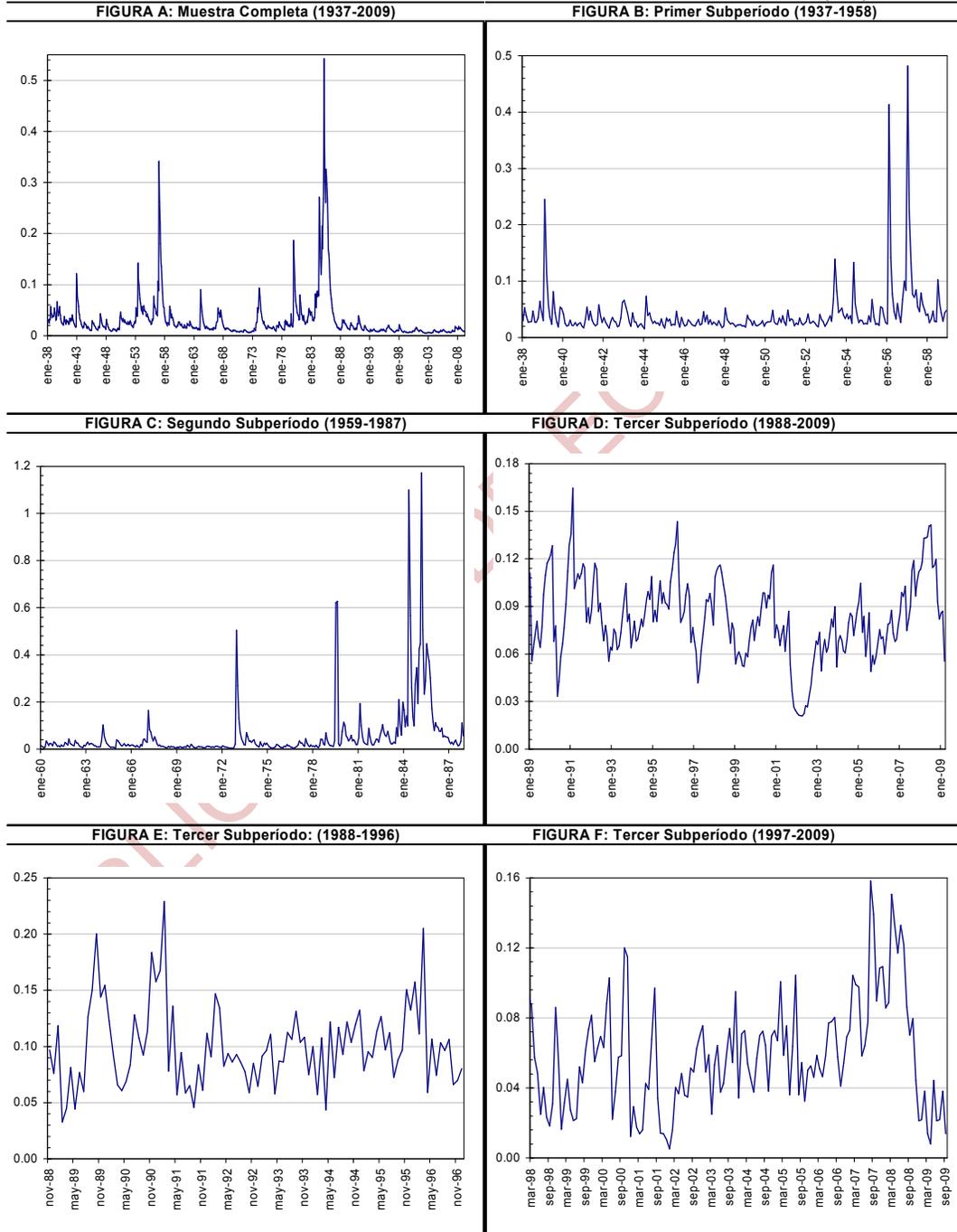
A partir de la estimación del modelo EGARCH-M (1,1) para cada subperíodo, podemos proceder a estimar incertidumbre inflacionaria, modelada a través de la desviación estándar condicional. Los resultados de esta estimación se presentan en el Gráfico 4.3, del que se puede destacar lo siguiente:

- **Figura A (1937-2009).**- Expone la muestra completa, en el se puede observar los incrementos de la volatilidad, sobre todo en los periodos de elevada inflación de los cincuenta y la hiperinflación de los ochenta.
- **Figura B (1937-1958).**- Se destacan dos periodos de elevada incertidumbre inflacionaria. El primero relacionado con los efectos de la gran depresión que afectó la volatilidad hasta finales de los años treinta, y el segundo y mas

relevante la elevada inflación de los años cincuenta por los efectos del financiamiento de la guerra del Chaco.

**Gráfico 4.3**

**Desviación Estándar Condicional de los Modelos EGARCH-M(1,1)**



Fuente: Elaboración propia

- **Figura C (1959-1987).**- Evidencia los efectos de la primera y segunda crisis internacional del petróleo, 1973 y 1979, respectivamente. Hechos que junto a los desequilibrios macroeconómicos de finales de los ochenta derivaron en el proceso hiperinflacionario que se inició en 1984 y se extendió hasta 1985.
- **Figura D (1988-2009).**- Muestra tres periodos de elevada volatilidad. Entre 1987 y 1990, época en la que Bolivia experimento el proceso de desinflación, las tasas de variación de precios se mantuvieron elevadas, repercutiendo en la incertidumbre. En 1995 producto de los incrementos de los precios internacionales de los alimentos y factores climatológicos internos la tasa de inflación alcanzó niveles de dos dígitos. Finalmente, entre 2007 y hasta el tercer trimestre del 2008, la inflación en Bolivia estuvo sujeta a una serie de *shocks* externos (incremento de los precios internacionales de alimentos y combustibles y fuertes apreciaciones de las monedas de los principales socios comerciales) e internos (fenómenos climatológicos adversos, presiones de demanda, especialmente en el consumo privado, y mayores expectativas de inflación y especulación en los mercados), elevaron nuevamente la inflación por encima del 10%, generando, a su vez, incrementos en la incertidumbre inflacionaria.
- **Figura E (1988-1996).**- Se puede apreciar de manera más clara, el aumento de la incertidumbre en la era post inflacionaria, así mismo se aprecia como a partir de los 90, la reducción de la inflación permitió que la volatilidad se mantuviera baja hasta el año 1995.
- **Figura F (1997-2009).**- Este último período deja claro como el logro de tasas de inflación promedio del 4% entre 1996 y finales del 2006 y la independencia del BCB en el año 1996, redujeron la incertidumbre inflacionaria a los niveles históricos más bajos. También se aprecia como la combinación de *shocks* internos y externos de 2007 y 2008 – que llevaron a la inflación por encima de 10%, tras 10 años de haber permanecido por debajo de esta cifra – elevaron la incertidumbre inflacionaria. Finalmente, se evidencia como la abrupta caída de la inflación anual en 2009, ocasionada por la crisis económica internacional, derivó en tasas mensuales negativas en varios meses de ese año, implicando una caída de la incertidumbre inflacionaria.

#### 4.4. Implicaciones de Política

La demostración de la hipótesis permite destacar la importancia del Banco Central en el control y mantenimiento de una tasa de inflación baja y estable. Debido a que los *shocks* sobre la economía elevan la inflación y la incertidumbre inflacionaria y ésta tiene efectos sobre la inflación futura; el rol del Banco Central cobra mayor relevancia. Vale decir, que ante la irrupción de algún choque sobre la inflación (sea este de origen externo o interno), el BCB deberá actuar con firmeza, utilizando todos los instrumentos a su alcance para moderar los efectos de las presiones inflacionarias y evitar que la incertidumbre se traduzca en mayores expectativas de inflación pudiendo generar una espiral inflacionaria.

Se debe destacar que para la efectiva actuación del Banco Central ante un *shock* inflacionario, se requiere contar con un adecuado nivel de reputación y credibilidad, características que la evidencia empírica ha demostrado tienen mayor probabilidad de ocurrencia en aquellas instituciones que han logrado un mayor nivel de independencia del gobierno.

Por ejemplo, después de la promulgación de la Ley No.1670 del Banco Central de Bolivia, en la que se le confiere un mayor grado de independencia de los gobiernos de turno, esta institución logró mantener una tasa de inflación promedio del 4% por diez años (1996-2006). Hecho que le otorgo al BCB un elevado nivel de reputación y credibilidad con el público en general, al momento de aplicar la política monetaria y cambiaria destinada al mantenimiento y control de la inflación.

Más aún, el Banco Central demostró su efectividad ante el reciente rebrote inflacionario de los años 2007-2008, ante el cual aplico de manera activa y como nunca antes visto, medidas monetarias y cambiarias para contener la inflación. Debido a la existencia de rezagos en los efectos de las políticas del BCB sobre la economía, los frutos se comenzaron a apreciar durante el primer trimestre del 2009. Si bien la aguda crisis internacional incidió en la reducción de precios observada, las medias del BCB fueron determinantes.

# CAPITULO 5

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones Generales

El propósito de esta investigación fue analizar la relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria para la economía boliviana en el periodo 1937-2009. Con éste fin en el Capítulo I se establecieron los aspectos metodológicos; planteándose la hipótesis y los objetivos que condujeron la investigación.

En la primera sección del Capítulo II se estudiaron conceptos sobre inflación, las principales fuentes que la originan, los costos que genera, la relación entre inflación e incertidumbre, el rol del banco central en el control y mantenimiento de la estabilidad de precios. Se expuso además, el modelo teórico de Ball (1990) en el que se basó esta investigación. Éste permitió constatar los perjuicios que genera la inflación elevada; evidenciando la existencia de una relación entre inflación e incertidumbre inflacionaria; además de permitir confirmar la importancia de la credibilidad del banco central, en la conducción de la política monetaria para mantener la inflación baja y estable.

En la segunda sección del Capítulo II se revisaron las distintas metodologías econométricas utilizadas en la demostración de la hipótesis de investigación. Se destacó la importancia de utilizar series estacionarias con el fin de lograr estimaciones confiables de los parámetros. Asimismo, se mostró como los métodos econométricos tradicionales de series de tiempo no son adecuados ante la presencia de heterocedasticidad en los residuos. Para subsanar este problema se plantearon modelos de volatilidad, que flexibiliza el supuesto de homocedasticidad, estimando simultáneamente una ecuación separada para la varianza condicional.

En el Capítulo III se pudo inferir, mediante un indicador sencillo de volatilidad (desviación estándar móvil), la existencia de mayor variabilidad en los precios en los

periodos de alta inflación, como se pudo observar, por ejemplo, en los periodos de elevada inflación de los años cincuenta y la hiperinflación de mediados de los ochenta.

Para la validación de la hipótesis y sobre la base de los resultados obtenidos en el Capítulo III; en el Capítulo IV se llevaron a cabo las estimaciones econométricas, tanto para la serie completa como para los subperiodos, cuyos resultados permiten establecer las siguientes conclusiones:

- El IPC para el periodo de análisis es una serie no estacionaria; sin embargo, el diferencial del logaritmo del IPC – variable utilizada como medida de inflación – resultó ser estacionaria, bajo los criterios de Dickey Fuller y Phillip Perron, a pesar de los fuertes choques que sufrió la inflación en los años cincuenta y mediados de los ochenta. Para constatar la estacionariedad ante estos choques, se realizó una prueba de raíz unitaria con quiebre estructural de Saikkonen y Lütkepohl, que confirmó la estacionariedad de la medida de inflación utilizada.
- La estimación de la inflación mediante la metodología ARIMA mostró adecuados niveles de ajuste, no obstante, la presencia de términos de heterocedasticidad autocorrelacionada (ARCH), demostrada mediante la prueba ARCH-LM, no validó esta metodología, razón por la cual, se estimaron modelos de volatilidad simétricos y asimétricos.
- Con relación a los modelos simétricos, se estimó un modelo GARCH y un IGARCH. El modelo IGARCH fue planteado con el fin de captar la persistencia de la volatilidad de la inflación. Si bien, en ambos casos se obtuvieron buenos niveles de ajuste, no pasaron la prueba de asimetría de Engle y Ng, que miden si la volatilidad responde de distinta manera ante *shocks* positivos y/o negativos.
- Ante la presencia de asimetría, se estimó un modelo TARARCH, que incluye, en la ecuación de la varianza condicional, una variable *dummy* que capta la asimetría de los *shocks*. A pesar de que el modelo presentó un buen nivel de ajuste,

algunos de los parámetros de la ecuación de la varianza presentaron signos negativos, volviéndolo insatisfactorio.

- Ante la existencia de parámetros negativos se estimó un modelo EGARCH que permite, además de captar la asimetría, la existencia de términos negativos en su estructura. Las pruebas realizadas a los residuos fueron satisfactorias.
- Con el objeto de analizar si la volatilidad de la inflación retroalimenta a la propia inflación, se introdujo en la ecuación de la media el término de volatilidad estimada, dando como resultado un modelo EGARCH-M. Los parámetros que acompañan a la volatilidad fueron positivos y estadísticamente significativos. Aspecto que implica que la volatilidad de la inflación tiende a incrementar los niveles de inflación. Además, presentó un mejor ajuste que el modelo EGARCH y, al igual que éste, los residuos pasaron las pruebas de existencia de términos ARCH, asimetría, y autocorrelación. Si bien los residuos resultaron no estar distribuidos como una normal, esto se explica por la existencia de los fuertes *shocks* inflacionarios y, en menor medida, por los choques desinflacionarios, ambos factores estarían alejando la distribución de los residuos de una normal, como se explicó con el análisis del gráfico-QQ.
- En base a los resultados del análisis econométrico de los distintos subperiodos se concluye que: ***los periodos de elevada inflación se tradujeron en un incremento de la incertidumbre inflacionaria y que además, el aumento de dicha incertidumbre afecta positivamente la inflación futura. Por lo queda demostrada la hipótesis de investigación.***

Adicionalmente, del análisis individual de cada subperíodo, se concluye lo siguiente:

- En la muestra (1937-2009) se observó como los incrementos en la tasa de inflación repercutieron sobre la volatilidad, particularmente en los periodos de elevada inflación de los cincuenta y la hiperinflación de los ochenta.

- En el primer subperíodo (1937-1958) se destacaron dos periodos de elevada incertidumbre inflacionaria. El primero relacionado con los efectos de la gran depresión que afectó la volatilidad hasta finales de los años treinta, y el segundo y más relevante, la elevada inflación de los años cincuenta por los efectos que generó, entre otros, el financiamiento de la Guerra del Chaco.
- El segundo subperíodo (1959-1987) permitió apreciar los efectos que tuvieron sobre la inflación nacional las dos crisis petroleras de 1973 y 1979, ocasionadas por la decisión de la OPEP de recortar el nivel de producción de crudo. Hechos que junto a los desequilibrios macroeconómicos de finales de los ochenta derivaron en el proceso hiperinflacionario.
- En el tercer subperíodo (1988-2009) se evidenció la existencia de tres periodos de elevada volatilidad. Entre 1987 y 1990, época en la que se experimentó el proceso de desinflación, las tasas de variación de precios se mantuvieron elevadas. En 1995, producto de los incrementos de los precios internacionales de los alimentos y factores climatológicos internos, la tasa de inflación volvió alcanzar niveles de dos dígitos.
- Entre 2007 y el tercer trimestre del 2008, la inflación estuvo sujeta a una serie de *shocks* externos (incremento de los precios internacionales de alimentos y combustibles y fuertes apreciaciones de las monedas de los principales socios comerciales) e internos (fenómenos climatológicos adversos, presiones de demanda, especialmente en el consumo privado, y mayores expectativas de inflación y especulación en los mercados) que elevaron la inflación por encima del 10%, generando incrementos en la incertidumbre inflacionaria. Finalmente, se evidencia como la abrupta caída de la inflación anual en 2009, ocasionada por la crisis económica internacional, derivó en tasas mensuales negativas en varios meses de ese año, implicando también una caída de la incertidumbre inflacionaria.

## 5.2 Recomendaciones

Debido a que los *shocks* sobre los precios elevan la inflación y la incertidumbre inflacionaria y ésta tiene efectos sobre su evolución futura; el rol del Banco Central cobra mayor relevancia. Vale decir, que ante la irrupción de algún choque sobre la inflación (sea este de origen externo o interno), el BCB deberá actuar con firmeza, utilizando todos los instrumentos a su alcance para moderar los efectos de las presiones inflacionarias y evitar que la incertidumbre se traduzca en mayores expectativas de inflación pudiendo generar una espiral inflacionaria.

Adicionalmente y de acuerdo a lo establecido al final del capítulo IV la principal implicación de política, es el mantenimiento de un adecuado nivel de independencia del BCB, que le garantice el mantenimiento de la credibilidad y reputación alcanzada y, le permita poder aplicar sus políticas para mantener una inflación baja y estable en el tiempo.

Finalmente, una de las principales limitaciones de esta investigación fue la no inclusión de otras variables explicativas en la ecuación de la inflación. La razón por que no fueron incluidas se debe a su no existencia para el periodo de investigación. Aunque, a partir de 1990 se cuentan con datos mensuales de algunas de las variables (agregados monetarios, actividad económica e indicadores externos)<sup>54</sup>.

Asimismo, otro reto será la elaboración de un modelo de series de tiempo estructural (Estado Espacio y filtro de kalman) que permitan tomar en cuenta la presencia de quiebres estructurales. Por tanto, sería interesante plantear un modelo que incluya estas variables y que ayude a identificar otras fuentes de volatilidad inflacionaria, aspecto que podría tratarse en una investigación futura.

---

<sup>54</sup> Sin embargo, el indicador mensual de actividad IGAE (Índice Global de la Actividad Económica) y los indicadores externos no se encuentran disponible al público. El primero es calculado por el INE y el segundo por el BCB.

## BIBLIOGRAFIA

- Antelo E. y Gemio L.C. (2000). Quince Años de Reformas Estructurales en Bolivia: Sus Impactos sobre la Inversión, Crecimiento y Equidad. CEPAL, UCB IISEC.
- Alesina, Alberto, y Summers Laurence H. (1993) "Central Bank Independence and Macroeconomic Performance: Some Comparative Evidence" *Journal of Money, Credit and Banking*, 25.
- Abendroth, Hans (2005). "La Gerra del Chaco y su financiamiento por parte el Banco Central: ¿Balas y Billetes o Billetes y Balas" En *Historia Monetaria Contemporánea de Bolivia*, Banco Central de Bolivia, 2005.
- Asteriou, Demetrios y Hall, Stephen G. (2007). *Applied Econometrics: a Modern Approach using Eviews and Michofit Revised Edition* Macmillan.
- Banco Central de Bolivia Memoria Institucional , Varios Años.
- \_\_\_\_\_ (2009). Informe de Política Monetaria, correspondiente al segundo semestre de 2009, BCB.
- Bakhshi, H., A.G.Haldane y N.Hatch (1997). "Quantifying some Benefits of Price Stability", Bank of England, Quarterly Bulletin.
- Barro, Robert J. (1995). "Inflation and Economic Growth", Bank of England, Quarterly Bulletin.
- \_\_\_\_\_ (1997). "Determinants of Economic Growth: a Cross-Country Empirical Study", The MIT press.
- \_\_\_\_\_ y Gordon, David (1983), "Rules, Discretion, and Reputation in a Model of Monetary Policy", *Journal of Monetary Economics*.
- \_\_\_\_\_ y Sala-i-Martin, Xavier (2004). *Economic Growth*, 2da.Edicion. The MIT press.
- Ball, Laurence (1990). "Why Does High Inflation Raise Inflation Uncertainty", NBER Working Paper No. 3224.
- Ball, Laurence, Cecchetti Stephen G. (1990). "Inflation and Uncertainty at Short and Long Horizont ", *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1990, No. 1, the Brookings Institution.

- Ball, Laurence, Mankiw, Gregory N., Romer David,(1988). "The New Keynesian Economic and the Output-Inflation Trade-Off." at Short and Long Horizont ", Brookings Papers on Economic Activity, 1:1988.
- Bakhshi, H., A.G.Haldane y N.Hatch (1997). "Quantifying some Benefits of Price Stability", Bank of England, Quarterly Bulletin.
- Barro, Robert J. (1995). "Inflation and Economic Growth", Bank of England, Quarterly Bulletin.
- Bello, Oknan, Gámez Oscar (2006). "Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Nicaragua: Una Aplicación Usando un Modelo EGARCH", Banco Central de Nicaragua.
- Blinder, Alan S.,(1998). Central Banking in Theory and Practice, MIT Press.
- \_\_\_\_\_ (1997). "Determinants of Economic Growth: a Cross-Country Empirical Study", The MIT press.
- \_\_\_\_\_ y Gordon, David (1983), "Rules, Discretion, and Reputation in a Model of Monetary Policy", Journal of Monetary Economics.
- \_\_\_\_\_ y Sala-i-Martin, Xavier (2004). Economic Growth, 2da.Edicion. The MIT press.
- Box, George,y Jenkins Gwilym (1976). Time Series Analisis, Forecasting, and Control. San Francisco: Holden Day.
- Bredin Don, Fountas Stilianos (2006). "Inflation, Inflation uncertainty, and Markov regime switching heteroskedasticity: Evidence from European countries", University of Macedonia and National University of Ireland.
- Cagan, Philip (1956). " The Monetary Dynamics of Hyperinflation", en Milton Friedman, Ed., Studies in the Quantity Theory of Money. Chicago.
- Canzoneri, Matthew (1985). "Monetary Policy Games and the Role of Private Information", American Economic Review No. 75.
- Cuadrado, Juan R., Mancha Tomás, Villena José E., *Et. Al.* (2006). Política Económica: Elavoración Objetivos e Instrumentos, McGraw Hill, España.
- Cukierman, Alex, Meltzer, Allan H., (1986). "A Theory of Ambiguity, Credibility, and Inflation under Discretion and Asymmetric Information." *Econometrica*, 54.
- Cukierman, Alex, Webb, Steven y Neyapit, Bilin, (1992). "Measuring the Independence of Central Banks and Its Effect on Policy Outcomes" *The World Bank Economic Review*. 6.

- De Gregorio José. (2007). *Macroeconomía: Teoría y Políticas*, Pearson Prentice Hall, México.
- Deverux, Michael. (1989). "A positive Theory of Inflation and Inflation Variance" *Economic Inquiry* 27.
- Dornbusch, Rudiger y Fischer, Stanley (1991). "Moderate Inflation", Working Paper Series WPS 807, Banco Mundial, Washington DC.
- Dornbusch, Rudiger, Fischer, Stanley, y Startz Richard (2007). *Macroeconomics*, MacGraw Hill.
- Eijffinger Syvester, y De Haan Jacob, (1996) "The Political Economy of Central Bank Independence", Princeton University.
- Enders, Walter (2004). *Applied Econometric Time Series*. Segunda Edición Wiley EE.UU.
- Engle, Robert F., (1982). "Autorregressive Conditional Heteroscedasticity with Stimates of the Variance of United Kingdom Inflation" *Econometrica*.
- Engle, Robert F., (1983). "Estimates of the Variance of U.S Inflation Based upon dhe ARCH Model" *Journal of Money, Credit and Banking* 15 (3).
- Evans, M. (1991). Discovering the link between Inflation Rates and Inflation Uncertainty, *Journal of money, Credit and Banking*. 23-2
- Fischer, Stanley (1993). "The Role of Macroeconomic Factors in Growth", *Journal of Monetary Economics*.
- Fischer, Stanley (1994). "The Modern Central Bankig," En F.Capie *et. al.*, *The Future of Central Banking*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1995). "Modern Approaches to Central Banking", NBER Working Paper No. 5064.
- \_\_\_\_\_, Ratna, Sahay. y Vegh, Carlos (2002). "*Modern Hyper- and High Inflations*", NBER, Working Paper No. 8930.
- Friedman, Milton (1977). "Nobel Lecture: "Inflation and Unemployment", *Journal of Political Economy* 85.
- Glosten, L., Jaganathan, R. y Runkle, D. (1993). " Relations between the Expected Nominal Stock Excess Return, the Volatility of the Nominal Excess Return and de Interest Rate". *Journal of Finance*, December.

- Golob, J.(1994). “ Does Inflation Uncertainty Increases with the Inflation”, Federal Reserve Bank of Kansas City. Economic Review (3<sup>rd</sup> Quarter).
- Gujarati Demodar N.(2004). Econometría, McGraw-Hill, México.
- Hamilton, J. (1994). Time Series Analysis, Princeton University Press.
- Hasbrouck, Joel (1979). “ Price Variability and Lagged Adjustment in Money Demand”, University of Pennsylvania
- Joyce, M (1997). “Inflation and Inflation Uncertainty”, Bank of England Quarterly Bulletin.
- Kydland, Finn and Prescott, Eduard, C.(1977). “Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans”, Journal of Political Economy.
- Khan M. S. (1977) “The Variability of Expectations in Hyperinflations”, Journal of Political Economy.
- Klein B. (1977) “The Demand for Quality-Adjusted Cash Balances: Price Uncertainty in th U.S. Demand for Money Function” Journal of Political Economy.
- Lanteri L (2005) “Efectos Asimétricos de la Incertidumbre en la Inflación y en la Actividad Económica Real: el Caso Argentino”, Banco Central de la Republica Argentina.
- Lanne, M., Lütkepohl, H. y Saikkonen, P. (2002). “Comparison of unit root tests for time series with level shifts” *Journal of Time Series Analysis*
- Lucas, Robert E., Jr. (1988). “*On the Mechanics of Economics Development*”, Journal of Monetary Economics.
- Mankiw, Gregory N., (2006). Macroeconomics, Hardcover, Worth Publishers; 6th edition, EE.UU.
- Magendzo, Igal. (1997). “Inflacion e Incertidumbre inflacionaria en Chile.” Banco Central de Chile, Documentos de trabajo No.15.
- Mishkin, Frederic S. (2008). Moneda, Banca y Mercados Financieros. Octava Edición, Pearson Addison Wesley, México.
- Mishkin, Frederic S. (2007). Monetary Policy Strategy. MIT Press.
- Morales, Juan Antonio, La Torre, Gilka (1995). Inflación, Estabilización y Crecimiento: La experiencia boliviana de 1982 a 1993, UCB, IISEC.

- Morales, Juan Antonio (1989) “La Transición de la Estabilidad al Crecimiento Sostenido en Bolivia” Chile, En *Inflación Rebelde en América Latina*
- Nelson, D.B. (1991). “ Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach” *Econometrica* 59-2.
- Okun, Arthur M. (1971). The Mirage of Steady Inflation” *Brookings Papers on Economic Activity*, 2:1971.
- Pacheco, Napoleón (2005). “La Fundación del Banco Central de Bolivia 1929 – 1932” En *Historia Monetaria Contemporánea de Bolivia*, Banco Central de Bolivia, 2005.
- Pérez, Gaston y Nocedo, Irma (1989). *Metodología de la investigación pedagógica y psicológica*. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.
- Pindyck, Robert and Rubinfeld, Daniel (1998). *Econometrics Models and Economic Forecast*. USA, Irvin-Mc Graw Hill, 4ta. Ed.
- Romer, David (1996). *Advanced Macroeconomic*, McGraw-Hill, EE.UU.
- Sachs, Jeffrey. y Larrain Felipe (1994). *Macroeconomía en la Economía Global*, primera edición, Prentice Hall, México.
- Saikkonen, P. and Lütkepohl, H. (2002). “Testing for a unit root in a time series with a level shift at unknown time”, *Econometric Theory*.
- Snowdon, Brian, Vane, Howard R., (2005). *Modern Macroeconomics: Its Origins, Development And Current State* Edward Elgar U.K.
- Solera, Ramírez,A. (2002). “Inflación e Incertidumbre Inflacionaria: Evidencia para Costa Rica”. Banco Central de Costa Rica.

# ANEXO I

## PRUEBAS DE ESTACIONARIDAD

Este Anexo describe algunos de los test utilizados en la investigación en particular aquellos relacionados con la estacionariedad de las series.

### ESTACIONARIDAD

Es importante determinar si las series son estacionarias en tendencia o en primeras diferencias. Como se mencionó antes, Nelson-Plosser (1982) evidenciaron que la mayor parte de las series económicas siguen un proceso de paseo aleatorio con tendencias estocásticas. Si es así, efectuar una regresión de una variable contra otra sin tomar en cuenta que las series no son estacionarias, dará como resultado una regresión espuria. Como se mostró en la sección anterior solo las primeras diferencias de la serie serán estacionarias. Para mostrar el significado de la Raíz Unitaria, supongamos:

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad (\text{A.1})$$

Donde se asume que el término de error “ $u_t$ ” sigue un proceso Ruido Blanco<sup>55</sup> y “ $\rho$ ” es un parámetro a estimar. Si el valor de “ $\rho$ ” es igual a uno, se tiene una “Raíz Unitaria”. Por lo tanto, se dice que la serie “ $y_t$ ” no es estacionaria.

Para realizar esta prueba se debe probar la hipótesis nula “ $H_0: \rho = 1$ ”, pero si el valor de “ $\rho$ ” excede la unidad en valor absoluto, la serie será explosiva, sin sentido económico, por tanto, la hipótesis nula debe ser probada frente a la hipótesis alterna “ $H_1: \rho < 1$ ”; que significa que la serie es estacionaria y convergente. Si calculamos las primeras diferencias a (A.1), restando “ $y_{t-1}$ ” a ambos lados, obtenemos:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + u_t \quad (\text{A.2})$$

---

<sup>55</sup> Ruido blanco significa que la variable: tiene media cero, varianza constante y no está autocorrelacionada.

Donde “ $\delta$ ” es igual  $(\rho-1)$  y “ $\Delta$ ” es el operador de primeras diferencias ( $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ ). Ahora, la hipótesis nula será: “ $H_0: \delta=0$ ”. De ser así, (A.2) se transforma en:

$$\Delta y_t = u_t \quad (A.3)$$

Como se ve en (A.3), la serie es estacionaria en primeras diferencias, o integrada de orden uno. A partir del trabajo de Nelson y Plosser (1982), el no rechazar la presencia de raíces unitarias en una serie temporal estocástica, implica que las innovaciones sobre dicha serie afectan de manera permanente.

### - Correlogramas

Una forma de detectar si una serie es o no estacionaria es analizar los correlogramas. Estos instrumentos contienen mucha información acerca de las series temporales ya que dan una descripción parcial del proceso. El correlograma presenta dos medidas de autocorrelación, la Función de Autocorrelación Simple “FAS” y la Función de Autocorrelación Parcial “FAP”. La “FAS” muestra la correlación existente en cada variable y su grado. Se la define como:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (A.4)$$

Donde el numerador es la covarianza entre “ $y_t$ ” y “ $y_{t+k}$ ” y el denominador es la varianza en el período “ $t$ ”. Para un proceso de caminata aleatoria, por ejemplo para “ $y_t = \mu_t$ ”, “ $\rho_0 = 1$ ”, y, “ $\rho_k = 0$ ” para todo “ $K > 0$ ”. Un proceso con estas características es llamado Ruido Blanco y ofrece estimaciones adecuadas. En este caso, la serie se distribuye aproximadamente normal, con media cero y varianza “ $1/n$ ”, (“ $n$ ” = número de observaciones), (Pindick, 1998).

La prueba del correlograma no solo sirve para analizar la autocorrelación existente, sino que además, permite verificar la estacionaridad de una serie, ya que si esta presenta en los rezagos coeficientes de correlación elevados, es un indicio para sospechar que la serie no es estacionaria. En contraste si una serie es estacionaria, el coeficiente de autocorrelación es mayor a uno es cero. Una forma de probar si los coeficientes de autocorrelación son o no son cero es calcular el estadístico “Q de Box Pierce”, definido:

$$Q = N \sum_{k=1}^k \hat{\rho}_k^2 \quad (\text{A.5})$$

Donde “N” es el tamaño de la muestra, “K” la magnitud del rezago. Este es un test de hipótesis conjunta, ya que prueba la siguiente hipótesis nula:  $H_0$  = los rezagos en conjunto son iguales a cero. El estadístico “Q” sigue una distribución “ $k^2$ ” con “K” grados de libertad. Si el valor “Q” estimado es mayor al nivel de significancia seleccionado se rechaza la hipótesis nula, en otros términos, algunos de los rezagos son distintos de cero.

La FAP mide la correlación de las observaciones que están separadas “k” períodos y a diferencia de la “FAS” mantiene constantes las relaciones intermedias. En otras palabras la “FAP” mide la correlación entre “ $y_t$ ” y “ $y_{t-l}$ ” luego de eliminar el efecto de las “y” intermedias.

La correlación existente entre “ $y_t$ ” y “ $y_{t-2}$ ” se produce por el hecho de que ambas series están correlacionadas con “ $y_{t-1}$ ”, y esto es lo que la “FAP” corrige. Dado que el primer valor de la “FAP” es la correlación entre “ $y_t$ ” y “ $y_{t-1}$ ”, y no existen retardos intermedios “FAP” y la “FAS” coinciden en el primer valor. Para un proceso estacionario el primer valor de la “FAP” es uno y luego cero, esta es una manifestación de la siguiente propiedad. “Las “FAS” y “FAP” de todo proceso estacionario decrecen rápidamente hacia cero”.

#### - Prueba de Dickey-Fuller

Uno de los tests más empleados para la verificación de Raíz Unitaria es el de Dickey-Fuller “DF” (1979). Puede ser aplicado a las siguientes estructuras:

$$\Delta y = \delta y_{t-1} + u_t \quad (\text{A.6})$$

$$\Delta y = \alpha + \delta y_{t-1} + u_t \quad (\text{A.7})$$

$$\Delta y = \alpha + \beta t + \delta y_{t-1} + u_t \quad (\text{A.8})$$

Donde “ $\alpha$ ” (el intercepto) y “ $t$ ” (la tendencia), son llamados componentes determinísticos. Para determinar la existencia de Raíz Unitaria bajo es test “DF” se

deben regresionar (A.6) ó (A.7) ó (A.8) y probar la hipótesis nula “ $H_0: \delta=0$ ”. La estimación puede ser realizada por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Adicionalmente, se podría comparar el estadístico “ $t$ ” asociado a la variable “ $\delta$ ” para contrastar la “ $H_0$ ”. Sin embargo, si “ $\delta=0$ ”, el estimador MCO estará sesgado y los valores del estadístico “ $t$ ” no serán consistentes con la prueba. Para dar solución a este problema, Dickey y Fuller derivaron una distribución para “ $\delta$ ” cuando “ $\delta=0$ ”, generaron desde allí, los valores críticos para el test. Posteriormente, los valores fueron perfeccionados por MacKinnon (a través de experimentos de Monte Carlo).

Teniendo en cuenta lo consignado, una vez realizada la regresión, se compara el valor del estadístico “ $t$ ” con los valores generados por Mackinnon. Si, el valor de “ $t$ ” es mayor al valor tabulado por Mackinnon, a un nivel de significancia escogido, generalmente 5%, se concluye que la serie es estacionaria. Adicionalmente si el término de error “ $\mu_t$ ” está correlacionado serialmente, se deberá replantear la regresión, de la siguiente manera:

$$y_t = \alpha + \beta_1 t + \rho y_{t-1} + \sum_{j=1}^P \lambda_j \Delta y_{t-j} + \mu_t \quad (\text{A.9})$$

Esta ecuación se la llama “Prueba Dickey-Fuller Ampliada (DFA)”. La modificación está en la inclusión de términos en diferencia rezagados “ $\sum_{j=1}^P \lambda_j \Delta y_{t-j}$ ”. Es importante definir la cantidad de rezagos “ $P$ ” óptimo que se deben incluir en la ecuación. Una forma de hacerlo es incluir rezagos y probar su significancia estadística con pruebas basadas en el estadístico “ $t$ ”. Este procedimiento debe efectuarse para encontrar un número de rezagos que genere errores ruido blanco.

La inclusión de componentes determinísticos en las pruebas “DF” y “DFA” debe ser realizada cuidadosamente ya que los valores críticos cambian con la adición de estas variables. Una manera de determinar la inclusión es seguir la metodología propuesta por Hamilton (1994) que enuncia: “Si la serie parece tener una tendencia, estimar la prueba “DFA” con constante y tendencia. Si la serie no exhibe una tendencia pero posee una media distinta de cero, incluir solo la constante. Finalmente si la serie fluctúa alrededor de una media igual a cero incluir la constante o la tendencia en la regresión”.

### - Prueba de Phillips-Perron

El Test de Phillips Perron (PP), (1988) está destinado a la verificación de la estacionariedad de los datos. Se propone un método no paramétrico para controlar la correlación serial de alto grado. Estima un proceso autorregresivo de orden 1 AR(1) de la siguiente manera:

$$\Delta y_t = \alpha + \delta y_{t-1} + u_t \quad (\text{A.10})$$

Este test hace una corrección no paramétrica del estadístico “t” de “ $\delta$ ” para tomar en cuenta la correlación serial de “ $u_t$ ” que se determina estimando el Espectro de “ $\gamma_t$ ” a una frecuencia cero. Toma en consideración la Autocorrelación y Heterocedasticidad<sup>56</sup>. Puede ser efectuado utilizando la estimación Newey-West de Autocorrelación y Heterocedasticidad:

$$w^2 = \gamma_0 + 2 \sum_{j=1}^q \left(1 - \frac{j}{q+1}\right) \gamma_j \quad (\text{A.11})$$

Donde:

$$\gamma_j = \frac{1}{T} \sum_{t=j+1}^T \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-j} \quad (\text{A.12})$$

En (A.11) el parámetro “q” se refiere a los rezagos truncados. El estadístico “t” de “PP” se calcula como:

$$t_{pp} = \frac{\gamma_0^{1/2} t_0}{w} - \frac{(w^2 - \gamma_0) T_{s_b}}{2w\hat{\sigma}} \quad (\text{A.13})$$

Donde “ $t_0$ ”, “ $s_b$ ” son el estadístico “t” y el error estándar de “ $\beta$ ” respectivamente y “ $\sigma$ ” es el error estándar de la regresión. La distribución asintótica del test “PP” es igual que el estadístico t del Test “DFA”. Por lo tanto, el contraste de hipótesis se hace con los valores críticos de Mackinnon. En este test se debe especificar el número óptimo de los errores truncados, significando con ello los períodos de correlación serial así como los componentes determinísticos.

---

<sup>56</sup> Si los errores no se comportan como un proceso ruido blanco, el Test DFA estará sesgado, por tanto si los errores no son homocedásticos será conveniente “correr” esta prueba.

## ANEXO II

### RESULTADOS ECONOMETRICOS

**Cuadro II.1**  
**Resultados de los Modelos ARMA por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.335 (9.92)	-1.056 (-17.42)	0.794 (10.65)	0.805 (6.27)	0.223 (2.70)	0.709 (7.11)
AR(2)	0.620 (16.57)	-0.785 (-10.53)	-0.260 (-4.80)	-1.046 (-6.33)	----	-0.319 (-2.70)
AR(3)	0.499 (12.66)	-0.325 (-5.49)	0.415 (6.31)	1.032 (4.85)	----	0.168 (2.11)
AR(4)	-0.443 (-11.85)	----	-0.777 (-11.26)	-0.823 (-4.18)	----	----
AR(5)	0.263 (7.21)	----	0.445 (8.54)	0.642 (4.49)	----	----
AR(6)	-0.290 (-8.03)	----	----	0.146 (1.23)	----	-0.277 (-3.60)
AR(9)	----	----	0.090 (2.04)	----	-0.556 (-6.36)	0.169 (2.71)
AR(10)	----	0.129 (2.23)	----	----	----	----
AR(11)	----	0.351 (4.78)	----	----	----	----
AR(12)	-0.071 (-4.28)	0.392 (6.12)	----	-0.316 (-4.45)	0.178 (2.12)	-0.193 (-2.93)
MA(1)	----	1.220 (32.30)	-0.331 (-5.28)	-0.572 (-4.69)	----	-0.651 (-9.43)
MA(2)	-0.661 (-33.44)	1.041 (21.56)	----	0.879 (5.58)	----	0.287 (5.04)
MA(3)	-0.787 (-81.17)	0.522 (16.84)	-0.424 (-11.06)	-0.765 (-3.67)	----	----
MA(4)	0.378 (147.10)	----	0.886 (26.22)	0.460 (2.38)	-0.214 (-3.78)	----
MA(5)	----	-0.169 (-4.89)	----	-0.448 (-3.44)	----	----
MA(6)	0.257 (17.29)	----	----	-0.345 (-3.00)	----	0.689 (13.77)
MA(9)	----	----	----	----	0.771 (16.09)	----
MA(10)	----	----	----	----	0.144 (3.11)	----
MA(12)	----	-0.324 (-8.41)	-0.156 (-3.06)	0.4068 (4.39)	----	----
C	0.011 (3.21)	0.022 (3.63)	0.018 (1.46)	0.020 (10.48)	0.014 (4.86)	0.005 (3.97)
D56	0.132 (6.96)	0.107 (8.06)	0.161 (7.03)	----	----	----
D85	0.243 (15.47)	----	----	----	----	----
M1	----	----	----	----	0.007 (2.15)	----
M3	----	----	----	----	----	-0.004 (-2.57)
M4	----	----	----	----	----	-0.004 (-2.64)
M11	----	----	----	----	----	-0.004 (-2.31)
R	0.61	0.39	0.66	0.35	0.38	0.36
R2	0.61	0.36	0.65	0.30	0.32	0.29
Log Verosim	1406	419	458	871	332	520
DW	2.00	2.01	2.01	1.90	1.98	1.92
Akaike	-3.26	-3.39	-2.64	-7.06	-6.81	-7.56
Schwarz	-3.18	-3.18	-2.50	-6.81	-6.57	-7.25
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	854	239	338	242	95	134

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro II.2**  
**Resultados de los Modelos GARCH(1,1) por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.256 (4.86)	-0.041 (-0.23)	0.652 (3.84)	0.647 (6.98)	0.088 (1.07)	0.581 (1.71)
AR(2)	0.645 (9.21)	0.046 (0.30)	0.142 (2.98)	-0.930 (-9.11)	-----	0.064 (0.24)
AR(3)	-0.908 (-15.83)	0.123 (0.96)	0.215 (1.90)	0.718 (6.44)	-----	0.110 (1.13)
AR(4)	-----	-----	-0.051 (-0.32)	-0.827 (-7.36)	-----	-----
AR(5)	-----	-----	0.020 (0.48)	0.603 (6.39)	-----	-----
AR(6)	-0.301 (-4.97)	-----	-----	0.339 (3.13)	-----	-0.001 (-0.02)
AR(9)	-----	-----	-0.022 (-1.17)	-----	-0.663 (-7.85)	0.054 (0.73)
AR(10)	-----	0.161 (4.81)	-----	-----	-----	-----
AR(11)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
AR(12)	0.090 (5.12)	-----	-----	-0.205 (-3.49)	0.239 (4.08)	-0.126 (-1.57)
MA(1)	-----	0.368 (1.68)	-0.673 (-3.69)	-0.417 (-15.70)	-----	-0.603 (-1.83)
MA(2)	-0.590 (-9.59)	0.061 (0.35)	-----	0.722 (27.41)	-----	-0.056 (-0.23)
MA(3)	0.728 (14.59)	0.029 (0.21)	-0.455 (-5.47)	-0.434 (-37.66)	-----	-----
MA(4)	0.105 (1.32)	-----	0.204 (1.18)	0.537 (9.80)	-0.183 (-3.11)	-----
MA(5)	-----	0.017 (0.28)	-----	-0.379 (-41.62)	-----	0.304347
MA(6)	0.309 (5.01)	-----	-----	-0.536 (-50.92)	-----	(4.35)
MA(9)	-----	-----	-----	-----	0.836 (17.95)	-----
MA(10)	-----	-----	-----	-----	0.067 (1.01)	-----
MA(12)	-----	-0.081 (-0.99)	-0.014 (-0.97)	0.177 (3.91)	-----	0.282 (2.14)
C	0.007 (5.14)	0.027 (2.81)	-0.005 (-3.69)	0.021 (9.91)	0.013 (3.87)	0.005 (4.34)
D56	0.209 (10.98)	0.135 (10.93)	-----	-----	-----	-----
D85	0.106 (16.89)	-----	0.139 (57.55)	-----	-----	-----
M1	-----	-----	-----	-----	0.006 (1.40)	-----
M3	-----	-----	-----	-----	-----	-0.005 (-3.35)
M4	-----	-----	-----	-----	-----	-0.004 (-3.06)
M11	-----	-----	-----	-----	-----	-0.003 (-2.23)
C	0.000 (12.51)	0.000 (3.42)	0.000 (6.17)	0.000 (2.13)	0.000 (1.32)	0.000 (1.55)
ARCH	0.652 (10.83)	1.035 (6.33)	2.442 (7.37)	0.365 (2.83)	0.395 (1.92)	0.392 (2.18)
GARCH	0.460 (12.63)	0.268 (4.24)	-0.002 (-0.77)	0.554 (4.48)	0.594 (3.65)	0.658 (6.10)
R	0.46	0.27	0.43	0.29	0.35	0.29
R^2	0.45	0.21	0.41	0.23	0.27	0.19
Log Verosim	1969	504	704	865	341	529
DW	1.48	2.46	0.99	1.92	1.63	1.75
Akaike	-4.57	-4.07	-4.08	-7.13	-6.92	-7.63
Schwarz	-4.48	-3.82	-3.91	-6.84	-6.60	-7.27
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	854	239	338	242	95	134

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro II.3**  
**Resultados de los Modelos IGARCH(1,1) por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.392 (16.74)	0.218 (1.41)	0.868 (9.25)	0.148 (1.84)	0.202 (2.86)	0.287 (1.03)
AR(2)	1.097 (17.68)	0.288 (1.17)	-0.142 (-2.71)	-0.469 (-4.53)	-----	-0.388 (-2.44)
AR(3)	-0.216 (-3.31)	0.300 (1.34)	0.637 (17.57)	0.214 (3.11)	-----	0.236 (2.15)
AR(4)	-0.404 (-3.60)	-----	-0.910 (-11.58)	-0.457 (-4.05)	-----	-----
AR(5)	0.354 (8.30)	-----	0.308 (7.02)	0.066 (0.72)	-----	-----
AR(6)	-0.341 (-4.50)	-----	-----	0.148 (1.03)	-----	0.163 (0.80)
AR(9)	-----	-----	-0.089 (-3.57)	-----	-0.102 (-0.64)	0.105 (1.33)
AR(10)	-----	0.083 (0.82)	-----	-----	-----	-----
AR(11)	-----	0.001 (0.02)	-----	-----	-----	-----
AR(12)	0.025 (1.11)	0.096 (0.77)	-----	-0.454 (-5.75)	0.215 (2.25)	-0.147 (-0.70)
MA(1)	-----	-0.091 (-0.56)	-0.435 (-5.47)	0.017 (0.26)	-----	-0.085 (-0.27)
MA(2)	-1.229 (-17.71)	-0.299 (-1.33)	-----	0.544 (6.07)	-----	0.427 (2.67)
MA(3)	-0.270 (-8.11)	-0.314 (-1.56)	-0.836 (-29.86)	-0.033 (-0.68)	-----	-----
MA(4)	0.593 (5.10)	-----	0.813 (9.35)	0.445 (5.21)	-0.114 (-1.33)	-----
MA(5)	0.193 (2.40)	0.053 (1.03)	-----	0.026 (0.46)	-----	-----
MA(6)	-----	-----	-----	-0.102 (-0.91)	-----	0.041 (0.18)
MA(9)	-----	-----	-----	-----	0.136 (0.82)	-----
MA(10)	-----	-----	-----	-----	0.000 (0.00)	-----
MA(12)	-----	-0.335 (-2.20)	0.206 (6.97)	0.639 (9.74)	-----	0.115 (0.54)
C	0.013 (2.50)	0.021 (0.06)	0.007 (7.19)	0.018 (8.55)	0.017 (10.54)	-----
D56	0.110 (11.41)	0.099 (6.54)	-----	-----	-----	-----
D85	0.200 (21.71)	-----	0.101 (14.91)	-----	-----	-----
ARCH(1)	0.014 (33.62)	0.003 (2.55)	0.257 (11.19)	0.010 (1.99)	-0.051 (-322.27)	-0.055 (-3261.75)
IGARCH(1)	0.986 (2288.80)	0.997 (816.87)	0.743 (32.31)	0.990 (196.77)	1.051 (6626.1)	1.055 (62063.03)
R	0.60	0.21	0.61	0.35	0.22	0.24
R2	0.59	0.16	0.59	0.30	0.14	0.15
Log Verosim	1521	379	686	869	338	525
DW	2.11	1.79	1.69	1.78	1.74	2.01
Akaike	-3.53	-3.04	-3.98	-7.04	-6.90	-7.61
Schwarz	-3.44	-2.82	-3.84	-6.78	-6.63	-7.28
Hannan-Quinn	-3.50	-2.95	-3.92	-6.93	-6.79	-7.47
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	854	239	338	242	95	134

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro II.4**  
**Resultados de los Modelos TAR(1,1) por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.320 (6.33)	-0.048 (-0.22)	0.118 (1.13)	-0.220 (-0.81)	0.411 (3.16)	0.235 (0.84)
AR(2)	0.702 (10.82)	0.102 (0.85)	0.036 (1.16)	-0.157 (-1.04)	-----	0.102 (0.63)
AR(3)	-0.838 (-13.71)	0.165 (-1.40)	0.588 (19.42)	-0.045 (-0.31)	-----	0.072 (0.88)
AR(4)	-0.038 (-0.49)	-----	-0.534 (-5.41)	-0.073 (-0.56)	-----	-----
AR(5)	0.225 (5.94)	-----	0.125 (3.65)	0.567 (3.92)	-----	-----
AR(6)	-0.162 (-2.9)	-----	-----	0.268 (1.14)	-----	-0.012 (-0.08)
AR(9)	-----	-----	0.147 (6.89)	-----	-0.307 (-1.90)	0.021 (0.32)
AR(10)	-----	0.157 (4.10)	-----	-----	-----	-----
AR(11)	-----	0.160 (2.62)	-----	-----	-----	-----
AR(12)	0.081 (4.68)	0.194 (-2.5)	-----	-0.112 (-1.16)	0.088 (0.94)	-0.053 (-0.47)
MA(1)	-----	0.308 (1.35)	-0.177 (-2.33)	0.380 (1.52)	-----	-0.136 (-0.53)
MA(2)	-0.670 (-12.25)	-0.171 (-1.61)	-----	0.153 (1.05)	-----	-0.022 (-0.14)
MA(3)	0.632 (12.27)	0.000 (-0.75)	-0.621 (-28.79)	0.008 (0.06)	-----	-----
MA(4)	0.211 (3.11)	0.077 (2.38)	0.614 (8.19)	0.054 (0.41)	-0.082 (-0.57)	-----
MA(5)	-----	-----	-----	-0.689 (-5.23)	-----	-----
MA(6)	0.192 (3.18)	-----	-----	-0.442 (-1.89)	-----	0.289 (-1.61)
MA(9)	-----	-----	-----	-----	0.374 (1.77)	-----
MA(10)	-----	-----	-----	-----	0.139 (0.82)	-----
MA(12)	-----	0.037 (0.53)	0.025 (1.34)	0.207 (1.81)	-----	0.057 (0.35)
C	0.010 (5.96)	0.026 (4.21)	0.001 (0.76)	0.017 (6.94)	0.011 (3.11)	0.004 (5.43)
D1956	0.113 (7.76)	0.191 (14.01)	-----	-----	-----	-----
D1985	0.094 (15.43)	-----	0.135 (36.02)	-----	-----	-----
M1	-----	-----	-----	-----	0.007 (2.42)	-----
M3	-----	-----	-----	-----	-----	-0.006 (-5.2)
M4	-----	-----	-----	-----	-----	-0.005 (-3.88)
M11	-----	-----	-----	-----	-----	-0.002 (-1.54)
C	0.000 (16.55)	0.000 (5.19)	0.000 (3.3)	0.000 (7.54)	0.000 (3.0)	0.000 (2.5)
ARCH	1.073 (10.47)	0.885 (7.29)	4.748 (4.81)	0.807 (3.23)	0.280 (1.04)	0.394 (2.53)
TARCH	-0.897 (-7.76)	0.536 (1.60)	-3.494 (-3.48)	-0.770 (-2.65)	-0.490 (-1.53)	-0.456 (-2.96)
GARCH	0.428 (12.99)	-0.026 (-1.79)	0.071 (3.81)	-0.020 (-1.54)	0.421 (1.97)	0.644 (7.27)
R	0.50	0.17	0.46	0.27	0.30	0.25
R <sup>2</sup>	0.49	0.11	0.44	0.20	0.20	0.14
Log Verosim	1981	511	715	887	338	534
DW	1.68	2.21	1.01	1.67	2.16	1.94
Akaike	-4.60	-4.13	-4.14	-7.16	-6.85	-7.71
Schwarz	-4.50	-3.87	-3.96	-6.86	-6.50	-7.32
Hannan-Quinn	-4.56	-4.03	-4.07	-7.04	-6.71	-7.55
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	854	239	338	242	95	134

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro II.5**  
**Resultados de los Modelos TAR(1,1) por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.351 (8.46)	-0.445 (-4.57)	0.792 (13.57)	0.478 (3.63)	0.184 (2.07)	0.855 (124.05)
AR(2)	-0.170 (-3.96)	0.194 (2.54)	-0.115 (-2.64)	0.358 (2.72)	0.154 (3.18)	-0.269 (-39.15)
AR(3)	0.898 (35.63)	0.430 (5.70)	0.804 (45.79)	-----	-----	0.199 (23.59)
AR(4)	0.137 (3.00)	-----	-0.890 (-16.78)	-----	-----	-0.043 (-5.59)
AR(5)	-0.164 (-3.35)	-----	0.190 (4.11)	-0.517 (-10.16)	-----	-----
AR(6)	-----	-----	-----	-----	-----	0.042 (7.34)
AR(8)	-----	-----	-----	-----	-----	-0.114 (-379.5)
AR(9)	-----	-----	0.079 (4.46)	-----	-0.193 (-2.04)	0.192 (33.4)
AR(10)	-----	0.144 (7.49)	-----	-----	-----	-----
AR(11)	-----	0.168 (5.51)	-----	-----	-----	-----
AR(12)	-0.044 (-2.22)	0.281 (5.08)	-----	-----	-----	-0.142 (-16.01)
MA(1)	-----	0.499 (5.11)	-0.602 (-63.28)	-0.315 (-2.94)	-----	-0.779 (-162.27)
MA(2)	0.243 (53.58)	-0.252 (-3.38)	-----	-0.503 (-4.72)	-----	0.175 (7649.59)
MA(3)	-0.819 (-201.15)	-0.434 (-5.17)	-0.943 (-47.36)	-----	-----	-----
MA(4)	-0.411 (-73.13)	-----	0.825 (124.10)	-----	-----	-----
MA(5)	-----	-0.075 (-1.81)	-----	0.579 (-10.16)	-----	-----
MA(6)	-----	-----	-----	0.163 (2.43)	-----	-0.021 (-2.01)
MA(9)	-----	-----	-----	-----	0.198 (1.82)	-----
MA(10)	-----	-----	-0.124 (-13.62)	-----	-----	-----
MA(12)	-----	-0.200 (-4.57)	0.036 (2.12)	0.176 (5.07)	-----	-----
C	0.028 (4.05)	0.019 (6.54)	0.002 (1.45)	0.015 (7.2)	0.006 (5.45)	0.003 (68715.13)
D56	0.296 (26.20)	0.150 (31.32)	-----	-----	-----	-----
D85	0.154 (14.50)	-----	0.151 (26.94)	-----	-----	-----
M1	-----	-----	-----	-----	0.007 (4.94)	-----
M3	-----	-----	-----	-----	-----	-0.003 (-5.59)
M4	-----	-----	-----	-----	-----	-0.004 (-33.7)
M11	-----	-----	-----	-----	-----	-0.002 (-2.86)
C	-0.719 (-13.67)	-6.137 (-11.86)	-2.581 (-12.57)	0.000 (2.40)	-6.062 (-4.7)	-9.162 (-34.82)
ARCH-E	0.522 (16.89)	1.626 (11.99)	1.445 (11.88)	0.469 (3.18)	-0.579 (-3.00)	-1.223 (-8.60)
EGARCH	0.154 (8.53)	-0.382 (-3.05)	0.364 (4.77)	-0.486 (-3.18)	1.080 (4.62)	2.323 (12.29)
LGARCH	0.950 (149.80)	0.319 (4.70)	0.789 (29.03)	0.730 (11.36)	0.372 (2.74)	0.112 (4.84)
R	0.51	0.26	0.50	0.34	0.15	0.12
R <sup>2</sup>	0.50	0.20	0.48	0.30	0.06	-0.02
Log Verosim	1987	520	710	906	351	561
DW	1.76	1.72	1.25	1.91	1.51	1.75
Akaike	-4.62	-4.20	-4.10	-7.16	-6.94	-7.94
Schwarz	-4.53	-3.94	-3.91	-6.95	-6.65	-7.53
Hannan-Quinn	-4.58	-4.09	-4.02	-7.07	-6.82	-7.78
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	854	239	338	242	95	134

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro II.6**  
**Resultados de los Modelos EGARCH(1,1) por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.335 (8.89)	----	-0.809 (-9.08)	----	0.319 (6.59)	0.743 (7.32)
AR(2)	-0.177 (-3.23)	----	0.160 (3.76)	-0.130 (-2.27)	----	-0.604 (-8.54)
AR(3)	-0.767 (-15.25)	----	-0.661 (-14.61)	----	----	----
AR(4)	----	----	-0.957 (-14.29)	----	----	----
AR(5)	----	----	-0.379 (-6.83)	----	----	----
AR(6)	0.084 (2.31)	----	----	0.039 (1.98)	----	-0.170 (-3.05)
AR(9)	----	-0.646 (-11.17)	----	0.103 (4.38)	----	0.040 (1.55)
AR(10)	----	----	----	----	0.296478 (10.65)	----
AR(11)	----	----	0.119 (6.65)	----	----	----
AR(12)	-0.133 (-2.59)	0.148 (3.62)	----	-0.679 (-13.59)	-0.334 (-9.19)	----
MA(1)	----	----	0.923 (15.52)	0.044 (2.08)	----	-0.804 (-9.16)
MA(2)	0.092 (1.88)	----	----	0.139 (2.75)	----	0.650 (8.49)
MA(3)	0.778 (16.83)	----	0.559 (21.34)	----	----	----
MA(4)	0.382 (13.65)	----	0.942 (13.59)	----	----	-0.008 (-0.16)
MA(5)	----	----	0.554 (14.77)	----	----	----
MA(6)	----	----	----	----	----	0.227 (3.78)
MA(7)	0.091 (2.51)	----	----	----	----	----
MA(8)	----	----	0.068 (3.21)	----	----	----
MA(9)	0.137 (4.26)	0.748 (16.42)	----	----	----	----
MA(10)	----	0.145 (4.38)	----	----	-0.462 (-15.9)	----
MA(12)	0.182 (3.47)	----	0.111 (5.44)	0.801 (22.41)	0.385 (17.7)	----
C	0.017 (3.74)	0.078 (5.35)	0.020 (3.99)	0.020 (10.28)	0.010 (8.11)	0.031 (5.46)
D1956(+)	0.118 (29.05)	0.131 (21.97)	----	----	----	----
D1956(-)	----	-0.060 (-4.32)	----	----	----	----
D1970	0.217 (54.08)	----	0.112 (15.59)	----	----	----
D1985	0.138 (18.83)	----	0.109 (19.16)	----	----	----
D1988	----	----	----	0.015 (6.12)	0.018 (12.42)	----
M1	----	----	----	----	0.004 (12.21)	----
M3	----	----	----	----	----	-0.004 (-4.32)
M4	----	----	----	----	-0.001 (-1.89)	-0.003 (-4.16)
M6	----	----	0.006 (3.03)	----	----	----
M7	----	----	----	----	0.004 (4.49)	----
M9	----	----	----	-0.002 (-1.87)	----	----
M11	----	----	----	----	0.003 (8.39)	----
M12	----	----	-0.009 (-5.75)	----	----	----
C	-0.591 (-13.69)	-0.529 (-4.13)	-1.690 (-8.35)	-3.326 (-5.31)	-6.236 (-10.22)	-3.882 (-4.68)
ARCH	0.496 (14.98)	0.239 (4.2)	1.452 (12.8)	-0.425 (-5.05)	-1.123 (-6.59)	0.373 (2.99)
EGARCH	0.115 (4.05)	0.135 (4.22)	0.337 (4.63)	0.706 (8.13)	1.834 (8.81)	0.854 (9.25)
GARCH	0.969 (218.38)	0.954 (68.92)	0.922 (36.14)	0.658 (10.81)	0.357 (5.89)	0.666 (8.43)
R	0.572	0.755	0.457	0.475	0.545	0.204
R <sup>2</sup>	0.564	0.747	0.428	0.453	0.485	0.136
Log Verosim	2191	591	782	951	397	562
DW	1.800	1.913	1.005	1.816	2.122	2.026
Akaike	-5.067	-4.616	-4.527	1.816	-7.942	-7.807
Schwarz	-4.956	-4.448	-4.277	-7.392	-7.515	-7.470
Hannan-Quinn	-5.024	-4.549	-4.427	-7.520	-7.769	-7.670
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	857	251	336	246	96	140

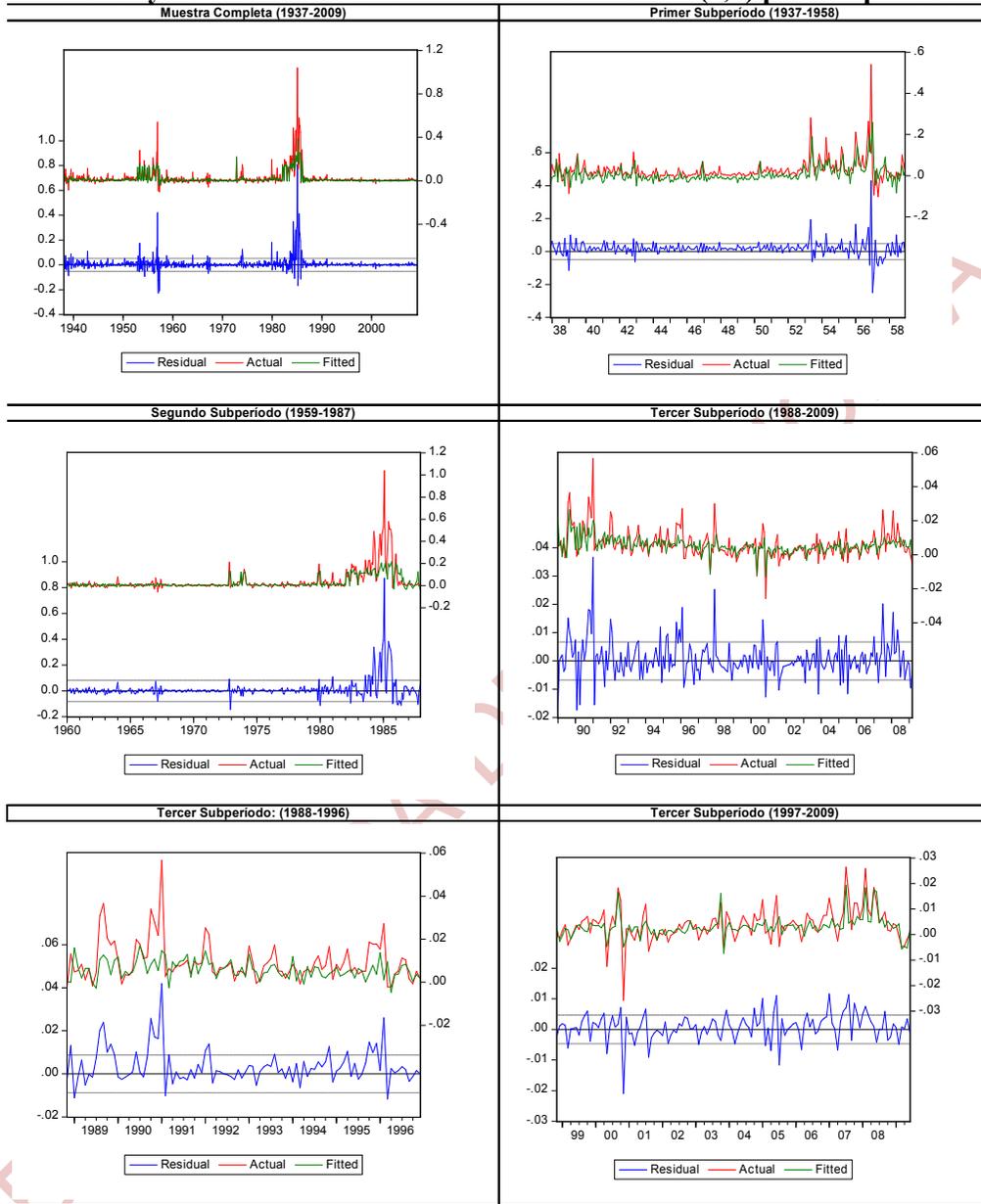
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro II.7**  
**Resultados de los Modelos EGARCH-M(1,1) por Subperiodos**

	1937-2009	1937-1958	1959-1987	1988-2009	1988-1996	1997-2009
AR(1)	0.335 (8.89)	----	-0.809 (-9.08)	----	0.319 (6.59)	0.743 (7.32)
AR(2)	-0.177 (-3.23)	----	0.160 (3.76)	-0.130 (-2.27)	----	-0.604 (-8.54)
AR(3)	-0.767 (-15.25)	----	-0.661 (-14.61)	----	----	----
AR(4)	----	----	-0.957 (-14.29)	----	----	----
AR(5)	----	----	-0.379 (-6.83)	----	----	----
AR(6)	0.084 (2.31)	----	----	0.039 (1.98)	----	-0.170 (-3.05)
AR(9)	----	-0.646 (-11.17)	----	0.103 (4.38)	----	0.040 (1.55)
AR(10)	----	----	----	----	0.296 (10.65)	----
AR(11)	----	----	0.119 (6.65)	----	----	----
AR(12)	-0.133 (-2.59)	0.148 (3.62)	----	-0.679 (-13.59)	-0.334 (-9.19)	----
MA(1)	----	----	0.923 (15.52)	0.044 (2.08)	----	-0.804 (-9.16)
MA(2)	0.092 (1.88)	----	----	0.139 (2.75)	----	0.650 (6.49)
MA(3)	0.778 (16.83)	----	0.559 (21.34)	----	----	----
MA(4)	0.382 (13.65)	----	0.942 (13.59)	----	----	-0.008 (-0.16)
MA(5)	----	----	0.554 (14.77)	----	----	----
MA(6)	----	----	----	----	----	0.227 (3.78)
MA(7)	0.091 (2.51)	----	----	----	----	----
MA(8)	----	----	0.068 (3.21)	----	----	----
MA(9)	0.137 (4.26)	0.748 (16.42)	----	----	----	----
MA(10)	----	0.145 (4.38)	----	----	-0.462 (-15.9)	----
MA(12)	0.182 (3.47)	----	0.111 (5.44)	0.801 (22.41)	0.385 (17.7)	----
C	0.017 (3.74)	0.078 (5.35)	0.020 (3.99)	0.020 (10.28)	0.010 (6.11)	0.031 (6.46)
LGARCH	0.001 (2.63)	0.008 (4.48)	0.001 (3.08)	0.001 (6.58)	0.001 (2.86)	0.002 (4.62)
D1956(+)	0.118 (29.05)	0.131 (21.97)	----	----	----	----
D1956(-)	----	-0.060 (-4.32)	----	----	----	----
D1970	0.217 (54.08)	----	0.112 (15.59)	----	----	----
D1985	0.138 (18.83)	----	0.109 (19.16)	----	----	----
D1988	----	----	----	0.015 (6.12)	0.018 (12.42)	----
M1	----	----	----	----	0.004 (12.21)	----
M3	----	----	----	----	----	-0.004 (-4.32)
M4	----	----	----	----	-0.001 (-1.89)	-0.003 (-4.16)
M6	----	----	0.006 (3.03)	----	----	----
M7	----	----	----	----	0.004 (4.49)	----
M9	----	----	----	-0.002 (-1.87)	----	----
M11	----	----	----	----	0.003 (8.39)	----
M12	----	----	-0.009 (-5.75)	----	----	----
C	-0.591 (-13.89)	-0.529 (-4.13)	-1.690 (-8.35)	-3.326 (-5.31)	-6.236 (-10.22)	-3.882 (-4.68)
ARCH	0.496 (14.98)	0.239 (4.2)	1.452 (12.8)	-0.425 (-5.05)	-1.123 (-6.59)	0.373 (2.99)
EGARCH	0.115 (4.05)	0.135 (4.22)	0.337 (4.63)	0.706 (8.13)	1.834 (8.81)	0.854 (9.25)
GARCH	0.969 (218.38)	0.954 (88.92)	0.922 (36.14)	0.658 (10.81)	0.357 (5.89)	0.666 (8.43)
R	0.57	0.75	0.46	0.47	0.54	0.20
R <sup>2</sup>	0.56	0.75	0.43	0.45	0.49	0.14
Log Verosim	2191	591	782	951	397	562
DW	1.80	1.91	1.00	1.82	2.12	2.03
Akaike	-5.07	-4.62	-4.53	1.82	-7.94	-7.81
Schwarz	-4.96	-4.45	-4.28	-7.39	-7.51	-7.47
Hannan-Quinn	-5.02	-4.55	-4.43	-7.52	-7.77	-7.67
Prob F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N. Obs	857	251	336	246	96	140

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico II.8**  
**Residuos y Estimaciones de los Modelos EGRACH-M(1,1) por Subperiodos**



Fuente: Elaboración propia