

**INFLACION E INCERTIDUMBRE
INFLACIONARIA EN CHILE**

Igal Magendzo W.

DOCUMENTOS DE TRABAJO DEL BANCO CENTRAL
Nº 15
Octubre 1997

INFLACION E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA EN CHILE

Igal Magendzo W.

Economista
Gerencia de Programación Macroeconómica
del Banco Central de Chile

Resumen

El objetivo de este estudio es determinar si, para el caso chileno, mayores niveles de inflación han ido acompañados de mayores niveles de incertidumbre respecto a la inflación. En la teoría económica moderna se ha destacado la incertidumbre inflacionaria y no sólo el nivel de inflación como un mal para la economía. Sin embargo se ha postulado que mayores niveles de inflación vendrían acompañados de mayor incertidumbre inflacionaria. Existen numerosos estudios, especialmente para Estados Unidos, en que utilizando una gran variedad de metodologías se intenta poner a prueba esta hipótesis. En el presente trabajo se utiliza la combinación de las metodologías ARIMA y GARCH para enfrentar la pregunta en cuestión. A través de este método se obtiene una estimación, no sólo de la media condicional del proceso inflacionario, sino también de la varianza condicional, la cual constituye un proxy para la incertidumbre. Una vez obtenida esta variable, y tras enfrentar de modo simple posibles problemas de quiebres estructurales, se verifica que mayores niveles de inflación efectivamente han sido históricamente acompañados de mayor incertidumbre inflacionaria, para el caso chileno.

Abstract

The purpose of this paper is to determine whether higher levels of inflation have been accompanied by higher levels of inflationary uncertainty in the Chilean economy. Modern economic theory has stressed the costs of inflationary uncertainty as well as the costs of a higher level of inflation. Moreover, it has been accepted that higher inflation levels and inflationary uncertainty are correlated. There are many of studies, with several methodologies that try to prove this hypothesis, specially for the United States. This paper uses a combination of ARIMA and GARCH methodologies in generating the usual conditional mean, as well as the conditional variance of the inflationary process which is a proxy for uncertainty. Once this variable is obtained, we verify, for the Chilean case, that higher levels of inflation have been historically accompanied by more inflationary uncertainty.

El autor es el único responsable por las opiniones vertidas en el trabajo, las cuales pueden no reflejar las del Consejo del BCCh. Analista de la Gerencia de Programación Macroeconómica, Banco Central. Casilla 967, Santiago, Chile. E-mail: imagendz@condor.bcentral.cl

I Introducción.

El artículo tercero del título I de la Ley Orgánica Constitucional del Banco Central de Chile, establece que "el Banco (Central) tendrá por objetivo velar por la estabilidad de la moneda...". El interés por reducir los niveles de inflación en Chile tiene una larga historia, sin embargo, durante la presente década éste objetivo ha adquirido una importancia de primer orden. Este objetivo ha sido altamente destacado en los discursos de la autoridad monetaria, y ha sido tema de consenso en la discusión macroeconómica.

Parte importante de los teóricos de la económica moderna se inclinan por pensar que lo que más afecta la actividad económica no es necesariamente el nivel de la inflación, sino la incapacidad de los agentes de predecirla. En este sentido, resulta razonable pensar que mayores niveles de inflación van acompañados de mayor incertidumbre inflacionaria y, por tanto, el objetivo de reducir la inflación no pierde relevancia.

El objetivo de este trabajo es verificar empíricamente si se cumple para el caso chileno que una mayor inflación va acompañada de una mayor incertidumbre inflacionaria. Con este fin será necesario establecer una medida de la incertidumbre inflacionaria.

El trabajo se organiza de la siguiente forma. El capítulo siguiente del trabajo incursiona en los perjuicios que presenta la inflación. Se distingue entre los efectos sobre la actividad económica que tiene el nivel de la inflación, de los efectos de la incertidumbre inflacionaria, a través de una revisión de la literatura sobre este tema. En el capítulo tercero, se analiza la evidencia entregada por distintos trabajos sobre la incertidumbre inflacionaria y su relación con el nivel de inflación. Estos trabajos se concentran mayormente en el caso norteamericano y sus resultados son heterogéneos y no concluyentes. A continuación se lleva a cabo una breve descripción histórica de la evolución de la inflación en Chile, para luego pasar a la descripción del modelo econométrico que se utiliza. Este modelo corresponde a la combinación de procesos ARIMA y procesos GARCH, que permiten estimar conjuntamente la media condicional y la varianza condicional, siendo esta última una aproximación de la incertidumbre inflacionaria.

Tras presentar los datos a utilizar, se lleva a cabo la estimación del modelo. Esta estimación nos lleva a concluir que la varianza de la inflación en Chile no ha sido constante en el tiempo y que ha presentado un comportamiento autorregresivo. Al estimar esta varianza obtenemos una medida de la incertidumbre inflacionaria. Se puede corroborar que esta medida está altamente correlacionada con la inflación. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio.

II Los Perjuicios de la Inflación.

En su discurso de Premio Nobel, Milton Friedman, refiriéndose a la pendiente de la curva de Phillips, aclara: "Lo que importa no es la inflación *per se*, sino la inflación no anticipada". Esta visión representa un giro respecto de la expuesta anteriormente por Bailey (1956), y desarrollada por Tower (1971), en que la inflación misma, es decir, su nivel, conlleva un costo social. Según estos autores "la inflación es ineficiente porque en una economía inflacionaria, los recursos económicos son utilizados en intentos de economizar dinero, un activo que se produce sin costos". En este sentido, llevando a cabo un análisis del excedente del consumidor, en la medida que los privados son inducidos a demandar menos dinero como reacción a una mayor inflación, su excedente se ve reducido, mientras que la sociedad no "ahorra" por no producir dinero¹.

Otros costos reales a la economía producidos por un mayor nivel en la inflación son resaltados por Fischer (1994). Entre otros, destaca los costos asociados a la recomposición de portafolio y los costos de menú. En el primer caso se trata de que a mayor inflación, los ahorrantes sustituirán activos en forma de capital por activos reales, sustitución que lleva asociada un costo. Los costos de menú se producen al tener que remarcar los precios frente a un alza de éstos. De cualquier modo, Fischer destaca que estos costos son relativamente pequeños, e incluso despreciables para inflaciones menores al 5% o para economías que se han adaptado a la inflación, a través de mecanismos como la indexación.²

Friedman (1977), por su lado, ha llevado el debate hacia el impacto directo que tiene la inflación sobre la actividad económica, particularmente sobre el nivel de empleo. Una inflación predecible, según Friedman, no importa cuál sea su nivel, no tendrá ningún efecto sobre las variables reales de la economía. Los contratos podrán tomar en cuenta el nivel esperado de la inflación y ninguna variable real debiera mostrar un comportamiento diferente de lo que hubiese ocurrido si no hubiese inflación alguna. En particular, los contratos de trabajo tomarán en cuenta la evolución futura de los precios, y el empleo no tendría por qué ser distinto del que regiría de no existir inflación. De aquí que este autor llegue a la conclusión que "sólo la sorpresa importa".

Cuando existe una inflación que los agentes económicos no son capaces de predecir, se producen varios efectos que son adversos para el desarrollo de la economía. En primer lugar, y de no existir plena indexación de los contratos, una inflación más elevada de lo que se considera "normal", podría tener efectos redistributivos entre los privados, lo cual podría incluso llevar a cierta inestabilidad política. Cuando la inflación excede el valor previsto, hay grupos que ganan (entre otros, aquellos que han firmado contratos nominales de

¹Un análisis más acabado de este punto se encuentra en Tower (1971).

²Fischer (1994) hace además mención a costos institucionales asociados a la inflación, como es la no-neutralidad del sistema impositivo a la inflación (especialmente los impuestos al capital, si no están indexados). El autor hace notar además que estos costos son considerablemente menores al existir sistemas de indexación. En este mismo artículo se hace una exposición acabada de todos los costos que podrían estar relacionados a la inflación, algunos de los cuales se tratan más adelante.

arriendo de vivienda por plazos largos) y otros que pierden (los que poseen ahorros financieros nominales, por ejemplo).

En segundo lugar, una alta variabilidad de la inflación lleva a que contratos y decisiones tomados con anterioridad se conviertan en rigideces cuando, a la luz de un nivel de precios diferente del anticipado, las decisiones serían otras. Esto, sin lugar a duda, afecta negativamente a la actividad económica, especialmente a través de la inversión: a mayor incertidumbre respecto a la inflación mayor será el premio por riesgo en las tasas de interés, y a mayor tasa de interés menor la inversión.

Si se está expuesto permanentemente a alta variabilidad en la inflación, entonces los agentes económicos tienden a resguardarse, flexibilizando los mercados e indexando los contratos, como es el caso chileno. Pero aún cuando exista indexación, esta es, en el mejor de los casos, un sustituto imperfecto de la estabilidad de precios. Los índices de precio son imperfectos y la indexación generalmente se basa en algún rezago de estos índices. Es el caso de Chile, en que la mayor parte de la indexación de contratos se realiza a través de la Unidad de Fomento (UF). La UF varía según la inflación del mes anterior, dando una indexación rezagada y basada en el Índice de Precios al Consumidor, el cual es sólo un *proxy* de la variación promedio de los precios.

Por último, pero no menos importante, debe mencionarse que una mayor volatilidad de la inflación merma el poder informativo que tienen los precios para coordinar la actividad económica. En este punto conviene citar la clara y brillante exposición que hace Friedman:

"Una función fundamental del sistema de precios, como lo enfatizó tan brillantemente Hayek (1945), es transmitir compactamente, eficientemente y a bajo costo la información que los agentes económicos necesitan para decidir qué producir y cómo producirlo, o cómo emplear los recursos propios. La información relevante es sobre precios *relativos*- de un producto relativo a otro, del servicio de un factor de producción relativo a otro, de los productos relativo a los servicios de los factores, de los precios ahora, relativo a los precios futuros. Pero la información en la práctica es transmitida en la forma de precios *absolutos*- precios en dólares o libras o coronas. Si el nivel de precios es en promedio estable o cambiando a una tasa estacionaria, es relativamente fácil extraer la señal sobre precios relativos de los precios absolutos observados. Mientras más volátil la tasa de la inflación general, más difícil se hace extraer las señales sobre precios relativos a partir del precio absoluto."³

Una mayor volatilidad de la inflación acarrea mayor distorsión y variabilidad en los precios relativos, lo cual perjudica la asignación eficiente de los recursos económicos y, por tanto, reduce la actividad económica. Este argumento se agrava frente a la existencia de indexación, como es el caso de Chile. En presencia de indexación, los shocks sobre precios

³Friedman(1977); p. 467.

individuales se generalizan a shocks globales a través de las cláusulas de reajustabilidad automática, distorsionando aún más los precios relativos⁴.

Si bien estos argumentos indican que lo relevante desde el punto de vista de la actividad económica es la incertidumbre respecto a la inflación, Friedman eleva la hipótesis de que mayores niveles de inflación están altamente correlacionados con mayor incertidumbre inflacionaria y, en consecuencia, el objetivo de estabilidad de precios tiene gran relevancia con el fin de obtener una mejor capacidad de predicción de los mismos.

Golob (1994) concuerda en que la variabilidad de la inflación es la que más preocupa, ya que hace la inflación menos predecible, pero distingue entre efectos *ex ante* y *ex post*. Entre los efectos *ex ante* destaca los siguientes:

- i. Un incremento de la tasa de interés, especialmente de largo plazo, al incorporar el riesgo derivado del error de estimación de los niveles futuros de inflación, afectando variables macroeconómicas relevantes como la formación de capital, el nivel de actividad y el empleo. Este punto pierde fuerza para el caso chileno, en que las tasas de interés están indexadas casi en su totalidad, adquiriendo mayor relevancia la discusión sobre la calidad de la indexación.
- ii. Un mayor riesgo asociado a los resultados que se derivan de los contratos que se celebran sin indexación, lo cual también induce una reducción de la actividad económica.
- iii. Una mayor asignación de recursos destinada a estimar la inflación y cubrirse de la inflación futura.

Respecto a los efectos *ex post*, Golob trae a colación el argumento redistributivo al cual hace mención Friedman.

La teoría económica moderna parece coincidir en que el componente no predecible de la variación de precios acarrea costos para la sociedad que se traducen en una menor actividad económica. Mientras más variable sea la inflación, menor va a ser la capacidad de los agentes de predecir su nivel futuro.

Por otro lado, resulta razonable pensar que mayores niveles de inflación se traducen en una inflación más volátil. Este argumento ha sido frecuentemente sostenido por los economistas, entre ellos Okun (1971) y el ya mencionado Friedman (1977). También se han realizado gran número de estudios empíricos para verificar esta causalidad. Con todo, las explicaciones que tratan de describir la racionalidad de este efecto han sido poco robustas. En este último punto se podría exceptuar el trabajo de Ball (1990) en que se presenta un modelo teórico que podría dar una explicación a la causalidad descrita. Este modelo se basa

⁴Una crítica más exhaustiva de los métodos de indexación, especialmente del tipo de cambio, se encuentra en Adams y Gros (1986).

en que mayores niveles de inflación crean incertidumbre sobre la política monetaria futura y, por tanto, sobre el nivel futuro de la inflación.

No obstante lo anterior, hay autores que han argumentado que la inflación, o al menos cierto nivel de inflación, lleva a un mayor crecimiento de la actividad económica. Según Tobin (1972), como existen rigideces a la baja en los precios, la inflación puede mejorar la eficiencia del mercado del trabajo, facilitando recortes en los salarios reales. Con todo, la evidencia empírica no ha sido concluyente en respaldar la hipótesis de que la inflación "engrasa las ruedas del mercado del trabajo"⁵.

III Inflación e Incertidumbre Inflacionaria.

Algunos autores se han referido indistintamente a la variabilidad de la inflación y a la incertidumbre inflacionaria, tal vez porque la primera es usualmente tomada como un *proxy* de la última. No obstante, conviene establecer una distinción entre estos dos conceptos⁶.

La variabilidad inflacionaria es un concepto *ex post*. Este concepto se refiere a la desviación de los valores de la inflación en cada periodo respecto a un valor medio. La variabilidad de la inflación puede asociarse a la varianza de la serie en un periodo de tiempo. Ahora bien, que dicha varianza sea muy grande, no significa necesariamente que la tasa de inflación sea impredecible. En efecto, si los agentes elaboran racionalmente sus expectativas sobre la base del conocimiento del modelo subyacente, no hay motivo por el cual no pudiera coexistir una alta variabilidad de la inflación con una baja incertidumbre inflacionaria, aunque en principio eso no sea lo normal. En otras palabras, la incertidumbre es un concepto *ex ante* y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas.

Con todo, la variabilidad de la inflación ha sido ampliamente utilizada como una medida de la incertidumbre. A falta de mejores aproximaciones o tecnología más avanzada, trabajos pioneros sobre la incertidumbre inflacionaria asumían que ésta estaba directamente correlacionada con la variabilidad de la inflación. Destacan los trabajos de Klein (1977) y Khan (1977), los cuales indagan sobre el impacto de la incertidumbre inflacionaria en la demanda por dinero, y utilizan diferentes medidas de la variabilidad como indicadores de la incertidumbre sobre la inflación. Estos trabajos, basándose en los hallazgos de Okun (1971), asumían que una mayor tasa de inflación se relaciona con una mayor varianza de la inflación y, por tanto, una mayor incertidumbre acerca del nivel de precios.

Los trabajos más avanzados sobre la evaluación del nivel de incertidumbre, y su correlación con el nivel de inflación, han recurrido a diversas metodologías para enfrentar el estudio del problema. En general, se pueden distinguir dos vertientes principales. La

⁵Destaca, por ejemplo, el reciente trabajo de Card y Hyslop (1996).

⁶Ver Fisher (1981).

primera de ellas se ha aproximado de forma directa al problema. Esta metodología ha intentado obtener alguna medida directa y explícita de las expectativas inflacionarias que manejan los agentes económicos. Una posibilidad, en esta dirección, es realizar encuestas entre los principales operadores o asesores económicos sobre su apreciación de la evolución de los precios para algunos periodos futuros. Esta metodología ha sido propuesta y utilizada por Cukierman y Wachtel (1982), tomando el error cuadrático medio cometido por los encuestados como medida de la incertidumbre. Utilizando esta medida, proceden a verificar si la incertidumbre guarda alguna relación con el nivel de la inflación. Este tipo de estudios es posible de realizar en países donde existen encuestas como la mencionada y que se llevan a cabo en forma permanente, como es el caso de la encuesta de la Lyvingston Survey, organizada por el Banco de la Reserva Federal del Estado de Philadelphia.

Una segunda corriente para aproximarse al tema de la incertidumbre inflacionaria ha sido la que utiliza algún tipo de modelo econométrico. Se trata de estudiar el problema en cuestión ajustándole un modelo econométrico, ya sea univariante o multivariante, a la serie de precios. Entre estos intentos destacan aquellos que, a través de modelos de series temporales, permiten identificar el proceso estocástico a través del cual se generan dichas observaciones. Se puede asumir entonces un proceso estocástico donde la varianza no es constante, sino que la serie de tiempo presenta heteroscedasticidad. Es decir, que la varianza condicional al tiempo no es única, sino que puede cambiar. Si se asume además que la varianza evoluciona mostrando un proceso autorregresivo, se obtiene lo que en la literatura se ha denominado procesos ARCH, introducidos por los trabajos pioneros en el tema de Engle (1982, 1983). La varianza condicional resultante de estos modelos constituye, por tanto, una aproximación de la incertidumbre del proceso inflacionario considerado.

Una vez que estos estudios han obtenido alguna medida de la incertidumbre sobre el nivel de precios, se enfrentan a la pregunta de si ésta está relacionada con el nivel de la inflación. La evaluación empírica es numerosa, especialmente para el caso de Estados Unidos, y sus resultados no han sido concluyentes.

Entre aquellos estudios que se han enfocado en medidas directas de la incertidumbre inflacionaria, diversos autores, como Wachtel (1977), Cukierman y Wachtel (1979) y Carlson (1977), han encontrado una relación positiva entre nivel de la inflación e incertidumbre inflacionaria. Por otro lado, entre aquellos autores que se han aproximado al tema a través del estudio econométrico de series de tiempo, los resultados son más heterogéneos. En el trabajo que introdujo la utilización de modelos ARCH, Engle (1983), para el caso de Estados Unidos entre las décadas de los cuarenta y los ochenta, encuentra evidencia que no permite apoyar la hipótesis de que a mayor inflación mayor incertidumbre. Resultados similares son arrojados por el trabajo de Cosimano y Jansen (1988). Un trabajo más reciente, que utiliza esta misma tecnología, elaborado por Baillie, Chung y Tieslau (1996), encuentra que de diez países analizados, sólo tres, con las mayores tasas de inflación, muestran evidencia que apoya la tesis de que a mayor inflación, mayor incertidumbre. Para casos correspondientes a Latinoamérica, se encuentra el estudio de Della Mea y Peña (1996), que encuentran a través de un modelo ARIMA - GARCH que en

Uruguay, entre los años 1973 y 1995, mayores niveles de inflación causan a la Granger mayores niveles de incertidumbre sobre la inflación.

Según Holland (1993), gran parte de los trabajos como los mencionados, lo cuales imponen la restricción de que los parámetros sean constantes en el tiempo, han encontrado una relación poco significativa entre el nivel de la inflación y la incertidumbre inflacionaria. Por otro lado, destaca un segundo grupo de trabajos que no impone la restricción mencionada, para los cuales se identifica una fuerte correlación entre ambas variables. Dentro de este último grupo, Holland destaca el trabajo de Evans (1991), quien utiliza un modelo de predicción univariante con parámetros variables, combinado con residuos ARCH. Resultados cualitativamente similares obtienen Evans y Wachtel (1993).

IV La Inflación en Chile: Breve Descripción.

La inflación en Chile, medida como la variación en doce meses de los diversos índices de precios al consumidor que han existido, ha mostrado una trayectoria errática a lo largo de la historia. Esta variable ha mostrado desde valores negativos, tras la crisis de 1929, hasta niveles ampliamente superiores al 100%, a principio de la década de los setenta (Ver Gráficos 1 y 2).

Después de la Gran Depresión de 1929 la inflación mostró gran inestabilidad, moviéndose con importante aceleración desde valores cercanos al 0% e incluso negativos, a valores que superaban el 30%, para luego volver a caer. A partir de mediados de la década de los cuarenta, sin embargo, se comienza a observar una inflación persistentemente elevada, en torno al 20% anual. No obstante, esta situación empeoraría en la década siguiente, período en el cual la inflación alcanzó un máximo de 84% en enero de 1956. La misión económica extranjera de Klein y Saks, que vino a Chile en ese año, obtuvo algunos logros en reducir la inflación, pero de corto alcance.

Durante la primera mitad de la década de los sesenta, se registró una importante disminución en la variación de los precios, alcanzando en octubre de 1960 una variación anual de tan sólo el 4%. Sin embargo, esta situación se revirtió al poco tiempo, llegando a valores cercanos al 50% anual sólo tres años después. En la segunda mitad de la década de los sesenta la variación de los precios tendió a moderarse, pero de todos modos la inflación se mantuvo en general entre el 20% y el 30% anual.

La década de los setenta se inició con algunos avances en materia inflacionaria, cayendo esta variable hasta un 16% en septiembre de 1971. Con todo, fue durante esta década que Chile experimentó las tasas de inflación más elevadas de su historia, subiendo por sobre el 100% en septiembre de 1972 y alcanzando un máximo de 745% en abril de 1974⁷. Sin embargo, hacia finales de la década, la inflación cayó nuevamente a números de

⁷Esta cifra corresponde a la inflación corregida de Cortázar-Marshall (1980).

dos dígitos (a partir de mediados de 1977), alcanzando en 1979 cifras inferiores al 40% anual.

La inflación tendió a moderarse de modo importante a comienzos de la década de los ochenta, época en que se vivió la peor crisis económica en Chile desde la depresión de los años treinta. La variación anual de los precios se vio reducida hasta un 4% en mayo de 1982. Sin embargo, esta situación duró poco tiempo. La variación en el nivel de precios alcanzó un 32% en junio de 1983, para luego entrar en una nueva fase de grandes variaciones y oscilaciones. Durante la segunda mitad de la década de los ochenta la inflación en doce meses fluctuó entre 30% y 15%, período en que se privilegió una política de tipo de cambio real elevado frente a una política prioritariamente anti-inflacionaria.

Sólo a partir del cambio de régimen político, con la formalización de la autonomía del Banco Central respecto al poder ejecutivo, se ha observado una reducción gradual, pero sostenida, de la inflación. El autónomo Banco Central cambió el objetivo de tipo de cambio real alto por uno de tipo de cambio real "de equilibrio de mediano y largo plazo"⁸, dándole máxima prioridad al objetivo de estabilizar el nivel de precios. En octubre de 1990, la inflación alcanzaba un 30%, mientras que en diciembre de 1996 la variación anual del Índice de Precios al Consumidor fue de 6,6%, teniendo el Banco Central por objetivo terminar el año 1997 con una inflación de aproximadamente 5,5%.

Múltiples han sido los esfuerzos a lo largo de la historia económica de Chile por reducir la inflación. Los programas de reducción de inflación han considerado controles sobre la masa monetaria, el tipo de cambio, las tasas de interés, el crédito e incluso los precios mismos. Estos planes han tenido éxito moderado, por lo que Chile ha mostrado no sólo niveles elevados de inflación, relativo al resto del mundo, sino que gran variabilidad en esta importante variable macroeconómica.

El promedio histórico de la inflación en doce meses para Chile, entre 1934 y junio de 1997, es de 47%. Si exceptuamos en el cálculo los meses de inflaciones de más del 100% (de principios de la década de los setenta) este promedio se reduce a 23%. La dispersión en torno al promedio de la inflación anual ha sido bastante elevada, siendo el máximo de un 745% en abril de 1974 y el mínimo de un -3% en agosto y octubre de 1934.

Dado este contexto histórico, destaca el especial énfasis en materia inflacionaria que se ha puesto a partir de 1990, año en que se formaliza la autonomía del Banco Central. A partir de ese año se observa el período más prolongado en que la inflación ha mostrado una permanente tendencia a disminuir, manteniéndose muy por debajo del promedio histórico. Sin embargo, la pregunta que surge frente a este éxito en materia inflacionaria es: ¿cuán necesaria es una reducción de esta variable y la consecución de una estabilidad del nivel de precios?. En otras palabras, ¿cuál es el costo de la inflación?. El presente trabajo no tiene la

⁸Equilibrio en un sentido que produce un déficit en cuenta corriente tal que no hace peligrar la solvencia externa de la economía en el mediano y largo plazo (para una descripción de como se ha operacionalizado este objetivo ver Vergara (1994) y Eyzaguirre y Rojas (1995))

ambición de responder a estas preguntas, sino, poniendo énfasis en los costos que acarrea la incertidumbre respecto a la inflación, trata de responder a la pregunta de si efectivamente los logros en materia inflacionaria podrían traducirse en logro en materia de incertidumbre inflacionaria. En otros términos, la pregunta que nos hacemos es si existe alguna relación entre una mayor inflación y una mayor incertidumbre inflacionaria, pues, según dicta parte importante de la teoría económica moderna, el problema principal no estaría en la inflación misma, sino en la incertidumbre que ésta podría generar.

V El Modelo ARIMA - GARCH.

La metodología que se utiliza en este trabajo para estimar la incertidumbre inflacionaria se inscribe en el subgrupo de trabajos clasificados por Golob(1994) como aquellos que usan "la estrategia de modelos predictivos". Se utiliza una modelación econométrica de la inflación para predecir los valores futuros a partir de información existente en cada período de tiempo. De este modo, mayor varianza de los errores implican una mayor incertidumbre. Un problema con este tipo de modelos, es que sus resultados dependerán del modelo de predicción escogido, siendo que no existe una forma única de descomponer una serie entre sus componentes predecibles e impredecibles. Además existe el problema de los quiebres estructurales en la serie. Es bastante probable que dentro del período analizado se encuentren quiebres en el proceso generador de la serie, lo cual se intuye tras la descripción hecha de la inflación en Chile. De existir estos quiebres, los parámetros obtenidos no serían los correctos. Para enfrentar ambos problemas se ha optado por una solución relativamente sencilla: se controlan los resultados con un modelo más simple y objetivo de cálculo de la varianza, suponiendo que varianza e incertidumbre están estrechamente relacionados. Este último modelo no depende de quiebres estructurales ni del proceso generador de expectativas, como se muestra más adelante.

Para el presente estudio se utilizan conjuntamente la metodología ARIMA (Auto Regressive, Integrated, Moving Average) y la tecnología GARCH (General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). De este modo, se puede estimar tanto la media condicional, como la varianza condicional, a través de métodos de máxima verosimilitud. Por un lado, la modelación de la serie de inflación a través de un proceso ARIMA(p,d,q), permite predecir la inflación en cada período, basándose en la información contenida en la serie en los períodos anteriores, es decir, en los rezagos de la serie. Así, se obtienen los errores de predicción para cada período. Para identificar el orden del proceso autorregresivo (p) y de medias móviles (q), se analizan las funciones de autocorrelación simple y parcial de la serie. Por otro lado, la serie debe ser diferenciada, dependiendo su orden de integración (d), lo cual es investigado a través de testes de raíz unitaria.

La utilización de un modelo GARCH, por su parte, permite obtener la varianza de los errores, condicional al tiempo. De este modo, se levanta el supuesto de homoscedasticidad que impone una varianza igual para cada período. En general, un proceso ARCH se traduce en que la varianza del error cambia en el tiempo, dependiendo la varianza en cada período de la magnitud de los errores en períodos anteriores, medidos

como el cuadrado del error. El proceso GARCH generaliza este modelo, permitiendo que la varianza dependa también de rezagos de la propia varianza. Así, un proceso GARCH(1,1), donde la varianza condicional depende del primer rezago de los residuos y el primer rezago de la varianza, se anota como:

$$(1) \quad \begin{aligned} y_t &= x_t' \beta + u_t \\ u_t &\sim (0, h_t) \\ h_t &= \delta_0 + \delta_1 u_{t-1}^2 + \delta_2 h_{t-1} \quad \delta_0 > 0, \delta_1 \geq 0, \delta_2 \geq 0. \end{aligned}$$

donde y es la variable dependiente, x' es un vector de variables explicativas, β es el vector de parámetros, u es el error estocástico y h es la varianza del error. El logaritmo de la verosimilitud para la estimación de un modelo de este tipo es:

$$(2) \quad -0.5 * (LOG(h_t) + u_t^2 / h_t)$$

Es posible también que inflaciones por sobre lo esperado tengan un efecto sobre la incertidumbre, medida como la varianza condicional, distinto del efecto que tenga una inflación menor a la esperada. Para capturar esta asimetría se introduce el modelo TARCH (Threshold ARCH⁹). En este caso, el modelo de la varianza es:

$$(3) \quad h_t = \delta_0 + \delta_1 u_{t-1}^2 + \delta_2 h_{t-1} + \delta_3 u_{t-1}^2 d_{t-1}$$

donde, $d_t = 1$ si $u_t < 0$ y $d_t = 0$ de lo contrario.

Para identificar la existencia de heteroscedasticidad o, más específicamente, un comportamiento ARCH para los errores de una ecuación cualquiera, se utiliza el test propuesto por Engle (1982) en que se realiza una regresión a través de mínimos cuadrados ordinarios del error sobre su(s) rezago(s). La multiplicación del número de observaciones por el coeficiente de correlación múltiple (R cuadrado) nos da un estadígrafo que presenta una distribución asintótica a χ^2 . De este modo, si se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros de los rezagos son en su conjunto iguales a cero, se puede presumir que errores de gran magnitud tienden a concentrarse en ciertos períodos y errores pequeños en otros, lo cual evidencia que la varianza de los errores no es permanente en el tiempo ni independiente de sus rezagos. En otras palabras, se presume la existencia de un proceso ARCH.

Si consideramos que no existe una forma única de separar los componentes esperados y no esperados de una serie, cualquier resultado será condicional a la forma en que se defina y estime el componente de incertidumbre. En este trabajo se utiliza la combinación de la clásica metodología ARIMA, conjuntamente con la tecnología GARCH, de modo de proceder a la estimación conjunta de la media y la varianza condicional por el

⁹Este modelo fue introducido por Zakoian (1990) y por Glosten, Jaganathan y Runkle (1991).

método de máxima verosimilitud. Tal como ya fue mencionado, la aplicación de este método permite no sólo la estimación de una esperanza condicional, es decir, una predicción, sobre la base de un modelo univariante, sino también de su varianza condicional, la cual podemos asociar a la idea de incertidumbre. Debe remarcarse, sin embargo, que la medida obtenida es una varianza condicional período a período, en el sentido de Evans (1991), por lo que debe ser asociada más bien a la idea de incertidumbre de corto plazo.

VI Los Datos.

Puesto que el modelo de inflación propuesto en el presente trabajo es puramente autorregresivo, no se requiere de otro dato que la serie histórica correspondiente al nivel de precios. La serie a utilizar corresponde al Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas, corregido para los años 1970 a 1978 por Cortazar y Marshall (1980) y empalmada por Schmidt-Hebbel y Marshall (1980). Este índice se calcula, en diferentes versiones, a partir de 1928. Sin embargo, se dispone de una serie empalmada que data desde 1934, por lo que el estudio se centra en el período comprendido entre esa fecha y junio de 1997. Además, se realiza paralelamente el estudio sobre datos a partir de julio de 1977, con el fin de obtener conclusiones más refinadas sobre las dos últimas décadas, evitando de paso parte del problema de los quiebres estructurales que pudieran existir en el total de la muestra. Se utilizan observaciones mensuales.

Series alternativas al IPC corresponden al Índice de Precios al por Mayor o el deflactor del PIB. Esta última medida podría ser, desde un punto de vista teórico, la más adecuada en lo que se refiere al presente estudio, ya que representa con mayor exactitud la variación promedio del general de los precios en la economía. Sin embargo, se cuenta sólo con datos anuales a partir de 1985 (con cifras definitivas sólo hasta 1989 y estimaciones para el período 1990-1996), lo cual es insuficiente para una estimación econométrica como la que se propone. Con todo, existe una importante correlación entre la variación anual del deflactor del PIB y el IPC, por lo que las conclusiones respecto a la serie en estudio bien podrían ser extensibles al deflactor.

El IPM, por otro lado, es un índice algo más estrecho que el IPC, el cual apunta mayormente a los precios relevantes para procesos productivos. Además, se cuenta con una serie mensual más corta, que data de 1953. De cualquier modo, y al igual que para el caso del deflactor, la alta correlación entre el IPM y el IPC hace pensar que los resultados obtenidos para el último son extensibles al primero.

Debe destacarse, como es común en estudios de este tipo, los problemas que existen con los datos a utilizar. En primer lugar, la serie con que se cuenta corresponde a empalmes históricos. Esto significa que recopila mediciones que han utilizado distintas metodologías y definiciones. Particularmente en el caso del IPC, a lo largo de la historia se ha cambiado en reiteradas oportunidades tanto la canasta de productos sobre los cuales se lleva a cabo la encuesta, como el modo en que ésta se realiza. El empalme se ha hecho sólo de modo de

hacer coincidir las variaciones. Por otro lado, no es posible saber en qué medida los datos son confiables durante toda la historia, tanto por posibles errores de medición o cálculo, como por posibles manipulaciones tendientes a distorsionar los datos, considerando la alta importancia económica y política de la variable en cuestión.

VII Estimación del Modelo.

1. Orden de Integración del IPC.

Como primer paso a la modelación econométrica del índice de precios a través de modelos ARIMA y GARCH, es necesario estar seguros de trabajar con una serie estacionaria. Esto significa que cualquier shock exógeno a la serie debe tener un efecto transitorio. En general, una serie se define como estacionaria si tiene un promedio finito, una varianza finita y covarianzas finitas, todo independiente del tiempo. Por el contrario, cuando una serie no es estacionaria (tiene algún orden de integración), la varianza crece con el tiempo y la varianza no condicional tiende a ser infinita, con lo que un proceso ARIMA o GARCH podría tornarse explosivo.

Un método ampliamente utilizado para verificar si una serie es estacionaria, es el test Aumentado de Dickey-Fuller (ADF). Como se puede apreciar en la Tabla 1, la serie del IPC resulta no estacionaria para el período bajo análisis. Al calcular la primera diferencia de la serie, obteniendo así la inflación mensual, podemos observar que el test indica que la inflación es estacionaria, con una significancia del 1%. Esto se traduce en que, para el período escogido, la inflación mensual muestra un comportamiento estacionario¹⁰.

El resultado obtenido conduce a cuestionarse la posible inercia inflacionaria que presentaría Chile, especialmente durante la última década. Si las autoridades monetarias piensan que existe tal inercia y que, por ejemplo, la economía está expuesta mayormente a shocks positivos (inflacionarios), entonces un motivo adicional por el cual se debe reducir la inflación es para evitar lo que se puede llamar "el síndrome del fumador". Este síndrome se refiere a que, en la medida que la inflación es mayor, la indexación aumenta y la permanencia de los shocks tiende a ser mayor, pudiendo incluso llegar a niveles explosivos. Por otro lado, la indexación conlleva una inercia inflacionaria, lo cual hace más difícil reducir la inflación mientras mayor es ésta y mayor el grado de indexación¹¹. Sin embargo, en ese caso debiéramos observar que la inflación es un proceso no estacionario, aunque es posible que la propias acciones de política monetaria han tendido a contrarrestar la inercia inflacionaria, induciendo a la serie a ser estacionaria.

Dado que la serie del Índice de Precios al Consumidor es estacionaria en primeras diferencias, se trabajará con la inflación mensual $\pi_t = \text{IPC}_t / \text{IPC}_{t-1} - 1$.

¹⁰Estas conclusiones son reforzadas por el test de Phillips-Perron (PP).

¹¹Bruno (1993).

2. El Proceso ARMA.

Una vez obtenido el orden de integración de la serie IPC ($d = 1$), se procede a identificar el proceso ARMA más adecuado. A través de un análisis de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial (Gráfico 3), se ha concluido que el proceso más adecuado, para el período bajo análisis, es autorregresivo de primer y cuarto orden y estacionalmente autorregresivo de primer orden, es decir, tomando en cuenta el orden de integración, la serie presenta un comportamiento ARIMA(1-4,1,0)(1,0,0), donde el segundo paréntesis indica el proceso estacional. La ecuación correspondiente a este proceso es:

$$(4) \quad (1 - \phi L)(1 - \phi_4 L^4)(1 - \phi_{12} L^{12})\pi_t = \varepsilon_t$$

donde L denota el operador de rezagos, ϕ , ϕ_4 , ϕ_{12} son parámetros, y ε_t son los errores.

Los parámetros de la ecuación (4) han sido calculados a través del método de Box y Jenkins, los resultados se reportan en la Tabla 2. Para estos resultados se ha calculado el error al cuadrado, con el fin de aplicar un test ARCH sobre los errores. El test ARCH(1) nos muestra que podemos rechazar la hipótesis nula de no ARCH con un alto nivel de significancia, para el período 01/1934 - 06/1997. Es decir, que si corremos un modelo como el descrito en (4), los errores van a presentar heteroscedasticidad, presumiéndose un comportamiento autorregresivo para la varianza del error.

Al centrar el estudio en las últimas dos década, utilizando datos sólo a partir de julio de 1977, obtenemos resultados similares. La serie presenta para ese período un comportamiento ARIMA(1,1,0)(1,0,0) (Gráfico 4). Los errores a partir de un modelo ARIMA(1,1,0)(1,0,0), muestran evidencia ARCH, también con un alto nivel de significancia (Tabla 2).

3. El Proceso ARIMA - ARCH.

A través de un análisis de las características de la serie (Gráficos 5 y 6), se concluye que el modelo GARCH más adecuado para la serie en cuestión es uno del tipo GARCH(1,1), donde la varianza de los errores cambia en el tiempo, dependiendo de los errores y de la varianza de los errores del período anterior. Esto se aplica tanto para el período que comienza en 1934 como para el que comienza en 1977. Además se incorpora el elemento de Threshold, lo cual introduce un modelo TGARCH capaz de captar asimetrías según el signo de los residuos. Se debe proceder, por lo tanto, a estimar, para ambos períodos, un modelo ARIMA(1-4,1,0)(1,0,0) y ARIMA (1,1,0)(1,0,0) respectivamente, conjuntamente con un modelo TGARCH(1,1), cuya notación, para el periodo completo, es la siguiente:

$$(1 - \phi L)(1 - \phi_4 L^4)(1 - \phi_{12} L^{12})\pi_t = \varepsilon_t$$

$$(5) \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \gamma + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} + \tau * \varepsilon_{t-1}^2 * d_{t-1}$$

$$d_t = 1 \text{ si } \varepsilon_t < 0, 0 \text{ de lo contrario.}$$

Los parámetros han sido estimados recursivamente a través del método de máxima verosimilitud de Berndt, Hall, Hall y Hausman. El resultado de las estimaciones se reporta en la Tabla 3. Al realizar nuevamente el test ARCH(1), esta vez sobre los residuos obtenidos del modelo (5), normalizados por la varianza condicional derivada del proceso TGARCH(1,1), se observa que no se puede rechazar la hipótesis nula de no ARCH, lo que nos indica que se ha identificado un modelo adecuado para remover el problema de heteroscedasticidad autorregresiva. A través de los parámetros obtenidos es posible construir, y graficar, la desviación estándar condicional (raíz de la varianza condicional) para la variación mensual de la inflación. Esta desviación condicional es una aproximación, a partir del modelo planteado, de la incertidumbre inflacionaria, donde, incertidumbre sobre la variación de la inflación es, a su vez, incertidumbre sobre el nivel futuro de los precios. Para propósitos gráficos, ha sido suavizada la variable incertidumbre obtenida a través de la aplicación de promedio de semestres móviles, lo cual no cambia en nada el análisis, pero permite una mejor visualización de los resultados.

VIII. Interpretación de los Resultados.

Al observar gráficamente la evolución de la variable obtenida, es decir, de la incertidumbre, según la aproximación propuesta, ésta ha variado con el pasar del tiempo (ver gráficos 7 y 8). La segunda mitad de la década de los treinta y la década de los cuarenta se presentan con niveles de incertidumbre (desviación estándar condicional) oscilando, en promedio, entre 1,5 y 3,0 puntos porcentuales¹². Por otro lado, la década de los cincuenta destacarían como un período de gran incertidumbre inflacionaria, oscilando en promedio entre 2,5 puntos porcentuales y 4,0 puntos porcentuales. Según los resultados, durante la década de los sesenta se gozó de cierto progreso en la variable observada, registrando valores bastante bajos. Para los primeros años de esa década la desviación estándar obtenida cae considerablemente, registrando un mínimo de 0,8pp durante 1962. Sin embargo, esta situación tendió a revertirse parcialmente durante la segunda mitad de esa década, variando la incertidumbre entre 2pp y 3pp durante los años 1963 y 1964, para luego oscilar entre 1,5pp y 2,0pp durante toda la segunda mitad de la década y el primer año de la década siguiente.

La primera mitad de la década de los setenta se destaca por una explosiva incertidumbre respecto a la inflación, lo cual sugiere que la crisis inflacionaria vino acompañada de una crisis de incertidumbre respecto a esta variable. La desviación estándar

¹²Esto se traduce en que, por ejemplo, para construir un rango de ± 2 desviaciones estándar en torno a la inflación mensual, se le debe sumar (y restar) a la inflación 2 veces el valor de la incertidumbre en puntos porcentuales.

obtenida se mantiene en niveles en torno a los 10pp entre septiembre de 1992 y octubre de 1973, registrando un alza importante a fines de 1973, superando los 40pp. Los altos niveles de incertidumbre cayeron persistentemente, junto con la inflación, hacia finales de los años setenta, coincidentemente con la implantación del tipo de cambio nominal fijo, acercándose a 1pp durante 1978 y manteniéndose en torno a esa cifra hasta el finales del 1982.

Durante la primera mitad de la década de los ochenta la incertidumbre habría fluctuado bastante. Coincidentemente con el abandono de la política de tipo de cambio fijo y el advenimiento de la crisis financiera, se observa un nuevo incremento en la incertidumbre, alcanzando los 2pp, aunque manteniéndose aún muy por debajo de los niveles registrados durante las décadas de los cincuenta, de los sesenta y, por supuesto, en la primera mitad de los setenta.

Con todo, y exceptuando algunos episodios puntuales, en el período comprendido entre mediados de la década de los ochenta a la fecha, se observa que la medida obtenida de incertidumbre inflacionaria ha mostrado un nivel relativamente bajo y estable, en torno a 1pp. Mayores niveles de incertidumbre se observan para finales del año 1984 y principio de 1985, y para el año 1991. A partir de finales del año 1993 se aprecia una caída persistente de la incertidumbre, alcanzando hacia finales del período observado un mínimo para la muestra, levemente inferior a 0,8pp. Se debe considerar que el promedio de la desviación para el total de la muestra es de 2,5pp y de 1,7pp si exceptuamos los años 1972 a 1976.

Si extraemos los datos del estudio basado en el período más reciente (1977 en adelante, Gráfico 9), se aprecia que los resultados son cualitativamente similares, aunque los valores de la desviación estándar son sistemáticamente menores. Según estos resultados, la incertidumbre tendería a ubicarse por debajo de 1pp durante el período, a excepción de un pequeño rebrote a fines de 1982 en que se superan los 2pp, un rebrote mayor a fines de 1984 y principios de 1985 alcanzando 4pp y otro incremento hasta 2,0pp a fines de 1990. A partir de 1994 la incertidumbre cae persistentemente, alcanzando niveles estables y en torno a 0,5pp a partir de 1995.

Cabe destacar, además, que el parámetro correspondiente al componente de Threshold resulta en ambos casos significativo y similar al parámetro correspondiente al elemento ARCH. Esto puede interpretarse como que la incertidumbre en Chile ha tendido a incrementarse más cuando la inflación supera las expectativas que cuando esta es menor a lo esperado. Es decir, que una caída inesperada de la inflación no tiene el mismo impacto sobre la incertidumbre que en el caso contrario, un aumento inesperado de la inflación, siendo el impacto de este último caso mayor¹³.

¹³En el caso del estudio que incluye toda la muestra no se puede rechazar la hipótesis nula de que $\tau = -\alpha$ (vs. la hipótesis alternativa que $\tau > -\alpha$), lo que significaría que inflaciones menores a la esperada no tienen impacto positivo estadísticamente significativo sobre la incertidumbre. Por el contrario, en el estudio que se concentra en las últimas dos décadas, el impacto neto de la inflación menor a la esperada (residuos negativos), es estadísticamente mayor que cero. Los test fueron realizados al 5% de significancia.

Estos resultados nos sugieren que, para el caso chileno, una mayor inflación se acompaña de una mayor incertidumbre inflacionaria. En este sentido, un esfuerzo por reducir el nivel de la inflación debería llevar también a una reducción en la incertidumbre respecto a la inflación, según lo indica la experiencia histórica.

X. Conclusiones.

El propósito de este trabajo ha sido verificar empíricamente para el caso chileno el supuesto que se maneja en la teoría económica de que mientras mayor es la inflación, mayor es la incertidumbre respecto a esta variable. Teniendo en cuenta que lo que podría ser más perjudicial para la actividad económica es la incapacidad de predecir la inflación y no necesariamente su nivel, resulta de gran relevancia verificar que en la medida que se hacen esfuerzos por reducir la inflación en nuestro país, se está logrando también reducir la incertidumbre respecto al nivel futuro que adquiere el nivel de precios. El trabajo se concentra en un período prolongado, que va desde 1934 a 1997 (junio), y un sub-período más reciente que comienza en julio de 1977.

Para aproximarse al tema se ha utilizado una modelación econométrica de la inflación. Específicamente, se trata de un modelo que combina la tecnología tradicional ARIMA, con la tecnología GARCH. La modelación ARIMA permite hallar una media condicional, de tal modo de poder predecir los valores futuros. Por otro lado, a través de una modelación GARCH es posible capturar la varianza de los errores, los cuales constituyen una aproximación de la incertidumbre inflacionaria.

Al aplicar un modelo ARIMA a los datos para el caso chileno en los períodos 1934 - 1997 y 1977 - 1997, se encuentra que los errores presentan heteroscedasticidad, y que la varianza no sólo no se puede asumir constante en el tiempo, sino que presenta un comportamiento autorregresivo. La aplicación de un modelo GARCH permite remover la heteroscedasticidad autorregresiva, y a su vez calcular la varianza del error condicional al tiempo, obteniendo así una medida de la incertidumbre respecto a la inflación.

La aproximación obtenida de la incertidumbre inflacionaria muestra que ésta ha sido altamente variable a través del período analizado. Dos de estos períodos son destacables. Por un lado, la crisis inflacionaria de principios de la década de los setenta, fue acompañada de una gran incertidumbre inflacionaria, según la medida obtenida. Por otra parte, durante la última década, la incertidumbre inflacionaria pareciera mostrar un comportamiento bastante estable y con valores históricamente bajos, con una tendencia sostenida a caer sólo a partir de 1993.

1934 - 1997:	$h = 0.01 + 0.031\pi$	$R^2_{Aj.} = 0.78;$
1977 - 1997:	$h = 0.01 + 0.005\pi$	$R^2_{Aj.} = 0.02;$
1934 - 1971:	$h = 0.02 + 0.004\pi$	$R^2_{Aj.} = 0.04;$

donde h es la medida de incertidumbre calculada y π es la inflación. Todos los parámetros son estadísticamente significativos al 1%.

Estos resultados nos sugieren que, para el caso chileno, una mayor inflación se acompaña de una mayor incertidumbre inflacionaria. En este sentido, un esfuerzo por reducir el nivel de la inflación debería llevar también a una reducción en la incertidumbre respecto a la inflación, según lo indica la experiencia histórica.

X. Conclusiones.

El propósito de este trabajo ha sido verificar empíricamente para el caso chileno el supuesto que se maneja en la teoría económica de que mientras mayor es la inflación, mayor es la incertidumbre respecto a esta variable. Teniendo en cuenta que lo que podría ser más perjudicial para la actividad económica es la incapacidad de predecir la inflación y no necesariamente su nivel, resulta de gran relevancia verificar que en la medida que se hacen esfuerzos por reducir la inflación en nuestro país, se está logrando también reducir la incertidumbre respecto al nivel futuro que adquiere el nivel de precios. El trabajo se concentra en un período prolongado, que va desde 1934 a 1997 (junio), y un sub-período más reciente que comienza en julio de 1977.

Para aproximarse al tema se ha utilizado una modelación econométrica de la inflación. Específicamente, se trata de un modelo que combina la tecnología tradicional ARIMA, con la tecnología GARCH. La modelación ARIMA permite hallar una media condicional, de tal modo de poder predecir los valores futuros. Por otro lado, a través de una modelación GARCH es posible capturar la varianza de los errores, los cuales constituyen una aproximación de la incertidumbre inflacionaria.

Al aplicar un modelo ARIMA a los datos para el caso chileno en los períodos 1934 - 1997 y 1977 - 1997, se encuentra que los errores presentan heteroscedasticidad, y que la varianza no sólo no se puede asumir constante en el tiempo, sino que presenta un comportamiento autorregresivo. La aplicación de un modelo GARCH permite remover la heteroscedasticidad autorregresiva, y a su vez calcular la varianza del error condicional al tiempo, obteniendo así una medida de la incertidumbre respecto a la inflación.

La aproximación obtenida de la incertidumbre inflacionaria muestra que ésta ha sido altamente variable a través del período analizado. Dos de estos períodos son destacables. Por un lado, la crisis inflacionaria de principios de la década de los setenta, fue acompañada de una gran incertidumbre inflacionaria, según la medida obtenida. Por otra parte, durante la última década, la incertidumbre inflacionaria pareciera mostrar un comportamiento bastante estable y con valores históricamente bajos, con una tendencia sostenida a caer sólo a partir de 1993.

1934 - 1997:	$h = 0.01 + 0.031\pi$	$R^2_{Aj} = 0.78;$
1977 - 1997:	$h = 0.01 + 0.005\pi$	$R^2_{Aj} = 0.02;$
1934 - 1971:	$h = 0.02 + 0.004\pi$	$R^2_{Aj} = 0.04;$

donde h es la medida de incertidumbre calculada y π es la inflación. Todos los parámetros son estadísticamente significativos al 1%.

Desde un punto de vista estadístico, la evidencia empírica señala que, para el caso chileno, mayores niveles de inflación van asociados con mayor incertidumbre inflacionaria. De este modo, se corrobora estadísticamente una hipótesis que es ampliamente manejada a nivel de la intuición, y que probablemente ha inspirado la labor del Banco Central en la conducción de una política monetaria principalmente orientada a reducir la inflación.

Referencias:

Adams, Ch. y Gros, D. (1986); "The Consequences of Real Exchange Rate Rules for Inflation: Some Illustrative Examples"; *International Monetary Fund Staff Papers* 33(3), pp. 439-76.

Bailey, M. J. (1956); "The Welfare Cost of Inflationary Finance"; *Journal of Political Economy* 64(2), pp. 93 - 110.

Baillie, R. T., Ching-Fan, Ch. y Tieslau, M. (1996); "Analaysing Inflation by the Fractionally Integrated ARFIMA - GARCH Model"; *Journal of Applied Econometrics* (Vol. 11), pp. 23 - 40.

Ball, L. (1990); "Why Does High Inflation Raise Inflation Uncertainty?"; *NBER Working Paper* N° 3224, January.

Bruno, M. (1993); "Crisis, stabilization, and economic reform: Therapy by consensus"; *Clarendon Lectures in Economics*, Clarendon Press, pp. xix, 300.

Bollerslev, T. (1986); "Generalized Autorregresive Conditional Heteroskedasticity"; *Journal of Econometrics* 31, pp. 307 - 327.

Carlson, J. A. (1977); "A Study of Price Forecasts"; *Annals of Economics and Social Measurment* 6, pp. 27 - 56.

Card, D. y Hyslop, D. (1996); "Does Inflation 'Grease the Wheels of the Labor Market'"; *NBER Working Paper* N° 5538, April.

Cosimano, T. F. y Jansen, D. W. (1988); "Estimates of the Variance of US Inflation Based upon the ARCH Model: A Comment"; *Journal of Money, Credit, and Banking*, pp. 409 - 42.

Cukierman, A. y Wachtel, P. (1979); "Differential Inflationary Expectations and the Variability of the Rate of Inflation"; *American Economic Review* 69, pp. 595 - 609.

Cukierman, A. y Wachtel, P. (1982); "Inflationary Expectations and Further Thoughts on Inflation Uncertainty"; *American Economic Review* 72, pp. 355 - 367.

Della Mea, H. y Peña, A. (1996); "Explorando la Incertidumbre Inflacionaria: 1973 - 1985"; *Revista de Economía del Banco Central de Uruguay*, Vol. 3 N°2, pp. 19 -40.

Engle, R. F. (1982); "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation"; *Econometrica* 50(4), pp. 987 - 1007.

Engle, R. F. (1983); "Estimates of the Variance of U.S. Inflation Based upon the ARCH Model"; *Journal of Money, Credit, and Banking* 15(3); pp. 286 - 301.

Evans, M. (1991); "Discovering the Link between Inflation Rates and Inflation Uncertainty"; *Journal of Money, Credit, and Banking* 23, pp. 169 - 184.

Eyzaguirre, N. y Rojas, P. (1995); "Las Políticas Monetaria y Cambiaria en Chile: Condicionantes Históricas, Desarrollo y Desafíos Futuros"; *mimeo* Banco Central de Chile.

Friedman M. (1977); "Nobel Lecture: Inflation and Unemployment"; *Journal of Political Economy* 85, pp. 451 - 472.

Fisher, S. (1994); "Modern Approaches to Central Banking"; *NBER Working Paper* N° 5064.

Fisher, S. (1981); "Towards an Understanding of the Costs of Inflation: II"; *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 15, pp. 5 - 42.

Golob, J. E. (1994); "Does Inflation Uncertainty Increases with Inflation?"; *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review* (3rd Quarter), pp. 27 - 38.

Holland, A. S. (1993); "Inflation Regimes and the Source of Inflation Uncertainty: A Comment"; *Journal of Money, Credit, and Banking* 25, pp. 514 - 520.

Khan, M. S. (1977); "The Variability of Expectations in Hyperinflations"; *Journal of Political Economy* 85, pp. 817 - 827.

Klein, B. (1977); "The Demand for Quality-Adjusted Cash Balances: Price Uncertainty in the U.S. Demand for Money Function"; *Journal of Political Economy* 85, pp. 697 - 715.

Okun, A. (1971); "The Mirage of Steady Inflation"; *Brookings Papers on Economic Activity* 2, pp. 485 - 498.

Tobin, J. (1972); "Inflation and Unemployment"; *American Economic Review* 62, pp. 1 - 18.

Tower, E. (1971); "More on the Welfare Cost of Inflationary Finance"; *Journal of Money, Credit, and Banking* 3(4), pp. 850-60.

Vergara, R. (1994); "Política Cambiaria en Chile: La experiencia de Una Década (1984 - 1994)"; *Estudios Públicos* N°56, CEP.

Wachtel, P. (1977) "Survey Measures of Expected Inflation and Their Potential Usefulness"; en Popkin, J. ed., Analysis of Inflation 1965 - 74; Ballinger, Cambridge.

TABLA 1
TEST DE RAIZ UNITARIA

$H_0: x = I(1)$

	ADF	
	τ_μ	τ_τ
1934 - 1997		
IPC	0.18	-0.10
IPC-IPC(-1)	-4.86 *	-4.88 *
1977 - 1997		
IPC	-0.25	-2.24
IPC-IPC(-1)	-4.45 *	-5.43 *
Valores Críticos		
10%	-2.57	-3.13
5%	-2.87	-3.42
1%	-3.44	-3.98

* Significativo al nivel de 1%

** Significativo al nivel de 5%

*** Significativo al nivel de 10%

IPC : Índice de Precios al Consumidor.

IPC-IPC(-1) : Inflación mensual.

TABLA 2

ESTIMACION DEL MODELO ARIMA PARA LA INFLACION

Modelo 1934 - 1997: $(1 - \phi L)(1 - \phi_4 L^4)(1 - \phi_{12} L^{12})\Delta\pi_t = \varepsilon_t$

Modelo 1977 - 1997: $(1 - \phi L)(1 - \phi_{12} L^{12})\Delta\pi_t = \varepsilon_t$

Método: Box y Jenkins*

	1934 - 1997	1977 - 1997
Constante	0.03 (0.008)	0.01 (0.002)
ϕ	0.31 (0.032)	0.43 (0.053)
ϕ_4	0.27 (0.033)	
ϕ_{12}	0.25 (0.032)	0.24 (0.036)
R ² Ajustado	0.44	0.42
Nº Obs.	750	240
Test ARCH	18.68	20.17
-Nivel de significancia	0.00%	0.00%

$\Delta\pi_t$: Primera diferencia de la inflación en doce meses.

* La desviación estándar se reporta entre paréntesis.

Todos los coeficientes son significativos al 1%.

TABLA 3

ESTIMACION DEL MODELO ARIMA - GARCH PARA LA INFLACION

Modelo: $(1 - \phi L)(1 - \phi_4 L^4)(1 - \phi_{12} L^{12})\pi_t = \varepsilon_t$

$\varepsilon_t \sim N(0, h_t)$

$h_t = \gamma + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} + \tau \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1}$

$d_t = 1$ si $\varepsilon_t < 0$, 1 de lo contrario.

Método: Máxima verosimilitud de Berndt, Hall, Hall y Hausman*

	1934 - 1997	1977 - 1997
Constante	0.004 (0.0005)	0.003 (0.0007)
ϕ	0.38 (0.030)	0.50 (0.053)
ϕ_4	0.09 ^a (0.038)	
ϕ_{12}	0.25 (0.025)	0.25 (0.031)
γ	0.000 (0.000)	0.000 ^a (0.000)
α	0.32 (0.025)	0.51 (0.095)
β	0.80 (0.011)	0.59 (0.077)
τ	-0.23 (0.032)	-0.37 (0.128)
Nº Obs.	738	240
Test ARCH (F-stat)	0.392	0.613
-Nivel de significancia	53.12%	43.44%

$\Delta\pi_t$: Primera diferencia de la inflación en doce meses.

* La desviación estándar se reporta entre paréntesis.

a: Significativo al 5%.

Todos los demás coeficientes son significativos al 1%.

TABLA 4
TEST DE CAUSALIDAD

Período: 1934.01 - 1997.06

Hypothesis Nula:	F-statistic	Prob.
INCERTIDUMBRE no es Granger Causado por INFLACION	21.57	0.0000

Período: 1977.07 - 1997.06

Hypothesis Nula:	F-statistic	Prob.
INCERTIDUMBRE no es Granger Causado por INFLACION	5.073	0.007

GRAFICO 1

INFLACION EN DOCE MESES
Datos Mensuales

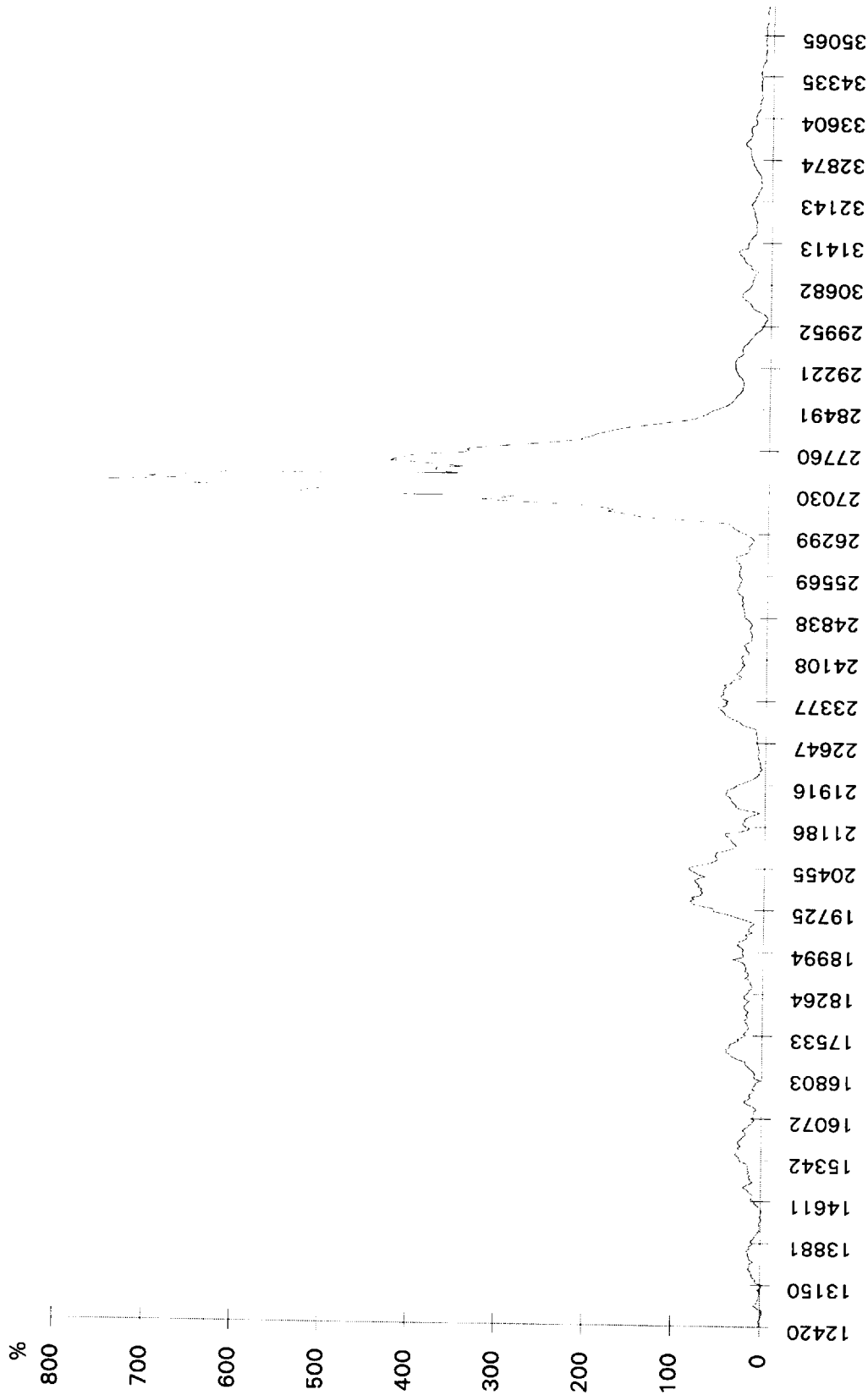


GRAFICO 2

INFLACION EN DOCE MESES Datos Mensuales

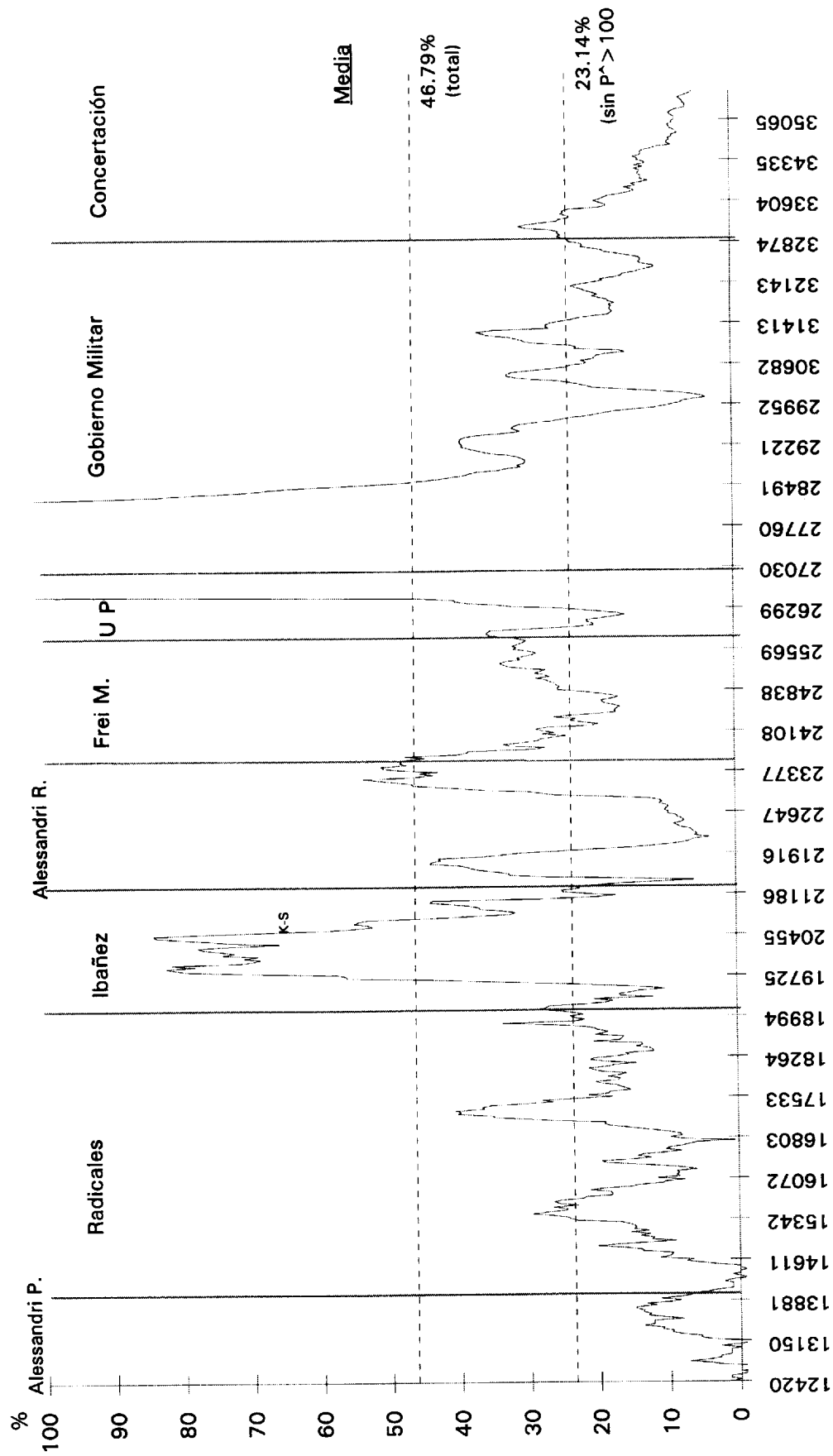


GRAFICO 3

CORRELOGRAMAS PARA LA INFLACION MENSUAL

Muestra: 1934:01 1997:06

Nº de observaciones: 762

Autocorrelación	Correlación Parcial		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.538	0.538	221.24	0.000
		2	0.444	0.218	372.46	0.000
		3	0.461	0.232	535.53	0.000
		4	0.533	0.288	753.97	0.000
		5	0.477	0.110	928.58	0.000
		6	0.429	0.062	1070.5	0.000
		7	0.410	0.038	1200.3	0.000
		8	0.480	0.148	1378.0	0.000
		9	0.454	0.062	1537.2	0.000
		10	0.441	0.079	1688.0	0.000
		11	0.428	0.056	1829.8	0.000
		12	0.509	0.172	2030.9	0.000

GRAFICO 4

CORRELOGRAMAS PARA LA INFLACION MENSUAL

Muestra: 1977:07 1997:06

Nº de observaciones: 240

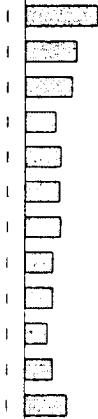
Autocorrelacion	Correlacion Parcial		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.545	0.545	72.233	0.000
		2	0.385	0.126	108.49	0.000
		3	0.354	0.148	139.28	0.000
		4	0.236	-0.042	152.96	0.000
		5	0.277	0.156	171.87	0.000
		6	0.269	0.053	189.88	0.000
		7	0.275	0.101	208.73	0.000
		8	0.221	-0.042	220.97	0.000
		9	0.215	0.065	232.65	0.000
		10	0.178	-0.033	240.61	0.000
		11	0.220	0.127	252.86	0.000
		12	0.324	0.165	279.65	0.000

GRAFICO 5

CORRELOGRAMA PARA LOS RESIDUOS AL CUADRADO

Modelo ARIMA(1-4,1,0)(1,0,0)

Muestra: 1935:01 1997:06

Nº observaciones: 750

Probabilidades del estadístico Q ajustadas para 3 términos ARMA

Autocorrelación	Correlación Parcial	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.156	0.156	18.370	
		2 0.003	-0.022	18.378	
		3 0.010	0.014	18.458	
		4 0.036	0.033	19.442	0.000
		5 0.032	0.022	20.217	0.000
		6 0.014	0.006	20.360	0.000
		7 0.003	0.000	20.366	0.000
		8 0.018	0.017	20.607	0.001
		9 0.006	-0.002	20.631	0.002
		10 0.000	-0.002	20.632	0.004
		11 0.003	0.002	20.636	0.008
		12 0.045	0.044	22.188	0.008

GRAFICO 6

CORRELOGRAMA PARA LOS RESIDUOS AL CUADRADO

Modelo ARIMA(1,1,0)(1,0,0)

Muestra: 1977:07 1997:06

Nº observaciones: 240

Probabilidades del estadístico Q ajustadas para 2 términos ARMA

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.146	0.146	5.1736	
		2 0.034	0.013	5.4553	
		3 0.042	0.036	5.8796	0.015
		4 -0.002	-0.013	5.8803	0.053
		5 0.006	0.007	5.8895	0.117
		6 0.004	0.001	5.8929	0.207
		7 0.043	0.044	6.3564	0.273
		8 0.060	0.048	7.2535	0.298
		9 0.015	-0.002	7.3125	0.397
		10 0.000	-0.007	7.3126	0.503
		11 0.009	0.007	7.3347	0.602
		12 0.010	0.008	7.3602	0.691

GRAFICO 7

INFLACION E INCERTIDUMBRE

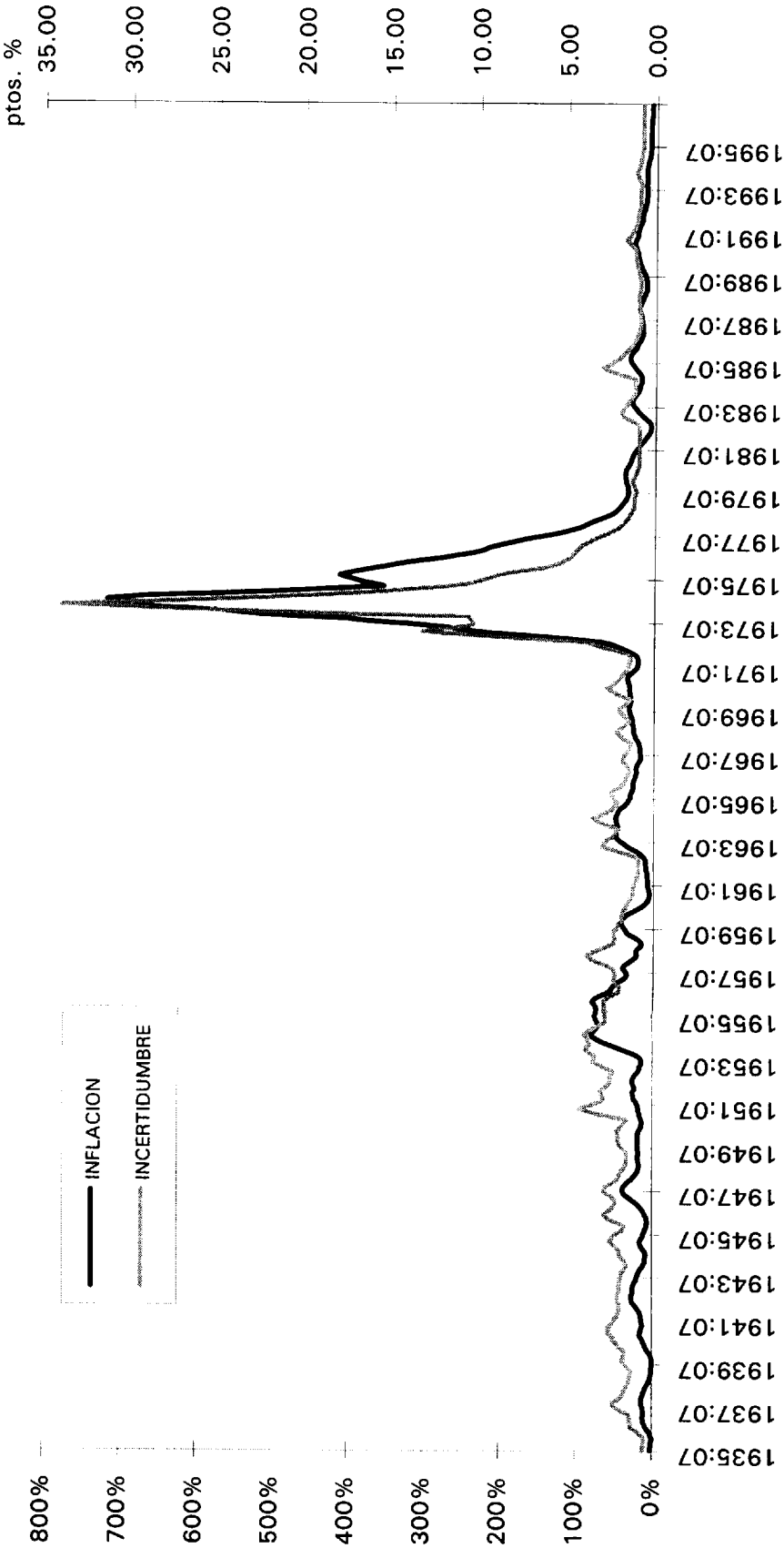


GRAFICO 8

INFLACION E INCERTIDUMBRE

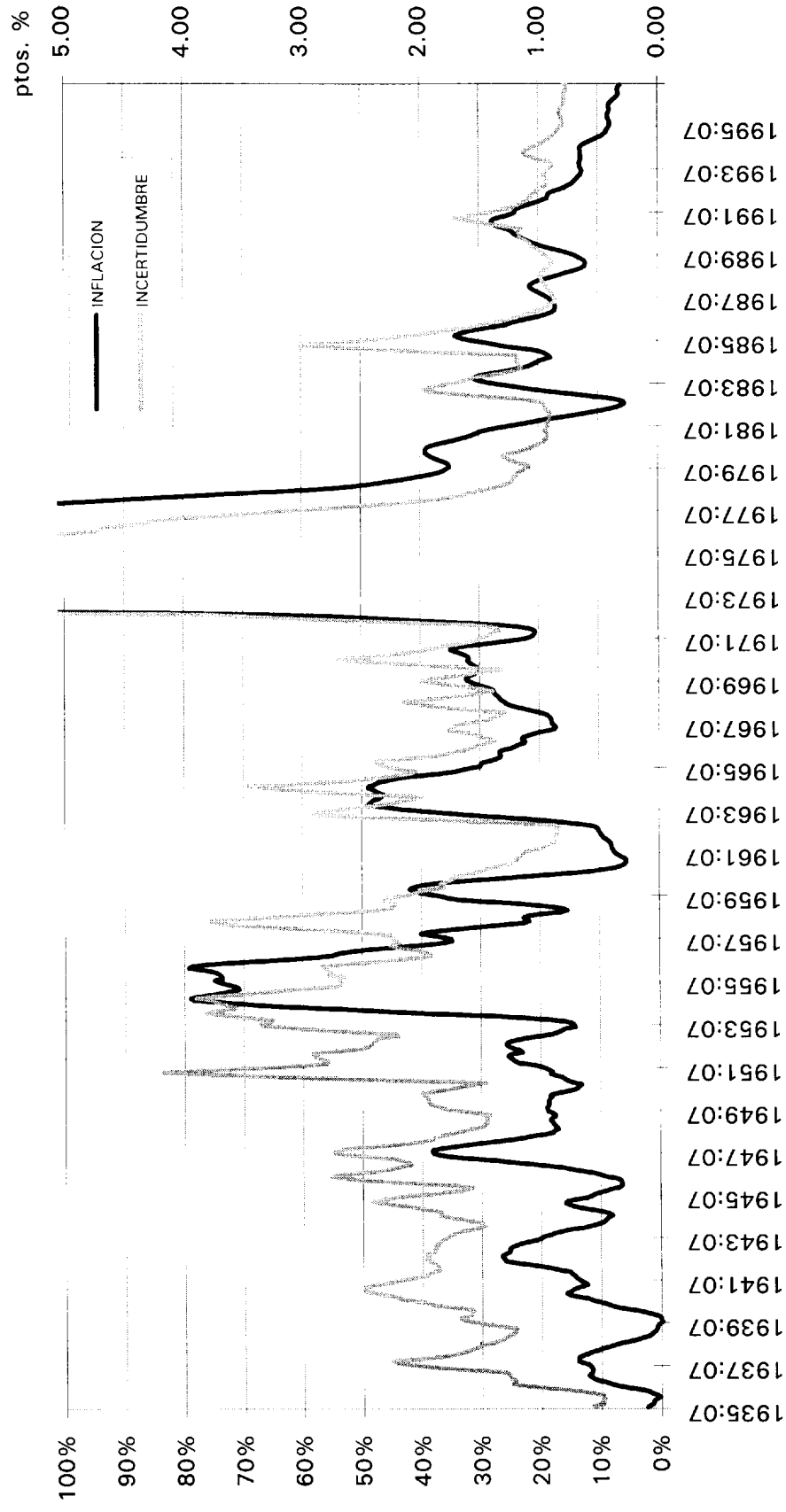


GRAFICO 9

INFLACION E INCERTIDUMBRE

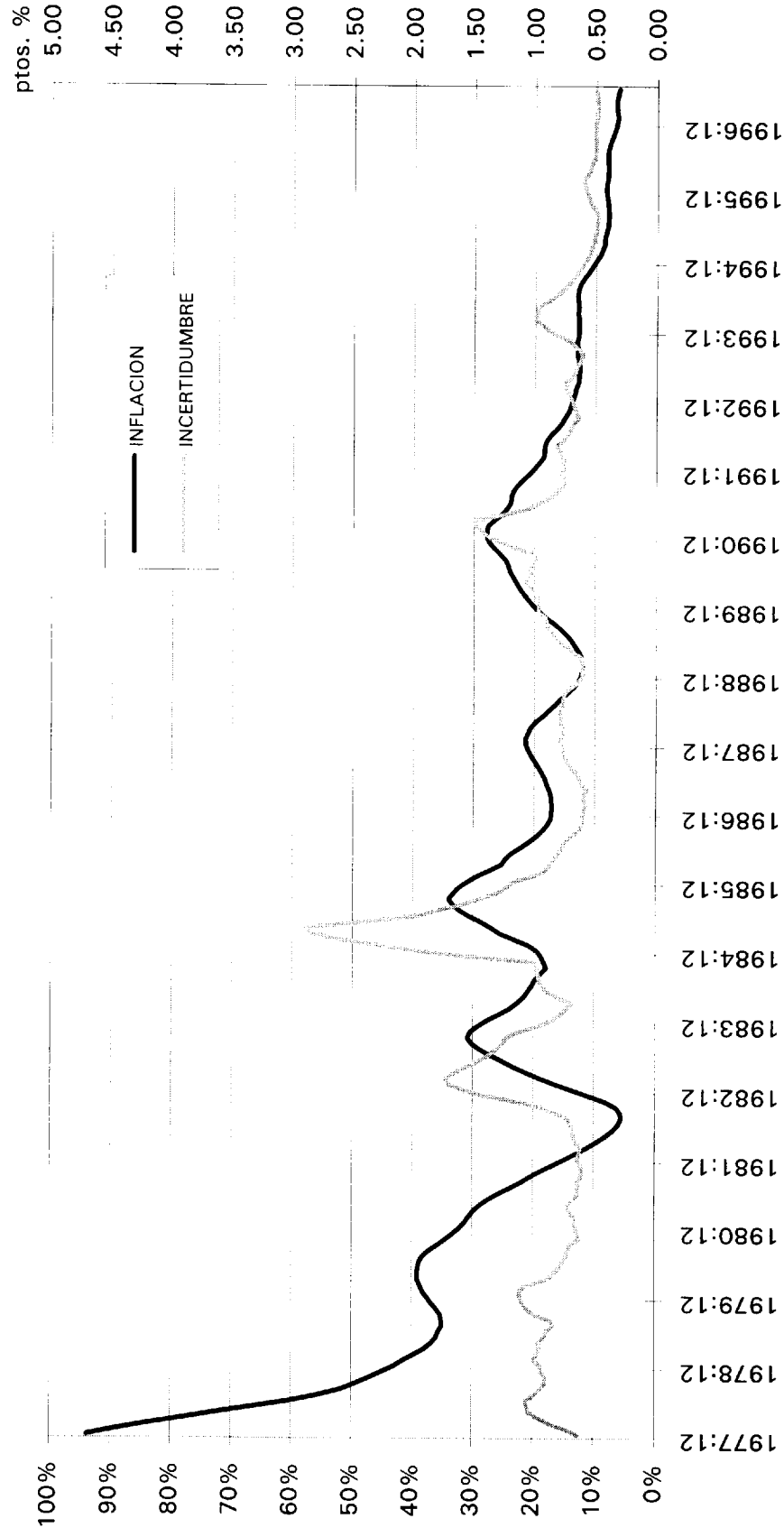


GRAFICO 10

INCERTIDUMBRE DE KLEIN

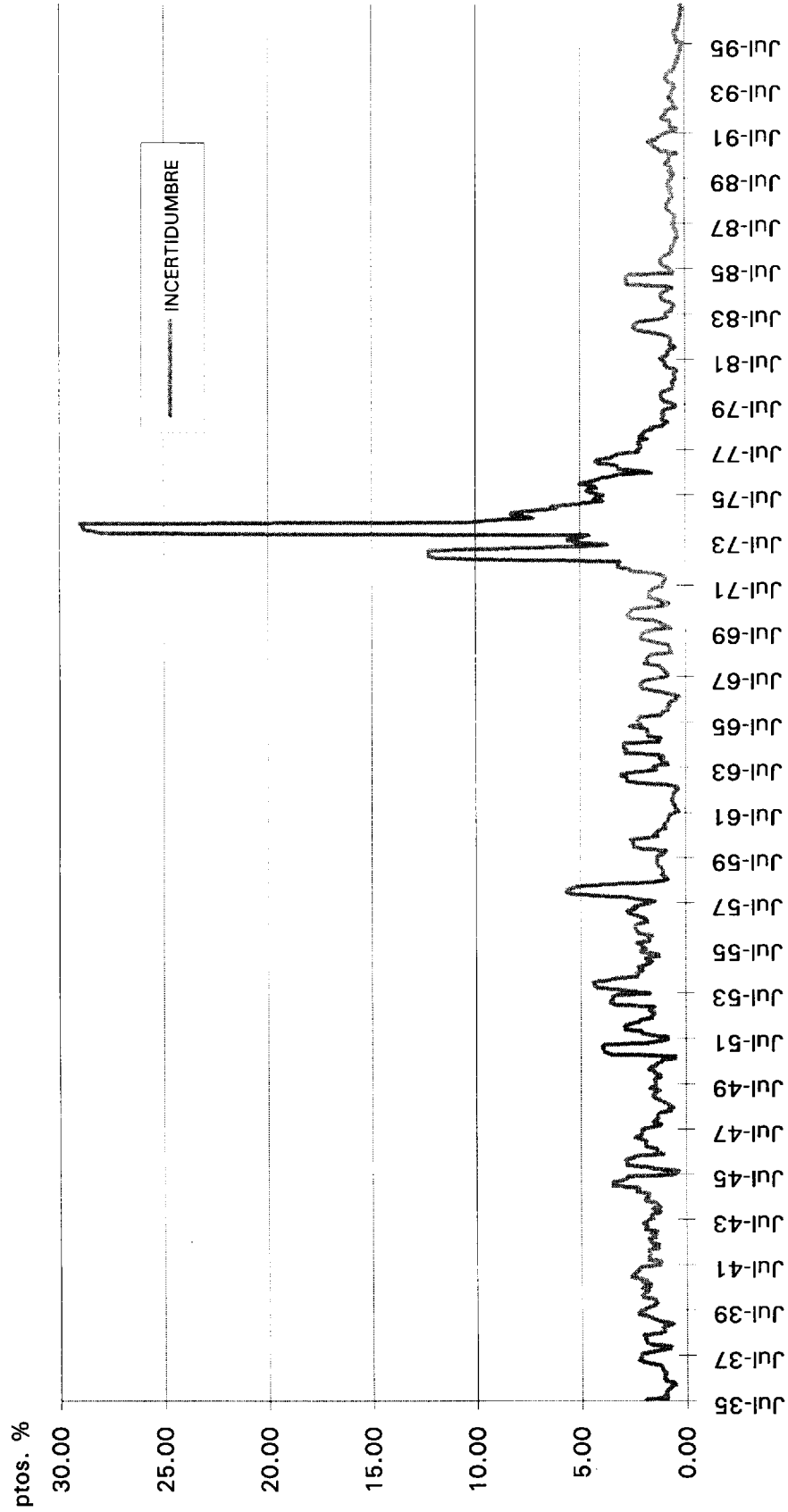


GRAFICO 11

INCERTIDUMBRE DE KLEIN

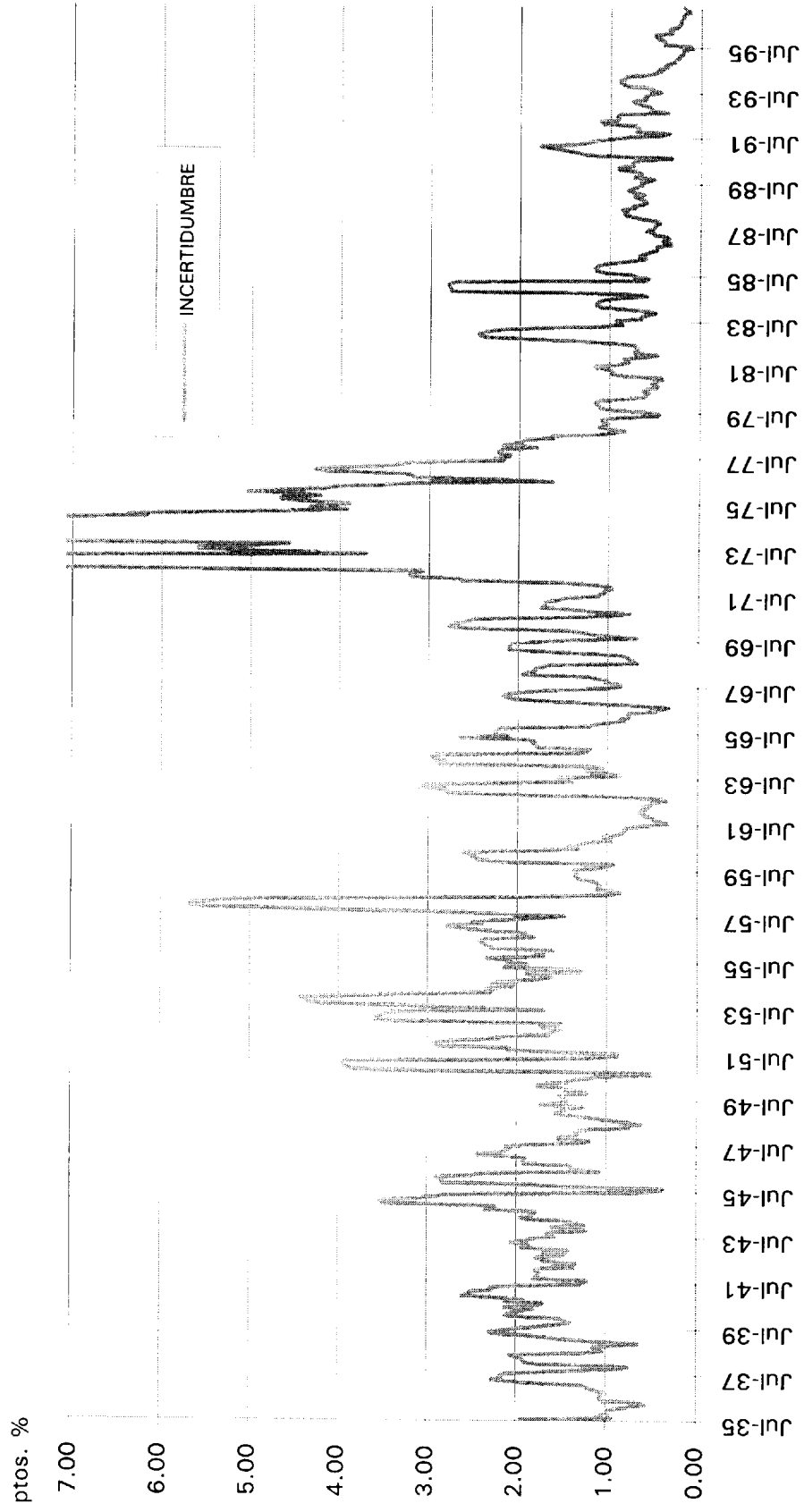


GRAFICO 12

1934 - 1997

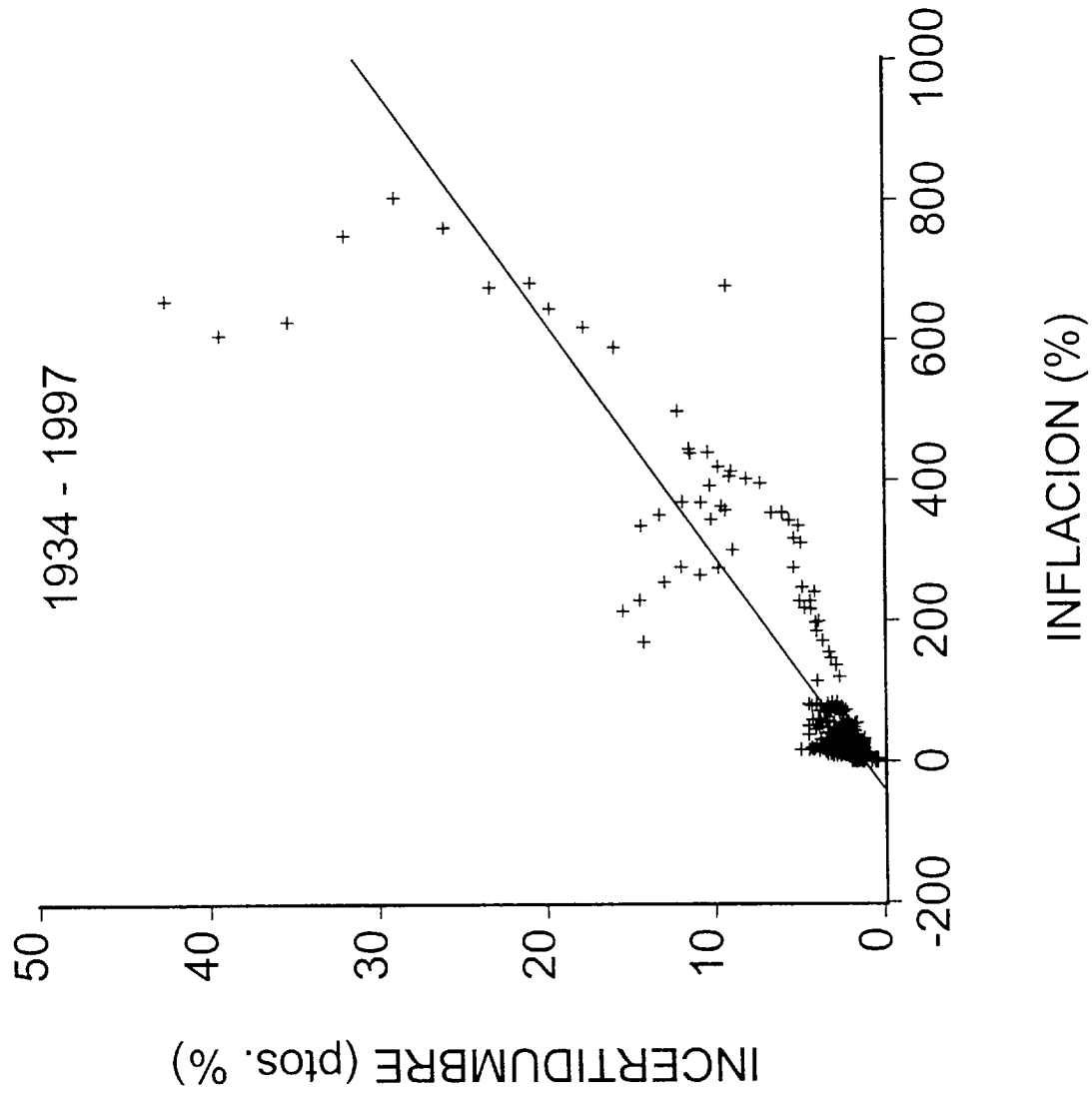


GRAFICO 13

1977 - 1997

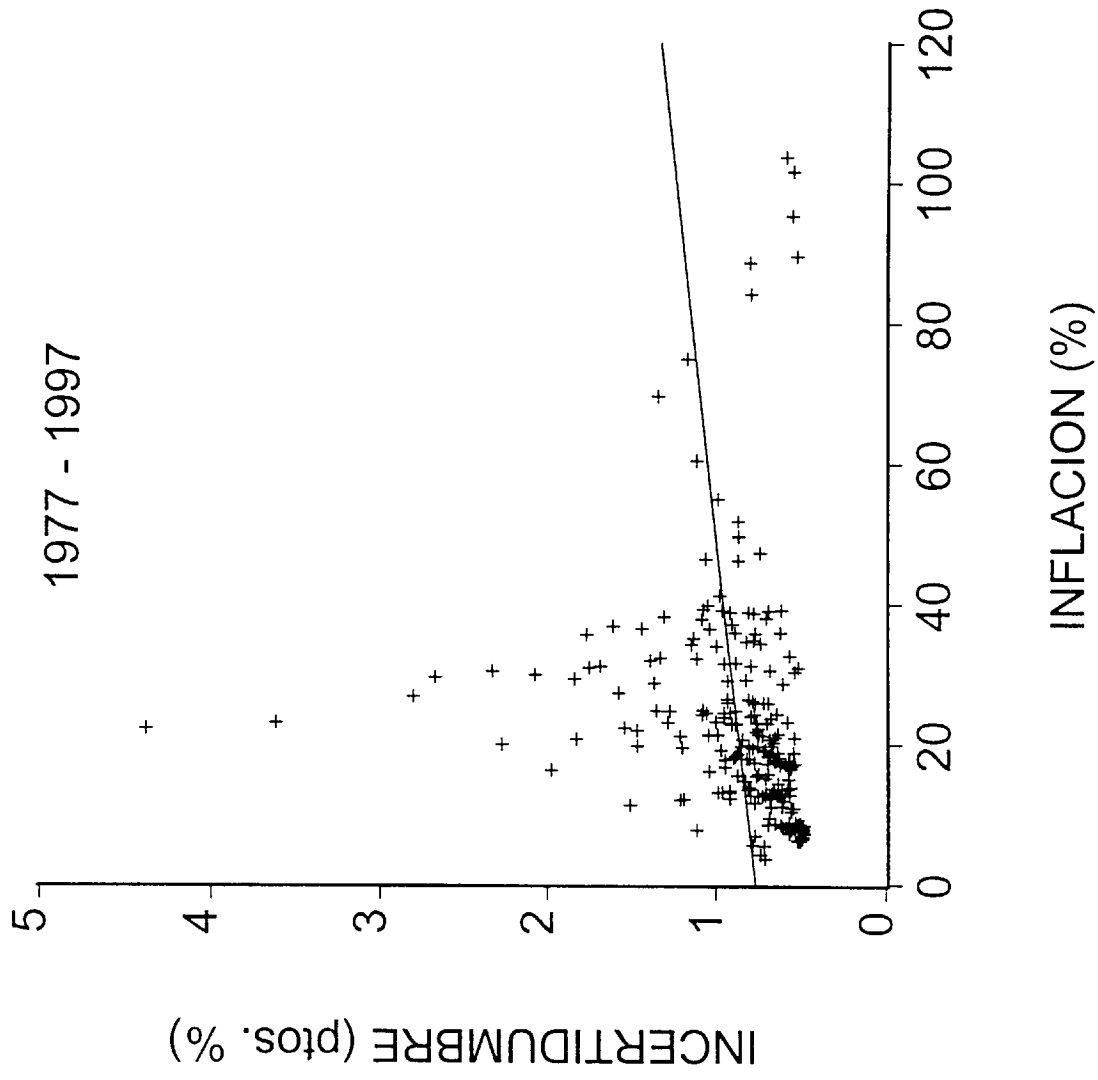


GRAFICO 14

