



BANCO DE GUATEMALA

Documentos de Trabajo

CENTRAL BANK OF GUATEMALA

Working Papers

No. 53

**GUATEMALA: VOLATILIDAD DEL TIPO DE
CAMBIO Y PRECIOS INTERNOS, UN ANÁLISIS
COMPARATIVO***

Año 2001

Autor:

Otto René Cuyán Paz

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





BANCO DE GUATEMALA

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

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

*****©*****

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

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

GUATEMALA: VOLATILIDAD DEL TIPO DE CAMBIO Y PRECIOS INTERNOS, UN ANÁLISIS COMPARATIVO

*Otto René Cuyán Paz **

RESUMEN

En la discusión teórica sobre aspectos macroeconómicos, siempre ha despertado interés el tema de la variación de los precios. Asimismo, en los últimos años ha cobrado mayor interés la importancia que para un Banco Central representa el logro de niveles bajos de inflación como el objetivo de trascendencia primordial de la política monetaria que diseña.

Dado que en la teoría económica se afirma que los países con economías pequeñas y abiertas al comercio exterior son más vulnerables a los efectos del comportamiento del tipo de cambio como fuente de inflación, en el presente trabajo se intenta establecer el impacto de la variable «volatilidad del tipo de cambio nominal» sobre la inflación, para el caso de Guatemala.

El primer paso consistió en determinar la variable «volatilidad del tipo de cambio nominal»; posteriormente se realizaron las pruebas correspondientes para comprobar si dicha variable se desempeña como fuente de inflación. Al efecto, se utilizaron datos semanales del período comprendido de marzo de 1994 a diciembre de 1999, tanto del tipo de cambio promedio del quetzal con respecto al dólar de los Estados Unidos de América, como del índice general de precios al consumidor —grupos y subgrupos— de Guatemala.

Para la determinación de la volatilidad del tipo de cambio se utilizó la técnica de los modelos GARCH, en tanto que para establecer la correspondencia entre la volatilidad y la variación de los precios, se recurrió a la causalidad medida a través del método propuesto por Granger (test de causalidad de Granger).

Los resultados obtenidos ofrecen evidencia empírica acerca de la significativa volatilidad del tipo de cambio, principalmente en las últimas semanas del período considerado, a la vez que resalta la total independencia que esa volatilidad manifiesta sobre la variación general de precios, no así sobre determinados subgrupos de alimentos-bebidas y amueblamiento.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en una aplicación del análisis de series temporales al problema de determinar la volatilidad, específicamente a la variable tipo de cambio nominal de Guatemala. Sobre este aspecto, en ocasiones lo que interesa es obtener una medida global (que se resume en un estadístico determinado) y, en otras, interesa construir una serie temporal. Para el primer caso, se han utilizado una variedad de medidas, tales como el coeficiente de variación, la desviación típica de la serie sin tendencia, el valor absoluto medio o la desviación típica de las tasas de cambio, y otros. Una segunda corriente para aproximarse al tema de la volatilidad ha sido la que utiliza algún tipo de modelo econométrico: se trata de estudiar el problema en cuestión mediante el ajuste

* Economista guatemalteco. Ensayo póstumo. El licenciado Cuyán Paz era Director I del Departamento de Investigaciones Económicas del Banco de Guatemala.

de un modelo econométrico, ya sea univariante o multivariante a la serie que interesa. Entre estos intentos destacan aquellos que, a través de modelos de series temporales, permiten identificar el proceso estocástico por medio del cual se generan dichas observaciones. En ese sentido se puede asumir un proceso estocástico, donde la varianza no es constante, sino que la serie de tiempo presenta heterocedasticidad. Es decir, que la varianza condicional en el 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, que fueron introducidos por los trabajos pioneros de Engle (1982, 1983). La varianza condicional resultante de estos modelos constituye, por tanto, una aproximación de la volatilidad del proceso considerado.

La manera en que la volatilidad, tanto en el crecimiento del dinero como en los tipos de cambio o en la tasa de inflación, produce efectos adversos es por medio de la generación de incertidumbre. Por ejemplo, si se producen cambios impredecibles en el tipo de cambio, aumenta el riesgo al importar y exportar, lo que puede reducir el comercio internacional. La volatilidad en el crecimiento del dinero puede causar variación en las tasas de interés porque produce incertidumbre sobre la dirección que va a seguir la política monetaria. Por último, la volatilidad de la tasa de inflación es una variable «proxy» que intenta capturar la incertidumbre sobre el movimiento de los precios. Entonces, la volatilidad se asocia estrechamente con la incertidumbre. Su efecto adverso consiste no tanto en la magnitud de las fluctuaciones en períodos de tiempo particulares, sino en la incertidumbre que producen sobre posibles cambios.

Los propósitos de este trabajo son: el primero, determinar una medida de volatilidad en una serie temporal, aplicada al tipo de cambio nominal de Guatemala. En segundo lugar, se aborda el tema de la relación entre la volatilidad del tipo de cambio y el índice general de precios al consumidor, grupos y subgrupos de dicho índice, para la economía de Guatemala. Lo fundamental es probar si estadísticamente la volatilidad del tipo de cambio afecta al índice general de precios al consumidor, a los índices de los grupos y subgrupos y/o si los índices de precios afectan a la volatilidad del tipo de cambio, es decir, establecer la dirección de la existencia o no de causalidad.

Resulta importante estudiar la causalidad de las relaciones indicadas, a efecto de dar respuesta a las interrogantes subsecuentes sobre el papel que juegan las variables de interés en el proceso de estabilización, ya que tanto los niveles de precios como los movimientos del tipo de cambio son cruciales para alcanzar un resultado positivo de la política macroeconómica, especialmente en la conducta de las variables monetarias, la formación de expectativas y las condiciones institucionales.

También es importante tener en cuenta que en la literatura económica, referente a los factores explicativos de la inflación, se encuentra que toda depreciación de la moneda nacional transmite de alguna forma efectos indeseables a los precios internos, puesto que se pueden registrar incrementos en los precios relativos de los bienes importados respecto de los productos internos comercializables expresados en moneda nacional, como también efectos sobre la demanda agregada y sobre los sueldos y salarios.

En lo que respecta a los países pequeños como Guatemala, que ocupa un lugar pequeño en el mercado mundial, sus compras tienen poca o ninguna influencia sobre el precio que se paga por sus importaciones; si los precios de éstas aumentan, se reflejarán de esta manera los efectos de las depreciaciones (por ejemplo, por una mayor demanda de divisas). Además, es de tomar en cuenta que en lo relativo a los productos para la exportación, los mismos se pueden ver afectados en su competitividad, de existir niveles altos de inflación, lo cual puede presionar hacia el alza los tipos de cambio.

Se reconoce las salvedades de este trabajo, fundamentalmente por la información estadística utilizada. En efecto los resultados obtenidos deben de observarse con cautela ya que la utilización de la variable IPC presenta ciertas limitaciones, como por ejemplo que se refiere únicamente a la ciudad capital, así como que representa a la totalidad de precios de bienes y servicios, no disponiéndose de una desagregación entre bienes no transables y transables (nacionales e importados).

El presente trabajo consta de cuatro partes fundamentales: la primera, se refiere al marco teórico. En ella se señalan ciertos aspectos en cuanto a lo que es un «círculo vicioso» y referente a la volatilidad del tipo de cambio. En la segunda parte, se destaca la información

estadística utilizada como lo es el tipo de cambio, el índice general de precios al consumidor, grupos y subgrupos. La tercera parte hace referencia al procedimiento utilizado, especialmente para determinar la volatilidad del tipo de cambio y de precedencia temporal. En la cuarta parte, se presentan las pruebas empíricas donde se describen los resultados. Posteriormente se destacan las conclusiones generales. Por último, se presenta la bibliografía consultada, así como la bibliografía adicional referente al tema de la volatilidad; luego se consignan los anexos que contienen la metodología y los estadísticos de los resultados obtenidos.

I. MARCO TEÓRICO

En la literatura económica se encuentra que las perturbaciones en el mercado de divisas pueden llevar por sí mismas a una mayor tasa de inflación o a un nivel de precios mayor de lo que ocurriría, si las mismas no se dieran. Existe la opinión de que un tipo de cambio que se está depreciando es una fuente de presión inflacionaria, y a dicho proceso se le ha dado el nombre de la hipótesis del «círculo vicioso». Se dice que las depreciaciones del tipo de cambio elevan los precios internos y los salarios, los cuales, a su vez, retroalimentan la depreciación del tipo de cambio. El proceso se refuerza a sí mismo, con depreciaciones que a primera vista pueden parecer no justificadas sobre la base de la paridad en el poder adquisitivo, justificándose ex-post en el incremento en precios y costos. Al proceso inverso, en el cual un tipo de cambio que se va apreciando, reduce los precios y salarios internos y, luego, lleva a una mayor apreciación, se le ha dado el nombre de «círculos virtuosos».¹

La hipótesis del círculo vicioso toma muchas formas. La más simple, por ejemplo, es que una perturbación inicial que causa una depreciación del tipo de cambio puede poner en marcha un proceso inestable: la depreciación del tipo de cambio ocasiona rápidamente un aumento de precios y costos internos, lo que a su vez implica una mayor depreciación del tipo de cambio y, así, el ciclo se repite.

También se ha sugerido que los países pequeños con economías abiertas son más vulnerables a padecer círculos

viciosos, porque sus precios internos suben más de prisa después de una depreciación del tipo de cambio, que en los países de mayores economías.

Es de tomar en cuenta que los movimientos en el tipo de cambio pueden constituir una fuente independiente de presiones inflacionarias y del papel de la política monetaria. Los críticos de la hipótesis de los círculos viciosos sostienen que, bajo tipos de cambio flexibles, la tasa de expansión monetaria es (o puede ser) controlada por la autoridad monetaria y, a la vez, se determina conjuntamente la tasa de inflación y de depreciación del tipo de cambio. Por otra parte, sus propugnadores argumentan que en ocasiones surgen movimientos del tipo de cambio independientemente de las políticas monetarias aplicadas, y que tales movimientos son los que afectan la inflación interna².

Tipo de cambio y volatilidad

Algunos autores se han referido indistintamente a la variabilidad del tipo de cambio y a la volatilidad del tipo de cambio, tal vez porque la primera es usualmente tomada como una «proxy» de la última. No obstante, conviene establecer una distinción entre estos dos conceptos.

La variabilidad del tipo de cambio es un concepto ex-post. Este concepto se refiere a la desviación de los valores del tipo de cambio en cada período respecto a un valor medio, la variabilidad del tipo de cambio puede asociarse a la varianza de la serie en un lapso determinado. Ahora bien, que dicha varianza sea muy grande, no significa necesariamente que el tipo de cambio 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 del tipo de cambio con una baja incertidumbre cambiaria, aunque en principio eso no sea lo normal. En otras palabras, la incertidumbre o volatilidad es un concepto ex-ante y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas.

Con todo, la variabilidad del tipo de cambio ha sido ampliamente utilizada como una medida de la

¹ Francesco Caramazza. *Círculos viciosos y virtuosos: La relación entre variaciones en tipos de cambio e inflación*. Banco de Canadá. Agosto 1985.

² En el trabajo de Mariam Bond, titulado *Tipos de cambio inflación: un círculo vicioso*. FMI Finanzas y desarrollo, marzo 1980, se encuentra una explicación amplia sobre las fases del círculo vicioso.

incertidumbre o volatilidad. A falta de mejores aproximaciones o tecnología más avanzada, trabajos pioneros sobre la incertidumbre inflacionaria asumen que ésta estaba directamente correlacionada con la variabilidad de la inflación. Destacan los trabajos de algunos analistas, 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.

Los trabajos más avanzados sobre la evaluación del nivel de incertidumbre, y su correlación especialmente con el nivel de inflación, han recurrido a diversas metodologías para abordar el estudio del problema. En general, se pueden distinguir dos vertientes principales. La primera de ellas se ha aproximado de forma directa al problema. Esta metodología ha intentado obtener alguna medida directa y explícita de las expectativas para determinada variable 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 la inflación para algunos períodos futuros. Esta metodología ha sido propuesta y utilizada por Cukierman y Wachtel, tomando el error cuadrático medio cometido por los encuestados como medida de la incertidumbre o volatilidad. Utilizando esta medida, los investigadores proceden a verificar si la incertidumbre guarda alguna relación con el nivel de la variable de interés. 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.

Una segunda corriente para aproximarse al tema de la incertidumbre o volatilidad 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 interés. Entre estos intentos destacan aquellos que, por medio 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 heterocedasticidad. 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 (Autoregressive Conditional

Heteroskedasticity), introducidos por los trabajos pioneros de Engle (1982, 1983). La varianza condicional resultante de estos modelos constituye, por tanto, una aproximación de la volatilidad del proceso considerado. La evaluación empírica es numerosa, especialmente para el caso en que se ha obtenido alguna medida del efecto de la volatilidad del tipo de cambio sobre el nivel de comercio externo.

II. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA UTILIZADA

En el presente estudio las variables de interés son: En primer lugar, el Tipo de cambio bancario, cuya fuente es el Banco de Guatemala y para el efecto se utiliza la información del promedio que corresponde a la compra y venta. En segundo lugar, se utilizan las variables siguientes: Índice general de precios al consumidor, Índices de los grupos e Índices de los subgrupos, que elabora y publica el Instituto Nacional de Estadística³. Todas las variables corresponden a la frecuencia semanal y el período de análisis comprende desde la vigencia de la liberalización del mercado de divisas (tercera semana de marzo de 1994) hasta la cuarta semana de diciembre de 1999.

A continuación se presenta la evolución de las variables Tipo de cambios y precios, en el período de referencia.

A) Tipo de cambio

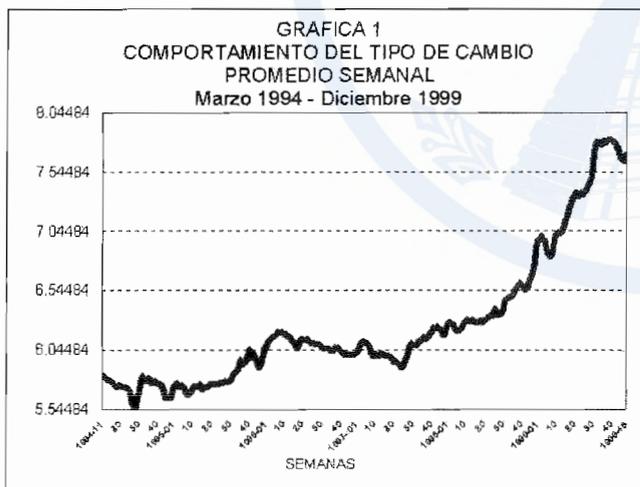
La autoridad monetaria determinó a partir del 17 de marzo de 1994 la liberalización del mercado cambiario. En términos generales, dentro del nuevo esquema cambiario, el tipo de cambio nominal ha manifestado un comportamiento más dinámico hacia la depreciación a partir del segundo semestre de 1997. En efecto, durante 1998, el tipo de cambio promedio del mercado bancario registró una depreciación de 9.9% al pasar de Q6.23388 por US\$1.00 en la primera semana de enero, a Q6.79559 por US\$1.00 en la última semana de diciembre de 1998. Este comportamiento estuvo determinado por las operaciones que realizaron el sector privado y el sector público. Las operaciones cambiarias del sector privado registraron un saldo negativo de US\$434.7 millones, contrario al saldo del año anterior (1997), cuando fue superavitario en US\$68.1 millones. Por su parte, el sector

³ En el Anexo A se presentan las ponderaciones de los Grupos y Subgrupos que componen la canasta de mercado.

público registró un saldo positivo de US\$660.2 millones, superior en US\$481.5 millones al del año previo. Este resultado estuvo influenciado por el registro del ingreso neto por la desincorporación de activos estatales.

Entre los principales factores que contribuyeron al saldo negativo que registró el sector privado sobresale el déficit en las transacciones comerciales, así como el incremento en el saldo deficitario en el ingreso neto por capital privado (exceptuando la desincorporación de activos del Estado). Este comportamiento de las operaciones cambiarias del sector privado habría influido en el comportamiento hacia la depreciación que el tipo de cambio observó durante 1998.

En 1999, el comportamiento del tipo de cambio manifestó una tendencia hacia la depreciación, ubicándose en la cuarta semana de octubre en Q.7.81370 x US\$ 1.00; para luego mostrar cierta apreciación, por lo que al finalizar dicho año, el tipo de cambio fue de Q. 7.69391 x US\$ 1.00. Para 1999 la autoridad monetaria tuvo como meta continuar con la política de la libre determinación del tipo de cambio, es decir que sean las condiciones fundamentales del mercado las que determinen su nivel.



B) Precios internos

En general, el comportamiento de los precios en el transcurso de todo el período de estudio, muestra un incremento de 56.6%. Dentro de este lapso sucedieron distintos fenómenos naturales y políticos que de alguna

forma influyeron en el comportamiento del IPC. Ejemplo de tales fenómenos es la sequía que afectó al país en julio y agosto de 1994. En ese mismo año, también sucedieron acontecimientos políticos especiales y el anuncio de aumento en las tarifas de los servicios públicos (agua, luz y transporte).

Al examinar el comportamiento de los precios según agrupación de bienes, se observó que en 1995 hubo una reducción en la variación de los rubros de alimentos y bebidas que alcanzó 8.6%, inferior al 14.8% de 1994; vestido y calzado se redujo de 5.6% a 3.4% y educación pasó de 36.8% a 12.6%. Estos rubros constituyen el 54.8% del índice total.

En 1996, la tasa de inflación fue de 10.8%, la cual estuvo influenciada tanto por el incremento en el Impuesto al Valor Agregado —IVA—, de 7.0% a 10.0%, que cobró vigencia a partir del 1 de enero de 1996, como por la creación del Impuesto de Solidaridad Extraordinario y Temporal —ISET—, implementado en julio de dicho año.

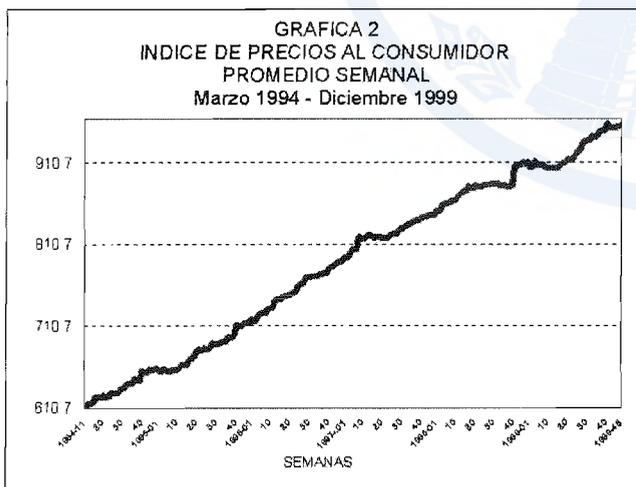
Al finalizar 1997 la inflación se situó en 7.13%, cifra consistente con la meta de inflación prevista por la autoridad monetaria a inicio del año. Es importante mencionar que durante ese año se observaron tres incrementos de importancia en el IPC. El primero se registró en la última semana de enero (0.54%) respecto a la semana anterior, como consecuencia de ajustes en los precios de las matrículas, mensualidades y cuotas estudiantiles y por incrementos en los precios de la subagrupación frutas. El segundo, y de mayor magnitud, se observó en la última semana de febrero (1.78%) como resultado del incremento en las tarifas del servicio telefónico (2,900% de incremento, al pasar de Q.4.40 a Q.132.00 la tarifa básica para 600 minutos). La última variación importante se registró en la primera semana de agosto (0.45%), la cual se relacionó con el incremento, debido a factores estacionales, en los precios de las frutas (melón, aguacate y piña). En los meses restantes las variaciones fueron moderadas y contribuyeron a que la tendencia inflacionaria fuera inferior a la observada el año previo.

Además, durante 1997 la inflación también pudo haber estado influenciada por el comportamiento decreciente que manifestaron los precios internacionales de los bienes importados, como consecuencia de la

depreciación manifestada por algunas monedas de los países productores de dichos bienes.

En lo que respecta a 1998, la inflación se situó en 7.48% a finales de año, superior en 0.35 puntos porcentuales al dato registrado en 1997. Es importante mencionar que en 1998 la variación más significativa en el IPC se registró en la primera semana de noviembre (2.61%), cuando el aumento en el precio medio de los vegetales y legumbres fue de 37.23%, lo que dio como resultado una variación de 5.34% en la agrupación Alimentos y Bebidas, la cual tiene una ponderación de 42.25% en la composición del IPC. Cabe indicar que dicho aumento se asocia, principalmente, a los efectos de la tormenta tropical Mitch.

El objetivo de la política Monetaria, Cambiaria y Crediticia para 1999 fue propiciar una reducción gradual de la inflación, con vistas a lograr en el mediano plazo niveles de inflación similares a los de los principales países socios comerciales de Guatemala, con la convicción de que esa es la mejor contribución que la política monetaria puede hacer al logro de un crecimiento sostenible de la producción y el empleo y, por ende, al desarrollo ordenado de la economía nacional. Transcurrido 1999, el nivel de precios se incrementó en 4.9%, respecto a la última semana de diciembre de 1998.



III. METODOLOGÍA

El procedimiento utilizado en este trabajo para estimar la volatilidad del tipo de cambio se enmarca en el sub-

grupo de trabajos clasificados por Golob como aquéllos que usan «la estrategia de modelos predictivos»: se utiliza una modelación econométrica del tipo de cambio nominal para predecir los valores futuros a partir de información existente en cada período. De este modo, una mayor varianza de los errores implica una mayor volatilidad. En cuanto a los problemas con este tipo de modelos, se reconoce, en primer lugar, que sus resultados dependerán del modelo de predicción escogido, ya que no existe una forma única de descomponer una serie entre sus componentes predecibles e impredecibles. En segundo lugar, existe el problema de los quiebres estructurales en las series; es bastante probable que dentro del período analizado se encuentren quiebres en el proceso generador de las series. 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 y volatilidad están estrechamente relacionados.

Para el presente estudio, se utiliza conjuntamente la metodología ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) y la metodología 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.

La utilización de un modelo GARCH permite obtener la varianza de los errores, condicional al tiempo. De este modo, se levanta el supuesto de homocedasticidad que impone una varianza igual para las perturbaciones en 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(p, q), donde la varianza condicional depende del p, rezago de los residuos y el q, rezago de la varianza (véase: Metodología en ANEXO B).

Por otra parte, para detectar la causalidad en el sentido de Granger, en primer lugar, se parte de dos series temporales. En segundo lugar, se tiene que la primera

serie se explica por los valores pasados de la misma serie y por los valores pasados correspondientes de la segunda serie. En tercer lugar, se realiza una regresión, la cual es explicada únicamente con los valores pasados de la primera serie.

De tales regresiones surge un estadístico que se distribuye como una variable tipo F con grados de libertad en el numerador, igual a la diferencia entre los grados de libertad de las dos regresiones especificadas, y con grados de libertad en el denominador, igual a los grados de libertad correspondientes a la primera regresión.

En otras palabras, la relevancia de la definición de causalidad de Granger se basa en que es posible probarla empíricamente. De tal modo, se puede afirmar que si una variable exógena ayuda a pronosticar una variable endógena, en el sentido de disminuir la varianza de su pronóstico, entonces se dice que la variable exógena es causa, en el sentido de Granger, de la variable endógena. (véase Metodología en ANEXO C)

De consiguiente es de esperar que se pueda encontrar una de cuatro posibilidades:

- 1) Causalidad unidireccional de la volatilidad del TC a IPC.
- 2) Causalidad unidireccional de IPC a volatilidad de TC.

- 3) Retroalimentación o Causalidad bilateral, cuando los conjuntos de los coeficientes de volatilidad de TC y de IPC sean, en términos estadísticos, significativamente diferentes de cero, en ambas regresiones.
- 4) Finalmente, existe independencia si los conjuntos de los coeficientes de volatilidad de TC y de IPC no son estadísticamente significativos en ambas regresiones.

Por último, para las distintas pruebas que aquí se aplican es necesario trabajar con series estacionarias, es decir, para evitar relaciones espurias; para el efecto, si es el caso que no sean series estacionarias, se propone como criterio diferenciar las series, dependiendo su orden de integración (d), lo cual será investigado a través de pruebas de raíz unitaria.⁴

IV. RESULTADOS

Un método ampliamente utilizado para verificar si una serie es estacionaria, es la prueba Aumentada de Dickey-Fuller (ADF). Como se puede apreciar en el Cuadro No. 1. Las series: Tipo de Cambio (TC) e Índice General de Precios al Consumidor (IPC) resultan no estacionarias para el período bajo análisis.

⁴ Como primer paso a la modelación econométrica de las variables de interés a través de modelos ARCH, GARCH, y pruebas de Causalidad, es necesario estar seguros de trabajar con series estacionarias. Esto significa que cualquier shock exógeno a las series 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 GARCH podría tornarse explosivo.

CUADRO No. 1
RAIZ UNITARIA
VARIABLES ORIGINALES

VARIABLE	DICKEY-FULLER	PHILLIPS-PERRON
TIPO DE CAMBIO	-0.649829	-0.851342
ÍNDICE GENERAL	-2.451743	-2.159927
ALIMENTOS Y BEBIDAS	-2.489565	-2.136715
Carnes, pescado y mariscos	-0.228612	-3.212569
Harinas, cereales y sus prod.	-1.389095	-0.951656
Huevos y productos lácteos	-1.822529	-1.560281
Azúcar, dulces y confites	-1.285234	-1.383479
Aceites y Grasas	-2.683020	-2.581132
Frutas	-2.539243	-2.726700
Vegetales y legumbres	-4.479285	-3.292957
Alimentos varios y bebidas no alcohólicas	-4.362322	-3.230264
Bebidas alcohólicas	-1.309034	-1.240766
GASTOS DE VIVIENDA UTILIZADOS EN EL HOGAR	-2.583769	-2.457783
Alquil. Consumo agua y otros	-2.028039	-1.780017
Combustibles y alumbrado	-2.595772	-2.533044
AMUEBLAMIENTO, EQUIPAMIENTO, MANTENIMIENTO DEL HOGAR	-2.598808	-2.226205
Muebles	-0.946745	-0.784121
Decoraciones	-1.221637	-1.213480
Equipamiento (excep. Textiles)	-1.839001	-1.834166
Otros art. para el hogar	-1.783208	-1.437938
Alq., seg.,manten, muebles	-3.539827	-3.277064
Textiles para el hogar	-2.399210	-2.411869
Servicio doméstico	-2.671423	-2.236437

CONTINUACIÓN: CUADRO No. 1
RAIZ UNITARIA
VARIABLES ORIGINALES

VARIABLE	DICKEY-FULLER	PHILLIPS-PERRON
VESTIDO Y CALZADO	-2.4492429	-1.812364
Confección para hombres y niños mayores de 4 años	-3.241565	-2.184093
Confección para mujeres y niñas Mayores	-2.237682	-2.041141
Confec. y acc. Vestuario	-2.048278	-1.618053
Calzado	-2.560480	-2.266101
Mantenimiento de ropa y calz.	-1.982924	-2.396106
ASISTENCIA MÉDICA	-2.205605	-1.928587
Honorar. Med, otros profes.	-1.585453	-1.470781
Servicios médicos	-2.716185	-2.610756
Medicamentos	-1.801899	-1.151701
EDUCACIÓN	-3.615327	-3.658654
Matrícula, mensual y cuotas	-3.433373	-3.534761
Materiales para la educación	-2.208588	-1.699740
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	-2.549496	-2.484140
Transporte privado	-0.890946	-0.538032
Transporte público	-1.750675	-1.780093
Comunicaciones	-2.666097	-2.704710
LECTURA Y RECREACIÓN	-1.731043	-1.498671
Lectura	-1.413929	-1.425288
Materiales y obj. de recreo	-2.198789	-1.977183
Otros gtos. de recreación	-2.408123	-2.267512
OTROS GASTOS DE CONSUMO	-2.648420	-1.916820
Otros gastos de consumo	-2.500349	-1.961185
Tabaco	-2.475093	-1.638499
Ceremonias, gtos. Leg. Bancar	-2.076554	-1.933858

Resultados similares se obtienen para la mayoría de los índices de precios de los grupos y subgrupos. Excepto para el grupo de Educación, los subgrupos de Vegetales y legumbres, Alimentos varios y Bebidas no alcohólicas, Alquileres, Mantenimiento y muebles, y Matrículas mensuales y cuotas.⁵

Al calcular la primera diferencia de la serie Tipo de Cambio (ΔTC) y para cada una de las series representativas de la Inflación semanal ($\Delta\% IPC_t = IPC_t / IPC_{t-1} - 1$), se observa que las pruebas indican que todas las variables son estacionarias, con un nivel de significancia del 1 %, para el período escogido⁶, (ver cuadro No. 2).

CUADRO No. 2
RAIZ UNITARIA
 ΔTC y $\Delta\% IPC$

VARIABLE	DICKEY-FULLER	PHILLIPS-PERRON
TIPO DE CAMBIO	-7.794515	-11.54505
ÍNDICE GENERAL	-6.435649	-16.54202
ALIMENTOS Y BEBIDAS	-6.431609	-16.14802
Carnes, pescado y mariscos	-9.566450	-32.32966
Harinas, cereales y sus prod.	-5.072503	-17.75188
Huevos y productos lácteos	-5.886635	-17.14592
Azúcar, dulces y confites	-7.954343	-20.69863
Aceites y grasas	-6.679381	-18.10854
Frutas	-7.148449	-17.13588
Vegetales y legumbres	-5.981385	-13.40100
Alimentos varios y bebidas no alcohólicas	-5.423863	-16.84702
Bebidas alcohólicas	-5.813490	-18.22130
GASTOS DE VIVIENDA UTILIZADOS EN EL HOGAR	-6.923415	-16.57997
Alquil. Consumo agua y otros	-6.919152	-16.26190
Combustibles y alumbrado	-6.857046	-16.69224
AMUEBLAMIENTO, EQUIPAMIENTO, MANTENIMIENTO DEL HOGAR	-4.569777	-21.06826
Muebles	-6.992938	-15.85349
Decoraciones	-7.344233	-16.31818
Equipamiento (excep. Textiles)	-6.839820	-13.82626
Otros art. para el hogar	-6.262623	-13.71640
Alq., seg., manten. muebles	-7.220203	-13.25025
Textiles para el hogar	-6.369120	-15.82199
Servicio doméstico	-4.434395	-22.36550

⁵ Los valores críticos de Mackinnon para las pruebas de raíz unitaria son: 1% -3.9950, 5% -3.4276 y 10% -3.1369.

⁶ Estas conclusiones son reforzadas por el test de Phillips-Perron (PP). Los valores críticos de Mackinnon son: 1% -3.9952, 5% -3.4277 y 10% -3.1369.

CONTINUACIÓN: CUADRO No. 2
RAIZ UNITARIA
 ΔTC y $\Delta \% IPC$

VARIABLE	DICKEY-FULLER	PHILLIPS-PERRON
VESTIDO Y CALZADO	-6.248129	-13.80885
Confección para hombres y niños mayores de 4 años	-5.796732	-14.86118
Confección para mujeres y niñas Mayores	-7.080156	-12.94053
Confec. y acc. Vestuario	-6.418728	-16.43665
Calzado	-5.749388	-13.23923
Mantenimiento de ropa y calz.	-7.690435	-25.61173
ASISTENCIA MÉDICA	-6.571198	-13.93958
Honorar. Med, otros profesi.	-7.587022	-14.67443
Servicios médicos	-7.295865	-12.39018
Medicamentos	-6.055845	-14.71023
EDUCACIÓN	-7.603418	-16.75061
Matrícula, mensual y cuotas	-7.736634	-16.58312
Materiales para la educación	-5.394745	-15.26131
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	-6.966617	-16.55389
Transporte privado	-5.731494	-14.45823
Transporte público	-7.169264	-17.34607
Comunicaciones	-7.361481	-16.58294
LECTURA Y RECREACIÓN	-6.472538	-13.18224
Lectura	-7.577646	-13.84367
Materiales y obj. de recreo	-5.223586	-12.92726
Otros gtos. de recreación	-6.895386	-12.10758
OTROS GASTOS DE CONSUMO	-6.427992	-13.06227
Otros gastos de consumo	-5.470960	-14.82293
Tabaco	-6.581500	-10.75485
Ceremonias, gtos. Leg. Bancar	-6.851377	-14.79880

Una vez obtenido el orden de integración ($d=1$) de todas las series ΔTC y para cada una que integran el IPC general), se procedió a identificar el proceso autorregresivo más adecuado para ΔTC . A través de un análisis de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial (ANEXO D), se concluyó que el proceso más adecuado, para el período bajo análisis, es autorregresivo de primer orden. Los resultados correspondientes al modelo de este tipo se reportan en el ANEXO E. Se aplicaron dos test ARCH sobre los errores. Ambas pruebas muestran que se puede rechazar la hipótesis nula de no ARCH, es decir la hipótesis de homocedasticidad. Con base en las pruebas se concluyó en aceptar un modelo en el cual los errores presentan heterocedasticidad, presumiéndose un comportamiento autorregresivo para la varianza del error.

A través de un análisis de las características de la serie y las pruebas anteriormente comentadas se determinó que el modelo GARCH más adecuado para la serie en cuestión es una 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.

CUADRO No. 3
MODELO DE ΔTC , GARCH(1,1)

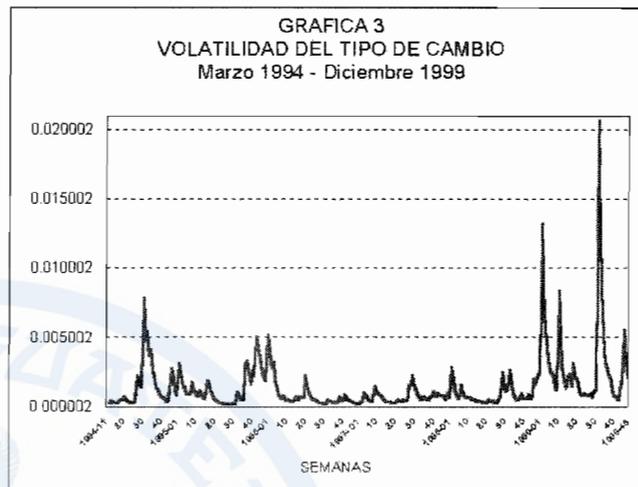
Variable Explicatoria	Coefficiente	Estadístico t
Constante	0.000338	0.279154
ΔTC_{t-1}	0.271534	4.011567*
Variable Dependiente: Varianza Condicional de ΔTC_t		
Constante	7.69E-05	2.664126*
ARCH(1)	0.527901	5.072150*
GARCH(1)	0.579806	11.05110*

Método: de Máxima Verosimilitud

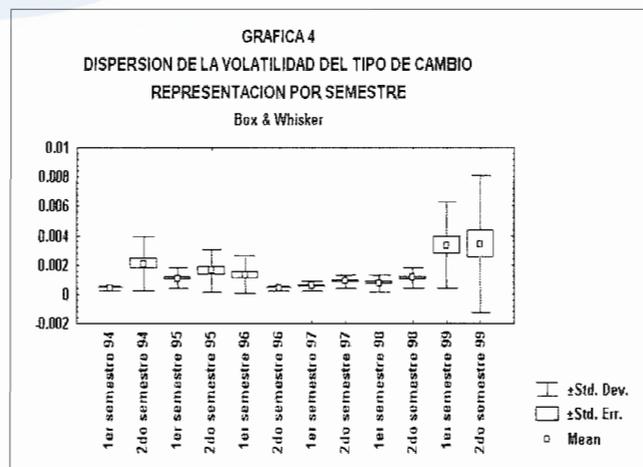
* Significativos al 1%

Los parámetros han sido estimados recursivamente a través del método de máxima verosimilitud de Marquardt. A través de los parámetros obtenidos es posible construir, y graficar, la varianza condicional para la variación semanal del tipo de cambio. Esta varianza condicional es

una aproximación de la volatilidad del tipo de cambio.



Al observar gráficamente la evolución de la variable obtenida, es decir de la volatilidad del tipo de cambio, según la aproximación propuesta, se tiene que ésta ha variado con el pasar del tiempo. Sobresalen como los períodos de más alta volatilidad los siguientes: Segundo semestre de 1994, segundo semestre de 1995, primer semestre de 1996, y sobre todo, mayor volatilidad que en los semestres anteriores, el primero y segundo semestre de 1999. Durante el segundo semestre de 1996 y relativamente durante todo 1997 la volatilidad fue un poco más estable y durante 1998 se registraron signos de incertidumbre cada vez mayores hacia el final de dicho año. Como ya se mencionó, durante 1999 se visualiza una alta y significativa incertidumbre, la cual nunca se había observado en Guatemala.

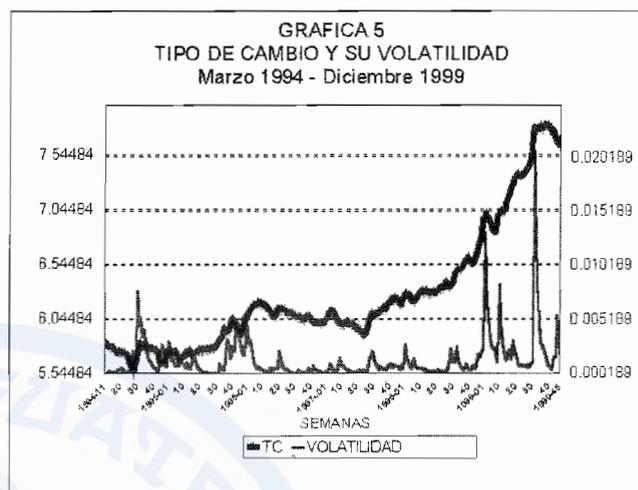


A dicho comportamiento contribuyó el hecho que en los primeros meses de 1994 se propició un ingreso extraordinario de divisas; sin embargo, en los meses de agosto-septiembre, derivado de factores estacionales, se registró una depreciación de 5.0%, factor que se manifestó en una mayor volatilidad para dicho año.

En el segundo semestre de 1995 se reflejó una mayor incertidumbre, debido a factores extraeconómicos como lo fueron las elecciones generales, incertidumbre que continuó manifestándose durante el primer semestre de 1996, lo cual se relaciona con las expectativas previas a los resultados de la segunda ronda electoral, y por el establecimiento de un mayor impuesto al valor agregado -IVA- (a partir del 1 de enero de 1996).

Dentro del período de análisis, se observó que durante 1998 el tipo de cambio mostró una mayor tendencia hacia el alza, debido al comportamiento que estuvo determinado por las operaciones que realizaron los sectores privado y público. Las operaciones cambiarias del sector privado registraron un saldo negativo, contrario al saldo del año anterior (1997), cuando fue superavitario. Por su parte, el sector público registró un saldo positivo, superior al del año previo, influenciado por el registro del ingreso neto derivado de la desincorporación de activos estatales.

A principios de 1999, diversos fueron los factores que de alguna forma incidieron en la alta incertidumbre cambiaria; principalmente factores externos e internos de carácter financiero. Entre los primeros destacan las crisis financieras acaecidas en el Sudeste Asiático, en Rusia y Brasil. Como factores de orden interno se pueden mencionar el cierre de operaciones de determinadas instituciones financieras; además, también ha influido cierta crisis de liquidez que ha afectado al sistema bancario, obligándolo a restringir la concesión de préstamos.



Precedencia temporal

El propósito de este apartado es el de contestar la siguiente interrogante: ¿Está la volatilidad del tipo de cambio relacionada con el nivel de la inflación semanal? Los resultados de las pruebas de causalidad se presentan a continuación:

Conviene indicar que no es posible determinar a priori el número de rezagos involucrados en las pruebas. En consecuencia, los ejercicios se efectuaron con varias alternativas, a fin de contrastar simultáneamente la sensibilidad de las pruebas con la combinación de rezagos. Para el efecto, se utilizaron combinaciones de uno a cuatro rezagos para todas las variables.

Los resultados de las estimaciones uniecuacionales realizadas con y sin restricciones por el método de mínimos cuadrados ordinarios, cuando la inflación se utiliza como variable dependiente y la volatilidad del tipo de cambio como variable independiente, es decir, que se tiene como hipótesis nula que la volatilidad no causa inflación, tales resultados se presentan en el cuadro No. 4.

CUADRO No. 4
VOLATILIDAD E INFLACIÓN
CAUSALIDAD DE GRANGER
Ho. Volatilidad no causa la inflación

VARIABLE	REZAGO			
	1	2	3	4
ÍNDICE GENERAL	0.04238	0.10958	0.47992	0.28879
ALIMENTOS Y BEBIDAS	0.70175	0.47814	0.83194	0.48683
Carnes, pescado y mariscos	4.24757	3.48670	3.10214	2.58905
Harinas, cereales y sus prod.	0.16222	0.08959	0.14143	0.09361
Huevos y productos lácteos	0.11025	0.06677	0.29991	0.31366
Azúcar, dulces y confites	0.34632	0.29267	0.24275	0.16856
Aceites y grasas	1.15247	0.86035	0.65864	0.47043
Frutas	0.94955	1.47605	1.17447	0.99815
Vegetales y legumbres	3.00209	1.21566	0.74188	0.66255
Alimentos varios y bebidas no alcohólicas	2.09005	0.97747	1.76778	1.96467
Bebidas alcohólicas	0.69990	1.76929	1.33924	1.13890
GASTOS DE VIVIENDA UTILIZADOS EN EL HOGAR				
Alquil. Consumo agua y otros	0.20631	0.11375	0.22948	0.37992
Combustibles y alumbrados	0.01163	0.03630	0.02966	0.02396
	0.95628	0.63129	0.52635	0.44578
AMUEBLAMIENTO. EQUIPAMIENTO. MANTENIMIENTO DEL HOGAR				
Muebles	0.34455	0.22677	0.18031	2.20134
Decoraciones	0.30296	0.15993	0.10081	0.38669
Equipamiento (excep. textiles)	0.15611	0.09274	0.06065	0.14629
Otros art. Para el hogar	6.04539	11.0885	7.70921	5.85425
Alq., seg.,manten. muebles	5.96697	3.13503	2.13713	1.72556
Textiles para el hogar	0.07751	0.09715	0.06990	0.12878
Servicio doméstico	0.20428	0.09259	0.24314	0.21502
	0.08818	0.27031	1.17401	1.07985

CONTINUACIÓN: CUADRO No. 4
VOLATILIDAD E INFLACIÓN
CAUSALIDAD DE GRANGER
Ho. Volatilidad no causa a la Inflación

VARIABLE	REZAGO			
	1	2	3	4
VESTIDO Y CALZADO	0.41795	0.20614	0.66257	0.57798
Confección para hombres y niños				
mayores de 4 años	0.23345	0.21120	0.76304	0.86871
Confección para mujeres y niñas				
Mayores	0.05268	0.02644	0.14029	0.12550
Confec. y acc. Vestuario	1.07444	0.51597	0.29758	0.23087
Calzado	0.06027	0.08527	0.50134	0.74924
Mantenimiento de ropa y calz.	0.64121	0.46489	0.32204	0.22712
ASISTENCIA MÉDICA	4.46106	2.3206	1.64473	1.13136
Honorar. Med, otros profes.	0.30780	0.38278	0.41580	0.39243
Servicios médicos	0.25454	0.12327	0.18740	0.15001
Medicamentos	13.4969	9.33877	6.32251	4.04861
EDUCACIÓN	2.24346	4.65083	4.13984	3.21218
Matrícula, mensual y cuotas	2.25344	4.68070	3.99758	3.11035
Materiales para la educación	0.38874	0.55566	0.51461	0.5106
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	0.04854	0.03345	0.16296	0.13487
Transporte privado	3.55963	1.42197	3.03249	2.55102
Transporte público	0.12175	0.07724	0.07455	0.08908
Comunicaciones	0.24132	0.13205	0.08807	0.06609
LECTURA Y RECREACIÓN	0.88021	1.52950	1.96963	1.50118
Lectura	0.37708	1.01134	1.68928	1.33359
Materiales y obj. de recreo	4.49495	2.40120	1.63329	1.41501
Otros gtos. de recreación	0.57749	0.28153	0.19137	0.14985
OTROS GASTOS DE CONSUMO	0.5428	0.29670	0.22104	0.20012
Otros gastos de consumo	0.23967	0.20882	0.20247	0.44158
Tabaco	1.85386	0.88836	0.70260	0.77945
Ceremonias, gtos. Leg. Bancar	0.07852	0.13081	0.17633	0.16778

El test propuesto indica que con el 95% de confianza no se puede rechazar la hipótesis de que la volatilidad del tipo de cambio no causa a la inflación, esta última medida por el Índice General de Precios al Consumidor⁷. Es decir, se puede afirmar que en Guatemala no existe causalidad direccional de la volatilidad del tipo de cambio a la inflación total.

Sin embargo, sí se obtiene evidencia de que la volatilidad del tipo de cambio ha tenido influencia sobre determinados precios de bienes y servicios, es decir que sí se rechaza la hipótesis nula. Los grupos y subgrupos que se han visto influenciados son los siguientes:

GRUPO Y SUBGRUPO	PONDERACION EN EL IPC
Carnes, pescado y mariscos	9.44
Equipamiento (excep. Textiles)	1.07
Otros art. para el hogar	1.27
Asistencia médica	2.71
Medicamentos	0.76
Educación	2.44
Matrícula, mensual y cuotas	2.00
Transporte privado	9.05

La asistencia médica determinada por los medicamentos y la educación por las matrículas mensuales y cuotas.

Por otra parte, no existe una «causación» direccional de la inflación general a volatilidad del tipo de cambio, puesto que el valor de F calculado no es estadísticamente significativo (ver Cuadro No.5). En dicho sentido únicamente se rechaza la hipótesis nula en los siguientes subgrupos de bienes y servicios:

GRUPO Y SUBGRUPO	PONDERACIÓN EN EL IPC
Equipamiento (excep. textiles)	1.07
Servicios médicos	0.54
Medicamentos	0.76

Resulta importante aclarar que equipamiento comprende platos y cristalería, artefactos grandes para el hogar como estufas y refrigeradoras. Los servicios médicos comprende: servicios hospitalarios-sanatorio y análisis servicios de laboratorio y los medicamentos: recetas, prescripciones y análogos.

⁷ Los valores teóricos al 5% de la distribución F para las pruebas de causalidad son: un rezago 3.84, dos rezagos 3.00, tres rezagos 2.60 y cuatro rezagos 2.37.

CUADRO No. 5
VOLATILIDAD E INFLACIÓN
CAUSALIDAD DE GRANGER
Ho. Inflación no causa a la Volatilidad

VARIABLE	REZAGO			
	1	2	3	4
INDICE GENERAL	1.71103	0.92091	0.60632	0.52840
ALIMENTOS Y BEBIDAS	1.87473	0.91909	0.64641	0.51380
Carnes, pescado y mariscos	0.00186	0.04560	0.04903	0.05251
Harinas, cereales y sus prod.	0.00472	0.00078	0.02114	0.03102
Huevos y productos lácteos	0.05087	0.51582	0.51116	0.36725
Azúcar, dulces y confites	0.86036	0.40692	0.32572	0.24119
Aceites y grasas	1.11825	0.71628	0.52324	0.42212
Frutas	1.96808	1.06968	0.80323	0.89623
Vegetales y legumbres	1.67611	0.81343	0.68865	0.50791
Alimentos varios y bebidas no alcohólicas	0.91891	0.51027	0.34424	0.47765
Bebidas alcohólicas	0.36084	0.22718	0.27696	0.24972
GASTOS DE VIVIENDA UTILIZADOS EN EL HOGAR	0.13010	0.37524	0.28405	0.21356
Alquil. Consumo agua y otros	0.36466	0.19095	0.50238	0.38816
Combustibles y alumbrado	0.02861	0.79451	1.63972	1.21403
AMUEBLAMIENTO, EQUIPAMIENTO, MANTENIMIENTO DEL HOGAR	0.4084	0.48932	0.44609	0.90328
Muebles	0.00002	0.72378	1.06471	0.80942
Decoraciones	2.14767	1.14840	0.89879	0.70813
Equipamiento (excep. textiles)	0.15151	0.15981	6.65690	4.86060
Otros art. para el hogar	0.42355	0.83363	0.54178	0.43557
Alq., seg.,manten, muebles	0.11556	0.08708	0.06353	0.21697
Textiles para el hogar	0.63387	0.39061	0.45873	0.47986
Servicio doméstico	0.32139	0.32344	0.38779	1.14729

CONTINUACIÓN: CUADRO No. 5
VOLATILIDAD E INFLACIÓN
CAUSALIDAD DE GRANGER
Ho. Inflación no causa a la Volatilidad

VARIABLE	REZAGO			
	1	2	3	4
VESTIDO Y CALZADO	0.67327	0.74215	0.51047	0.52175
Confección para hombres y niños				
Mayores de 4 años	0.39656	0.36757	0.23881	0.44634
Confección para mujeres y niñas				
Mayores	0.08629	0.23932	0.22200	0.18406
Confec. y acc. vestuario	0.00062	0.00253	0.03140	0.06702
Calzado	0.80302	0.57846	0.53743	0.44176
Mantenimiento de ropa y calz.	0.18030	0.21765	0.35038	0.32357
ASISTENCIA MÉDICA	0.00032	0.04757	0.39760	0.37406
Honorar. Med, otros profes.	0.06056	0.05486	0.03722	0.04566
Servicios médicos	1.00834	6.97526	5.55315	4.21855
Medicamentos	0.00047	0.52098	2.75994	2.00939
EDUCACIÓN	0.14961	0.36085	0.22254	0.19879
Matrícula, mensual y cuotas	0.19637	0.39325	0.24059	0.16940
Materiales para la educación	1.10520	0.63384	0.56384	0.45890
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	0.03166	0.04221	0.28290	0.32278
Transporte privado	0.92919	0.61875	0.54469	0.40970
Transporte público	0.27796	0.29145	0.22431	0.16626
Comunicaciones	0.00447	0.06831	0.06595	0.05450
LECTURA Y RECREACIÓN	0.26209	0.42774	0.27750	0.24527
Lectura	0.13129	0.32573	0.27774	0.34589
Materiales y obj. de recreo	0.12785	0.11353	0.07732	0.10524
Otros gtos. de recreación	0.06181	0.06566	0.07885	0.14242
OTROS GASTOS DE CONSUMO	0.04055	0.23862	0.67075	0.55265
Otros gastos de consumo	0.25008	0.14519	0.6644	0.51757
Tabaco	0.00450	0.22104	0.35908	0.29610
Ceremonias, gtos. Leg. Bancar	0.24112	0.31923	0.42918	0.31335

En términos generales, se concluye que existe una independencia entre las variables Volatilidad del tipo de cambio e Inflación total, mediante la prueba de Granger. Sin embargo, al realizar un análisis más específico se encuentra evidencia de la influencia de la volatilidad del tipo de cambio sobre el precio de determinados bienes y servicios y viceversa.

CONCLUSIONES GENERALES

La finalidad de la realización de este trabajo fue efectuar un aporte empírico de la volatilidad del tipo de cambio en Guatemala, sobre todo al tomar en consideración el período desde la implantación del régimen de tipo de cambio flexible. En particular, se deseaba determinar si las fluctuaciones de la volatilidad del tipo de cambio pudiera ser fuente de variación del nivel de la inflación total, lo cual podría proporcionar elementos adicionales para la explicación del comportamiento de esa variable.

Conforme al análisis realizado, resultan particularmente interesantes los resultados obtenidos, por el hecho de que la volatilidad del tipo de cambio ha aumentado claramente en los meses más recientes, característica muy particular en lo que tiene de vigencia el régimen de determinación libre del tipo de cambio. En este sentido, los resultados en mención indican que los movimientos de la volatilidad del tipo de cambio en Guatemala no se reflejan en forma alguna en la inflación general. De consiguiente los resultados obtenidos indican que existe una total independencia entre dichas variables.

Sin embargo, el análisis más específico muestra que la volatilidad del tipo de cambio ha tenido influencia sobre los precios de las Carnes, Pescados y Mariscos, Otros Artículos para el hogar, Matrícula mensual y cuotas y Transporte privado (causalidad unidireccional), que en su conjunto representan el 21.76% del Índice General de Precios.

Transporte privado

Ho. Volatilidad no causa a la inflación (Cuadro No. 4)	Ho. Inflación no causa a la volatilidad (Cuadro No. 5)
Carnes, pescado y mariscos	Equipamiento
Equipamiento (excep. Textiles)	(excep. Textiles)
Otros art. para el hogar	
	Servicios médicos
Medicamentos	Medicamentos
Matrícula, mensual y cuotas	
Transporte privado	

La inflación representada por índice de los Servicios médicos ha influenciado a la volatilidad del tipo de cambio (Causalidad unidireccional). Existiendo retroalimentación o causalidad bilateral en los medicamentos.

Por lo arriba expuesto, se concluye que la volatilidad del tipo de cambio no se puede considerar como una fuente generalizada de inflación en el país. Esto puede ser un elemento de apoyo a la idea de que tanto las variaciones en el tipo de cambio como en los precios pueden estar respondiendo, a diferente velocidad, a las modificaciones en un determinante común, por ejemplo, las modificaciones en la oferta monetaria interna.

Finalmente, cabe indicar que los resultados obtenidos deben observarse con cautela, ya que la medición del IPC es objeto de mejorarse: por ejemplo, esta variable se refiere únicamente a la ciudad capital y, así también, la misma represente a la totalidad de bienes y servicios, no disponiéndose de una desagregación entre bienes no transables y transables (nacionales e importados).

BIBLIOGRAFÍA

Abelar, Ariel Marcelo. *Una Nota sobre la volatilidad de bonos.* Ministerio de Economía, Argentina.

Agénor, Pierre-Richard and Joshua Aizenman. 1997. *Contagion and Volatility with Imperfect Credit Markets.* International Monetary Fund.

- Agénor, Pierre-Richard and Joshua Aizenman. 1998.** *Volatility and the Welfare Costs of Financial Market Integration*. National Bureau of Economic Research.
- Ayuso, Juan. 1991.** *Los efectos de la entrada de la peseta en el SME sobre la volatilidad de las variables financieras españolas*. Banco de España.
- Baum, Christopher F. and Basma Bekdache. 1996.** *Factor-GARCH Modeling of Treasury Term Structure*. Department of Economics, Boston College.
- Bessembinder, Hendrik, Jay F. Coughenour and Margaret Monroe Smeller. 1996.** *Is There a Term Structure of Futures Volatilities?*. Arizona State University, University of Michigan and Wayne State University.
- Bidarkota, Prasad V. And J. Huston McCulloch. 1996.** *Real Stock Returns: Non-normality, Seasonality, and Volatility Persistence, but no Predictability*. The Ohio State University.
- Bond, Marian. 1980.** *Tipos de cambio inflación: un círculo vicioso*. FMI. Finanzas y Desarrollo. Marzo.
- Bossaerts, Peter, Eric Ghysels and Christian Gouriéroux. 1996.** *Arbitrage-based Pricing when Volatility is Stochastic*. California Institute of Technology.
- Bossaerts, Peter, Wolfgang Härdle and Chrisian Hafner. 1995.** *A New Method for Volatility Estimation with Applications in Foreign Exchange Rate Series*. California Institute of Technology and Tilburg University.
- Brüggermann, Imke and Dieter Nautz. 1997.** *Money Growth Volatility and the Demand for Money in Germany: Friedman's Volatility Hypothesis Revisited*. Department of Economics, Free University of Berlin.
- Caramazza, Francesco. 1985.** *Círculos viciosos y virtuosos: La relación entre variaciones en tipos de cambio e inflación*. Banco de Canadá. Agosto.
- Christoffersen, Peter and Jinyong Hahn. 1997.** *Non Parametric Testing of ARCH for Option Pricing*. International Monetary Fund and University of Pennsylvania.
- Clark, Peter B. And Hamid Fruege. 1997.** *Exchange Rate Volatility, Pricing to Market and Trade Smoothing*. International Monetary Fund.
- Côté, Agathe. Exchange Rate Volatility and Trade.** Bank of Canadá.
- Cuddington, John T. And Hong Liang. 1998.** *Commodity Price Volatility Across Exchange Rate Regimes*. Georgetown University.
- Daniélsson, Jón. Multivariate Stochastic Volatility Models: Estimation and a Comparison with VGARCH Models.** Department of Economics, University of Iceland.
- Drost, Feike C. and Chris A. J. Klaassen. Efficient Estimation in Semiparametric GARCH Models.** Tilburg University and University of Amsterdam.
- Dumas, Bernard, Jeff Fleming and Robert E. Whaley. 1996.** *Implied Volatility Functions: Empirical Tests*. National Bureau of Economic Research.
- Engle, Robert F. and Gary G. J. Lee. 1993.** *A Permanent and Transitory Component Model of Stock Return Volatility*. University of California, San Diego.
- Engle, Robert F. and Gary Lee. 1993.** *Long Run Volatility Forecasting for Individual Stocks in a One Factor Model*. University of Economics, San Diego.
- Engle, Robert F., Alex Kane and Jaesun Noh. 1993.** *Index-Option Pricing with Stochastic Volatility and the Value of Accurate Variance Forecasts*. University of California, San Diego.
- Franses, Philip Hans and Dick van Dijk. 1997.** *Do We Often Find ARCH Because of Neglected Outliers?*. Rotterdam Institute for Business Economic Studies and Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam.
- Franses, Philip Hans, Dick van Dijk and André Lucas. 1996.** *Testing for ARCH in the Presence of Additive Outliers*. Rotterdam Institute for Business Economic Studies and Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam and Financial Sector Management, Free University Amsterdam.

- Ghysels, Eric and Joanna Jasiak. 1997.** *GARCH for Irregularly Spaced Financial Data: The ACD- GARCH Model.* CIPRANO.
- Giles, David E. A. 1996.** *Causality Between the Measured and Underground Economies in New Zealand.* University of Victoria.
- Gotur, Padma. 1985.** *Effects of Exchange Rate Volatility on Trade: Some Further Evidence.* International Monetary Fund.
- Hagerud, Gustaf E.. 1997.** *Specification Tests for Asymmetric GARCH.* Stockholm School of Economics.
- He, Changli and Timo Terävirta. 1997.** *Properties of Moments of a Family of GARCH Processes.* Stockholm School of Economics.
- Henry, Marc and Richard Payne. Fractional Cointegration and Common Factors in Foreign Exchange Volatility.** London School of Economics.
- Holton, Glyn A. 1992.** *Volatility & Horizon.* Financial Analysts Journal.
- Hostland, Doug. Changes in the Inflation Process in Canada: Evidence and Implications.** Bank of Canada.
- Judson, Ruth and Athanasios Orphanides. 1996.** *Inflation, Volatility and Growth.* Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, D.C.
- Kim, Sangjoon, Neil Shepard and Siddhartha Chib. 1996.** *Stochastic Volatility: Likelihood Inference and Comparison with ARCH Models.* Salomon's Brothers Asia Limited, Tokyo, Japan; Nuffield College, Oxford University, and Washington University.
- Krause, Stephan. 1996.** *Influencia de las noticias en el comportamiento del tipo de cambio nominal: El caso de Costa Rica (1990-1995).* Universidad de Costa Rica.
- Kurz, Mordecai. 1997.** *Endogenous Uncertainty: A Unified View of Market Volatility.* Standford University.
- León, Ángel and Juan Mora. 1996.** *Modeling Conditional Heteroskedasticity: Application to Stock Return Index «IBEX-35».* Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- Liang, Hong. 1998.** *Real Exchange Rate Volatility: Does the Nominal Exchange Rate Regime Matter?.* International Monetary Fund.
- Maravall, Agustín y Samuel Bentolila. 1985.** *Una medida de volatilidad en series temporales con una aplicación al control monetario en España.* Banco de España.
- Melvin, Michael and Xixi Yin. 1996.** *Public Information Arrival, Exchange rate Volatility, and Quote Frequency.* Arizona State University.
- Schwert, G. William. 1989.** *Stock Volatility and the Crash of '87.* University of Rochester.
- Schwert, G. William. 1997.** *Stock Market Volatility: Ten Years After the Crash.* University of Rchester and National Bureau of Economic Research.
- Sentana, Enrique. 1998.** *The Relation Between Conditionally Heterostedastic Factor Models and Factor GARCH Models.* Econometrics Journal (1998), volume 1, pp. 1-9.
- Spiegel, Matthew. 1996.** *Stock Price Volatility in a Multiple Security Overlapping Generations Model.* Univer- sity of California.
- Tauchen, George, Harold Zhang and Ming Liu. 1995.** *Volume, Volatility, and Leverage: A Dynamic Analysis.* Duke University and Carnegie Mellon University.
- Wang, Kai-Li, Christopher Fawson. 1998.** *An Examination of Conditional Heteroskedastic Time Series Models for Foreign Exchange Rates in Asian Countries' Case.* Utah State University.
- Zhu, Yingzi and Marco Avellaneda.** *An E-ARCH Model for the Term Structure of Implied Volatility of FX Options.* New York University.

ANEXO A
**PONDERACIONES DE GRUPOS Y SUBGRUPOS
 QUE COMPONEN LA CANASTA DE MERCADO**

	VARIABLE	PONDERACIONES
ÍNDICE GENERAL	100.00	100.00
ALIMENTOS Y BEBIDAS		42.25279
Carnes, pescado y mariscos	9.44389	
Harinas, cereales y sus prod.	8.33282	
Huevos y productos lácteos	4.84183	
Azúcar, dulces y confites	1.61057	
Aceites y Grasas	1.27232	
Frutas	1.91152	
Vegetales y legumbres	3.94256	
Alimentos varios y bebidas no alcohólicas	10.55877	
Bebidas alcohólicas	0.33851	
GASTOS DE VIVIENDA UTILIZADOS EN EL HOGAR		14.67425
Alquil. Consumo agua y otros	9.94045	
Combustibles y alumbrado	4.73380	
AMUEBLAMIENTO, EQUIPAMIENTO, MANTENIMIENTO DEL HOGAR		7.80741
Muebles	1.45280	
Decoraciones	0.25090	
Equipamiento (excep. Textiles)	1.07897	
Otros art. Para el hogar	1.27291	
Alq., seg.,manten, muebles	0.31290	
Textiles para el hogar	0.36855	
Servicio doméstico	3.07038	

CONTINUACION ANEXO A
**PONDERACIONES DE GRUPOS Y SUBGRUPOS
 QUE COMPONEN LA CANASTA DE MERCADO**

	VARIABLE	PONDERACIONES
VESTIDO Y CALZADO		10.06914
Confección de hombres y niños mayores de 4 años	2.98259	
Confección de mujeres y niñas Mayores	2.97770	
Confec. y acc. Vestuario	0.96436	
Calzado	2.79523	
Mantenimiento de ropa y calz.	0.4926	
ASISTENCIA MEDICA		2.70880
Honorar. Med, otros profes.	1.40931	
Servicios médicos	0.53777	
Medicamentos	0.76172	
EDUCACION		2.44175
Matricula, mensual y cuotas	2.00434	
Materiales para la educación	0.43741	
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES		11.59248
Transporte privado	9.05068	
Transporte público	2.09653	
Comunicaciones	0.44527	
LECTURA Y RECREACION		4.19997
Lectura	0.47550	
Materiales y obj. De recreo	1.94774	
Otros gtos. De recreación	1.77673	
OTROS GASTOS DE CONSUMO		4.25341
Otros gastos de consumo	3.16673	
Tabaco	0.74203	
Ceremonias, gtos. Leg. Bancar	0.34465	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala

ANEXOS ANEXO B

METODOLOGIA MODELOS ARCH Y GARCH

La metodología que se propone, para estimar la volatilidad del tipo de cambio, es mediante la tecnología ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) y 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.

La utilización de un modelo GARCH, por su parte, permite obtener la varianza de los errores, condicional al tiempo. De este modo, se hace caso omiso del supuesto de homocedasticidad que impone una varianza igual de los errores 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, por ejemplo, un proceso GARCH(1,1), donde la varianza condicional depende del primer rezago de los residuos y el primer rezago de la varianza, es como sigue:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t \beta + u_t \\ u_t &\approx (0, h_t) \\ h_t^2 &= \delta_0 + \delta_1 u_{t-1}^2 + \delta_2 h_{t-1}^2 \end{aligned} \quad (1)$$
$$\delta_0 > 0, \quad \delta_1 \geq 0, \quad \delta_2 \geq 0$$

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^2 es la varianza del error. El logaritmo de la verosimilitud para la estimación de un modelo de este tipo es:

$$(2) \quad -0.5 * (\text{LOG}(ht) + ut^2 / ht)$$

Conviene recordar que para identificar la existencia de heteroscedasticidad o, más específicamente, un comportamiento ARCH para los errores de determinada ecuación cualquiera, se utiliza la prueba propuesta por Engle, la que consiste en realizar 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 puede ser evidencia de que la varianza de los errores no es permanente en el tiempo ni independiente de sus rezagos. En otras palabras, se puede suponer la existencia de un proceso ARCH.

Además, si se considera que no existe una forma única de separar los componentes esperados y no esperados de las series, cualquier resultado será condicional a la forma en que se defina y estime el componente de volatilidad. En este trabajo se podría utilizar la combinación de la clásica metodología ARIMA, conjuntamente con la tecnología GARCH a modo de proceder a la estimación conjunta de la media y la varianza condicional por el 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 o volatilidad. Sin embargo, la medida que se obtenga será una varianza condicional, período a período, en el sentido de Evans, por lo que deberá ser asociada, más bien, a la idea de volatilidad de corto plazo.

ANEXO C

METODOLOGÍA, CAUSALIDAD EN SENTIDO DE GRANGER

Para detectar la causalidad en el sentido de Granger, en primer lugar se parte de dos series temporales $\{X_t\}$ e $\{Y_t\}$. Se tiene que la serie $\{Y_t\}$ se explica por los valores pasados de la misma serie $\{Y_t\}$ y, por los valores pasados correspondientes, la serie $\{X_t\}$. Para el efecto se estima

la regresión siguiente, por el método de mínimos cuadrados ordinarios.

$$(1) \quad Y_t = \alpha + \sum \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum \beta_{2i} X_{t-i} + U_t$$

Donde: α es la constante y U_t es un término de perturbación.

En segundo lugar, la serie $\{Y_t\}$, se debe explicar por los valores pasados de la misma serie $\{Y_t\}$, lo cual significa que se debe estimar la anterior regresión, restringiéndola de tal forma que los valores que toman los parámetros serán iguales a cero, en tal sentido.

$$(2) \quad Y_t = \alpha + \sum \beta_{1i} Y_{t-i} + U_t$$

En tercer lugar, se construye un estadístico que permite establecer si la serie $\{X_t\}$ «causa» a la serie $\{Y_t\}$. Si la suma de los residuos al cuadrado que resultan del ajuste de la anterior regresión (2) son estadísticamente mayores a la suma de los residuos al cuadrado que resultan del ajuste de la primera regresión (1); es decir, si empeora el ajuste a restringir que parámetros β_{2i} , valgan cero, implica que no se puede rechazar la hipótesis de que la serie $\{X_t\}$ «causa» a la serie $\{Y_t\}$.

En otras palabras, la relevancia de la definición de causalidad de Granger se basa en que es posible probarla empíricamente. De tal modo, se puede afirmar que si una variable exógena $\{X_t\}$ ayuda a pronosticar una variable endógena, en el sentido de disminuir la varianza de su pronóstico, entonces se dice que la variable exógena es causa, en el sentido de Granger, de la variable endógena, es decir que:

$$\text{Var} \{Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, X_{t-1}, X_{t-2}, \dots\} < \text{Var} \{Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots\}$$

Dicho estadístico a utilizar surge del análisis de varianza, el cual se distribuye como una variable tipo F con grados de libertad en el numerador igual a la diferencia de los grados de libertad de las dos regresiones especificadas, y con grados de libertad en el denominador igual a los grados de libertad correspondiente a la primera regresión.

$$E = \frac{SRC_a - SRC_b}{\frac{m}{\frac{SRC_b}{GL_b}}}$$

Donde:

SRC_a es la suma de los residuos al cuadrado de la regresión con restricciones, SRC_b es la suma de los residuos al cuadrado de la regresión sin restricciones, m es igual a las restricciones, y GL_b son los grados de libertad de la regresión sin restricciones.

Si E es mayor o igual al valor de F en tablas, de acuerdo con el número de grados de libertad, se rechaza la hipótesis nula de independencia entre las variables y se afirma que existe causalidad de $\{X_t\}$ hacia $\{Y_t\}$.

Para realizar la prueba acerca de si la serie $\{Y_t\}$ «causa» a la serie $\{X_t\}$ se siguen los mismos pasos anteriormente enunciados, con la salvedad de que la variable dependiente será la serie $\{X_t\}$, por lo que la regresión con restricciones supone que los parámetros β_1 serán cero.

ANEXO D
CORRELOGRAMA DE DTC_t

Autocorrelación	Correlación Parcial	AC	PAC	Q-Stat	Prob
.***	.***	1 0.350	0.350	34.284	0.000
.*	.	2 0.173	0.058	42.734	0.000
.	*.	3 -0.021	-0.112	42.857	0.000
.	.	4 -0.043	-0.016	43.392	0.000
*.	.	5 -0.073	-0.037	44.893	0.000
*.	*.	6 -0.137	-0.113	50.237	0.000
.	.*	7 -0.021	0.076	50.368	0.000
.	.	8 0.040	0.058	50.830	0.000
.	.	9 0.050	-0.011	51.541	0.000
.*	.	10 0.074	0.049	53.126	0.000
.*	.	11 0.067	0.028	54.421	0.000
.	.	12 0.031	-0.028	54.699	0.000
.*	.*	13 0.071	0.088	56.173	0.000
.	.	14 -0.015	-0.048	56.241	0.000
.	.	15 0.026	0.036	56.438	0.000
.*	.*	16 0.094	0.128	59.062	0.000
.*	.*	17 0.152	0.096	65.947	0.000
.*	.	18 0.074	-0.045	67.570	0.000
.*	.*	19 0.103	0.107	70.745	0.000
.*	.	20 0.091	0.043	73.241	0.000
.*	.	21 0.080	0.022	75.191	0.000
.	.	22 0.011	0.013	75.231	0.000
*.	*.	23 -0.069	-0.065	76.696	0.000
*.	*.	24 -0.093	-0.072	79.335	0.000
*.	.	25 -0.126	-0.052	84.200	0.000
.	.*	26 0.003	0.078	84.204	0.000
.	*.	27 -0.042	-0.089	84.747	0.000
.*	.*	28 0.094	0.104	87.499	0.000
.*	.	29 0.073	-0.012	89.155	0.000
.*	.*	30 0.164	0.080	97.523	0.000
.*	.	31 0.087	0.005	99.916	0.000
.	*.	32 0.002	-0.065	99.917	0.000
.	.	33 0.009	0.011	99.945	0.000
.	.	34 0.002	0.039	99.946	0.000
.	.	35 0.019	0.018	100.06	0.000
.	.	36 -0.023	-0.051	100.22	0.000

ANEXO E
MODELO AUTORREGRESIVO

Variable Dependiente	α	β
ΔTC	0.004479 (0.001957)	0.353790 (0.056826)
Test ARCH(1) No. De observaciones 275	F 0.000399	Observaciones* R^2 0.000402
Test ARCH(2) No. De observaciones 260	F 1.025855	Observaciones* R^2 2.058835

