

Memoria inflacionaria e histéresis en la econometría de la demanda de dinero para el caso boliviano 1970 – 2010

Autor: HECTOR ERNESTO SHERIFF BELTRAN

Universidad Privada Boliviana (UPB) – Carrera de Economía
Universidad Mayor de San Andrés – Departamento de Economía
Centro de Investigaciones Económicas para el Desarrollo (CIEDE)
Universidad del Valle (Univalle)- Facultad de Posgrado – Programa de Doctorado en
Ciencias Económicas y Empresariales

Working Paper 02/11 (Second Draft)

JEL: C5, E4, E6, D87, N16

ABSTRACT

A new inflationary memory indicator was developed and applied here to deal the hysteresis viewed in the money demand data for the Bolivian economy. An econometric model was developed using quarterly data from 1970 to 2010 and it captures the hyperinflation period and its aftermath when a hysteresis phenomena was observed until 2005. The results show that the model has strong features as well a rare stability taking account the potential instability during the hyperinflationary process. Once more the inflationary memory indicator is useful to capture the hysteresis i.e. to explain the low velocity in the money demand growth during almost 20 years (1985 – 2005).

Tabla de contenido

1.	Introducción	5
1.1.	Planteamiento del problema	6
1.2.	Objetivos de la investigación.....	8
1.3.	Hipótesis de investigación	9
1.3.1.	Hipótesis principal	9
1.3.2.	Hipótesis secundarias.....	9
1.4.	Diseño metodológico	10
2.	Aspectos neuroeconómicos de la memoria	11
2.1.	Psicología de la memoria.....	11
2.2.	Neurología de la memoria	13
2.3.	Economía de la memoria	13
2.4.	Memoria, inflación y economía de la información	14
2.4.1.	Memoria inflacionaria y expectativas	15
2.4.2.	Memoria inflacionaria y políticas de estabilización	17
2.4.3.	Memoria inflacionaria e inflación inercial	20
3.	Histéresis, memoria inflacionaria y demanda de dinero	21
3.1.	Memoria económica y fenómenos de histéresis.....	21
3.2.	Un indicador de la memoria económica	23
3.3.	Memoria inflacionaria y dinámica econométrica	25
3.4.	Memoria inflacionaria en un contexto intertemporal	29

4.	Memoria inflacionaria e histéresis: evidencia empírica.....	31
4.1.	Memoria inflacionaria, alta inflación y post estabilización en Bolivia	33
4.2.	Estimación de la demanda de dinero con memoria inflacionaria	44
4.2.1.	Memoria inflacionaria en el estado del arte de la econometría.....	45
4.2.2.	Evidencia empírica para el caso boliviano	48
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	53
	Bibliografía.....	54
	Anexos.....	58
	Anexo 1: Simulaciones Monte Carlo con un indicador de memoria económica	58
	Simulaciones con series con raíz unitaria.....	58
	Simulaciones con series estacionarias.....	60
	Simulaciones con series estacionarias de memoria larga.....	61
	Anexo 2: Series utilizadas	62
	Anexo 3: Modelo irrestricto y sus propiedades	66
	Anexo 4: Modelo parsimonioso y sus propiedades	69

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Histéresis en las post hiperinflación boliviana	7
Ilustración 2: Bolivia	32
Ilustración 3: Inflación anterior a 1984.....	34
Ilustración 4: Tasa de inflación anual posterior a la estabilización de 1985 - 1986	37
Ilustración 5: Tasa de inflación discreta.....	39
Ilustración 6: Varianza Recursiva aplicada a la inflación discreta	40
Ilustración 7: Proyección de VARINF con inflación estable	42
Ilustración 8: Proyección de VARINF con inflación óptima para máxima convergencia	43
Ilustración 9: Histéresis en variables reales bolivianas.....	43
Ilustración 10: Modelo irrestricto y sus propiedades	49
Ilustración 11: Estabilidad del modelo irrestricto.....	50
Ilustración 12: Propiedades del modelo simplificado.....	52
Ilustración 13: Estabilidad del modelo simplificado	52

1. Introducción

La sustitución de monedas ha estado vinculada a las aceleraciones inflacionarias experimentadas por muchos países, particularmente latinoamericanos en las décadas de 1980 y 1990. La gran cantidad de distorsiones macroeconómicas causadas por altas tasas de inflación acrecentaron la urgencia de contar con diagnósticos para detener primero la inflación e iniciar la recuperación de las variables reales (empleo, producción) después. Para la pronta recuperación del sector real de la economía rápidamente se encontró que el bajo grado de monetización post hiperinflación dejaba muy pocos grados de libertad para efectuar una política monetaria activa. Se dejó entonces el tema de remonetización como endógeno a los cambios estructurales que se consideraban necesarios para el llamado despegue económico, que en países como Bolivia, nunca llegó a ser efectivo.

En dichos periodos la tasa de inflación sufrió bruscas aceleraciones en varios países y se ensayaron medidas de estabilización que contemplaban el rol de esta memoria en su diseño y posterior evaluación. Las tasas de inflación latinoamericanas, de hecho, sufrieron aceleraciones dramáticas casi siempre acompañadas de profundas crisis económicas e incluso políticas. De ahí que la lucha contra la inflación tuvo que encarar medidas de tipo económico, político e incluso jurídico, puesto que la inflación se había incorporado casi en todas las decisiones económicas y, con posterioridad a la estabilización, los agentes económicos seguían actuando como si estuvieran en un régimen de alta inflación (Damill & Frenkel, 1991).

Para frenar estos procesos de alta inflación e hiperinflación, los gobiernos acudieron a diferentes estrategias de estabilización, desde aquellas heterodoxas hasta las más conservadoras en línea a las recomendaciones del Fondo Monetario Internacional. A la fecha, en que la tasa de inflación está muy por debajo de los umbrales de hiperinflación en aquellos países que la padecieron, todavía queda flotando el interrogante acerca si dicha experiencia inflacionaria aún hoy sigue condicionando de alguna manera las

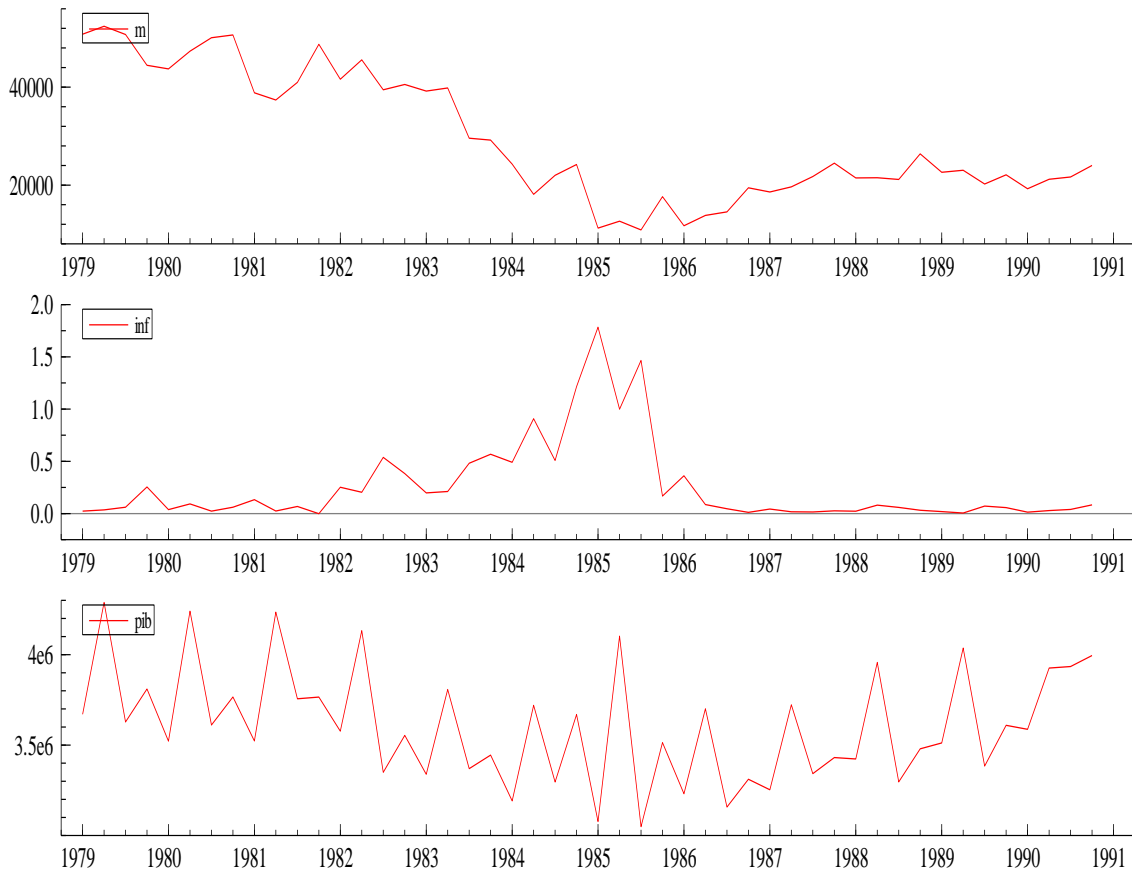
decisiones económicas trascendentales que derivan en la evolución del producto, el consumo, la inversión y el empleo.

En este trabajo se toma el caso boliviano para ensayar una especificación alternativa de la demanda de dinero con criterios comunes tanto para períodos de baja inflación como para períodos de hiperinflación. Aparte de trabajar con definiciones estándar del costo de oportunidad del dinero y del nivel de ingreso, se ha añadido la memoria inflacionaria como determinante de la demanda de dinero.

1.1. Planteamiento del problema

Bolivia enfrentó la sexta mayor hiperinflación del presente siglo entre abril de 1984 y agosto de 1985, la cual fue detenida con un programa de estabilización de alto contenido ortodoxo. La consecuencia de dicho proceso fue una brusca caída de la demanda de moneda nacional pero, lo más interesante, es que cuando los determinantes clásicos de la demanda de dinero volvieron a sus posiciones anteriores a la hiperinflación, los saldos reales en moneda nacional no volvieron a sus niveles previos. Tal como se observa en la Ilustración 1, la caída de saldos reales de M1 (m) estuvo acompañada de una subida dramática en la tasa de inflación (inf) y una caída brusca en la actividad económica (pib). Sin embargo, una vez detenida la hiperinflación en 1986, los saldos reales no se recuperaron ni siquiera hasta 1990, similar situación se observa en la evolución del PIB. Este fenómeno de histéresis es el motivo del presente trabajo en el cual se manifiesta que es la memoria inflacionaria la variable detrás de este importante fenómeno que afectó la economía boliviana varias décadas después de alcanzada su estabilización.

ILUSTRACIÓN 1: HISTÉRESIS EN LAS POST HIPERINFLACIÓN BOLIVIANA



Se puede resumir el problema de investigación de la siguiente manera:

La memoria inflacionaria afecta decisiones económicas de corto y largo plazo de los agentes económicos. Se ha observado el rol de la memoria inflacionaria en la lenta recuperación de economías después de soportar un periodo de alta inflación. Dicha importancia, sin embargo, no ha sido formalizada ni cuantificada al tiempo que el concepto mismo de memoria inflacionaria ha sido tratado de diferentes maneras y desde diferentes enfoques.

1.2. Objetivos de la investigación

En línea a las hipótesis de la investigación, los objetivos son:

Objetivo Principal. Introducir la memoria inflacionaria como determinante de fenómenos de histéresis en periodos post inflacionarios, particularmente en la demanda de dinero y la lenta remonetización de la economía.

- Objetivo secundario 1. Obtener un indicador que mida el estado de la memoria inflacionaria en cada momento del tiempo, sensible a la longitud de la memoria, asociada a su vez a la credibilidad en torno a la formación de un nuevo proceso generador de datos para la tasa de inflación.
- Objetivo secundario 2. Obtener un indicador que pueda contar con características congruentes con los hechos estilizados presentes en la literatura, cuales son, efecto acumulativo en el tiempo, asimétrico entre periodos de alta inflación y periodos posteriores de baja inflación, e independiente del valor observado de la inflación en un momento del tiempo.
- Objetivo secundario 3. Utilizar el indicador de memoria inflacionaria en la especificación de un modelo de demanda de dinero por M1 en la economía boliviana.
- Objetivo secundario 4. Evaluar y cualificar la memoria inflacionaria en un horizonte de largo plazo a fin de detectar si la misma trasciende generaciones condicionando de esa manera la evolución de variables económicas en periodos largos de tiempo.

1.3. Hipótesis de investigación

1.3.1. Hipótesis principal

La memoria inflacionaria juega un rol significativo en la aparición y duración de fenómenos de histéresis que se presentan con posterioridad a estabilizaciones macroeconómicas exitosas tras periodos de alta inflación.

1.3.2. Hipótesis secundarias

- El estado de la memoria inflacionaria, en tanto variable que condiciona la toma de decisiones, es cuantificable de manera indirecta en modelos de series de tiempo.
- Modelos de series de tiempo que incorporen la inflación y su memoria engloban a modelos que sólo toman en cuenta la inflación, por lo que el indicador de memoria inflacionaria incorpora necesariamente la volatilidad de la tasa de inflación de manera independiente al valor esperado de la misma.
- La memoria inflacionaria condiciona la toma de decisiones económicas que pueden trascender a una generación, es decir, que agentes económicos que no tomaban decisiones en los periodos de inflación, en los periodos actuales toman recaudos similares a los tomados por los agentes que fueron directamente impactados por el periodo inflacionario, lo que ayuda también a explicar los fenómenos de histéresis y la lenta recuperación de variables.

1.4. **Diseño metodológico**

En línea a introducir la memoria inflacionaria como determinante de histéresis en economías con experiencia de alta inflación, el trabajo estará orientado a seleccionar la demanda de dinero por M1 que presenta este tipo de fenómeno.

Se vinculará la memoria inflacionaria a un modelo analítico de agente representativo donde esta variable sea incorporada en sus decisiones en torno a tenencia de saldos reales. Se revisará el proceso inflacionario de Bolivia que experimentó altas inflaciones. En lo referente al entorno geográfico de esta literatura, la investigación pretende aportar con un estimador de la memoria inflacionaria susceptible de ser incorporado en series temporales con aplicaciones a los procesos de alta inflación que se observaron en Bolivia y otros países con experiencias similares.

Se definirá de manera integral el concepto de memoria inflacionaria haciendo compatible el concepto con los estándares referidos a la memoria que se trabajan en otras ciencias y disciplinas, por ejemplo, la psicología y la neuroeconomía.

El trabajo empírico tendrá una vertiente cuantitativa donde se especifiquen modelos de series de tiempo para Bolivia incorporando la memoria inflacionaria en línea al modelo analítico desarrollado. El trabajo empírico estará basado en información estadística de series de tiempo.

2. Aspectos neuroeconómicos de la memoria

2.1. Psicología de la memoria

“La Memoria es la capacidad que tiene un organismo vivo - o una sociedad - de conservar una huella de sus experiencias y de reaccionar ante una situación de una manera que guarda relación con ese almacén de experiencias, lo cual pone en relación a la memoria con la información y la cognición” (Del Rey Morato, 2005).

La Memoria se ha considerado sinónimo de conocimiento o al menos una condición indispensable para este. Desde la perspectiva de la Psicología Cognitiva, se puede definir como un proceso que forma parte del sistema humano de procesamiento de información, cuya función implica el *registro, almacenamiento y recuperación* de datos (Ellis, 1986). La memoria puede concebirse como un proceso constructivo en el cual la variación adaptativa es la regla, esto quiere decir que la información no ingresa a la conciencia directamente, tampoco se reproduce literalmente, sino que sigue distintas fases (sensorial, corto plazo y largo plazo) en las cuales se elaboran y reconstruyen unidades integradoras, la información se encuentra agrupada en estructuras que actúan como marcos de referencia, que determinan las líneas de organización, relación y operación de la conducta (Mahoney, 1983).

Es importante tanto el estímulo como su recuerdo. “La memoria es el reflejo de lo que existió en el pasado. Este reflejo está basado en la formación de conexiones temporales suficientemente firmes (fijación en la memoria) y en su actualización o funcionamiento en el futuro (reproducción y recuerdo)” (Smirnov, Rubinstein, Leontiev, & Tieplov, 1960, págs. 201-202). Las estructuras cognitivas que hacen posible el recuerdo, tienden a introducir prejuicios y distorsiones, ya que se hallan interconectadas con valores, creencias, emociones e intereses de los sujetos, lo que muestra la cualidad multimodal¹ de

¹ Según el registro sensorial tendremos, por ejemplo, memoria visual, auditiva, táctil, cenestésica, etc. También se distingue entre memoria Semántica, Episódica y Procesal.

la memoria humana, tanto en el momento de registro o codificación de información como al actualizar las impresiones (Soliz Macias, 2005).

Estos fenómenos se ven apoyados por estudios experimentales en los cuales se explica que dada una situación estímulo, se activan esquemas que incluyen en sus contenidos información y representaciones ajenas, denominadas por algunos autores “intrusiones” o “falsas alarmas”. Asimismo se han comentado los fenómenos de interferencia e inhibición (Gutiérrez Calvo, 1988).

La recuperación² o evocación, por lo general no se produce de manera consciente, este aspecto ha dado lugar a distinguir entre información “disponible” que no puede recuperarse en forma directa aun habiendo sido codificada y registrada exitosamente y “accesible” la que se recupera voluntariamente. La recuperación dependerá de varios aspectos tales como: el tipo de tarea, el nivel de desarrollo del individuo, la prominencia de indicios relevantes (emocionales, preceptuales) la frecuencia en la repetición del evento y la manera cómo se encuentren organizados estos datos, es decir el orden en la fase de registro determinará la facilidad y rapidez de recuperación, así como la posibilidad de realizar distintas manipulaciones y clasificaciones. (Soliz Macias, 2005); (Case, 1984); y (Carretero, 2001).

Una clase especialmente importante de estructuras son las que representan el ordenamiento en el tiempo. Los adultos tienden a construir los eventos de su experiencia en un marco de referencia temporal, en el que se concatenan los hechos y vivencias del pasado y se anticipan los acontecimientos futuros, esto explica la importancia de lo que generalmente se denomina “experiencia”. La información acumulada se utiliza para anticiparse a eventos por venir y formar expectativas. (Carretero, 2001) y (Del Rey Morato, 2005).

² “La recuperación de información de la memoria es una instancia de muestreo con reemplazo, en esta clase de muestreo la producción de conocimiento no elimina la información en la Memoria a Largo Plazo, el efecto de dicho muestreo conduce a la producción de una copia de la información requerida dejando intacta la copia originalmente registrada”. (Soliz Macias, 2005).

2.2. Neurología de la memoria

Está establecido que la actividad neuronal en la corteza orbital frontal en primates les permite discriminar entre recompensas asociadas a alimentos de su preferencia mostrándose de manera plena la existencia de elecciones transitivas de tipo relativo asociadas a la actividad neuronal en dicha zona del cerebro (Smith, 2009).

A partir de experimentos de juegos en humanos y primates no humanos, las decisiones de tipo social y económico han sido ubicadas entre la corteza media prefrontal del cerebro (MPFC) y la corteza orbitofrontal (OFC), por un lado y, la corteza cingulata posterior

2.3. Economía de la memoria

La neuroeconomía es una nueva disciplina que combina neurociencia, psicología y economía y estudia la manera en que las personas toman decisiones económicas (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009). La neuroeconomía tuvo sus orígenes en dos momentos clave: la revolución neoclásica de los años 1930 y el nacimiento de las ciencias cognitivas en la década de 1990. De ese modo, esta disciplina tiene a lo más diez años de antigüedad. Todavía es tema de debate si la neuroeconomía creará teoría económica para los economistas o si la teoría económica existente proveerá de estructura a la neuroeconomía (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009). Según (Smith, 2009) existen tres órdenes interdependientes de mente/cerebro en la toma de decisiones:

Primero, el orden de la mente, donde la neurociencia emerge con evidentes fortalezas; segundo, el orden externo del intercambio socio económico y, tercero, el orden extendido de cooperación entre las instituciones del mercado y la tecnología. El cerebro social parece tener mecanismos adaptativos para aquellas tareas que involucran experiencia, memoria, percepción y conocimiento personal³.

³ Op. Cit. Pág. 15.

2.4. Memoria, inflación y economía de la información

Extrayendo lecciones del análisis psicológico de la memoria, lo que denominamos Memoria inflacionaria se refiere a las huellas de experiencias relativas al fenómeno económico. Largos periodos de inflación o violentas aceleraciones de la inflación, constituyen a la luz de los párrafos anteriores, estímulos que se almacenan en la memoria de largo plazo, que condicionan el comportamiento de las personas cada vez que “extraen” esta información. Así, el esquema temporal en conjunción con la memoria de largo plazo, impediría considerar el efecto de una violenta aceleración inflacionaria y/o un largo periodo con altas tasas de inflación, como un fenómeno que tenga efectos transitorios en el comportamiento de los agentes económicos.

La inflación boliviana estudiada en este trabajo, registrada durante el proceso histórico en el cual se desarrolló la hiperinflación y evocadas activando estructuras cognitivas configuradas tales como información relativa a cambio político, inseguridad para el ahorro y riesgo influyen en todo el proceso de toma de decisiones en un horizonte temporal que no necesariamente se restringe al horizonte temporal en el que prevalece una alta inflación. De esa manera, en contextos inflacionarios y post inflacionarios, la conducta de las personas puede ser tipificada a la luz del esquema temporal y la memoria de largo plazo: huida del dinero nacional, indexación de contratos, especulación, altas primas de riesgo, etc. Dichas estructuras servirán como marcos de referencia que incidirán en la toma de decisiones, expectativas y comportamientos futuros (Sheriff & Chacón, 2007).

La memoria es aún un campo de escaso desarrollo en la neuroeconomía debido a la escasa consideración de la misma en la teoría económica. Mientras en la psicología el estudio de la memoria tiene un tratamiento comprehensivo, en la economía su formalización ha estado asociada especialmente al fenómeno de inercia y persistencia recogidos por la econometría en el estudio de series no estacionarias, modelos de

corrección de error y modelos de aprendizaje. Precisamente uno de los campos donde más importancia se da a la memoria es en la macroeconomía en lo que al estudio de la inflación se refiere.

2.4.1. Memoria inflacionaria y expectativas

Una expectativa es una predicción informada de hechos futuros (Sheffrin, 1985). La variable expectativas ha sido central en los desarrollos teóricos de los últimos 50 años, empezando en las definiciones y formalizaciones efectuadas en trabajos pioneros de Allais (1958), (Cagan, 1956), y (Muth, 1961). Desde el punto de vista psicológico, la expectativa es una de las cuatro variables dentro de la teoría motivacional de Julian Rotter, que permite predecir la conducta de una persona en cualquier situación dada. En esta teoría, la expectativa se refiere a las anticipaciones subjetivas de los individuos acerca del resultado de su conducta, el individuo estima la probabilidad de que un reforzamiento particular ocurra si se comporta de cierta forma en una determinada situación.

Las expectativas están basadas en la experiencia previa de un individuo y tienden a reflejar la forma en que una persona se siente respecto a un tema, no por fuerza están basadas en todos los datos objetivos pertinentes ni en la estimación real, basada en hechos verdaderos. La formación de expectativas está influida por la *selectividad perceptiva*, proceso que se refiere a la elección de información que proviene de los hechos, la selectividad es a su vez guiada por los “constructos personales” o patrones esquemáticos elaborados por el sujeto, que sirven de base para organizar el anteproyecto de un individuo, orientando sus estrategias de enfrentarse a una situación dada. (Shulman, 1988).

Kazdin ha señalado como las expectativas en el campo de la investigación clínica influyen en la conducta de los sujetos, a estos efectos se les denomina “efectos de expectativas no intencionales”, para enfatizar que el experimentador no puede hacer nada a propósito para influir en las respuestas de los sujetos. Las expectativas pueden

conducir a modificar la postura, el tono de voz, las expresiones faciales, la forma de dar las instrucciones, e influir en las respuestas de los participantes en un experimento. Si efectuamos una extrapolación al comportamiento económico, es justificada la acepción de los economistas en el sentido de que las expectativas pueden influir en las variables económicas aún cuando sus fundamentos no hayan sufrido movimiento (Kazdin, 2001).

Los efectos de las expectativas recibieron atención considerable a mediados de los años sesenta, en el contexto de la investigación en psicología social, se realizaron trabajos en humanos y en primates identificando las características de los experimentadores y cómo se comportan, es decir si actúan de forma profesional, competente, y relajada, y se relacionaron con la magnitud de los efectos de la expectativa⁴.

El trabajo teórico de los economistas en torno a las expectativas, si bien ha sido intenso desde los aportes mencionados, ha concentrado sus esfuerzos en “modelar” las expectativas, es decir, en adoptar ciertos supuestos matemático – estadísticos para introducir las expectativas en los modelos económicos. De esa manera, las hipótesis económicas de expectativas no nos dicen cómo forman los agentes sus expectativas, nos muestran formulaciones más simples que reflejan un “como si lo hicieran”. "El hecho que interesa al análisis económico es que los individuos actúen como si fueran racionales".

De esa manera la hipótesis de expectativas adaptativas, una de las más antiguas y más utilizadas, nos dice que el agente económico sólo corregirá su expectativa si se equivoca y en proporción de dicho error (Cagan, 1956). La hipótesis de expectativas racionales nos dice que el agente económico construirá su expectativa haciendo uso de toda la información disponible y que sus predicciones, por tanto, sólo se diferenciarán de los valores reales en forma aleatoria (Muth, 1961). Otras hipótesis, como la original teoría de las expectativas homeostáticas, nos dice que el agente económico hace expectativas en función de funciones de supervivencia (Fernández Pol, 1976).

⁴ Trabajos realizados por Rosenthal en 1966 y 1976, citado en (Kazdin, 2001).

Los desarrollos de (Lucas, 1973) y posteriores, afinaron de manera notable la forma de incorporar las expectativas en los modelos económicos. Respondieron a las tendencias epistemológicas de la época y tomaron en cuenta muchos aspectos referidos a la información imperfecta, asimétrica y costosa que fue tratada en artículos previos. Si bien estos aportes son objeto de continuas revisiones y ampliaciones, queda claro que hay muchos aspectos que aún no han sido incorporados de manera formal, aunque sí intuitiva. Tal es el caso de la memoria.

El énfasis en estados subjetivos, en la mente de los sujetos vistos como agentes económicos, ha generado algunas explicaciones respecto a la importancia de las expectativas en la función de demanda de dinero. En términos generales se considera que las expectativas se forman teniendo en cuenta los *datos del pasado*, la información relevante disponible en el momento, que incluye aspectos como la estructura de la economía, las acciones del gobierno y las estrategias que este adoptará en el futuro. Dadas estas experiencias que se reflejan en la memoria, los agentes económicos tienden a no repetir sus errores, a comportarse como si creyesen que los demás lo harían y, a formar esquemas de expectativas para cada estructura económica. Lo que en Economía no se alcanza a explicar es cómo procesan los sujetos la información que disponen para elaborar sus expectativas racionales y qué rol juega la memoria en este proceso.

2.4.2. Memoria inflacionaria y políticas de estabilización

Otra vinculación de la memoria inflacionaria tiene que ver con la credibilidad. El diseño de muchos programas de estabilización buscaba borrar la memoria inflacionaria del público de tal forma que se elimine la inercia anteriormente mencionada y el comportamiento “inflacionario” utilizando mecanismos de indización aún cuando los mismos ya no fueran necesarios. El argumento central, congruente con el anterior, era que las recetas de estabilización más ortodoxas se tornaban más efectivas en presencia de una memoria inflacionaria borrada por el propio programa de estabilización.

Mientras (Morales, 1988) indicaba que los problemas asociados a la indexación de contratos no fueron importantes en Bolivia en el diseño de corto plazo de su programa de estabilización de 1985, (Chávez, 1991) indicaba que a cinco años de la estabilización exitosa, la estabilidad aún faltaba ser consolidada y probablemente la memoria inflacionaria era un factor que estaba retrasando la recuperación de las principales variables reales (producto, inversión, consumo, empleo). Citaba las expectativas del público como un elemento central en la efectividad de la política económica adoptada en 1985 y que hasta 1991 aún no había logrado asegurar un sendero de crecimiento. En ambos casos, se tiene argumentaciones que no son formalizadas ni sus conclusiones son sometidas a evidencia empírica. Sin embargo, en ambos trabajos se muestra la importancia de la memoria inflacionaria en el diseño de estabilización y en los periodos posteriores cuando se buscaba la reactivación de las variables reales.

El caso argentino ha sido objeto de una serie de trabajos teóricos y aplicaciones a su proceso hiperinflacionario, conocido como macroeconomía heterodoxa. Frenkel (Frenkel, 1988) argumenta que la memoria inflacionaria acorta el periodo de los contratos y de sus periodos de revisión, particularmente en el mercado de trabajo imprimiendo a la inflación una suerte de inercia que se intentó suprimir con el plan Austral ensayado por el gobierno de Alfonsín. Si bien Frenkel formaliza la dinámica inflacionaria y la actividad económica de manera conjunta, obteniendo sistemas dinámicos que ilustran la presencia y la importancia de la inflación inercial, no explicita en su desarrollo, la memoria inflacionaria a la que da un rol central en dicha dinámica.

El caso brasilero ha sido también objeto de discusión en un entorno altamente formalizado. Por un lado, el ensayo heterodoxo de estabilización aplicado en la década de los 80, conocido como Plan Cruzado, imprimió una dinámica investigadora en campos de la inflación inercial, la persistencia de la inflación y las rigideces post inflacionarias, donde en cada uno de estos campos se citaba frecuentemente la memoria inflacionaria. En (Shapiro & Olivera Filho, 1987) citan que inflaciones mayores al 100% durante la vigencia de un contrato laboral tienden a perpetuar la inflación. A su vez, estos autores señalan que una vez que desaparece la memoria inflacionaria, las herramientas convencionales de

política económica recién empiezan a ser más efectivas. Finalmente señalan que la memoria inflacionaria ayuda a explicar por qué las políticas recesivas del Fondo Monetario Internacional eran inefectivas para combatir la inflación. Esta ineficacia de la política económica ortodoxa tampoco es formalizada a partir de la memoria inflacionaria explícitamente.

Incluso después de la aplicación del Plan Real, la literatura seguía citando la memoria inflacionaria como elemento importante en la dinámica económica de ese país, tal es el caso de la devaluación del real en 1997. La revisión comparada de Macedo y Nayyar (Macedo & Nayyar, 1994) de los programas de Brasil e India, coinciden en señalar el efecto de la memoria inflacionaria en la dinámica de estabilización y crecimiento. El aporte de este trabajo radica en extender un concepto utilizado casi de manera exclusiva a nivel regional (la memoria inflacionaria) a una economía que también enfrentaba el mismo fenómeno. Sin embargo, la ausencia de una formalización del concepto hace que las consideraciones sean efectuadas en el marco de hechos estilizados solamente.

Bueno, *et al* (Bueno, Toyoshima, Aredes, & Marques do Santos, 2003) en base al caso brasilero, señalan también que a partir de la eliminación de la memoria inflacionaria sería posible asegurar que los agentes económicos empiecen a utilizar con mayor intensidad la moneda nacional. Este fenómeno es central para especificaciones futuras de la demanda de dinero, donde se observó que el público tiende a preferir monedas extranjeras aún muchos años después de haber sido dominada la inflación.

Finalmente, tomando también la experiencia brasilera, (Lemos, 2004) argumenta que la larga memoria inflacionaria tiende a perpetuar las formulas indexadoras especialmente a partir de las continuas revisiones de los salarios mínimos. Sin embargo, el intento se limita establecer variables dicotómicas (logit) en un intento de formalización de las revisiones de los salarios mínimos y donde finalmente no se formaliza el aspecto referido a la memoria inflacionaria.

En base a un modelo teórico, (Benassy & Conré, 2002) señalan, en su intento de demostrar por qué subsisten regímenes cambiarios intermedios entre fijos y flexibles, que

un gobierno preferirá un régimen cambiario flexible si los shocks externos son grandes, si la memoria inflacionaria es baja, y si el pass-through es débil. Este trabajo incorpora la memoria como parte de la formación de expectativas de inflación y, un componente adaptativo de larga memoria sería exógeno al modelo.

2.4.3. Memoria inflacionaria e inflación inercial

Pese al abundante material que existe sobre el tema, el concepto de memoria inflacionaria ha estado vinculado a varias acepciones de la misma, ha tenido una formalización no explícita en la modelación económica y se ha centrado en aspectos de corto y mediano plazo fundamentalmente asociados básicamente a la propia dinámica inflacionaria y no al sendero de largo plazo de variable reales incluso varios años después de asegurada la estabilización. Por un lado se vincula la memoria inflacionaria con la persistencia de la inflación. En otras palabras, cuando los fundamentos económicos ya no soportaban tasas de inflación grandes, la tasa de inflación seguía siendo alta. Ese fenómeno fue conocido como inflación inercial y estuvo vinculado a la memoria de los agentes económico que seguían incorporando en sus contratos, fórmulas de indización (llámese indexación) similares a las utilizadas en periodos inflacionarios. Si bien este fenómeno (la inflación inercial y su persistencia) ha sido motivo de estudio, su vinculación con la memoria inflacionaria en series de tiempo ha estado débilmente formalizada incorporando sobre todo esquemas dinámicos en las ecuaciones de inflación. Dicha estructura dinámica generalmente incorporaba rezagos finitos y decrecientes de la tasa de inflación determinando una memoria inflacionaria mas bien corta que habría de agotarse, en el peor de los casos, algunos meses con posterioridad a la estabilización en ausencia de nuevos shocks.

A partir de las aceleraciones inflacionarias de las década de los 50 y 60, la memoria inflacionaria ha surgido como elemento de discusión en el diseño de políticas macroeconómicas, no sólo anti inflacionarias sino también en el diseño de políticas de

empleo e ingresos. El argumento central era que la memoria inflacionaria condicionaba la toma de decisiones económicas quitando efectividad a las políticas económicas. Por ello es que desde dichas épocas, se ha tratado de quebrar la memoria inflacionaria como un elemento que asegure la efectividad de las políticas. Ello fue central en el diseño de políticas heterodoxas de estabilización (Pegurier & Salgado, 2002).

La literatura señala que la memoria inflacionaria afecta diferentes decisiones de los agentes económicos, destacando en primera instancia, la determinación de periodos de referencia de los contratos, reduciéndolos de términos anuales hasta términos mensuales e incluso semanales dependiendo de la virulencia de la inflación (Abreu, 2004). Sin embargo, este aspecto – el recorte en los periodos de referencia en los contratos – no es una variable formalizada ni asociada explícitamente a la memoria inflacionaria.

3. Histéresis, memoria inflacionaria y demanda de dinero

3.1. Memoria económica y fenómenos de histéresis

Se propone un modelo estilizado de histéresis con la finalidad de incorporar una variable que al reflejar la memoria económica, permita predecir de manera eficiente el sendero de variables económicas sujetas a fenómenos de histéresis. Se propone una relación económica lineal de la siguiente forma:

$$y_t = X\beta + \phi\pi_t + \lambda M_t^\pi + u_t$$

Donde:

Y es una variable económica real, objeto de estudio (crecimiento, consumo, demanda de dinero). X es el vector de los determinantes de y establecidos por la teoría económica.

La variable de interés asociada a la histéresis está representada por π . La memoria económica está representada por M . Son parámetros: β , Φ y λ y u es un término residual ruido blanco e innovación.

Se busca encontrar una serie económica M que refleje la memoria de π tal que $\lambda \neq 0$. Ello implica que sea significativa en la determinación de Y . Se busca que M mida el estado de la memoria en cada momento del tiempo, sea sensible a la longitud de la memoria, asociado a su vez a la credibilidad en torno a la formación de un nuevo proceso generador de datos. Buscamos también que en M se refleje el efecto acumulativo en el tiempo de la variable de interés π , asimétrico entre periodos de π creciente y periodos posteriores de π decreciente. Estas características se traducen en un indicador M del siguiente tipo:

$$M_t^\pi = \int_H^t f(\sigma_{\pi,t}^2, Z) dt$$

Donde H es el periodo más remoto desde que se tiene memoria, está asociado a la credibilidad. La longitud de la memoria va de H a t . Z es un vector de variables exógenas que afectan la memoria de π . H es el período de inicialización de la memoria del agente. Si en el período t_1 se produce un cambio creíble de política económica (por ejemplo la estabilización boliviana en agosto de 1985), de ahí en adelante, el agente ya no referirá la medición de la memoria al período H sino al período t_1 , siendo M calculado desde el período t_1 más representativo del riesgo actual dado el cambio creíble de política.

La característica de asimétrico entre periodos de π creciente y periodos posteriores de π decreciente implica que $\left| \frac{\partial M}{\partial \pi^+} \right| > \left| \frac{\partial M}{\partial \pi^-} \right|$ ya que la varianza de π aumenta (disminuye) siempre y cuando π aumente (disminuya) por encima (debajo) de su media.

3.2. Un indicador de la memoria económica

El análisis precedente nos mostró el estado del arte en torno al estudio de la memoria desde un punto de vista cuantitativo, mostrando claramente la asociación entre memoria y persistencia que sin ser incorrecta es incompleta.

La memoria, desde el punto de vista neuroeconómico es aquí tomada como un stock que es alimentado con cada nueva innovación y la recuperación de información de hace tanto más dificultosa tanto más remota sea la innovación.

Así, en línea a las características requeridas se propone un indicador que mide el estado de la memoria de una variable económica en cada momento del tiempo, sensible a la longitud de la memoria, asociada a su vez a la credibilidad en torno a la formación de un nuevo proceso generador de datos para la tasa de inflación. Dada la memoria tomada como un stock, caeteris paribus Z , tomando la varianza acumulada de π , la misma medida acumulada de la variabilidad refleja la variación promedio de una variable haciendo uso de toda la memoria que se tiene de esta variable, por cuanto una predicción de corto plazo (por ejemplo una media móvil) no reflejaría en su totalidad el riesgo involucrado en la misma. Por otra parte, cuando el valor de una variable disminuye (por ejemplo, la inflación al finalizar una hiperinflación), el riesgo que los agentes asignan a los activos sujetos a la variación de dicha variable no disminuye en la misma proporción, reflejando una memoria de largo alcance en cuanto a la variabilidad de la variable en cuestión.

Por lo tanto, una medida de varianza recursiva es tomada aquí pero en una perspectiva más amplia, extendiendo el concepto de volatilidad estocástica. Tomando en cuenta las características de la "memoria" comentadas líneas arriba y, el hecho de que la variabilidad de una o más variables es un factor que afecta el riesgo, la medida de volatilidad apropiada sería aquella que la evalúe de manera acumulativa en el tiempo y no en un momento del mismo. Las varianzas también son variables aleatorias y por lo tanto, también poseen propiedades temporales.

Así, se propone como una medida de la memoria económica a la varianza recursiva definida como:

$$M_t^\pi = \frac{\sum_{t_0}^t (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2}{t - t_0 - 1}$$

Donde t_0 es el período de inicialización de la memoria del agente congruente con la definición de H líneas arriba. Una fuerte aceleración en π conduce a que su media recursiva aumente, provocando a su vez que toda la varianza aumente. Sin embargo, cuando π vuelve a sus niveles iniciales, aún cuando la media recursiva vuelva también a sus niveles iniciales, la varianza no volverá a la misma velocidad a dichos niveles iniciales reproduciendo el fenómeno de asimetría detrás de los fenómenos de histéresis.

Para que la varianza recursiva M inicie una reversión hacia el nivel existente antes de la aceleración de π , el valor de π de cada periodo debe ser siempre menor que la media recursiva existente. Se ha dado a M el nombre de VARINF para denotar a la varianza acumulada de la inflación.

Mediante simulaciones de Monte Carlo se han trabajado medidas de M para variables no estacionarias, estacionarias y estacionarias de memoria larga, obteniéndose los siguientes resultados (ver Anexo 1): se generaron 2000 valores en cada simulación; VARINF muestra un comportamiento sistemático en todas las simulaciones. Cuando las series son estacionarias con memoria corta VARINF muestra el mismo patrón que podríamos esperar para la varianza de una serie estacionaria: casi constante. El hallazgo más remarcable es el comportamiento de VARINF para series no estacionarias o estacionarias de memoria larga. En ambos casos VARINF muestra histéresis en todos los casos en que las series muestran incrementos por largos periodos de tiempo seguidos de fuertes y duraderas caídas.

3.3. Memoria inflacionaria y dinámica econométrica

El rol de la memoria juega un rol central a la hora de valorar riesgos. El periodo a partir del cual se valora el riesgo determina dinámicas diferentes a la evolución de la valoración de riesgo macroeconómico. La memoria de riesgo macroeconómico, representada como memoria inflacionaria, está ligada aún, a shocks macroeconómicos de un pasado muy remoto. La incorporación de la memoria de los agentes en la valoración del riesgo puede relativizar la importancia de otro grupo de determinantes psicológicos de la sustitución de moneda (por ejemplo) cuales son las preferencias, es decir, preferir la moneda extranjera simplemente por gusto.

Se ilustrará la pertinencia de VARINF para mostrar cuán lenta es la velocidad con la que se pierde la memoria de aceleraciones traumáticas de la tasa de inflación, típicas de periodos de alta inflación e hiperinflación. Para ello se utilizará datos de Bolivia que es un país con experiencia de alta inflación.

Pese a las múltiples referencias en torno a la memoria inflacionaria y su importancia en el diseño de políticas económicas, su formalización no es explícita. No se ha encontrado una serie económica que refleje el estado de la memoria inflacionaria. Tampoco se ha encontrado un indicador que mida el efecto de “borre” de la memoria. Tampoco se tiene una idea cabal de cuántos periodos es el promedio que utiliza un agente económico para determinar su “memoria” inflacionaria. Incluso, no se ha encontrado, desde el punto de vista psicológico, a qué tipo de memoria se refiere la literatura cuando habla de memoria inflacionaria.

Las formas de cuantificar la inestabilidad de la tasa de inflación estaban referidas a proxys de incremento en la tasa de inflación y varianza de la tasa de inflación. Precisamente en el caso de las varianzas de inflación no existen aproximaciones que muestren a lo largo del tiempo la variación en la inestabilidad de la tasa de inflación. Así, si bien en el caso de los cortes transversales a nivel países (cross countries) se utilizaba la

varianza de la inflación a lo largo de los datos disponibles para cada país, en el caso de series de tiempo, no se observan mediciones de la varianza para cada año o intervalo temporal.

La evolución de muchas variables reales mostró tendencias negativas en periodos en que la administración económica perdió el control de la tasa de inflación. Así, se observó de manera estilizada que ante aumentos en la tasa de inflación y su variabilidad, se dio una fuerte caída en las tasas de crecimiento del producto incluso hasta hacerse negativas; ello vino acompañado de caídas en el consumo privado, en la inversión y naturalmente en el empleo y en los salarios reales. Naturalmente, dada la naturaleza monetaria de la inflación (Cagan, 1956), la huida del dinero también determinó una acelerada caída en los saldos reales en poder del público.

Esta posible persistencia del condicionamiento de la memoria inflacionaria a las decisiones económicas muchos periodos después de haberse consolidado la estabilidad monetaria, ha sido objeto de varios estudios, desde (Frenkel, 1988) hasta (Abreu, 2004) donde se indica, mas no se formaliza, que la memoria inflacionaria hace que los agentes económicos se sigan comportando en periodos de estabilidad como si todavía estuvieran viviendo en un periodo de alta inflación.

En determinado momento del desarrollo del arte en este tema, se asoció dicha memoria inflacionaria a la persistencia de la inflación que en definitiva, es un aspecto separado de lo que implica la memoria inflacionaria tal como la estamos tratando. La persistencia de la inflación, es decir, la presencia de tasas de inflación por encima de lo que los fundamentos determinarían, es en parte una consecuencia de la memoria inflacionaria pero no puede ser entendida como la memoria inflacionaria en sí misma.

Es sistemático encontrar que la tasa de inflación es no estacionaria o presenta raíces unitarias en determinados periodos de tiempo⁵.

⁵ A nivel internacional MacDonald y Murphy (1989), analizando las tasas de inflación a partir de datos trimestrales para Bélgica, Canadá, el Reino Unido y los Estados Unidos entre 1955 y 1986 han encontrado clara evidencia a favor de que dichas tasas de inflación son integradas de orden 1, es decir, I(1). También

Casi todos los trabajos dirigidos al estudio de la dinámica de la inflación han tropezado con el problema de expectativas. En muchos de ellos se ha supuesto que las expectativas son racionales y de previsión perfecta. Asumir que las expectativas se forman racionalmente no implica desechar una representación adaptativa de las mismas. Sheffrin cita que bajo contextos de hiperinflación, una representación "racional" de las expectativas puede ser la adaptativa. Sólo los shocks de credibilidad harían innecesario el uso de información pasada para la predicción de la inflación en presencia de expectativas racionales (Sheffrin, 1985).

En ausencia de shocks de credibilidad y suponiendo que las expectativas son racionales, la definición del vector de información I disponible en el período $\{t-1\}$ es amplia, por cuanto incluye información cuantitativa e información cualitativa (contexto o estados de la naturaleza). Así, diferentes contextos políticos y de política económica condicionarían predicciones diferentes de la inflación.

La consideración del concepto de memoria inflacionaria impide hacer uso indiscriminado de variables mudas para atrapar algún suceso aislado de política económica.

De acuerdo a las secciones previas, las asociaciones de cierto tipo de decisiones económicas con la memoria inflacionaria tienen más bien un horizonte de corto y

usando datos trimestrales, Barsky (1987) ha encontrado evidencia de que la tasa de inflación ha sido estacionaria en Estados Unidos antes de 1959 pero parece contener una raíz unitaria entre 1960 y 1979. Wickens y Tzavalis (1992), a partir de datos de inflación mensuales para los Estados Unidos obtienen también evidencia de no estacionariedad mientras que Kirchgässner y Wolters (1993) obtienen, para Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Alemania y Suiza, resultados variables dependiendo del periodo temporal seleccionado y de los contrastes utilizados aunque con mayor evidencia de tasas de inflación $I(1)$.

La mayoría de dichos trabajos tienen en común que se basan en la utilización de los contrastes de integrabilidad propuestos por Dickey y Fuller (1981) y en los tradicionales modelos autorregresivos, integrados y media móvil (ARIMA). Mas recientemente, Hassler y Wolters (1995) utilizan los más flexibles modelos autorregresivos, fraccionalmente integrados y media móvil (ARFIMA) y encuentran evidencia a favor de que las tasas de inflación en Estados Unidos, el Reino Unido, Francia, Alemania e Italia entre 1969 y 1992 presentan memoria larga aunque se descarta la presencia de una raíz unitaria. En dicho trabajo se aplica el método de estimación propuesto por Geweke y Porter-Hudak (1983) (GPH) para obtener una estimación del orden de integración fraccional de las tasas de inflación. No obstante, en Agiakloglou *et al.* (1993) se muestra como, en ciertas circunstancias, dicho estimador puede estar seriamente sesgado y, por tanto, los contrastes basados en dicho estimador pueden presentar importantes distorsiones.

mediano plazo, siendo menos frecuentes las asociaciones de ciertos fenómenos de histéresis a la memoria inflacionaria. En efecto, muchas variables económicas, particularmente reales, como el consumo, la inversión, las exportaciones, el empleo y la tenencia de saldos reales, sufrieron bajas importantes por efecto del descalabro macroeconómico donde la inflación jugó un rol importante. Una vez asegurada la estabilización, la recuperación de estas variables fue mucho más lenta que la reducción de la tasa de inflación. Incluso cuando todos los fundamentos de tales variables ya estaban en los niveles previos a la crisis, las mismas aún no habían recuperado sus niveles iniciales previos a la crisis. Por ello, es arguye aquí que la memoria inflacionaria haya estado detrás de estos fenómenos, de tal forma que en horizontes de mediano a largo plazo, esta variable siga afectando decisiones de los agentes económicos.

Definiremos como y_0 a una variable real en el periodo inicial 0 en el cual se daba una inflación representada por π_0 . Supondremos que y_0 depende de π_0 a través de una función de comportamiento $y_t = f(\pi_t)$ por lo tanto $y_0 = f(\pi_0)$. Supondremos que la variable y es del tipo de variables descrito anteriormente, por ejemplo, el crecimiento económico que tiene una relación inversa con π , es decir $\frac{\partial y}{\partial \pi} < 0$.

Supongamos ahora un aumento en la tasa de inflación en el periodo 1 de tal forma que $\pi_1 > \pi_0$ lo que llevaría a una disminución en la variable y , es decir, $y_1 = f(\pi_1) < y_0$. El fenómeno de histéresis se da cuando la inflación en el periodo 2 regresa a su nivel inicial pero la variable y ya no regresa al nivel previo a la aceleración inflacionaria. Si suponemos que la tasa de inflación cae en el periodo 2 al mismo nivel del periodo 0 ($\pi_2 = \pi_0$), dada la relación que une π con y , debiera esperarse una recuperación de y al mismo nivel previo a la aceleración inflacionaria, sin embargo, la histéresis se define cuando $y_2 = f(\pi_2) > y_1 \wedge y_2 < y_0$.

Las teorías económicas convencionales tratan como determinantes de y a variables de tipo simétrico, llamémoslas x . Ello implica que $y_t = f(x_t, \pi_t) \wedge \frac{\Delta y_t}{\Delta^+ x_t} = -\frac{\Delta y_t}{\Delta^- x_t}$. Ello

implica que la incorporación de variables x en los determinantes de y no explicarán los fenómenos de histéresis presentes en los periodos post hiperinflacionarios descritos en las secciones previas. Incluso en modelos de largo plazo, la disminución de la inflación en el largo plazo no conduce en casos de histéresis a que la variable y regrese a sus niveles de largo plazo previos a la aceleración inflacionaria.

3.4. Memoria inflacionaria en un contexto intertemporal

Sea un agente adverso al riesgo cuyo nivel de utilidad está asociado al nivel de consumo (c) y la tenencia de saldos reales (m):

$$\max E \left[\sum_{t=1}^{\infty} \beta^{t-1} U(c_t, m_t) \right]$$

Donde β es la tasa de descuento subjetiva. La restricción presupuestaria para un solo período es:

$$c_t + (m_{t+1} - m_t) + (k_{t+1} - k_t) \leq y_t + rk_t - \pi m_t$$

Suponemos que la única fuente de incertidumbre es la inflación, la cual, viene dada por un proceso de caminata aleatoria:

$$\pi_t = \pi_{t-1} + u_t \quad u_t \approx N(0, \sigma_u^2)$$

Donde u es un shock aleatorio.

Si el rendimiento de la riqueza no monetaria es constante, expresamos la restricción intertemporal como:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{c_t}{(1+r)^t} = k_1 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{y_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(1+\pi)^t}{(1+r)^t} m_t$$

Siendo k_1 el nivel inicial de riqueza no monetaria. La maximización resultante arrojará la siguiente función:

$$L = E \left[\sum_{t=1}^{\infty} \beta^{t-1} U(c_t, m_t) \right] + \dots + \lambda \left[-E \left[\sum_{t=1}^{\infty} \frac{c_t}{(1+r)^t} \right] + k_1 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{y_t}{(1+r)^t} + E \left[\sum_{t=1}^{\infty} \frac{(1+\pi)^t}{(1+r)^t} m_t \right] \right]$$

Optimizando para c y m para los períodos t y $t+1$, obtenemos las ecuaciones de Euler:

$$\frac{E[Uc(c_t, m_t)]}{E[Uc(c_{t+1}, m_{t+1})]} = \beta(1+r)$$

$$\frac{E[Um(c_t, m_t)]}{E[Um(c_{t+1}, m_{t+1})]} = \beta E \left(\frac{1+r}{1-\pi} \right)$$

Las ecuaciones de Euler y la restricción intertemporal son las condiciones de primer orden y conforman un sistema de ecuaciones en diferencia cuyas variables de estado son k_1 , y , π y r . Las variables de control son c_t , m_{t+1} y k_{t+1} . Suponiendo que la función de utilidad es cóncava, las demandas de c y m en estado estacionario vienen dadas por:

$$c_t^* = c(\beta, r_t, y_t, k_1, \pi_t^e)$$

$$m_t^* = m(\beta, r_t, y_t, k_1, \pi_t^e)$$

El supuesto de aversión al riesgo implica que $U[E(c^*), E(m^*)] > E[U(c^*, m^*)]$. Así, por ejemplo, en el caso de la demanda de dinero (m), el costo relativo por riesgo, de acuerdo

a la condición Arrow-Pratt, es: $\rho = \frac{1}{2} R \frac{V(m)}{E(m)^2}$ Donde R es la aversión relativa al

riesgo, $V(m)$ la varianza de la demanda de dinero y $E(m)$ el valor esperado de la misma. Asumiendo que las decisiones de portafolio se efectúan en base a combinaciones de retorno esperado - varianza, la demanda de dinero reducida a niveles de certidumbre vendría dada por $m_t^c = m_t (1 - \rho)$ y, dado que supusimos que π es la única variable que experimenta shocks, la varianza de m resulta ser una combinación lineal de la varianza de la inflación $V(m) = \alpha V(\pi)$. Por lo tanto, m de certidumbre sería:

$$m_t^c = m^*(\beta, r_t, y_t, k_1, \pi_t^e) - \eta \frac{1}{2} \alpha V(\pi_t)$$

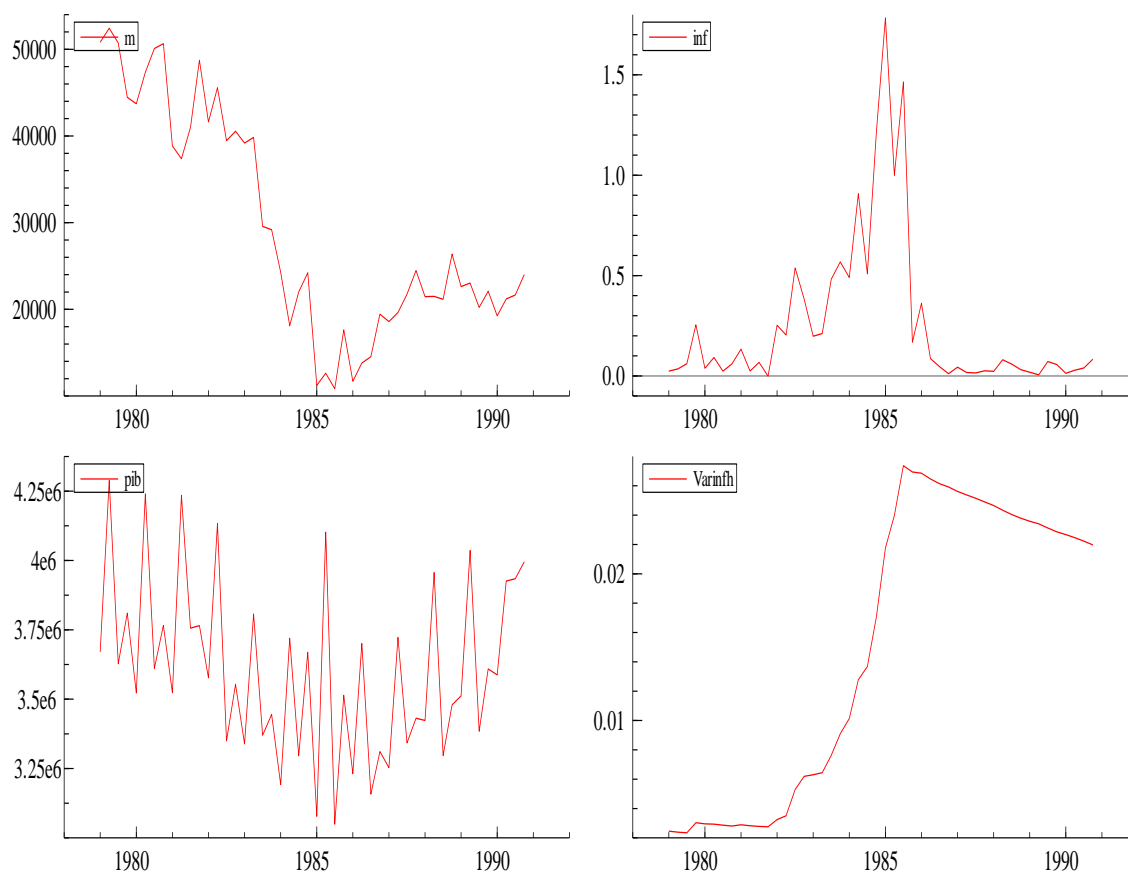
Donde $\eta = -\frac{U_{mm}(c^*, m^*)}{U_m(c^*, m^*)} > 0$ por el supuesto de concavidad de $U(c, m)$. Nótese que η no necesariamente es constante. Idéntico razonamiento se sigue para el caso del consumo.

En ausencia de shocks de credibilidad y suponiendo que las expectativas de inflación se forman racionalmente, la definición del vector de información I disponible en el período $\{t-1\}$ es amplia, por cuanto incluye información cuantitativa e información cualitativa (contexto o estados de la naturaleza). Así, diferentes contextos políticos y de política económica condicionarían predicciones diferentes de la inflación.

4. Memoria inflacionaria e histéresis: evidencia empírica

Bolivia tuvo el periodo hiperinflacionario más largo de Latinoamérica entre los años 1984 y 1985 con algo más de 15 meses de hiperinflación continua. Su crecimiento cae desde 1981 hasta 1986 y su recuperación es la más lenta entre los países que tuvieron este fenómeno en Latinoamérica (Argentina, Brasil, Perú y Nicaragua). Una vez estabilizada la economía en 1986 la varianza de la inflación empieza a converger de manera lenta lejos aún de los niveles previos a 1982 pese a las muy bajas tasas de inflación registradas especialmente desde 1995 (ver Ilustración 2: Bolivia).

ILUSTRACIÓN 2: BOLIVIA



El período de 1983-1987 se constituyó en el período más largo bajo el cual el ahorro interno y el crecimiento económico fueron negativos. Por el lado fiscal, la crisis fiscal iniciada en el período de transición democrática (1978-1982) fue agravada por la crisis de deuda externa en 1982 y por la inflación desde 1983 en un típico efecto Tanzi - Olivera puesto que las recaudaciones reales caían a medida que la inflación aumentaba y se acudía cada vez más al crédito del Banco Central para sostener las finanzas públicas. El severo ajuste fiscal de 1985 no se tradujo de facto en una estabilización fiscal la cual fue mantenida con ayuda externa y financiamiento interno, pero, en términos corrientes recién pudo revertir las cifras negativas casi a mediados de los años 90. Además, el principal esfuerzo fiscal estuvo concentrado en recuperar el nivel de recaudaciones, las cuales, merced a la reforma tributaria de 1987 crecieron rápidamente hasta colocar un

una situación de superávit primario. Todas las metas de política de los diferentes gobiernos que administraron la economía entre 1985 y 1995 no incluían aumentos en el gasto corriente real, hecho que le dio estabilidad a las fuentes de creación de ahorro interno público. La renegociación de la deuda externa fue otro elemento central para poder recuperar las fuentes de ahorro público. El gasto público aumentó (como porcentaje del PIB) de manera acelerada a medida que la inflación disminuía lo que implica que la memoria inflacionaria podría no activarse en presencia de futuras aceleraciones del gasto público. Precisamente, a pesar de la fuerte inflación registrada, la relación entre memoria inflacionaria y crecimiento del PIB per cápita es prácticamente nula.

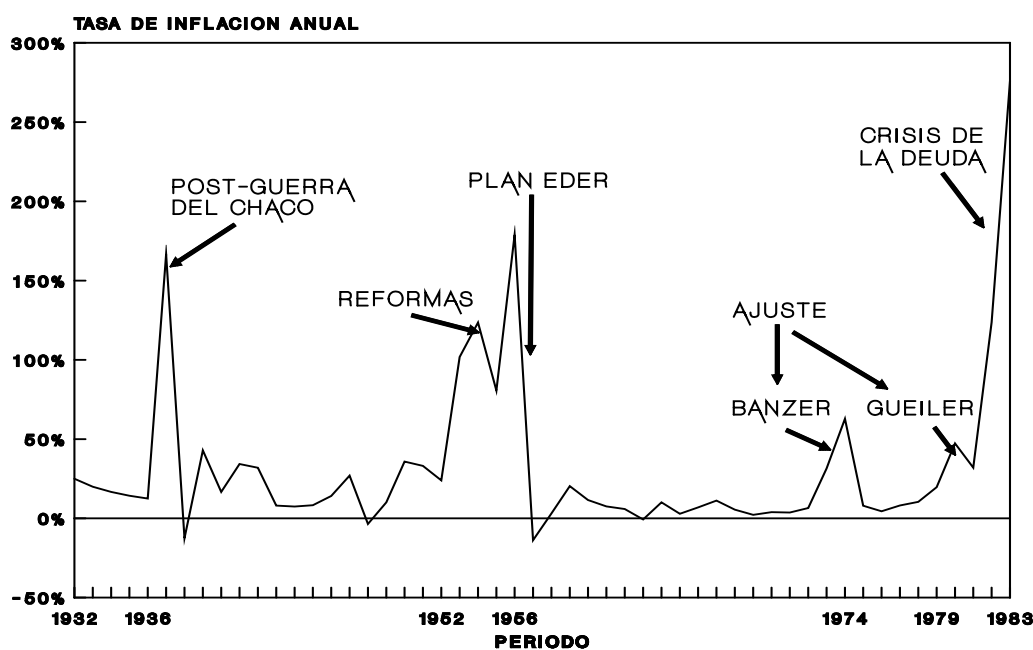
4.1. Memoria inflacionaria, alta inflación y post estabilización en Bolivia

En esta sección ilustraremos las propiedades explicativas de VARINF aplicadas a la economía boliviana 1930 – 2011. Para ello, se describirá la historia inflacionaria identificando los periodos de crisis y estabilización mediante la tasa simple inflación. Luego, se mostrará la medición de VARINF para los mismos periodos y se observará la lenta convergencia de la misma a los niveles previos a los periodos de crisis. Bolivia es un país con una historia inflacionaria caracterizada por aceleraciones asociadas a crisis políticas.

Las aceleraciones más importantes de la tasa de inflación anteriores a 1982 estuvieron asociadas a traumáticos cambios políticos. El período posterior a la Guerra del Chaco (1932-35) y la llamada "Revolución Nacional" (1952) fueron acontecimientos políticos que conmovieron la economía y desembocaron en fuertes oscilaciones de las variables monetarias en el corto plazo. Los costos de la guerra habían mermado el equilibrio fiscal y el clima político se hacía cada vez inestable. La Revolución Nacional de 1952 alteró la estructura económica boliviana al estatizar las grandes compañías mineras,

ensayar una reforma agraria, introducir el voto universal y convertir al Estado en eje central de la actividad económica. Las aceleraciones menores de la inflación en el período anterior a 1982 estuvieron asociadas a los llamados "paquetes": conjunto de medidas de política económica que básicamente alteraban la paridad cambiaria, los precios controlados, los salarios y las tarifas públicas. A su vez, eran pre-anunciados ya que su aparición obedecía a problemas importantes ya sea en el sector externo o en el sector fiscal. Así, la memoria inflacionaria de los agentes económicos que enfrentaron la hiperinflación asociaba las grandes aceleraciones inflacionarias a violentos episodios políticos y, las aceleraciones menores a los llamados "paquetes" de medidas económicas.

ILUSTRACIÓN 3: INFLACIÓN ANTERIOR A 1984



FUENTE: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

La aceleración de la inflación iniciada con la insurrección de 1952 fue producto de un descontrol fiscal originado en las medidas estructurales del nuevo gobierno y en el desempeño de la empresa estatal de minería COMIBOL asociado, en parte, a condiciones desfavorables en el mercado internacional del estaño, principal producto de exportación boliviano de ese entonces. La importancia del estaño en la economía no sólo provenía de su participación en el valor exportado (85%) sino también de su importancia fiscal, ya que

la recientemente creada COMIBOL (empresa estatal de minería) era propietaria de las grandes minas de estaño tras la nacionalización de 1952.

El descontrol fiscal estuvo caracterizado por una importante expansión del gasto público originada en una multiplicación de los subsidios, creación de empresas públicas, movilizaciones políticas financiadas por el gobierno, aumento de salarios y otras medidas de corte similar. Por el lado de los ingresos públicos, los crecientes déficit de COMIBOL, convirtieron al pilar del equilibrio fiscal y externo en una fuente de presión inflacionaria.

En diciembre de 1956, se adoptó un programa de estabilización conocido como Plan Eder. El contenido de dicho plan establecía como eje central la estabilización fiscal, el control del crédito del Banco Central, la racionalización de los subsidios, la devaluación y unificación del tipo de cambio y, la reestructuración de la empresa estatal de minería. Los resultados monetarios fueron inmediatos: rápida disminución de la tasa de inflación y recuperación del equilibrio fiscal, por lo menos de corto plazo.

Tras la aplicación del Plan Eder en diciembre de 1956 y hasta 1972, la economía boliviana tuvo un largo período de estabilidad monetaria que trascendió incluso los 7 golpes de Estado que se sucedieron en dicho período. Recién en octubre de 1972, tras la primera devaluación de la moneda en 16 años, se produjo una aceleración inflacionaria que concluyó en 1974. En dicho mes se modificó la paridad peso/dólar de 12 a 20 pesos bolivianos por dólar estadounidense. Desde 1956 la tasa de cambio no había sido modificada siguiendo el acuerdo suscrito con el Fondo Monetario Internacional bajo los términos de Bretton Woods.

Desde 1974 la cotización del estaño aumentó aceleradamente, casi a la misma tasa que el precio del petróleo, que a su vez, había empezado a ser exportado por Bolivia. Adicionalmente se concretó un proyecto de exportación de gas a Argentina que incrementó el valor de las exportaciones en un 20% de manera permanente. Esta coyuntura mejoró las cuentas de la balanza de pagos y postergó muchas presiones originadas en el creciente déficit fiscal ya que las condiciones externas favorables permitieron tener un acceso casi irrestricto al financiamiento externo de los deficit fiscales.

Bajo tales condiciones, la tasa de inflación se mantuvo en tasas bajas hasta diciembre de 1979 cuando, tras varios meses de inestabilidad política, se aplica un nuevo "paquete" de medidas económicas bajo el gobierno de Gueiler. Ello aceleró la tasa de inflación. El gobierno militar que derrocó a Gueiler fue objeto de un bloqueo económico por parte de los Estados Unidos a causa de los probables vínculos que dicho gobierno tenía con el narcotráfico. Ello agudizó el debilitamiento de las cuentas externas cuando el precio del estaño inició una tendencia decreciente. El mercado paralelo del dólar se expandió desde mediados de 1981 cuando el Banco Central limitó sus ventas de divisas al público, creando así un sistema dual de cambios. En ese período comienza una aceleración de la inflación que habría de concluir en 1985 tras 18 meses de hiperinflación.

La crisis de la deuda en 1982, el estrangulamiento fiscal, los desastres naturales que afectaron a la agricultura y la caída de los precios de las exportaciones bolivianas, determinaron una aceleración de la tasa de inflación entre 1982 y 1983 que desembocó en hiperinflación en abril de 1984 y concluyó recién en agosto de 1985 tras la aplicación de un plan de estabilización llamado Nueva Política Económica (NPE).

Hasta antes de la NPE se había ensayado sin éxito seis programas de estabilización cuyo análisis detallado puede encontrarse en Morales (1989). En lo que se refiere a la memoria inflacionaria del público, estos intentos de estabilización fallidos tuvieron enorme importancia en la conducta de los agentes económicos por cuanto su fracaso demostraba cuán costoso era estabilizar la economía. Por otra parte, el fracaso de estos programas provocaba un regreso de la inflación con mucha mayor virulencia, lo que imponía costos cada vez mayores a los agentes determinando así una creciente demanda de estabilización.

La NPE fue aplicada por el gobierno entrante de Paz Estenssoro en agosto de 1985. El eje de la política era conseguir una rápida estabilización fiscal acompañada del anclaje de la inflación al tipo de cambio que fue devaluado en 94% y dejado a una flotación intervenida posteriormente. En el plano fiscal se produjo una drástica reducción de empleos en el sector público y se estableció un control rígido del gasto fiscal y de la relación

del Tesoro y las empresas públicas con el Banco Central de Bolivia. Se eliminaron los subsidios a varios productos básicos y se liberalizaron los precios de toda la economía. Se flexibilizaron las reglas laborales y se removieron los controles financieros para depósitos en moneda extranjera.

ILUSTRACIÓN 4: TASA DE INFLACIÓN ANUAL POSTERIOR A LA ESTABILIZACIÓN DE 1985 - 1986



El éxito de la NPE sobre la tasa de inflación en el corto plazo fue similar al de otros programas similares ensayados por el gobierno anterior: unas ocho semanas de estabilidad. Precisamente en noviembre de 1985 se presentan indicios de una inminente aceleración inflacionaria que finalmente se manifiesta en enero de 1986 con una tasa de 40% mensual. Esta aceleración inflacionaria es controlada rápidamente en febrero, mes a partir del cual, la tasa de inflación cae a 20% anual. La tasa de inflación anual mostró una tendencia declinante cayendo de 21% en 1988 a 9% en 1993. Después de 1998 la tasa de inflación se situó por debajo del 5% anual con una ligera aceleración después de 2003 acompañando la mayor actividad económica registrada gracias a la favorable coyuntura externa para la economía boliviana. En el año 2005 la tasa anual sobrepasó nuevamente el 5% anual con una fuerte tendencia positiva frenada abruptamente en 2009.

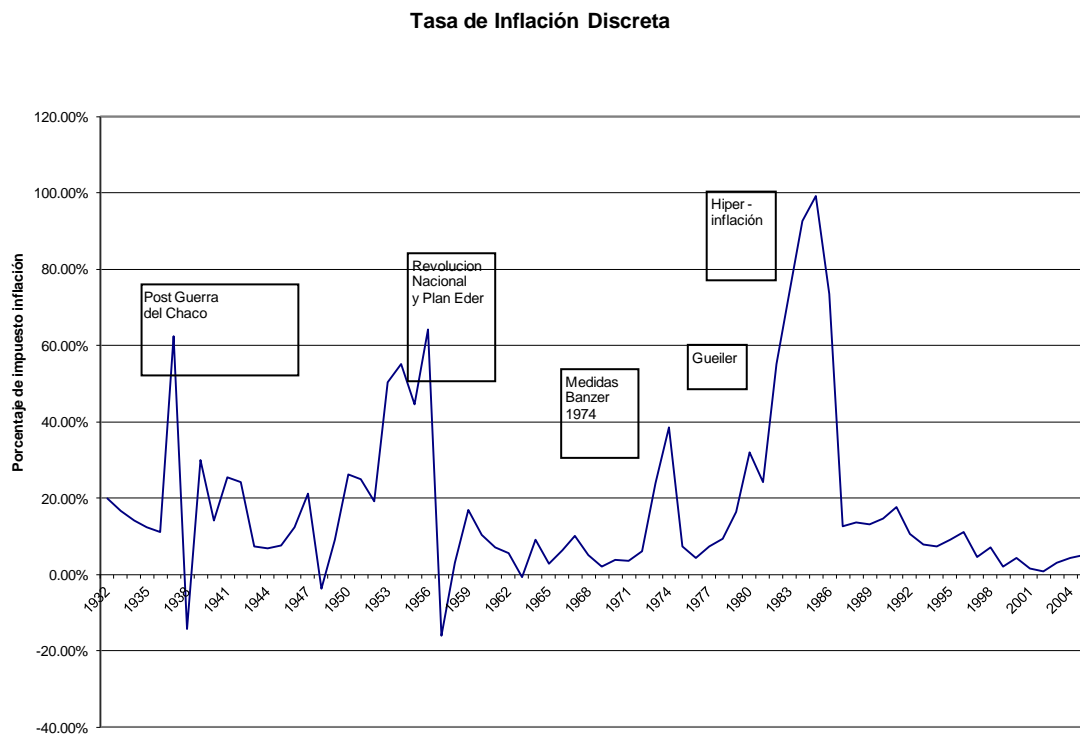
El año 2007 la tasa de inflación mensual alcanzó niveles no alcanzados desde 1990, dando como inicio una lucha contra la inflación con todo tipo de herramientas, ortodoxas y heterodoxas por parte del BCB y del gobierno central con objeto de reducir la inflación. Primero se comenzó con una activa política monetaria que utilizando las operaciones de mercado abierto (OMA) redujo la liquidez del sistema; también se acudió a la apreciación cambiaria para reducir las expectativas inflacionarias y finalmente se intervino los mercados de bienes, con todo tipo de instrumentos, desde simples subsidios hasta fijación de cupos de exportación, prohibición de exportaciones e incluso importación directa de ciertos bienes estratégicos. En ese año (2007) el diagnóstico de la inflación no quedaba claro, y se citaba desde la clásica expansión de la liquidez hasta los ataques especulativos como parte de una conspiración política para hacer fracasar el programa de gobierno, pasando por la inflación externa. Dada la imposibilidad de tener un sólido diagnóstico, la lucha contra la inflación fue efectuada con tan larga lista de instrumentos que no actuaron de manera inmediata sobre la misma. El año 2007 cerró como el peor año de gestión de la inflación de la década y el año 2008 hasta su primer semestre la tasa de inflación mantuvo niveles altos. El año 2009 sin embargo, la tasa de inflación experimentó una tan drástica caída que llegó a cerrar dicho año con un nivel menor a un punto porcentual (acumulado de 12 meses).

Para hacer comparables los periodos de baja inflación con periodos de alta inflación, Schmidt-Hebbel (1992) propuso una medición “discreta” de la tasa de inflación, al expresarla como una alícuota impositiva (de 0 a 100%), donde 100% corresponde cuando la tasa de inflación simple tiende a infinito (hiperinflación).

$$\pi_t^h = \frac{\pi_t}{1 + \pi_t} \quad (0.1)$$

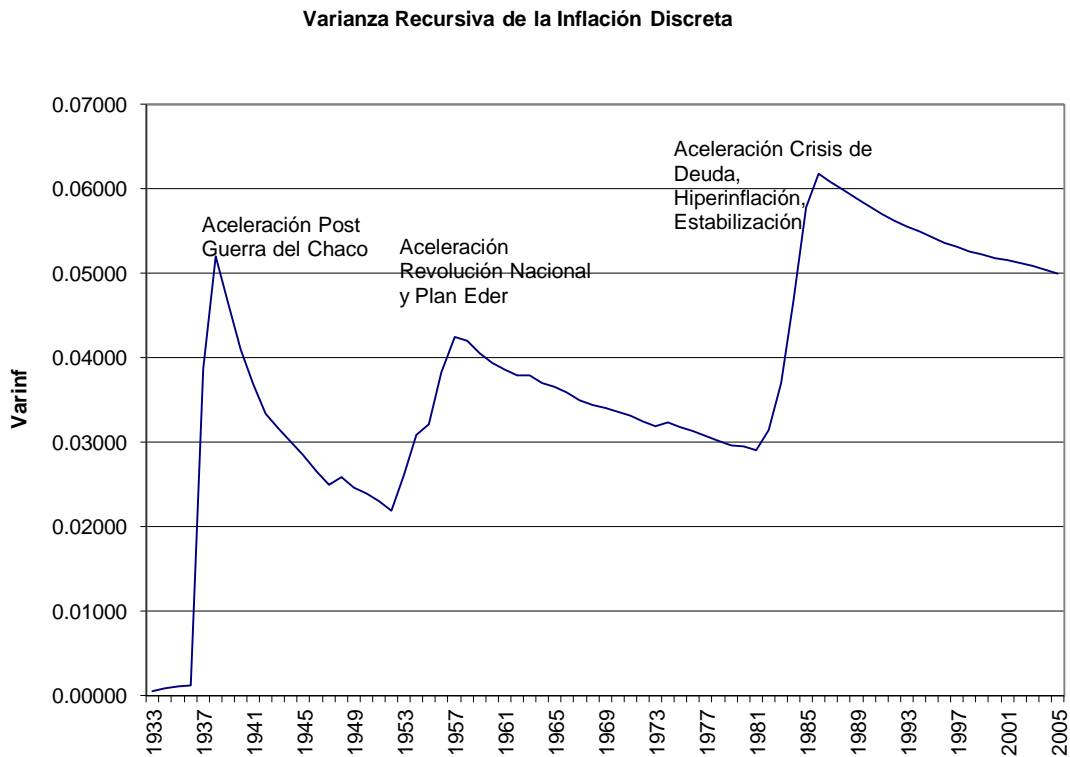
Con esa corrección, la tasa de inflación para la economía boliviana 1931-2010 quedaría expresada como sigue:

ILUSTRACIÓN 5: TASA DE INFLACIÓN DISCRETA



A continuación se presenta VARINF para la economía boliviana, donde se observa la lenta convergencia posterior al periodo de estabilización.

ILUSTRACIÓN 6: VARIANZA RECURSIVA APLICADA A LA INFLACIÓN DISCRETA



La Ilustración 6: Varianza Recursiva aplicada a la inflación discreta, muestra otra faceta de la historia inflacionaria de Bolivia. Ilustra los ciclos inflacionarios y por otra parte muestra cómo antes de que se retornara a los niveles previos a una crisis, volvía a comenzar un ciclo con su correspondiente salto de varianza. Pasaremos a continuación a describir estos ciclos a la luz de este nuevo indicador.

Con la aceleración inflacionaria una vez finalizada la guerra del Chaco, la varianza recursiva de la inflación tiene su primer salto. Una vez controlada la tasa de inflación, la varianza recursiva inicia un lento retorno a sus niveles previos. Para el año de 1952, cuando se inicia la Revolución Nacional, dicha varianza ya había disminuído hasta colocarse a medio camino de los niveles previos a la aceleración inflacionaria post guerra del Chaco.

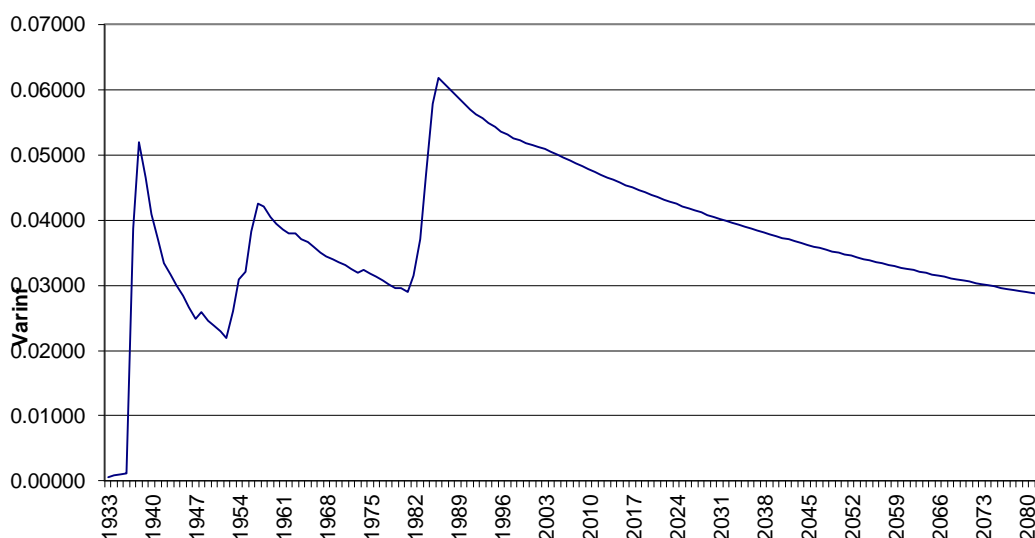
El rápido aumento de la tasa de inflación en los años posteriores a la Revolución Nacional, determina que la varianza recursiva vuelva a aumentar a la par de la inflación

alejándose nuevamente de los niveles previos a la Guerra del Chaco. La estabilización de diciembre de 1956 reduce la tasa de inflación de manera abrupta e inicia un largo periodo de inflación moderada hasta 1974. Sin embargo, la evolución de la varianza recursiva de la inflación muestra otra vez una lenta convergencia. La aceleración inflacionaria de 1974 casi no afecta la varianza recursiva pero, el rápido deterioro macroeconómico iniciado en 1982 se refleja automáticamente en tasas de inflación explosivas con el correspondiente aumento de la varianza recursiva. Para 1982, año en que se produce la aceleración inflacionaria que habría de desembocar en hiperinflación en 1984, la varianza recursiva de la inflación – llámese la memoria inflacionaria – aún no había retornado a los niveles previos a 1952.

La estabilización de 1985 – 1986 reduce de manera abrupta la inflación y la memoria inflacionaria (reflejada en la varianza recursiva) inicia un lento retorno a los niveles previos al shock. Hasta 1997, año en que se reduce la tasa de inflación a niveles por debajo del 10% anual de manera permanente, la varianza recursiva empieza a caer a una tasa más lenta, tendencia que no cambia pese a la aceleración inflacionaria de 2007.

Asumiendo que la tasa de inflación permanece en el valor de 2010, de manera permanente, la ilustración **Ilustración 7** muestra que matemáticamente, la memoria del proceso de alta inflación iniciado en 1982 recién se habría “olvidado” alrededor del año 2073.

Ilustración 7: Proyección de VARINF con inflación estable



Con otras simulaciones, por ejemplo inflación cero de manera permanente desde 2006, la varianza recursiva no converge a los niveles anteriores a 1982 ni siquiera hasta después de 2086. Ello implica que la receta de inflación cero no es argumento suficiente para revertir la memoria del público por sí sola. Finalmente, la tasa de inflación anual acorde al historial inflacionario boliviano que maximiza el más pronto retorno a los niveles previos a 1982 es de 24%. Con dicha tasa, el retorno se produciría alrededor del año 2053. Tasas menores o mayores desplazan hacia arriba dicho periodo de convergencia.

La variable dependiente en esta aplicación de memoria inflacionaria – los saldos reales de M1 – se comporta con una fuerte presencia de histéresis. Obsérvese en la Ilustración 9 que la variable M1 real recién recupera sus niveles iniciales de 1980 recién después del año 2000. Nótese que el crecimiento de M1 posterior a 2005 es más que proporcional a la caída en VARINFH (la memoria inflacionaria) y casi directamente proporcional al aumento en el PIB que también se acelera en el año 2005.

ILUSTRACIÓN 8: PROYECCIÓN DE VARINF CON INFLACIÓN ÓPTIMA PARA MÁXIMA CONVERGENCIA

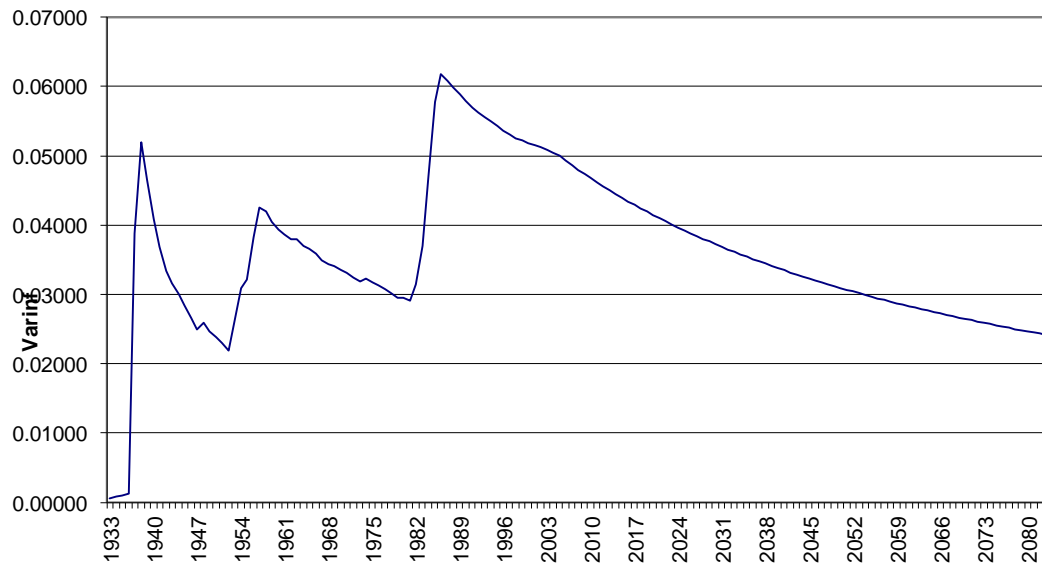
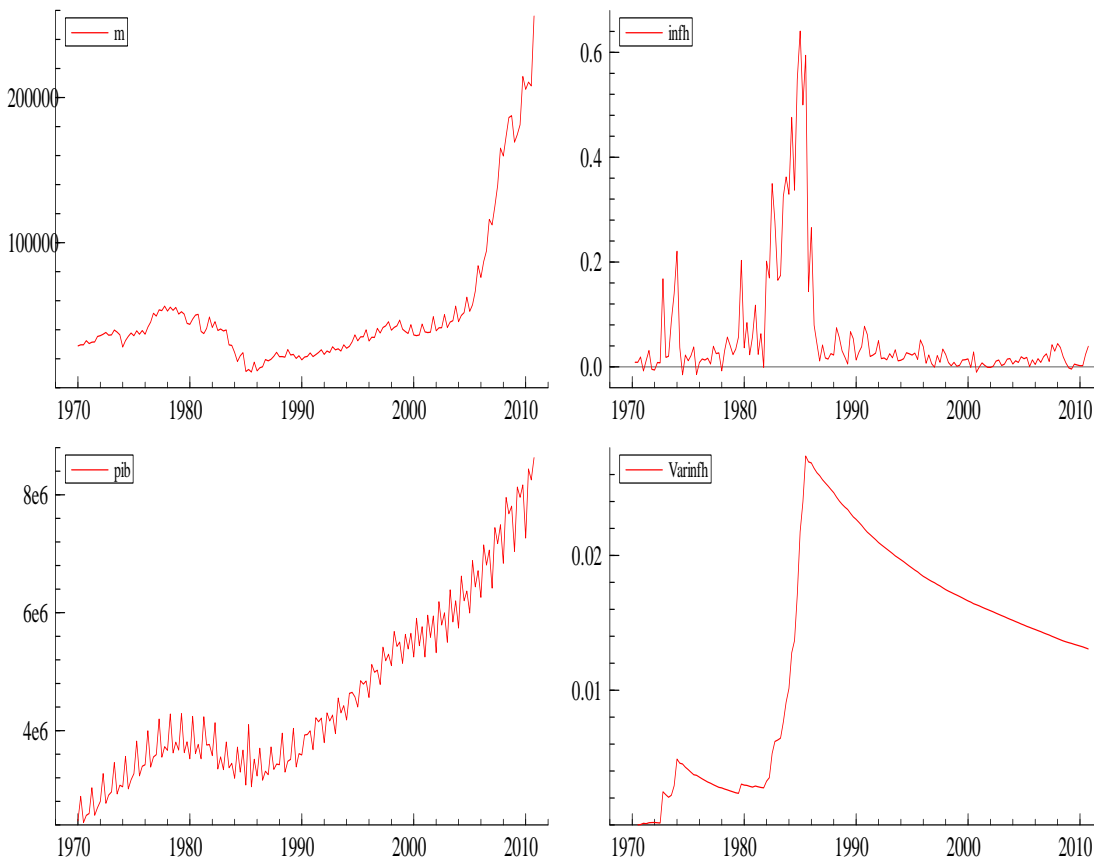


ILUSTRACIÓN 9: HISTÉRESIS EN VARIABLES REALES BOLIVIANAS



4.2. Estimación de la demanda de dinero con memoria inflacionaria

La estimación de la demanda de dinero en países que atravesaron períodos de alta inflación plantea problemas de especificación que muchas veces han sido enfrentados acudiendo a criterios de discutible respaldo teórico y que no son usualmente adoptados en períodos de baja inflación. En unos casos, cuando el período de alta inflación se encontraba en medio de la muestra, el uso de variables mudas era empleado para "aislarlo" de las demás observaciones. En otros casos, se descomponían algunas variables en variaciones positivas y negativas para "atrapar" ciertas asimetrías emergentes de los períodos post-inflacionarios ó se empleaban definiciones alternativas de variables explicativas para obtener resultados más congruentes con hipótesis de la teoría económica. También, se estimaba esta función exclusivamente para el período de alta inflación asumiendo, de hecho, diferentes procesos de generación de los datos en períodos de alta inflación y en períodos de baja inflación.

El modelo clásico de la demanda de dinero surge de la especificación de Cagan (Cagan, 1956): $m_t = \ln M_t - \ln P_t = \ln Y_t - \alpha i_t + u_t$ donde M representa la cantidad de dinero, P el nivel de precios, Y el nivel de ingreso, el subíndice t denota el tiempo; α es un parámetro y u es un residuo de media cero que se supone aleatorio; i es el costo de oportunidad de retener dinero el cual se forma de acuerdo a la ecuación de Fisher: $i_t = r_t + \pi_t^e$ donde r es la tasa de interés real y π es la tasa de inflación, el superíndice e denota expectativa. Se asume en el modelo original de Cagan que las expectativas se forman de manera adaptativa y el modelo fue extendido con variantes a expectativas racionales. Bajo esta última hipótesis, se tendría que $\pi_t^e = E \left[\pi_t / I_{t-1} \right]$. Donde I es el vector de información disponible en el momento t-1. La solución de esta ecuación, para ser estable, requiere que

se cumpla lo siguiente:
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\alpha}{1+\alpha} \right)^n \pi_{t+n}^e = 0$$

Si esta condición no se cumple, puede existir una burbuja racional. Bajo estas condiciones (Diba & Grossman, 1988) la presencia de burbujas elimina la estacionariedad a cualquier grado de diferenciación de la tasa de inflación. También elimina la cointegración entre inflación y crecimiento del dinero. Si se prueba que el componente ajeno al ingreso es estacionario, se infiere la ausencia de burbujas y la estacionariedad de variables no-observables (en este caso la inflación esperada). Así, en caso de cointegración entre p y $d\log M$, la posibilidad de hiperinflación a causa de burbujas racionales es rechazada por lo tanto queda la posibilidad de que la hiperinflación se origine en otras variables, por ejemplo el déficit fiscal.

Se sabe que cuando el déficit fiscal es la única fuente de creación de dinero, existen dos puntos de equilibrio en el sistema, uno de baja inflación y otro de alta inflación. Cuando las expectativas son racionales, el equilibrio de baja inflación es inestable y el de alta inflación es estable y por tanto el modelo es incapaz de generar hiperinflación. Lo opuesto sucede en el caso de expectativas adaptativas dando lugar a la posibilidad de hiperinflación. Cuando existen ajustes rezagados de los saldos monetarios, el equilibrio de alta inflación puede ser inestable aún con expectativas racionales haciendo posible la hiperinflación. Una consideración final es que diferentes formas funcionales de la demanda de dinero confieren propiedades diferentes a la dinámica de la inflación para distintas hipótesis de formación de expectativas (Barbosa, 1993).

4.2.1. Memoria inflacionaria en el estado del arte de la econometría

Es recurrente en el estudio de la econometría en general y de la inflación en particular la asociación entre longitud de la memoria y la persistencia de la inflación, concretamente entre memoria larga y persistencia⁶. La mayoría de dichos trabajos tienen en común que

⁶ Véase (Pons Fanals, 2000) para el caso español,

se basan en la utilización de los contrastes de integrabilidad propuestos por (Dickey & Fuller, 1981) y en los tradicionales modelos autorregresivos, integrados y media móvil (ARIMA)⁷.

La distinción tradicional entre procesos $I(0)$ y procesos $I(1)$ hace hincapié en que las innovaciones o *shocks* tienen efectos muy diferentes. Pero dichos casos representan situaciones muy extremas en cuanto a sus propiedades y por ello la literatura relacionada con el análisis de las series temporales ha mostrado recientemente gran interés por los modelos fraccionalmente integrados ya que permiten la modelización de situaciones intermedias. Buena parte de este reciente interés se debe al desarrollo de los modelos autorregresivos, media móvil y fraccionalmente integrados (ARFIMA) que permiten, de manera relativamente simple, la modelización de situaciones intermedias entre los modelos ARMA (estacionarios y con poca persistencia) y los modelos ARIMA (con raíces unitarias y, por tanto, con una persistencia infinita de los posibles shocks).

La memoria larga es un concepto que suele relacionarse con la persistencia que muestran las autocorrelaciones muestrales de ciertas series temporales estacionarias, las cuales decrecen a un ritmo muy lento, pero finalmente convergen hacia cero, indicando que las innovaciones de dichas series tienen efectos transitorios pero perduran durante mucho tiempo. Este comportamiento no es compatible ni con los modelos estacionarios que imponen un decrecimiento exponencial (rápida convergencia a cero) en las autocorrelaciones y, por lo tanto, en los efectos de las innovaciones, ni con el grado extremo de persistencia de los modelos integrados no estacionarios en los que las innovaciones tienen efectos permanentes (Pérez & Ruiz, 2001).

La distinción tradicional entre procesos $I(0)$ y procesos $I(1)$ hace hincapié en que las innovaciones o *shocks* tienen efectos muy diferentes. Pero dichos casos representan situaciones muy extremas en cuanto a sus propiedades y por ello la literatura relacionada con el análisis de las series temporales ha mostrado recientemente gran interés por los

⁷ Véase (Pyndick & Rubinfeld, 2005)

modelos fraccionalmente integrados ya que permiten la modelización de situaciones intermedias (Pons Fanals).

Los trabajos empíricos sobre memoria larga se remontan a Hurst (1951)⁸ en el campo de la hidrología. Recién en la década de 1980 surge el interés por los modelos con memoria larga para series económicas. Granger y Joyeux observan que muchas de dichas series son aparentemente no estacionarias en media, y sin embargo, las series diferenciadas suelen presentar claros indicios de sobrediferenciación. Por lo tanto, para modelizar este tipo de series, la diferenciación parece “excesiva” pero la no diferenciación tampoco es adecuada. Para cubrir este vacío entre los casos extremos de modelos ARIMA con raíces unitarias, típicamente utilizados para modelizar series no estacionarias cuyo nivel evoluciona temporalmente, y modelos ARMA estacionarios donde el nivel medio es constante y la serie vuelve relativamente rápido a dicho nivel, se proponen una clase de procesos intermedios en los que el orden de integración sea fraccional. Se trata de los procesos ARMA fraccionalmente integrados, ARFIMA(p,d,q), donde d es un número real. Al permitir que el orden de integración, d, sea un número no entero, estos modelos actúan como un “puente” entre los procesos con raíces unitarias ARIMA (d=1) y los procesos ARMA estacionarios (d=0). Según estos autores, cuando $0 < d < 1/2$, los procesos ARFIMA son estacionarios, es decir, su nivel medio es constante, pero las desviaciones de la serie sobre dicho nivel tienen mayor duración que cuando d=0.

La presencia de memoria larga en series económicas, puede estar justificada por lo que Granger (1966) denominó la forma “típica” del espectro de las series económicas, que se caracteriza por no estar acotado en las frecuencias bajas y decrecer hiperbólicamente hacia cero. A esto hay que añadir los resultados sobre agregación de series de Robinson (1978) y Granger (1980, 1990), que demuestran que la suma de procesos AR(1) independientes cuyos coeficientes siguen una distribución tipo Beta, es un proceso fraccionalmente integrado. Dado que muchas variables económicas son agregados de otras variables, este resultado podría explicar la presencia de memoria larga en ciertas

⁸ Hurst, H.E. (1951) “Methods for storage capacity of reservoirs”, *Trans. Am. Soc. Civil Engineers* 116, pp. 770-799. Citado en (Pérez & Ruiz, 2001).

series económicas. Otra explicación alternativa de la existencia de memoria larga en los agregados económicos puede verse en Parke (1999)⁹. El conjunto de estos aportes se limita a calificar una serie como de memoria larga o memoria corta, mas no cuantifican el monto de memoria involucrado.

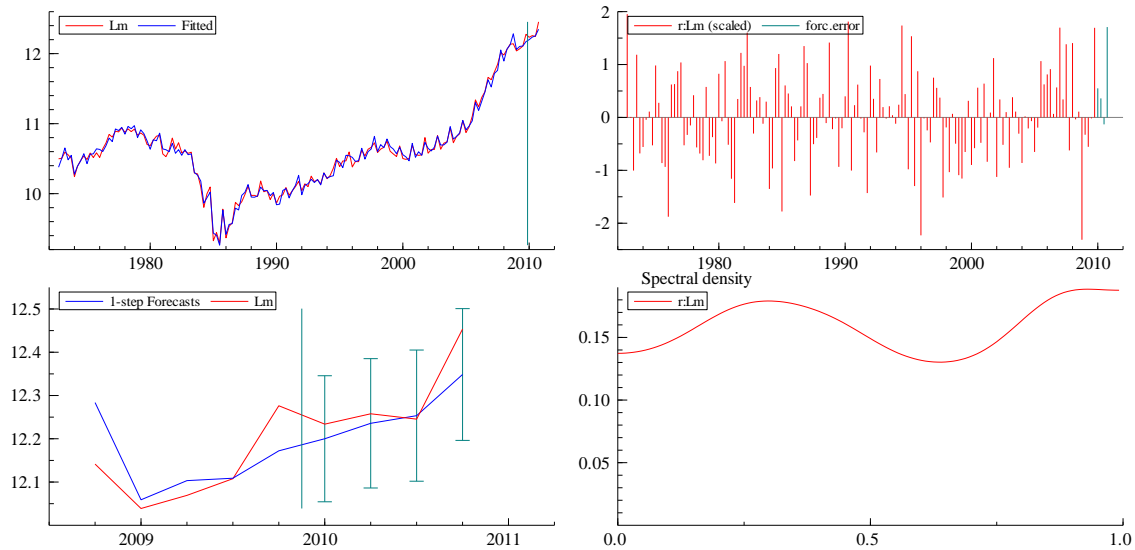
4.2.2. Evidencia empírica para el caso boliviano

Utilizando el software PCGIVE se estimó un modelo irrestricto con 9 rezagos para las variables $\log(m)=\log(M1/IPC)$, $\log(PIB)$, inflación discreta ($infh$) y su correspondiente memoria inflacionaria representada por VARINFH. Se utilizó un número uniforme de rezagos así como constante, tendencia y dummies estacionales siguiendo la metodología de Hendry. Dicho modelo se detalla en el anexo 3, las series utilizadas se presentan en el anexo 2 para su correspondiente réplica.

Se trabajó con la muestra 1970 – 2010 trimestral, dejando el año 2010 para testear bondad de predicciones del modelo.

⁹ La evidencia empírica sobre la presencia de memoria larga en series económicas y financieras es extensa. Greene y Fielitz (1977) utilizan el estadístico de rango reescalado para contrastar la presencia de memoria larga en 200 series de rendimientos y encuentran evidencia en un número elevado de ellas. Lo (1991) detecta memoria larga en rendimientos financieros utilizando una modificación del dicho estadístico. Cheung (1993) y Baillie y Bollerslev (1994) encuentran evidencia de memoria larga en activos financieros. En series macroeconómicas Diebold y Rudebush (1989) y Sowell (1992b) encuentran memoria larga en series trimestrales del Producto Nacional Bruto americano y Delgado y Robinson (1993), Hassler y Wolters (1995) y Baillie, Chung y Tieslau (1996) en distintas series mensuales de inflación. La existencia de memoria larga estacional ha sido observada empíricamente por Porter-Hudak (1990), Ray (1993a) o Franses y Ooms (1997). Ha surgido también un gran interés por la utilización de procesos con memoria larga para la modelización de la volatilidad de series financieras. Ding, Granger y Engle (1993) mostró que las autocorrelaciones muestrales de ciertas transformaciones de los rendimientos absolutos del índice bursátil S&P500 decrecen muy lentamente hacia cero, en consonancia con la propiedad de memoria larga. Trabajos posteriores, como Crato y de Lima (1994), Bollerslev y Mikkelsen (1996) y Lobato y Robinson (1998) han confirmado la evidencia de memoria larga en los cuadrados de distintas series financieras. Motivados por estos resultados, se han propuesto recientemente varios modelos que tratan de representar la propiedad de memoria larga en los momentos condicionados de segundo orden. En la actualidad, existen varias revisiones de la literatura sobre modelos con memoria larga; véanse, por ejemplo, Beran (1994), Robinson (1994b) y Baillie (1996). Aunque los modelos ARFIMA no son los únicos capaces de generar series con memoria larga, son los más utilizados en el análisis empírico.

ILUSTRACIÓN 10: MODELO IRRESTRICTO Y SUS PROPIEDADES



Tal como se observa en el Anexo 3 y en la Ilustración 10, el modelo irrestricto tiene propiedades deseables y que se detallan a continuación. Los residuos son esféricos no rechazándose la hipótesis nula ni siquiera en el test de Ramsey ni en el test de Jarque Bera que tenían tendencia a ser rechazados en el periodo de hiperinflación. En esta oportunidad, estos test son aprobados dando evidencia de una sólida especificación para el modelo.

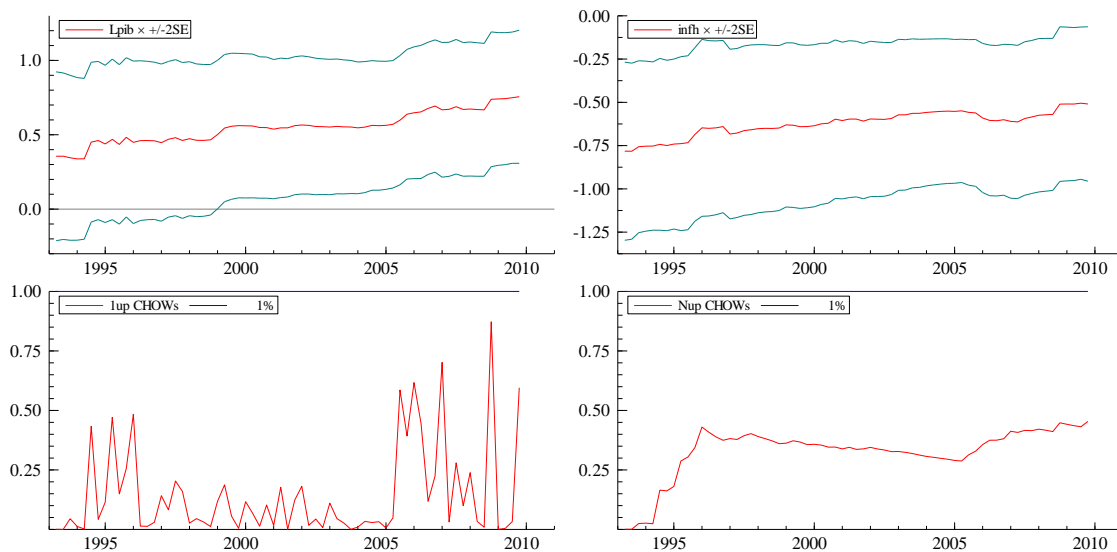
La relación de largo plazo que posteriormente se utiliza en la simplificación del modelo viene dada por:

$$ECM = Lm + 28.0519 - 2.54883 * Lpib - 6.90102 * infh + 66.8017 * Varinfh$$

La relación de largo plazo nos muestra que la elasticidad de largo plazo de la demanda de dinero M1 es 2.54 (mayor a uno de manera significativa al 1%), en tanto que el coeficiente de inflación es también positivo (aunque sólo significativo al 10%) en tanto que la memoria inflacionaria, tiene, como se había previsto, un significativo signo negativo.

Cuáles son las conclusiones de este hallazgo? En primer lugar la relación negativa entre monto de memoria inflacionaria y demanda por M1 real. En tanto mayor sea el “recuerdo” de la inflación tanto menor será la demanda por dinero doméstico. El coeficiente es negativo y significativo al 1%. En cambio, la semielasticidad a la tasa de inflación es positiva pero poco significativa. Por lo tanto, en el largo plazo, es el ingreso, tal como la teoría lo sugiere la variable dominante, pero acompañado de la memoria inflacionaria antes que la inflación en sí.

ILUSTRACIÓN 11: ESTABILIDAD DEL MODELO IRRESTRICTO



Diferenciando las series y tomando $ECM(-1)$ se estimó el modelo irrestricto bajo la forma de un modelo de corrección de error parsimonioso y ortogonal después de 32 reducciones. Dicho modelo, dada su importancia, se presenta a continuación:

EQ(32) Modelling DLm by OLS (using money_bol)
 The estimation sample is: 1974 (1) to 2009 (4)

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob	Part.R^2
DLm_4	0.436925	0.06187	7.06	0.000	0.2852
DLm_8	0.180089	0.06087	2.96	0.004	0.0654
DLm_9	0.114465	0.05068	2.26	0.026	0.0392
Constant	0.0191410	0.008205	2.33	0.021	0.0417
DLpib	0.761836	0.1370	5.56	0.000	0.1982
DLpib_2	0.481463	0.09875	4.88	0.000	0.1598
DLpib_5	0.295145	0.1039	2.84	0.005	0.0607
Dinfh	-0.527721	0.1446	-3.65	0.000	0.0963
Dinfh_1	-0.306448	0.1152	-2.66	0.009	0.0536
Dinfh_2	-0.585539	0.1283	-4.57	0.000	0.1429
Dinfh_3	-0.527430	0.1058	-4.99	0.000	0.1660
Dinfh_5	-0.199862	0.1094	-1.83	0.070	0.0260
Dinfh_6	-0.472944	0.09124	-5.18	0.000	0.1769
DVarinfh	-82.6715	16.54	-5.00	0.000	0.1666
Seasonal	-0.0455077	0.02265	-2.01	0.047	0.0313
ecm_1	-0.0810383	0.01559	-5.20	0.000	0.1778
DDLpib_7	0.292208	0.07546	3.87	0.000	0.1071
DDLm_1_DDLm_5	0.155122	0.04621	3.36	0.001	0.0827
DDV_2_DDV_7	53.5626	10.11	5.30	0.000	0.1834
sigma	0.0559769	RSS		0.391676522	
R^2	0.870514	F(18,125) =	46.69	[0.000]**	
log-likelihood	220.986	DW		1.84	
no. of observations	144	no. of parameters		19	
AIC	-5.64324	SC		-5.25139	
HQ	-5.48402	FPE		0.00354685	
When the log-likelihood constant is included:					
AIC	-2.80537	SC		-2.41352	
HQ	-2.64614	FPE		0.0605783	
mean (DLm)	0.0122985	var (DLm)		0.021006	

Al ser una representación ortogonal del modelo irrestricto, sus propiedades son de inicio las mismas, sin embargo se observa un potenciamiento de los resultados, dando como resultado la evidencia de innovación en los residuos y respaldando la estimación MCO ensayada. Los prefijos D denotan diferencia. Mientras los signos de incrementos en la tasa de inflación son todos negativos (lo sugerido por la teoría), el signo de VARINFH (en incremento) es fuertemente negativo similar al vector de largo plazo. Este resultado muestra que efectivamente la memoria inflacionaria es un determinante significativo de la demanda de M1 real en tanto que el ingreso se constituye en el otro determinante clásico. Nótese que la elasticidad ingreso de corto plazo es 0.76 reflejando la existencia de una economía subterránea al no rechazarse la hipótesis de ser igual a uno.

ILUSTRACIÓN 12: PROPIEDADES DEL MODELO SIMPLIFICADO

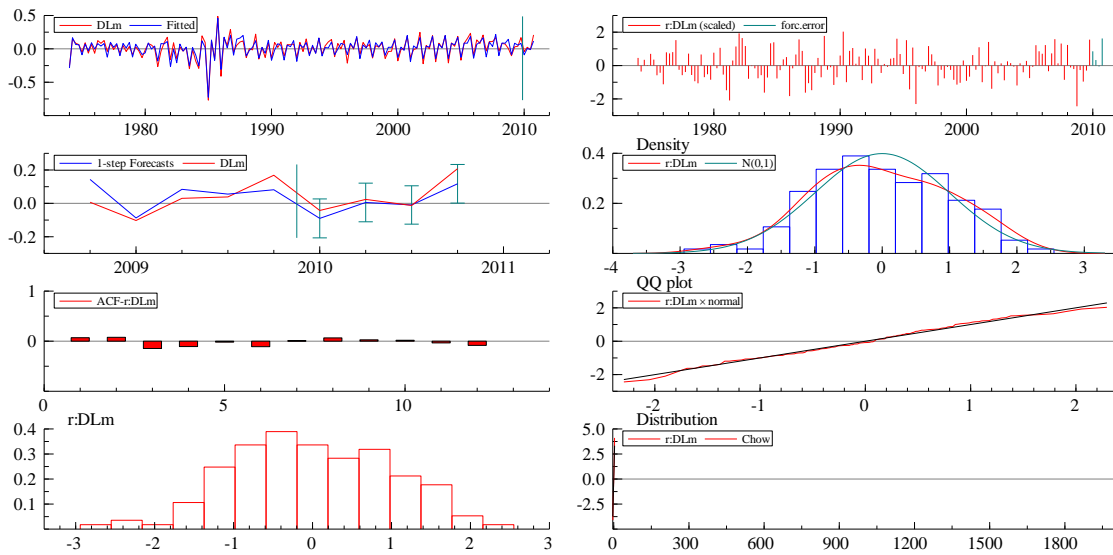
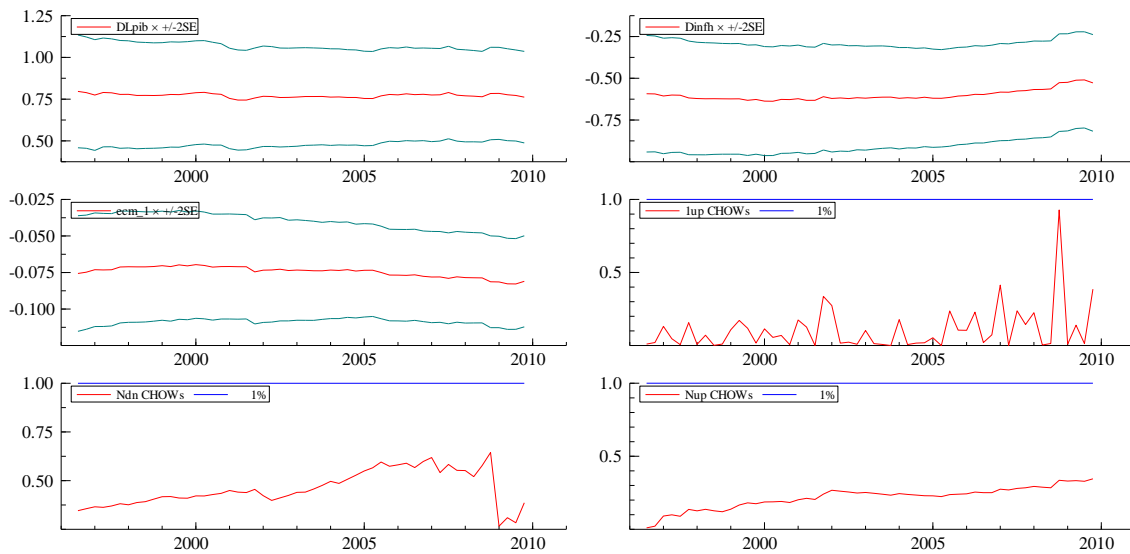


ILUSTRACIÓN 13: ESTABILIDAD DEL MODELO SIMPLIFICADO



5. Conclusiones y recomendaciones

La memoria inflacionaria juega un rol importante de la especificación de modelos econométricos para variables que sufren de histéresis como es el caso de la demanda de M1 para la economía boliviana.

En la presente investigación se ha propuesto y cuantificado una serie proxy que refleja la memoria inflacionaria en línea con el estado del arte en neuroeconomía y psicología cognitiva. Dicha variable (VARINF) es acumulativa en el tiempo, asimétrica y con una convergencia lenta reflejando plenamente la histéresis potencial.

Su aplicación al caso boliviano muestra que efectivamente dicha variable es significativa y con signo negativo (lo que implica que un mayor monto de memoria inflacionaria refleja un mayor riesgo de tener dinero en efectivo) explicando el por qué la economía sufrió un rápido proceso de dolarización. A su vez, la reciente remonetización de la economía estaría sobre todo explicada por un fuerte efecto ingreso ya que el agente representativo de promedio recién terminará olvidando la inflación pasada el año 2050.

El modelo resultante es un modelo estable pese a que en medio de la muestra se tiene una fuerte distorsión provocada por la hiperinflación. Este hallazgo invalida estimaciones previas que buscaban obtener un Proceso Generador de Datos diferente para cada periodo asumiendo la existencia (falsa) de un cambio estructural en 1985. De hecho, el presente modelo demuestra que sólo hubo un PGD a lo largo de los años 1970 hasta 2010.

La reciente aceleración inflacionaria de 2007 a 2011 no afecta el sendero negativo de la memoria inflacionaria. Tampoco reducciones bruscas alterará dicho sendero que sigue una suerte de tendencia determinística en tanto la tasa de inflación se encuentre por debajo de su promedio de largo plazo. Por lo tanto no es recomendable alterar la tasa de inflación para inducir un mayor olvido del historial inflacionario boliviano.

Finalmente, este indicador de memoria inflacionaria es recomendable sea aplicado en todo modelo cuyas variables muestren histéresis.

Bibliografía

Abreu, M. d. (2004). *The brazilian economy 1980 - 1994*. Rio de Janeiro: Departamento de Economía, Pontificia Universidade Catolica de Rio de Janeiro.

Ahumada, H. (1992). *Propiedades temporales y relaciones de cointegración de variables nominales en Argentina*. Buenos Aires.: Banco central de la República Argentina.

Barbosa, F. d. (1993). *Hyperinflation and the functional form of the money-demand equation*. Tucumán: Econometric Society.

Barro, R. (1997). *Determinants of economic growth*. Cambridge: MIT Press.

Benassy, A., & Conré, B. (2002). *The survival of intermediate exchange rates regimes*. Paris: University of Paris.

Box, G., & Cox, D. An analysis of transformation. *Journal of the Royal Statistical Society , Series B*, 211-264.

Bueno, N. P., Toyoshima, S. H., Aredes, A. F., & Marques do Santos, F. (2003). *Inflationary stabilization and external vulnerability of the Brazilian economy in the second half of 1990's: a systemic approach*. Mina Gerais: Department of Economics at federal University of Viscosa.

Cagan, P. (1956). The monetary dynamics of hyperinflation. En M. Friedman, *Studies in the quantity theory of money*. Chicago: Chicago University Press.

Carretero, M. (2001). *Introducción a la Psicología Cognitiva* (2 ed.). Buenos Aires: Grupo Editorial Aique.

Case, R. (1984). desarrollo intelectual: una reinterpretación sistemática. En R. Case, *Lecturas de Psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza.

- Chávez, G. (1991). De la estabilización impuesta al crecimiento negociado. En G. Rozenwurcel, *Elecciones y política económica* (págs. 1-82). Buenos Aires: CEDES.
- Damill, M., & Frenkel, R. (1991). Hiperinflación y estabilización: la experiencia reciente. En G. Rozenwurcel, *Elecciones y política económica*. Buenos Aires: CEDES.
- Del Rey Morato, J. (2005). *La memoria caj negra de la comunicación*. Documento de Trabajo, Universidad Complutense, Madrid.
- Diba, B. T., & Grossman, H. I. (1988). explosive rational bubbles in stock prices? *American Economic Review* , 79, 520-530.
- Diba, B. T., & Grossman, H. I. (1988). Explosive rational bubbles in stock prices? *American Economic Review* , 79, 520-530.
- Dickey, D., & Fuller, W. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series. *Econometrica* , 49, 1057-1072.
- Ellis, A. (1986). *Fundamentos del aprendizaje y procesos cognitivos del hombre*. México: Trillas.
- Engle, R., & Granger, C. W. (1987). Co integration and error correction representation, estimation and testing. *Econometrica* , 55 (2), 251-276.
- Engle, R., Hendry, D., & Richard, J. F. (1983). Exogeneity. *Econometrica* , 51 (2), 277-304.
- Engler, B. (1995). *Teorías de la personalidad*. México: Trillas.
- Frenkel, R. (1988). *Extensión de los contratos y efectos ingreso: dinámica inflacionaria en economías indexadas*. Buenos Aires: CEDES.
- Glimcher, P., Camerer, C., Fehr, E., & Poldrack, R. (2009). A brief history of neuroeconomics. En P. Glimcher, C. Camerer, E. Fehr, & R. Poldrack (Edits.), *Neuroeconomics* (págs. 1-12). Oxford: Elsevier.

Gutiérrez Calvo, M. (1988). Efectos inferenciales de la activación, tipicidad e implicación en el aprendizaje de textos. *Cognitiva* , 81-109.

Harvey, A., & Shepard, N. (1993). *The econometrics of stochastic volatility*. Nuffield College. Oxford: Oxford University.

Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data* (2 ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Kazdin, A. (2001). *Métodos de investigación en psicología clínica*. México: Pearson Educación.

Lemos, S. (2004). *Anticipated effects of the minimum wage on prices*. Londres: University of Leicester.

Lucas, R. (Junio de 1973). Some international evidence on output-inflation tradeoffs. *American Economic Review* , 326-335.

Macedo, R., & Nayyar, D. (1994). *Brazil - India round table macroeconomic adjustment, liberalization and growth*. Geneva: International Institute of Labour Studies.

Mahoney, M. i. (1983). *Cognición y modificación de conducta*. México: Trillas.

Morales, J. A. (1985). La demanda de dinero en Bolivia en periodo inflacionario. (UDAPE, Ed.) *Análisis Económico* (1).

Morales, J. A. (1988). La inflación y la estabilización en Bolivia. En M. Bruno, G. Di Tella, R. Dornbusch, & S. Fischer, *Inflación y estabilización: la experiencia de Israel, Argentina, Brasil, Bolivia y México* (págs. 365-409). Fondo de Cultura Económica.

Muth, J. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica* (29), 315-335.

Pegurier, F., & Salgado, G. (2002). Unsustainable development, Latin style. En J. Morris (Ed.), *Sustainable development: promoting progress of perpetuating poverty?* Londres: Profile Books.

Pérez, A., & Ruiz, E. (2001). *Modelos de memoria larga para series económicas y financieras*. Documento de Trabajo 01-01, Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Estadística y Econometría, Madrid.

Pons Fanals, E. (2000). *Memoria larga y persistencia en las tasas de inflación en España*. Universidad de Barcelona.

Pyndick, D., & Rubinfeld, H. (2005). *Econometría modelos y pronósticos*. Bogotá: McGraw Hill.

Sachs, J. (1986). *The bolivian hyperinflation and stabilization*. Washington: NBER Working Paper.

Shapiro, H., & Olivera Filho, G. (1987). Brazil stabilization shock. *NACLA Papers* , 21 (2).

Sheffrin, S. (1985). *Expectativas Racionales*. Madrid: Alianza Editorial.

Sheriff, E., & Chacón, E. (2007). Psicología de la racionalidad económica. *ABC Economía* , 71-72.

Sheriff, E., & Chacón, E. (2007). Psicología y economía: cómo procesan la información los agentes económicos. *ABC Economía y Finanzas* , 74-78.

Shulman, B. (1988). La terapia cognitiva y la psicología individual de Alfred Adler. En *Cognición y psicoterapia*. Barcelona: Paidós.

Smirnov, A. A., Rubinstein, S. L., Leontiev, A. N., & Tieplov, B. M. (1960). *Psicología*. México: Grijalbo.

Smith, V. L. (2009). Experimental economics and neuroeconomics. En P. Glimcher, C. Camerer, E. Fehr, & R. Poldrack (Edits.), *Neuroeconomics* (págs. 15-19). Oxford: Elsevier.

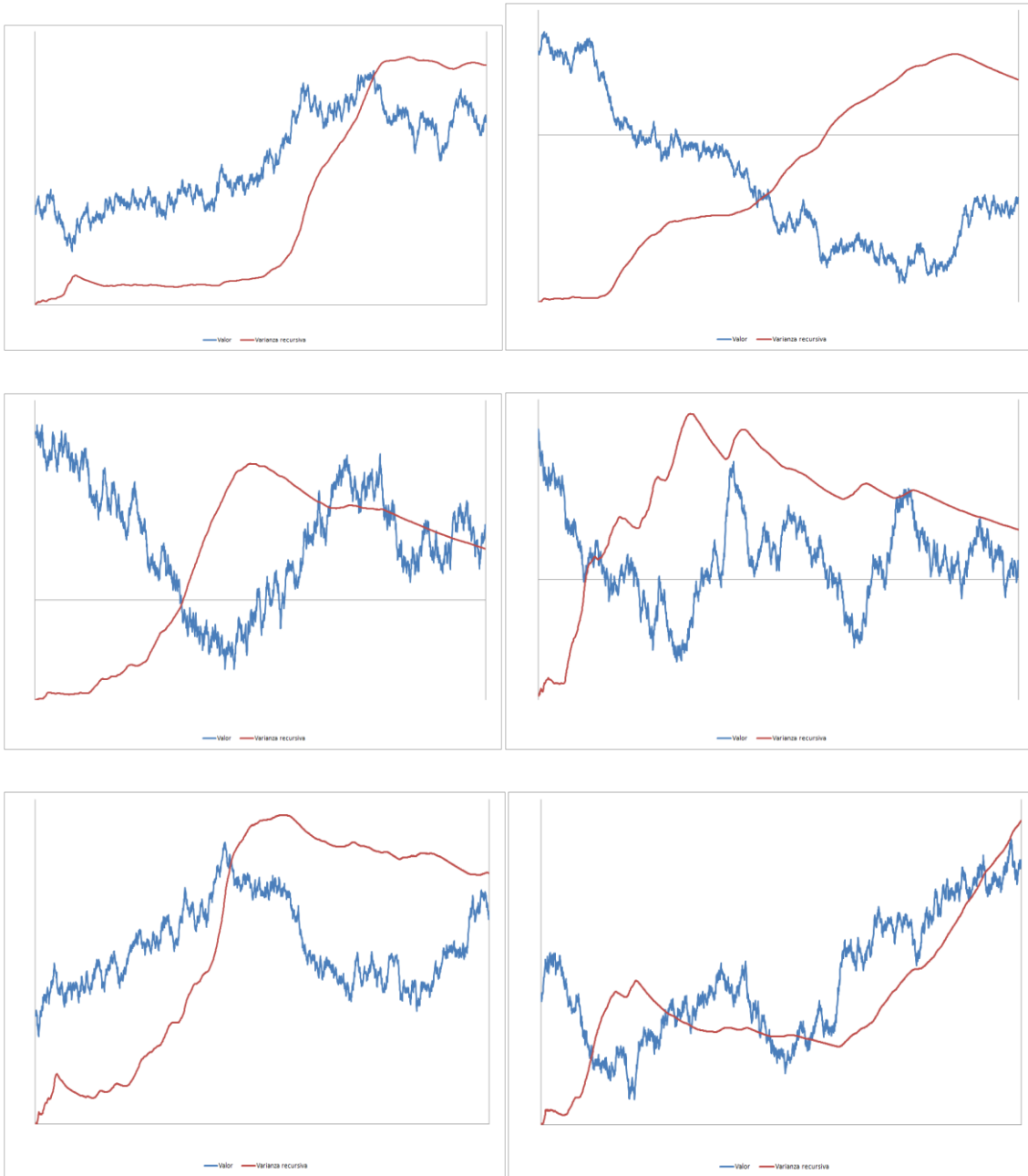
Soliz Macias, V. H. (2005). *Investigación sobre fluctuaciones de la memoria*. México: UNAM.

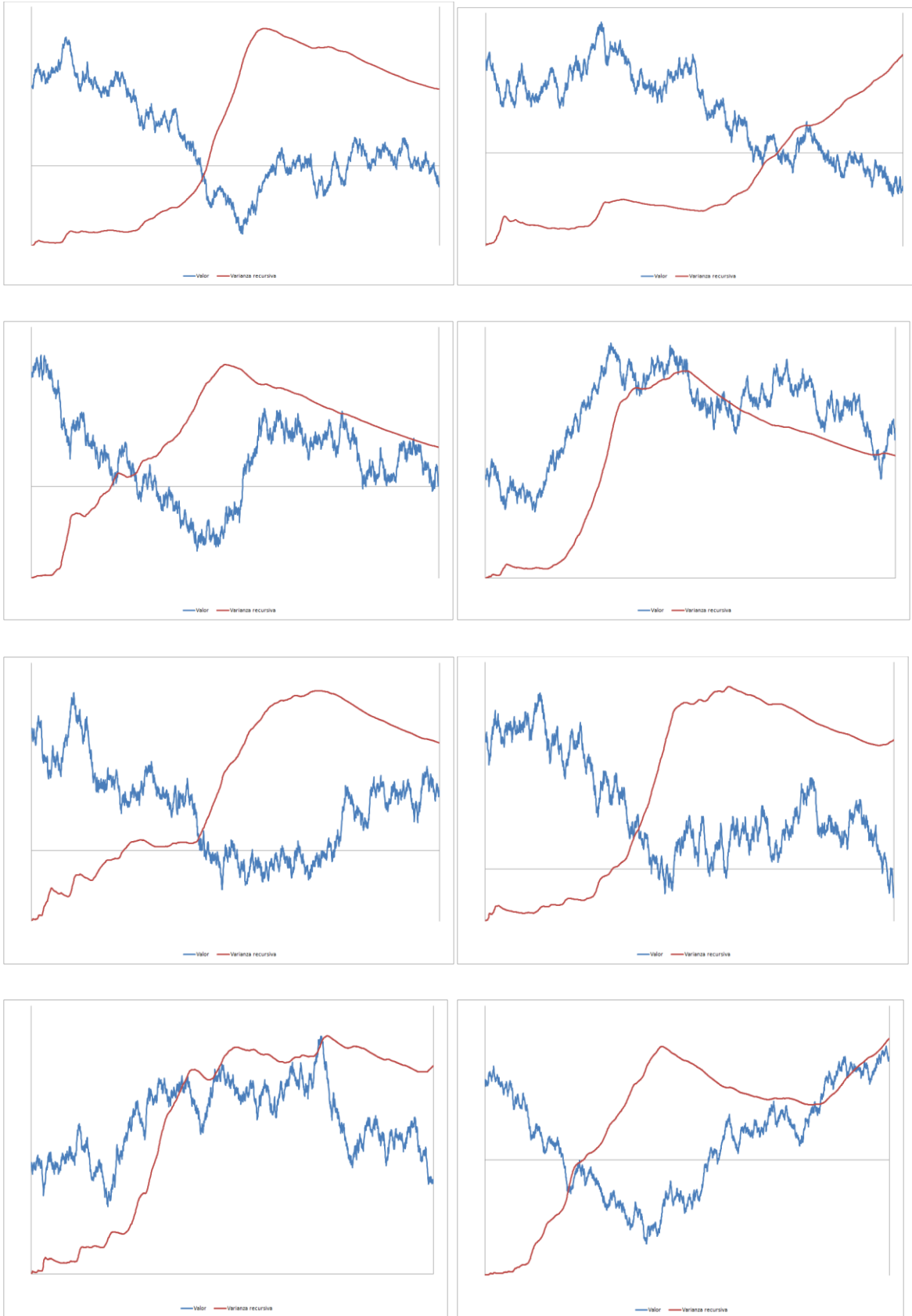
Anexos

Anexo 1: Simulaciones Monte Carlo con un indicador de memoria económica

Simulaciones con series con raíz unitaria

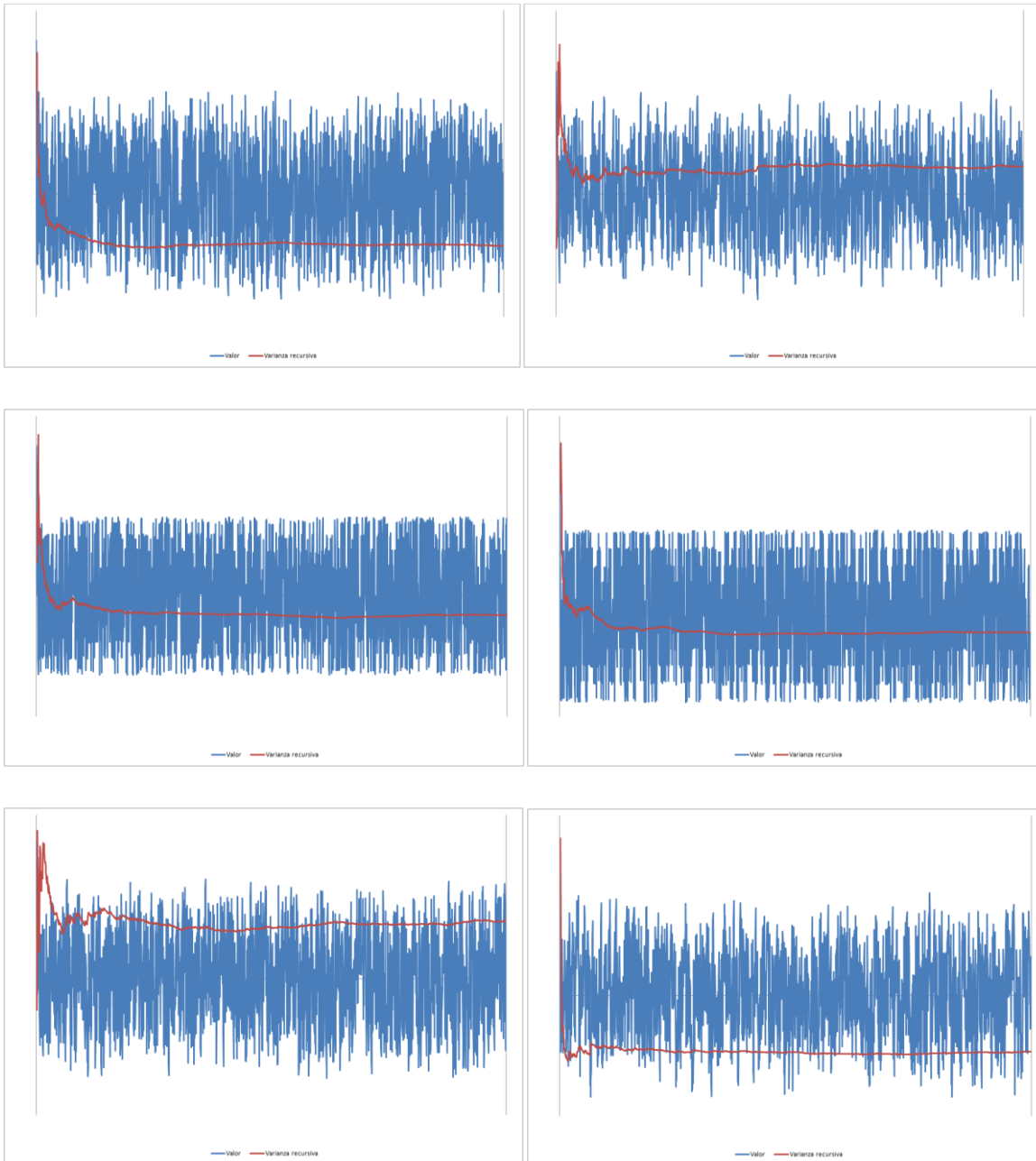
$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \cdot \text{Número de simulaciones:2000}$$





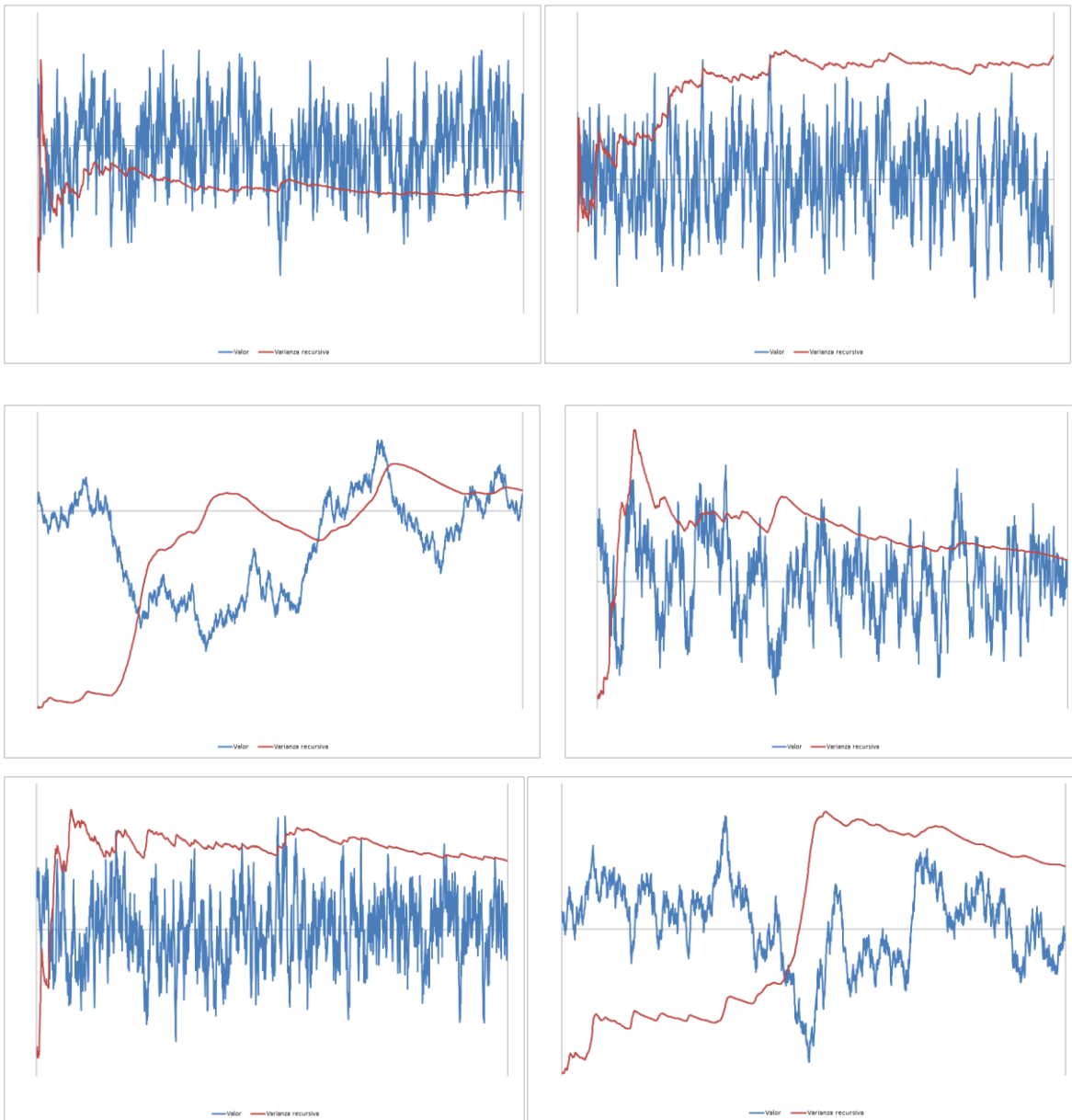
Simulaciones con series estacionarias

$Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t, \delta < 0.5$. Número de simulaciones :2000



Simulaciones con series estacionarias de memoria larga

$Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t, 0.5 < \delta < 0.99$. Número de simulaciones: 2000



Anexo 2: Series de memoria inflacionaria utilizadas

OBS	Tasa de inflación trimestral	Tasa de inflación trimestral discreta	Memoria inflacionaria (tomando INF)	Memoria inflacionaria (tomando INFH)
	INF	INFH	varinf	varinfh
1970Q1				
1970Q2	0.88791%	0.88009%		
1970Q3	0.88009%	0.87242%	0.00000000	0.00000000
1970Q4	1.90937%	1.87359%	0.00003505	0.00003316
1971Q1	-0.77670%	-0.78278%	0.00012361	0.00012126
1971Q2	1.24840%	1.23301%	0.00009819	0.00009639
1971Q3	3.22031%	3.11985%	0.00017379	0.00016563
1971Q4	-0.45672%	-0.45881%	0.00018538	0.00017731
1972Q1	-0.60524%	-0.60893%	0.00019061	0.00018284
1972Q2	0.83386%	0.82696%	0.00016681	0.00016003
1972Q3	0.76518%	0.75937%	0.00014828	0.00014225
1972Q4	20.19060%	16.79882%	0.00355489	0.00246326
1973Q1	1.83491%	1.80185%	0.00323603	0.00224084
1973Q2	2.07744%	2.03517%	0.00296770	0.00205430
1973Q3	9.66780%	8.81553%	0.00311027	0.00221070
1973Q4	16.24307%	13.97337%	0.00406138	0.00290687
1974Q1	28.29859%	22.05682%	0.00752298	0.00488639
1974Q2	3.80541%	3.66591%	0.00706754	0.00458585
1974Q3	-1.49747%	-1.52024%	0.00690817	0.00451887
1974Q4	2.29184%	2.24049%	0.00656068	0.00428774
1975Q1	1.17985%	1.16609%	0.00628019	0.00410462
1975Q2	2.17973%	2.13323%	0.00599407	0.00391489
1975Q3	3.95484%	3.80438%	0.00570991	0.00372848
1975Q4	-1.44784%	-1.46911%	0.00560215	0.00368198
1976Q1	0.83591%	0.82898%	0.00540584	0.00355431
1976Q2	1.51872%	1.49600%	0.00520650	0.00342231
1976Q3	1.32452%	1.30721%	0.00502498	0.00330261
1976Q4	1.66954%	1.64213%	0.00484949	0.00318627
1977Q1	0.53705%	0.53419%	0.00470742	0.00309514
1977Q2	4.08060%	3.92062%	0.00453989	0.00298649
1977Q3	2.59086%	2.52543%	0.00438728	0.00288505
1977Q4	2.74394%	2.67066%	0.00424364	0.00278973
1978Q1	-0.75224%	-0.75794%	0.00416628	0.00274785
1978Q2	3.12492%	3.03022%	0.00403646	0.00266198
1978Q3	6.01146%	5.67057%	0.00393321	0.00260162
1978Q4	4.26349%	4.08915%	0.00381902	0.00252779
1979Q1	2.39464%	2.33864%	0.00371368	0.00245738
1979Q2	3.50589%	3.38714%	0.00361053	0.00238931
1979Q3	6.09623%	5.74595%	0.00353030	0.00234271
1979Q4	25.47017%	20.29978%	0.00466432	0.00303070
1980Q1	3.78024%	3.64254%	0.00454508	0.00295299

OBS	Tasa de inflación trimestral	Tasa de inflación trimestral discreta	Memoria inflacionaria (tomando INF)	Memoria inflacionaria (tomando INFH)
	INF	INFH	varinf	varinfh
1980Q2	9.21798%	8.43998%	0.00449417	0.00293537
1980Q3	2.37906%	2.32378%	0.00439307	0.00286866
1980Q4	6.08180%	5.73313%	0.00429649	0.00280976
1981Q1	13.33580%	11.76663%	0.00438341	0.00288977
1981Q2	2.42013%	2.36294%	0.00429317	0.00282970
1981Q3	6.75740%	6.32968%	0.00420955	0.00277948
1981Q4	-0.09944%	-0.09954%	0.00416265	0.00275427
1982Q1	25.23656%	20.15111%	0.00498012	0.00324710
1982Q2	20.42061%	16.95774%	0.00537326	0.00351054
1982Q3	53.78059%	34.97229%	0.00999632	0.00529837
1982Q4	38.32307%	27.70548%	0.01183129	0.00619522
1983Q1	19.77123%	16.50750%	0.01192587	0.00630532
1983Q2	21.13091%	17.44469%	0.01207379	0.00644233
1983Q3	48.18381%	32.51624%	0.01494780	0.00762620
1983Q4	56.79840%	36.22384%	0.01899790	0.00909596
1984Q1	49.06229%	32.91395%	0.02153255	0.01012987
1984Q2	90.80940%	47.59168%	0.03271265	0.01277432
1984Q3	50.83534%	33.70254%	0.03486870	0.01367459
1984Q4	121.45601%	54.84431%	0.05467404	0.01706256
1985Q1	178.36443%	64.07587%	0.09899865	0.02175771
1985Q2	99.91784%	49.97945%	0.10880107	0.02397605
1985Q3	146.49375%	59.43102%	0.13376952	0.02737377
1985Q4	16.78618%	14.37343%	0.13162621	0.02694333
1986Q1	36.19011%	26.57323%	0.12995995	0.02685781
1986Q2	8.64443%	7.95663%	0.12812745	0.02646339
1986Q3	4.65458%	4.44756%	0.12650465	0.02614141
1986Q4	1.13056%	1.11793%	0.12509640	0.02591661
1987Q1	4.34737%	4.16625%	0.12355866	0.02561261
1987Q2	1.72769%	1.69834%	0.12217864	0.02537691
1987Q3	1.50003%	1.47786%	0.12083753	0.02515026
1987Q4	2.59628%	2.53058%	0.11947171	0.02489868
1988Q1	2.29456%	2.24309%	0.11814785	0.02465823
1988Q2	8.07695%	7.47333%	0.11664576	0.02433307
1988Q3	5.92390%	5.59260%	0.11524517	0.02403896
1988Q4	3.15433%	3.05787%	0.11397550	0.02379625
1989Q1	1.89280%	1.85764%	0.11278243	0.02358424
1989Q2	0.54539%	0.54243%	0.11166916	0.02340751
1989Q3	7.19411%	6.71129%	0.11034781	0.02312244
1989Q4	5.69174%	5.38522%	0.10909762	0.02285916
1990Q1	1.32317%	1.30590%	0.10802182	0.02267406
1990Q2	2.85734%	2.77796%	0.10690993	0.02246095
1990Q3	4.01274%	3.85793%	0.10578270	0.02223319
1990Q4	8.38598%	7.73714%	0.10457059	0.02196909
1991Q1	6.57856%	6.17250%	0.10342393	0.02172300

OBS	Tasa de inflación trimestral	Tasa de inflación trimestral discreta	Memoria inflacionaria (tomando INF)	Memoria inflacionaria (tomando INFH)
	INF	INFH	varinf	varinfh
1991Q2	2.01160%	1.97193%	0.10243003	0.02154169
1991Q3	2.28386%	2.23287%	0.10144527	0.02135809
1991Q4	2.68868%	2.61828%	0.10046592	0.02117055
1992Q1	5.26567%	5.00227%	0.09943572	0.02095346
1992Q2	1.59319%	1.56820%	0.09852675	0.02079064
1992Q3	1.73063%	1.70119%	0.09762914	0.02062746
1992Q4	1.35869%	1.34047%	0.09675817	0.02047275
1993Q1	2.57409%	2.50949%	0.09586691	0.02030063
1993Q2	1.76761%	1.73691%	0.09501364	0.02014323
1993Q3	3.38066%	3.27011%	0.09413253	0.01996564
1993Q4	1.15779%	1.14453%	0.09332566	0.01982257
1994Q1	1.28927%	1.27286%	0.09252810	0.01967896
1994Q2	1.57839%	1.55386%	0.09173561	0.01953256
1994Q3	2.76793%	2.69338%	0.09092647	0.01937197
1994Q4	2.55848%	2.49466%	0.09013601	0.01921639
1995Q1	2.30640%	2.25441%	0.08936467	0.01906625
1995Q2	2.69558%	2.62483%	0.08859719	0.01891358
1995Q3	1.42053%	1.40063%	0.08787199	0.01877938
1995Q4	5.42005%	5.14138%	0.08707786	0.01860746
1996Q1	4.02874%	3.87272%	0.08632181	0.01844876
1996Q2	0.68864%	0.68393%	0.08564998	0.01833112
1996Q3	2.32569%	2.27283%	0.08495109	0.01819347
1996Q4	0.60481%	0.60117%	0.08430144	0.01807971
1997Q1	-0.06349%	-0.06353%	0.08367719	0.01797702
1997Q2	2.19858%	2.15128%	0.08301156	0.01784546
1997Q3	0.86607%	0.85864%	0.08238398	0.01773157
1997Q4	3.51019%	3.39116%	0.08171440	0.01759116
1998Q1	2.42356%	2.36621%	0.08107458	0.01746257
1998Q2	0.82376%	0.81703%	0.08047591	0.01735359
1998Q3	0.20129%	0.20089%	0.07989888	0.01725386
1998Q4	0.85813%	0.85083%	0.07931596	0.01714654
1999Q1	0.09964%	0.09954%	0.07875675	0.01704996
1999Q2	0.29832%	0.29743%	0.07820087	0.01695157
1999Q3	1.31052%	1.29357%	0.07763288	0.01684227
1999Q4	1.37646%	1.35777%	0.07707166	0.01673353
2000Q1	1.54829%	1.52469%	0.07651524	0.01662433
2000Q2	-0.10883%	-0.10895%	0.07599730	0.01653508
2000Q3	2.93725%	2.85343%	0.07543398	0.01641651
2000Q4	-1.02292%	-1.03350%	0.07494837	0.01634130
2001Q1	-0.02671%	-0.02672%	0.07444897	0.01625343
2001Q2	0.75844%	0.75273%	0.07394182	0.01615751
2001Q3	0.26476%	0.26406%	0.07344991	0.01606786
2001Q4	-0.07935%	-0.07942%	0.07297036	0.01598289
2002Q1	-0.10590%	-0.10602%	0.07249724	0.01589891

OBS	Tasa de inflación trimestral	Tasa de inflación trimestral discreta	Memoria inflacionaria (tomando INF)	Memoria inflacionaria (tomando INFH)
	INF	INFH	varinf	varinfh
2002Q2	0.11913%	0.11899%	0.07202604	0.01581310
2002Q3	1.09204%	1.08025%	0.07154496	0.01571842
2002Q4	1.31299%	1.29597%	0.07106680	0.01562284
2003Q1	0.24508%	0.24448%	0.07061133	0.01553828
2003Q2	0.52682%	0.52406%	0.07015702	0.01545173
2003Q3	1.47567%	1.45421%	0.06969446	0.01535778
2003Q4	1.61587%	1.59017%	0.06923594	0.01526384
2004Q1	0.53287%	0.53005%	0.06879860	0.01517998
2004Q2	1.17952%	1.16577%	0.06835740	0.01509143
2004Q3	0.85138%	0.84419%	0.06792623	0.01500651
2004Q4	1.95485%	1.91737%	0.06748597	0.01491424
2005Q1	1.56723%	1.54304%	0.06705609	0.01482571
2005Q2	1.83045%	1.79755%	0.06662835	0.01473638
2005Q3	0.03443%	0.03442%	0.06622957	0.01466221
2005Q4	1.35638%	1.33823%	0.06581782	0.01457795
2006Q1	0.44055%	0.43862%	0.06542282	0.01450165
2006Q2	1.58787%	1.56305%	0.06501809	0.01441757
2006Q3	0.83960%	0.83261%	0.06462728	0.01433966
2006Q4	1.96085%	1.92314%	0.06422801	0.01425508
2007Q1	2.55605%	2.49234%	0.06382745	0.01416827
2007Q2	1.03563%	1.02501%	0.06344824	0.01409152
2007Q3	4.40761%	4.22154%	0.06304168	0.01399985
2007Q4	3.08863%	2.99609%	0.06265077	0.01391372
2008Q1	4.64103%	4.43519%	0.06225272	0.01382380
2008Q2	3.83376%	3.69221%	0.06186543	0.01373716
2008Q3	1.98496%	1.94633%	0.06149906	0.01365937
2008Q4	0.73648%	0.73109%	0.06115020	0.01359008
2009Q1	-0.19875%	-0.19914%	0.06081629	0.01352848
2009Q2	-0.42474%	-0.42655%	0.06048872	0.01346922
2009Q3	0.52848%	0.52570%	0.06015326	0.01340308
2009Q4	0.36226%	0.36095%	0.05982327	0.01333869
2010Q1	0.21501%	0.21455%	0.05949847	0.01327591
2010Q2	0.21455%	0.21409%	0.05917710	0.01321366
2010Q3	2.43057%	2.37290%	0.05883761	0.01313950
2010Q4	4.07417%	3.91468%	0.05849012	0.01306089

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística.
Banco Central de Bolivia.
VARINF y VARINFH. Elaboración propia.

Anexo 3: Modelo irrestricto y sus propiedades

EQ(10) Modelling Lm by OLS (using money_bol)
The estimation sample is: 1972 (4) to 2009 (4)

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob	Part.R^2
Lm_1	1.04411	0.09683	10.8	0.000	0.5255
Lm_2	-0.200970	0.1327	-1.51	0.133	0.0214
Lm_3	0.0553288	0.1289	0.429	0.669	0.0018
Lm_4	0.288207	0.1292	2.23	0.028	0.0453
Lm_5	-0.452607	0.1262	-3.59	0.001	0.1092
Lm_6	0.285650	0.1310	2.18	0.031	0.0433
Lm_7	-0.169020	0.1373	-1.23	0.221	0.0142
Lm_8	0.281640	0.1406	2.00	0.048	0.0368
Lm_9	-0.193022	0.1027	-1.88	0.063	0.0325
Constant	3.97666	3.117	1.28	0.205	0.0153
Lpib	0.569203	0.2302	2.47	0.015	0.0550
Lpib_1	-0.521806	0.2428	-2.15	0.034	0.0421
Lpib_2	0.610923	0.2474	2.47	0.015	0.0549
Lpib_3	-0.246150	0.2531	-0.972	0.333	0.0089
Lpib_4	0.302400	0.2944	1.03	0.307	0.0100
Lpib_5	0.121202	0.2863	0.423	0.673	0.0017
Lpib_6	-0.668909	0.2531	-2.64	0.009	0.0624
Lpib_7	0.145844	0.2552	0.571	0.569	0.0031
Lpib_8	-0.821685	0.2477	-3.32	0.001	0.0949
Lpib_9	0.283512	0.2470	1.15	0.254	0.0124
infh	-0.674455	0.2241	-3.01	0.003	0.0794
infh_1	0.749685	0.2441	3.07	0.003	0.0825
infh_2	0.0154118	0.2554	0.0603	0.952	0.0000
infh_3	-0.0818779	0.2432	-0.337	0.737	0.0011
infh_4	0.550575	0.2401	2.29	0.024	0.0477
infh_5	-0.0475927	0.2579	-0.185	0.854	0.0003
infh_6	-0.396600	0.2601	-1.52	0.130	0.0217
infh_7	0.296347	0.2562	1.16	0.250	0.0126
infh_8	0.285128	0.2221	1.28	0.202	0.0155
infh_9	-0.0227913	0.1373	-0.166	0.868	0.0003
Varinfh	-66.9837	24.93	-2.69	0.008	0.0643
Varinfh_1	47.9618	40.19	1.19	0.235	0.0134
Varinfh_2	38.4068	40.41	0.950	0.344	0.0085
Varinfh_3	-63.5514	39.20	-1.62	0.108	0.0244
Varinfh_4	-5.41694	38.47	-0.141	0.888	0.0002
Varinfh_5	37.6006	37.76	0.996	0.322	0.0094
Varinfh_6	20.8149	38.80	0.536	0.593	0.0027
Varinfh_7	-62.8194	39.33	-1.60	0.113	0.0237
Varinfh_8	73.2783	37.19	1.97	0.051	0.0357
Varinfh_9	-30.5870	23.37	-1.31	0.193	0.0161
Seasonal	-0.0968436	0.05281	-1.83	0.070	0.0310
Seasonal_1	-0.0534124	0.03961	-1.35	0.180	0.0170
Seasonal_2	-0.0134217	0.05164	-0.260	0.795	0.0006
Trend	0.00296335	0.001454	2.04	0.044	0.0380

```

sigma          0.0598772  RSS          0.376454004
R^2            0.992546   F(43,105) = 325.2 [0.000]**
log-likelihood 234.156    DW          1.95
no. of observations 149  no. of parameters 44
AIC            -5.39030   SC          -4.50323
HQ            -5.02990   FPE        0.00464402
When the log-likelihood constant is included:
AIC            -2.55242   SC          -1.66535
HQ            -2.19202   FPE        0.0793173
mean(Lm)       10.5884   var(Lm)    0.33897

```

```

Seasonal means of differences are
-0.14434    0.055581    0.010201    0.12662
R^2 relative to difference and seasonals = 0.76112

```

```

1-step (ex post) forecast analysis 2010 (1) to 2010 (4)
Parameter constancy forecast tests:
Forecast Chi^2(4) = 4.3349 [0.3626]
Chow F(4,105) = 0.79152 [0.5332]
CUSUM t(3) = 0.8107 [0.4769] (zero forecast innovation mean)

```

```

AR 1-5 test: F(5,100) = 1.4063 [0.2285]
ARCH 1-4 test: F(4,97) = 0.60096 [0.6628]
Normality test: Chi^2(2) = 1.2439 [0.5369]
hetero test: F(78,26) = 0.42566 [0.9979]
RESET test: F(1,104) = 0.81401 [0.3690]

```

```

Solved static long run equation for Lm
Coefficient Std.Error t-value t-prob
Constant 65.5297 80.84 0.811 0.419
Lpib -3.71536 5.434 -0.684 0.495
infh 11.1037 7.465 1.49 0.139
Varinfh -186.142 120.3 -1.55 0.124
Seasonal -1.59584 1.471 -1.08 0.280
Seasonal_1 -0.880160 0.8863 -0.993 0.322
Seasonal_2 -0.221171 0.8639 -0.256 0.798
Trend 0.0488318 0.04549 1.07 0.285
Long-run sigma = 0.98669

```

```

ECM = Lm - 65.5297 + 3.71536*Lpib - 11.1037*infh + 186.142*Varinfh
+ 1.59584*Seasonal + 0.88016*Seasonal_1 + 0.221171*Seasonal_2 - 0.0488318*Trend;

```

```

Covariance matrix of long-run parameters
// [[0]...][5]
6534.9 -439.28 382.13 -9396.7 -80.270 -40.641
-439.28 29.531 -25.800 631.89 5.3679 2.7153
382.13 -25.800 55.729 -681.14 -6.1837 -3.0111
-9396.7 631.89 -681.14 14473. 129.52 65.254
-80.270 5.3679 -6.1837 129.52 2.1634 0.93980
-40.641 2.7153 -3.0111 65.254 0.93980 0.78546
-11.332 0.73581 -0.75679 17.326 0.70099 0.30455
3.6486 -0.24534 0.23453 -5.4018 -0.047378 -0.023896
// [[6]...][7]
-11.332 3.6486
0.73581 -0.24534
-0.75679 0.23453
17.326 -5.4018
0.70099 -0.047378
0.30455 -0.023896
0.74631 -0.0063391
-0.0063391 0.0020690

```

```

WALD test: Chi^2(7) = 16.9485 [0.0177] *

```

EQ(2) Modelling Lm by OLS (using money_bol.in7)
 The estimation sample is: 1972 (4) to 2009 (4)

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob	Part.R^2
Lm_1	1.06751	0.09281	11.5	0.000	0.5483
Lm_2	-0.314214	0.1231	-2.55	0.012	0.0564
Lm_3	0.162790	0.1219	1.34	0.185	0.0161
Lm_4	0.362522	0.1234	2.94	0.004	0.0733
Lm_5	-0.561299	0.1204	-4.66	0.000	0.1663
Lm_6	0.266962	0.1267	2.11	0.037	0.0392
Lm_7	-0.152274	0.1302	-1.17	0.245	0.0124
Lm_8	0.384592	0.1310	2.94	0.004	0.0733
Lm_9	-0.299234	0.09753	-3.07	0.003	0.0795
Constant	-2.31839	0.7779	-2.98	0.004	0.0753
Lpib	0.755954	0.2237	3.38	0.001	0.0948
Lpib_1	-0.477976	0.2436	-1.96	0.052	0.0341
Lpib_2	0.662448	0.2453	2.70	0.008	0.0627
Lpib_3	-0.461949	0.2441	-1.89	0.061	0.0318
Lpib_4	0.293574	0.2989	0.982	0.328	0.0088
Lpib_5	0.159023	0.2928	0.543	0.588	0.0027
Lpib_6	-0.486104	0.2496	-1.95	0.054	0.0336
Lpib_7	0.260578	0.2447	1.07	0.289	0.0103
Lpib_8	-0.896808	0.2391	-3.75	0.000	0.1143
Lpib_9	0.401913	0.2416	1.66	0.099	0.0248
infh	-0.509789	0.2231	-2.29	0.024	0.0457
infh_1	0.787432	0.2386	3.30	0.001	0.0908
infh_2	-0.183337	0.2429	-0.755	0.452	0.0052
infh_3	0.0305221	0.2359	0.129	0.897	0.0002
infh_4	0.662557	0.2343	2.83	0.006	0.0683
infh_5	-0.271680	0.2526	-1.08	0.284	0.0105
infh_6	-0.491351	0.2584	-1.90	0.060	0.0321
infh_7	0.444881	0.2538	1.75	0.082	0.0274
infh_8	0.268394	0.2228	1.20	0.231	0.0131
infh_9	-0.167284	0.1324	-1.26	0.209	0.0144
Varinfh	-67.0596	25.15	-2.67	0.009	0.0612
Varinfh_1	47.8523	40.47	1.18	0.240	0.0127
Varinfh_2	44.4233	40.62	1.09	0.276	0.0109
Varinfh_3	-68.7695	39.75	-1.73	0.086	0.0267
Varinfh_4	10.5919	39.03	0.271	0.787	0.0007
Varinfh_5	29.5088	38.29	0.771	0.443	0.0054
Varinfh_6	16.4169	38.61	0.425	0.672	0.0017
Varinfh_7	-63.4026	38.56	-1.64	0.103	0.0242
Varinfh_8	95.1515	36.30	2.62	0.010	0.0593
Varinfh_9	-50.2340	22.99	-2.18	0.031	0.0420

sigma 0.061459 RSS 0.411715659
 R^2 0.991848 F(39,109) = 340.1 [0.000]**
 log-likelihood 227.485 DW 1.97
 no. of observations 149 no. of parameters 40
 AIC -5.35446 SC -4.54803
 HQ -5.02682 FPE 0.00479122
 When the log-likelihood constant is included:
 AIC -2.51658 SC -1.71015
 HQ -2.18894 FPE 0.0818315
 mean(Lm) 10.5884 var(Lm) 0.33897

Seasonal means of differences are
 -0.14434 0.055581 0.010201 0.12662
 R^2 relative to difference and seasonals = 0.738744

1-step (ex post) forecast analysis 2010 (1) to 2010 (4)
 Parameter constancy forecast tests:
 Forecast Chi^2(4) = 3.3685 [0.4982]
 Chow F(4,109) = 0.56449 [0.6889]
 CUSUM t(3) = 0.9022 [0.4334] (zero forecast innovation mean)

AR 1-5 test: F(5,104) = 0.94427 [0.4557]
 ARCH 1-4 test: F(4,101) = 0.33364 [0.8547]
 Normality test: Chi^2(2) = 0.19184 [0.9085]
 hetero test: F(78,30) = 0.42933 [0.9985]

```

RESET test:          F(1,108) = 1.8944 [0.1716]

Solved static long run equation for Lm
      Coefficient  Std.Error  t-value  t-prob
Constant      -28.0519    9.148    -3.07    0.003
Lpib           2.54883   0.5967   4.27    0.000
infh           6.90102   4.162    1.66    0.099
Varinfh       -66.8017    15.48    -4.32    0.000
Long-run sigma = 0.743636

ECM = Lm + 28.0519 - 2.54883*Lpib - 6.90102*infh + 66.8017*Varinfh;
Covariance matrix of long-run parameters
      83.682    -5.4565    -22.455    101.91
     -5.4565    0.35602    1.4310    -6.6850
     -22.455    1.4310    17.325    -43.904
      101.91    -6.6850    -43.904    239.58
WALD test: Chi^2(3) = 25.6139 [0.0000] **

```

Anexo 4: Modelo parsimonioso y sus propiedades

```

EQ(32) Modelling DLm by OLS (using money_bol)
The estimation sample is: 1974 (1) to 2009 (4)

      Coefficient  Std.Error  t-value  t-prob  Part.R^2
DLm_4           0.436925  0.06187   7.06    0.000   0.2852
DLm_8           0.180089  0.06087   2.96    0.004   0.0654
DLm_9           0.114465  0.05068   2.26    0.026   0.0392
Constant        0.0191410  0.008205  2.33    0.021   0.0417
DLpib           0.761836  0.1370    5.56    0.000   0.1982
DLpib_2         0.481463  0.09875   4.88    0.000   0.1598
DLpib_5         0.295145  0.1039    2.84    0.005   0.0607
Dinfh          -0.527721  0.1446   -3.65    0.000   0.0963
Dinfh_1        -0.306448  0.1152   -2.66    0.009   0.0536
Dinfh_2        -0.585539  0.1283   -4.57    0.000   0.1429
Dinfh_3        -0.527430  0.1058   -4.99    0.000   0.1660
Dinfh_5        -0.199862  0.1094   -1.83    0.070   0.0260
Dinfh_6        -0.472944  0.09124  -5.18    0.000   0.1769
DVarinfh       -82.6715    16.54   -5.00    0.000   0.1666
Seasonal       -0.0455077  0.02265  -2.01    0.047   0.0313
ecm_1          -0.0810383  0.01559  -5.20    0.000   0.1778
DDLpib_7       0.292208  0.07546   3.87    0.000   0.1071
DDLm_1_DDLm_5  0.155122  0.04621   3.36    0.001   0.0827
DDV_2_DDV_7    53.5626    10.11    5.30    0.000   0.1834

sigma          0.0559769  RSS          0.391676522
R^2            0.870514  F(18,125) = 46.69 [0.000]**
log-likelihood  220.986  DW          1.84
no. of observations  144  no. of parameters  19
AIC            -5.64324  SC          -5.25139
HQ            -5.48402  FPE         0.00354685
When the log-likelihood constant is included:
AIC            -2.80537  SC          -2.41352
HQ            -2.64614  FPE         0.0605783
mean(DLm)      0.0122985  var(DLm)    0.021006

Seasonal means of differences are
      0.20323    -0.043230    0.12005    -0.27576
R^2 relative to difference and seasonals = 0.882007

```

1-step (ex post) forecast analysis 2010 (1) to 2010 (4)

Parameter constancy forecast tests:

Forecast $\text{Chi}^2(4) = 3.4646$ [0.4833]

Chow $F(4,125) = 0.81441$ [0.5183]

CUSUM $t(3) = 1.336$ [0.2739] (zero forecast innovation mean)

AR 1-5 test: $F(5,120) = 1.5579$ [0.1772]

ARCH 1-4 test: $F(4,117) = 0.57568$ [0.6808]

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 0.99770$ [0.6072]

hetero test: $F(35,89) = 0.87030$ [0.6715]

Not enough observations for hetero-X test

RESET test: $F(1,124) = 1.2103$ [0.2734]

Tests on the significance of each variable

Variable	F-test	Value [Prob]	Unit-root t-test
DLm	$F(3,125) =$	23.779 [0.0000]**	-2.7736
Constant	$F(1,125) =$	5.4427 [0.0212]*	
DLpib	$F(3,125) =$	16.843 [0.0000]**	5.5634
Dlnfh	$F(6,125) =$	10.432 [0.0000]**	-7.2504
DVarinh	$F(1,125) =$	24.995 [0.0000]**	-4.9995
Seasonal	$F(1,125) =$	4.0369 [0.0467]*	
ecm	$F(1,125) =$	27.037 [0.0000]**	-5.1997
DDLpib	$F(1,125) =$	14.994 [0.0002]**	3.8722
DDLm_1_DDLm_5	$F(1,125) =$	11.269 [0.0010]**	3.3569
DDVarinh_2_DDVarinh_7	$F(1,125) =$	28.076 [0.0000]**	5.2987

Tests on the significance of each lag

Lag 1	$F(2,125) =$	15.198 [0.0000]**
Lag 2	$F(2,125) =$	23.816 [0.0000]**
Lag 3	$F(1,125) =$	24.875 [0.0000]**
Lag 4	$F(1,125) =$	49.872 [0.0000]**
Lag 5	$F(2,125) =$	6.0050 [0.0032]**
Lag 6	$F(1,125) =$	26.869 [0.0000]**
Lag 7	$F(1,125) =$	14.994 [0.0002]**
Lag 8	$F(1,125) =$	8.7526 [0.0037]**
Lag 9	$F(1,125) =$	5.1005 [0.0257]*

Tests on the significance of all lags up to 9

Lag 1 - 9	$F(12,125) =$	11.368 [0.0000]**
Lag 2 - 9	$F(10,125) =$	13.630 [0.0000]**
Lag 3 - 9	$F(8,125) =$	11.028 [0.0000]**
Lag 4 - 9	$F(7,125) =$	12.298 [0.0000]**
Lag 5 - 9	$F(6,125) =$	8.2710 [0.0000]**
Lag 6 - 9	$F(4,125) =$	11.563 [0.0000]**
Lag 7 - 9	$F(3,125) =$	9.5625 [0.0000]**
Lag 8 - 9	$F(2,125) =$	6.4147 [0.0022]**
Lag 9 - 9	$F(1,125) =$	5.1005 [0.0257]*