

**BANCO DE GUATEMALA**

Documentos de Trabajo

**CENTRAL BANK OF GUATEMALA**

Working Papers

No. 139

**Causalidad en sentido Kernel y Quiebres Estructurales desconocidos en la regla de política para conocer las preferencias del Banco de Guatemala**

Febrero 2017

**Autor:**

**Walter Neil Bazán Palomino**

**\*Trabajo ganador del 2do. lugar, reconocimiento otorgado por el Jurado Calificador del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central Dr. Manuel Noriega Morales, Edición XXVIII**





## **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.

# Causalidad en sentido Kernel y Quiebres Estructurales desconocidos en la regla de política para conocer las preferencias del Banco de Guatemala

## Resumen

La causalidad en sentido Kernel muestra que la Tasa de Interés Líder tiene un impacto sobre el nivel de precios y sobre el PIB, no obstante, reacciona ante variaciones del tipo de cambio nominal. El estudio de la regla de Taylor del Banco de Guatemala dentro de un modelo Neokeynesiano para una economía pequeña y abierta muestra que hay ganancia en la estimación cuando se trabaja con el sistema completo; resultados de estimaciones uniecuacionales no deberían utilizarse. De hecho, una regla de política *smooth* que incluya el gap del tipo de cambio describe la dinámica de la tasa de interés. Adicionalmente, se presenta evidencia que hay quiebres estructurales (a priori desconocidos) en esta regla de política, lo que la hace una función no-lineal. En este sentido, se identifican tres regímenes monetarios: [Enero-2005, Junio-2007], [Julio-2007, Septiembre-2014] y [Octubre-2014, Septiembre-2016]. En efecto, se puede ver que el canal de expectativas se ha fortalecido a través del tiempo, en especial en el último régimen donde las variables *forward looking* guían la dinámica de la Curva de Phillips Neokeynesiana y la IS Dinámica. Esto indica un aumento de la credibilidad de la política monetaria. Finalmente, el regla de Taylor estimada para una economía abierta y con quiebres estructurales describe muy bien la evolución de la Tasa de Interés Líder y muestra que las preferencias del Banco de Guatemala han cambiado a través del tiempo.

**JEL:** C32, C51, E31.

**Palabras claves:** Regla de Taylor, Tasa de Interés Líder, Causalidad en sentido Kernel, Quiebres Estructurales, Banco de Guatemala.

## INDICE

1. INTRODUCCION	03
2. EL MODELO TEORICO Y LA METODOLOGIA	08
2.1. El model Neokeynesiano	09
2.2. Causalidad en sentido Granger (Granger Causality)	11
2.3. Causalidad en sentido Kernel (Kernel Causality)	13
2.4. Bai y Perron (2003)	14
3. RESULTADOS	15
3.1. Identificando la Causalidad	15
3.2. Conociendo las preferencias del Banco de Guatemala	18
3.3. Quiebres Estructurales en la regla de Taylor	22
4. DISCUSION	25
4.1. Los Regímenes Monetarios y el modelo Neokeynesiano para Guatemala	25
4.2. Efectividad de la Tasa Líder: ¿hay inconsistencia dinámica en la función de reacción del Banguat?	27
5. CONCLUSIONES	29
REFERENCIAS	30

## 1. INTRODUCCION

La regla de Taylor (1993) ha captado mucha atención en los últimos años pues es una ecuación sencilla para explicar y predecir los cambios de política monetaria. Dentro de la teoría monetaria moderna, el modelo Nekeynesiano se presenta como el punto de partida para hacer el análisis de la política del Banco Central ya que la tasa de interés objetivo se basa en el comportamiento observado de la inflación y del gap del producto. Es decir, el instrumento de política se relaciona con los estados presentes de la economía.

A pesar de su sencillez, la contrastación empírica de la función de reacción del Banco Central no ha podido determinar los valores óptimos de los coeficientes asociados a la inflación y al gap del producto (Taylor, 1999). En este sentido, los coeficientes de una regla de política para una economía cerrada pueden ser distintos al de una economía abierta pues los canales de transmisión no tienen que ser los mismos. De ser el caso, no se puede obviar elementos como movimiento de capitales, términos de intercambio, tipo de cambio nominal y real, entre otros. En realidad no se sabe cuánto puede influenciar el nivel de apertura económica al análisis de esta ecuación pero Clarida et al. (2002) y Galí y Monacelli (2005) muestran que debería depender por lo menos del tipo de cambio nominal. De hecho, los mercados de divisas y de crédito en economías en desarrollo representan canales importantes para la transmisión de los efectos de la política monetaria.

La estimación de la regla de Taylor presenta básicamente dos tipos de problemas. El primero está relacionado con la identificación de la ecuación (Barden et al., 2004). Si esta pertenece a un sistema de ecuaciones conformado por la Curva

de Phillips Neokeynesiana (CPN) y la IS dinámica (ISD), su estimación de manera independiente puede dar resultados sesgados y carentes de significancia estadística<sup>1</sup>.

El segundo problema está relacionado con la estabilidad ya que se asume que la ecuación de la tasa de interés es estable y que toma en consideración los parámetros estructurales de la economía (Galí y Gertler, 1999). En general, debería ser estable a través del tiempo y con relación a la adición de nueva información. Sin embargo, Judd and Rudebusch (1998) y Rudebusch and Svensson (1999) encuentran que estos coeficientes cambian a través del tiempo, al menos para Estados Unidos.

Por tal motivo, creemos que es de suma relevancia hacer un análisis empírico del instrumento de política del Banco de Guatemala (Banguat). Estudiar sus preferencias y la efectividad de la Tasa de Interés Líder (en adelante, Tasa Líder) es crucial en este proceso de transición hacia un esquema monetario de Metas Explícitas de Inflación que se inició en el año 2005. Para tal fin, utilizaremos el modelo Neokeynesiano para una economía pequeña y abierta desarrollado por Galí y Monacelli (2005).

¿Cómo el Banguat afecta a las otras variables macroeconómicas? ¿Es realmente efectiva y estable la ecuación de la Tasa Líder? Son preguntas

---

<sup>1</sup> Hay una ganancia de información al estimar el sistema de ecuaciones en su conjunto. Obviar este detalle puede llevar a que la regla de Taylor presente información errada acerca de la dinámica de las variables, alterar la significancia de los tests en materia de inferencia estadística y sesgo en la cuantificación de los costos de inflación y la propensión del Banco Central hacia la inflación y el gap de producto.

interesantes de responder y, por consiguiente, el primer objetivo de este documento es aportar al debate académico de cómo el Banguat modifica su tasa de interés para alcanzar su objetivo de corto plazo como la estabilización del PIB a su nivel potencial, así como el de largo plazo como control de la inflación. Es más, según sus comunicaciones periódicas, la autoridad monetaria desea disminuir la volatilidad del tipo de cambio nominal. Si para alcanzar estos objetivos el Banguat sigue una regla, es crucial saber si esta es estable. Caso contrario, ¿es posible identificar regímenes monetarios?

Cabe señalar que tal como Taylor (1993) y Clarida et al. (2002) mencionan, el Banguat no sigue una regla tan simple como la que ellos proponen y la que se pretende estimar. No obstante, esta sirve para entender cuál es el comportamiento del instrumento de política y por ende, tener un modelo básico para poder predecir cambios futuros de la tasa de interés.

El estudio desarrollado en este documento comienza con un análisis de la causalidad entre la Tasa Líder y las otras variables macroeconómicas que el Banguat considera importantes para la toma de decisiones de política. Se aplica el método de *Kernel Causality* o Causalidad en sentido Kernel la cual utiliza una nueva herramienta estadística llamada *Generalized Measure of Correlation* – GMC o Medida de Correlación Generalizada, basada en regresiones kernel no paramétricas (Vinod, 2013). El método GMC es superior a la causalidad en sentido Granger (1969) – generalmente utilizada y que sólo mide un grado de asociación entre las variables – no sólo porque utiliza medidas de causalidad que no son

simétricas sino también porque no se restringe al estudio de la causalidad lineal entre las variables o la normalidad de los errores.

El siguiente paso es cuantificar las preferencias del Banguat y para ello, el resto de la investigación puede ser dividido en dos etapas. En una primera etapa, se utiliza el modelo desarrollado por Galí y Monacelli (2005) para saber si las estimaciones de las distintas reglas de Taylor son sensibles a la adición de mayor información. En otras palabras, si los resultados de estimar esta ecuación por si sola difiere de los resultados del sistema en su conjunto mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), Regresiones Aparentemente no Relacionadas (SUR) y Método Generalizado de Momentos (GMM).

La segunda etapa se caracteriza por evaluar la estabilidad de la función de reacción. Para tal fin, se escoje la técnica de Bai y Perron (2003) ya que, a diferencia de estudios anteriores, esta no asume fechas de quiebres ex-ante y estima endógenamente tanto las fechas como los estimadores. Por último, luego de evaluar los potenciales quiebres en la ecuación de la tasa de interés, se estima el mismo modelo Nekeynesiano para cada régimen monetario.

La importancia del documento se basa en no hay estudios anteriores para Guatemala en los cuales se haga un análisis profundo de la causalidad de la Tasa de Interés Líder utilizando estimaciones no paramétricas de funciones de densidad, i.e., causalidad en sentido Kernel. Tampoco se encuentran investigaciones que estudien quiebres estructurales de la regla de política del Banguat en el marco del modelo Nekeynesiano. En efecto, la literatura (no sólo a nivel de países en desarrollo) sobre potenciales cambios estructurales de la tasa de interés es escasa.

Por ejemplo, con relación a la tasa de interés real de Estados Unidos, García y Perron (1996) encuentran dos quiebres (1973 y 1981) y Bai y Perron (2003) encuentran tres quiebres (1966, 1972 y 1980). Asimismo, para economías en vías de desarrollo, Bazán-Palomino y Rodríguez (2014) encuentran dos quiebres en la regla de Taylor del Banco Central de Reserva del Perú (2006 y 2009).

Finalmente, hay un valor agregado adicional del presente documento. A consecuencia de la estimación del modelo de Gali y Monacelli (2005), se puede estudiar la Curva de Phillips Nekeynesiana y la IS Dinámica para la economía guatemalteca. Dos ecuaciones fundamentales que permiten entender el mecanismo de transmisión de un choque monetario a través del sistema. Gracias a ellas, se puede saber si las expectativas de inflación son relevantes para explicar el comportamiento de la inflación y del gap del producto; medir el costo de inflación y desinflación así como la inercia de la dinámica del nivel de precios de la economía guatemalteca.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta el modelo Nekeynesiano que servirá como marco teórico de la regla de Taylor para su contrastación empírica. También se hace una breve descripción de la causalidad en sentido Granger, la causalidad en sentido Kernel y el procedimiento Bai y Perron (2003) para estimar simultáneamente las fechas desconocidas de quiebres estructurales y el vector de parámetros del modelo teórico. Los resultados son presentados en la sección 3 y en la sección 4, se expone la relevancia de la causalidad de la tasa de interés y la identificación de los

diferentes regímenes monetarios para el Banguat. Finalmente, la sección 5 muestra las conclusiones de esta investigación.

## 2. EL MODELO TEORICO Y LA METODOLOGIA

En el presente documento se utiliza datos mensuales desde Enero – 2005 hasta Septiembre – 2016. Las series económicas fueron obtenidas de la base de datos del Banguat: IPC<sup>2</sup>, IPC subyacente, Índice Mensual de la Actividad Económica (IMAE), Tipo de Cambio Nominal promedio del periodo y Tasa de Interés Líder. El precio del petróleo se obtuvo de la Reserva Federal de Saint Louis (FRED). Para tener las series con el mismo año base, en la misma moneda y evitar la doble contabilidad, se escogió el tipo de cambio de Diciembre – 2010 para convertir a moneda doméstica el precio del petróleo.

La inflación (como la inflación subyacente) para esta economía es internanual y se define como  $\pi_t = \ln(IPC_t) - \ln(IPC_{t-12})$  donde  $\ln(IPC_t)$  es la transformación logarítmica sin estacionalidad del IPC en el periodo  $t$ . En numerosos estudios sobre el model Nekeynesiano, el gap del producto se obtiene de la siguiente manera. Se hace una transformación logarítmica del IMAE, se desestacionaliza y luego se extrae la tendencia mediante el filtro de Hodrick y Prescott (1997). Luego se toma la desviación anual respecto a esta tendencia la cual la definimos como  $x_t$ . Este procedimiento se realizó para el resto de variables

---

<sup>2</sup> Para tener una serie histórica, se tuvo que cambiar el IPC 2000-2011 con año base 2000 al 2010. Luego el IPC 2010-2016 con año base 2010 completó la serie.

ya sea para calcular su variación porcentual anual o su desviación anual respecto de su tendencia de largo plazo.

Luego, siguiendo Galí y Gertler (1999) y Galí, Gertler y Lopez-Salido (2001) y en línea con la hipótesis de las expectativas racionales se reemplaza el valor esperado para el periodo  $t + 1$  con la realización de la variable en el periodo  $t + 1$ . Es decir,  $E_t\{\pi_{t+1}\} = \pi_{t+1}$  y  $E_t\{x_{t+1}\} = x_{t+1}$  ya que el error de predicción para el periodo  $t + 1$  no está correlacionado con el conjunto de información en el periodo  $t$ .

### **2.1. El model Neokeynesiano**

Dentro de la literatura de un modelo Neokeynesiano para una economía pequeña y abierta, Gali y Monacelli (2005) ofrecen un marco teórico que se ajusta a la realidad de Guatemala. Cabe resaltar que la política monetaria se modela endógenamente siendo la Tasa Líder el instrumento de política en lugar de un agregado monetario que sigue un patrón de comportamiento exógeno. El modelo incorpora elementos de una economía abierta para el análisis de la tasa de interés, precisamente permite evaluar cuál es el rol del tipo de cambio nominal en el diseño de una política óptima y cuál es el nivel de volatilidad cambiaria permitida u óptima.

Los coeficientes de las condiciones de equilibrio, i.e., la CPN y la ISD, dependen de el grado de apertura y la sustituibilidad de los bienes nacionales y extranjeros. Adicionalmente, este modelo tiene la particularidad de rescatar muchas de las evidencias de los efectos de la política monetaria y los shocks tecnológicos para economías pequeñas y abiertas.

$$\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t+1}\} + k_\alpha x_t \quad (1)$$

$$x_t = E_t\{x_{t+1}\} - \frac{1}{\sigma_\alpha} (i_t - E_t\{\pi_{t+1}\} - rr_t) \quad (2)$$

$$i_t = rr_t + \varphi_\pi \pi_t + \varphi_x x_t \quad (3)$$

A diferencia de Galí y Monacelli (2005), utilizamos inflación en lugar de inflación doméstica por dos motivos. El primero es que el Banguat tiene en cuenta la inflación y las expectativas de inflación para la toma de decisiones de política monetaria, no la inflación doméstica (que tampoco es la inflación subyacente). El segundo motivo queda claro en Clarida et al. (2002), donde se puede ver que las ecuaciones de Galí y Monacelli (2005) pueden ser re-escritas como (1) – (3). El argumento es que la inflación doméstica y los términos de intercambio son subconjuntos de la inflación.

Para fines del estudio, la ecuación (3) puede tomar las siguientes formas, teniendo en cuenta que la meta de inflación del Banguat es de 4% y que además, busca reducir la volatilidad del tipo de cambio nominal:

$$i_t = \alpha_9 + \alpha_{10}(\pi_t - \pi^*) + \varepsilon_{1,t} \quad (3.1)$$

$$i_t = \alpha_9 + \alpha_{10}(\pi_t - \pi^*) + \alpha_{11}x_t + \varepsilon_{2,t} \quad (3.2)$$

$$i_t = \alpha_9 + \alpha_{10}(\pi_t - \pi^*) + \alpha_{11}x_t + \alpha_{12}e_t + \varepsilon_{3,t} \quad (3.3)$$

$$i_t = (1 - \rho)(\alpha_9 + \alpha_{10}(\pi_t - \pi^*) + \alpha_{11}x_t) + \rho i_{t-1} + \varepsilon_{4,t} \quad (3.4)$$

$$i_t = (1 - \rho)(\alpha_9 + \alpha_{10}(\pi_t - \pi^*) + \alpha_{11}x_t + \alpha_{11}e_t) + \rho i_{t-1} + \varepsilon_{5,t} \quad (3.5)$$

donde  $\pi^*$  es la meta de inflación y  $e_t$  es el gap del tipo de cambio nominal.

De acuerdo a la ecuación (3.1), la tasa de interés responde sistemáticamente al gap de la inflación del IPC. Las ecuaciones (3.1) y (3.2) implícitamente asumen

un *crawling peg*, donde no se permite fluctuar significativamente al tipo de cambio y es por eso que  $e_t = 0$ .

Por su parte, las ecuaciones (3.4) y (3.5) muestran una regla de política suave (*Smooth Taylor Rule*) donde el Banco Central no responde instantáneamente y por el contrario, lo hace gradualmente hacia el nivel deseado (Judd and Rudebusch, 1998). Es decir, un coeficiente  $\rho$  elevado significa que el ajuste es lento. Una de las ventajas de estas ecuaciones es que el primer rezago de la Tasa Líder puede ser visto como una variable *proxy* de las otras variables omitidas en el modelo.

Por último, todas estas ecuaciones son especificaciones ex-post de la regla de Taylor ya que la tasa de interés está condicionada al gap contemporáneo de cada una de las variables de la ecuación.

## **2.2. Causalidad en sentido Granger (Granger Causality)**

Los regresores endógenos son frecuentes en modelos macro-económicos y el hecho de no tener una buena medida de “causalidad” puede generar resultados incorrectos en términos de inferencia, más allá de producir estimadores sesgados. Lo principal en este tipo de análisis es determinar la dirección de los efectos causales más que de la magnitud de los mismos.

Estadísticamente hablando, la causalidad es un tipo de dependencia, donde inferimos la dirección como resultado del conocimiento de la estructura temporal y la noción de que la causa tiene que preceder al efecto.

En este sentido, para Granger (1969), X causa a Y (en sentido Granger) si valores pasados de X y Y predicen mejor (o explican) valores futuros de Y que simplemente utilizando valores pasados de Y. Asumiendo dos procesos estocásticos  $\{Y_t\}$  y  $\{X_t\}$ , decimos que  $\{X_t\}$  no causa en sentido Granger a  $\{Y_t\}$  si

$$E(y_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = E(y_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots) \quad (4)$$

$$y_t = \alpha + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \gamma_1 x_{t-1} + \dots + \gamma_p x_{t-p} \quad (5)$$

donde la hipótesis nula  $H_0: \gamma_1 = 0, \dots, \gamma_p = 0$  se puede testear mediante un test de Wald.

El problema es que si hay una tercera variable causando a  $\{Y_t\}$  y  $\{X_t\}$ , entonces se puede tener causalidad espúrea.

Algo no muy conocido por la mayoría de los investigadores es que Granger también definió la “causalidad instantánea” al incluir valores presentes y pasados de las variables. Este tipo de causalidad tiene un problema adicional, que el estadístico  $R^2$  de la regresión lineal y gaussiana entre  $\{Y_t\}$  y  $\{X_t\}$  es el mismo que entre  $\{X_t\}$  y  $\{Y_t\}$ . De haber causalidad instantánea, es casi imposible determinar la dirección de la causalidad. En este sentido, Holland (1986) menciona que la causalidad en sentido Granger tiene algunas limitantes y que para series económicas sólo puede medir un grado de asociación.

### **2.3. Causalidad en sentido Kernel (Kernel Causality)**

Zheng et al. (2012) y Vinod (2013) estudian la causalidad instantánea mediante una regresión kernel (*Kernel Causality*)

$$Y = g(X) + \epsilon = E(Y|X) + \epsilon \quad (6)$$

donde la forma funcional de  $g(\cdot)$  es desconocida (no-lineal) y no paramétrica, pero se asume que es una función suave (*smooth function*). La Medida de Correlación Generalizada - GMC (*Generalized Measure of Correlation*) es básicamente el estadístico  $R^2$  de la regression kernel<sup>3</sup> entre  $\{Y_t\}$  y  $\{X_t\}$  y entre  $\{X_t\}$  y  $\{Y_t\}$ . Se define  $\delta = G(X|Y) - G(Y|X)$  donde un valor negativo de  $\delta$  indica que X predice mejor Y que vice versa, i.e., X causa en sentido Kernel a Y. Un valor positivo indica lo contrario. Inclusive, se puede incluir regresores adicionales para utilizarlos como controles con el fin de identificar si hay una tercera variable que afecta la causalidad entre las variables que están siendo estudiadas.

La causalidad mediante kernel tiene la ventaja de la no-normalidad de la distribución conjunta de las variables y de la no-linealidad de la relación entre ellas. Si no hay una forma funcional relacionando Y y X, pues la estimación mediante una regression kernel no daría parámetros pues no existiría una forma matemática (funcional) entre las variables.

Utilizando un *kernel smoothing* para estimar la densidad conjunta  $f(x, y)$  dividida entre la densidad marginal  $f(x)$ , podemos escribir  $g_1(x)$  como la estimación de la función de la media condicional  $G_1(x)$  de la siguiente manera

$$g_1(x) = \frac{\sum_{t=1}^T Y_t K\left(\frac{X_t - x}{h}\right)}{\sum_{t=1}^T K\left(\frac{X_t - x}{h}\right)}$$

<sup>3</sup> Si bien se utiliza el criterio de  $R^2$ , existen otros dos criterios para evaluar la causalidad en sentido kernel: a) utilizando el valor absoluto del gradiente y b) residuos medios absolutos.

donde  $K(\cdot)$  es la función gaussiana del kernel y  $h$  el parametro *bandwidth*.

Por ultimo, para poder controlar la causalidad en sentido Kernel por alguna tercera variable, se recomienda ver Vinod (2013), ya que se explica detalladamente el concepto de Dominancia Estocástica y los diferentes criterios para elaborar un número índice que nos indique la dirección de la causalidad.

#### 2.4. Bai y Perron (2003)

Este método pertenece a la literatura del análisis y detección de quiebres estructurales de manera endógena los cuales son desconocidos. Cada una de las siguientes ecuaciones, conjuntamente con las distintas reglas de Taylor, serán sometidas a un análisis de quiebres estructurales.

$$\pi_t = \alpha_1 + \alpha_2 E_t\{\pi_{t+1}\} + \alpha_3 x_t + \varepsilon_{\pi,t} \quad (7)$$

$$x_t = \alpha_4 + \alpha_5 E_t\{x_{t+1}\} + \alpha_6 i_t + \alpha_7 E_t\{\pi_{t+1}\} + \alpha_8 r r_t + \varepsilon_{x,t} \quad (8)$$

De manera general,

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t$$

$y_t$  es la variable dependiente en el momento  $t$ ,  $x_t$  es el vector de variables explicativas,  $z_t$  es una matriz de variables *dummy* que registran los cambios estructurales,  $u_t$  es el término de error,  $\beta$  y  $\delta_j$  son los vectores de parámetros, “ $j$ ” denota las fechas de cambio estructural (particiones del espacio muestral) representadas por puntos desconocidos que son estimados junto con los parámetros para  $T$  observaciones disponibles.

El primer punto de cambio es identificado como aquel que minimiza la suma de errores al cuadrado el cual se determina mediante el máximo valor del estadístico sup-Wald (supra Wald). En otras palabras, el estimador que minimiza la suma de errores al cuadrado es el mismo que maximiza el estadístico sup-Wald. En ese punto la muestra es dividida en dos segmentos y en las observaciones posteriores a este primer quiebre se realiza un procedimiento similar hasta encontrar una nueva fecha de cambio estructural.

El método calcula los valores críticos para el estadístico sup-Wald, estudian el tamaño y el poder de las pruebas para cambios estructurales, los límites de cobertura de los intervalos de confianza para los puntos de cambio y permite autocorrelación y heterocedasticidad. Finalmente, se asume que las variables son  $I(0)$ .

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Identificando la Causalidad**

Se va a iniciar el análisis desde lo más básico para ver como cambian los resultados de la causalidad cuando se utilizan distintos métodos. Para empezar, podemos observar en la Tabla 1 los resultados del coeficiente de correlación de Pearson, los cuales indican que hay un bajo nivel de asociación lineal entre la Tasa Líder y el IPC y el IPC subyacente, cuando uno esperaría que sea mayor. De igual manera, la correlación con el Tipo de Cambio es casi cero. El problema con esta medida estadística es que asume una relación lineal, no establece si hay causalidad entre las variables ni la direccionalidad de la misma. Puede que haya una tercera

variable que esté causando a ambas por lo que su aporte para identificar causalidad es casi nulo.

Cuando uno empieza a estudiar la causalidad entre las variables utilizando el técnica de Granger, hay resultados que llaman la atención. En la Tabla 2 se reportan los mejores resultados, no obstante, se probó con distintas combinaciones de rezagos  $t - k$  donde  $k \in \{1, \dots, 15\}$ . Este tipo de causalidad indica que la Tasa Líder no afecta al IPC ni al IPC subyacente, lo cual puede dar de un indicio de la efectividad de política. No obstante, estos dos índices de precios si afectan a la tasa de interés. Por su parte, el instrumento de política tiene un impacto en el PIB después de 14 periodos, es decir, es muy laxa y con mucho rezago. Caso contrario es el tipo de cambio el cual si afecta a la tasa de interés y en el corto plazo (dos rezagos).

Más allá de la doble dirección de la causalidad entre la tasa de interés y el PIB y el TC, respectivamente, se puede decir que la Tasa Líder es causada en sentido Granger por todas las variables. Esto indicaría que el Banguat toma en consideración la información de estas para la toma de decisiones.

Tal como se mencionó en la sección anterior, la causalidad en sentido Granger presenta la limitante de linealidad y de la posibilidad de que una tercera variable cause resultados espúreos. Por tal motivo, se analiza la causalidad utilizando el enfoque de regresión Kernel.

Para entender los resultados de la causalidad en sentido Kernel primero definamos  $r(x|y)$  como un elemento de la matriz de la Tabla 3, donde se reporta

las causas en las columnas y las respuestas en las filas. Se considera el mayor valor absoluto  $r(x|y)$  para determinar la dirección de la causalidad. Por ejemplo,  $r(PIB|Líder) = -0.67$  y  $r(Líder|PIB) = -0.94$  lo cual indica que el PIB causa a la Tasa Líder. De igual manera se puede concluir que:

- El IPC, IPC subyacente, el precio del petróleo causan en sentido Kernel a la Tasa Líder.
- El Tasa Líder causa en sentido Kernel al Tipo de Cambio, resultado opuesto al encontrado con la causalidad en sentido Granger. Si bien puede haber simultaneidad, según la regresión Kernel nos dice que es más probable esta dirección de la causalidad.
- Los efectos no son simétricos y admite causalidad no-lineal entre las variables estudiadas; nosotros nos enfocamos en los determinantes de la tasa de interés.

Para investigar a profundidad la efectividad de la Tasa Líder, se analiza la causalidad entre el IPC, el PIB y la Tasa Líder controlando por el Tipo de Cambio (TC), el precio del petróleo (Petróleo) y el IPC subyacente. De igual manera, se realiza el mismo estudio entre el Tipo de Cambio, el IPC y la Tasa Líder controlando por el PIB, el precio del petróleo y el IPC subyacente. Por último, se estima la causalidad entre la Tasa Líder, el Tipo de Cambio y el PIB, controlando por las otras variables.

Para interpretar las estimaciones, hay que tener en cuenta que lo que se muestra es un número índice  $\epsilon$   $[-3.175, 3.175]$  el cual resume tres tipos de criterios. Dos de ellos pertenecen a la literatura de Dominancia Estocástica y el tercero es el coeficiente GMC definido en la sección anterior.

La Tabla 4 muestra que la Tasa Líder causa en sentido Kernel al PIB y al IPC, cuando se remueven los efectos de cualquiera de los controles: TC, IPC subyacente o Petróleo. También se puede ver que cuando se controla por PIB, el TC causa a la Tasa Líder y esta última, al IPC. La misma dirección de causalidad se obtiene si se controla por IPC subyacente o Petróleo.

Algo que resalta de las estimaciones Kernel es que la Tasa Líder si reacciona frente a cambios en el TC y que el instrumento de política monetaria causa al PIB y el IPC. Este estudio más robusto de causalidad nos indica que el Banguat toma información de las variables que reflejan el estado de la economía guatemalteca y toma en consideración variables de economía abierta como el tipo de cambio y el precio del petróleo. Esta contrastación empírica fortalece la idea que el modelo Neokeynesiano propuesto se ajusta a la economía de Guatemala.

### **3.2. Conociendo las preferencias del Banco de Guatemala**

En la sección 3.1, se pudo ver que el Banguat no sólo reacciona al nivel de precios de la economía sino también toma en cuenta el nivel del producto y el tipo de cambio. En esta parte del documento se investiga potenciales quiebres estructurales (desconocidos a priori) de la función de reacción del Banguat dentro del marco teórico del modelo Neokeynesiano.

Lo que se desea saber es si las estimaciones de las distintas reglas de Taylor son sensibles a la adición de mayor información. Es decir, si los resultados de estimar esta ecuación por sí sola difiere de los resultados del sistema en su conjunto mediante tres métodos distintos: OLS, SUR y GMM. Para la estimación GMM se utiliza como variables instrumentales 9 rezagos de la inflación (inflación subyacente en algunos casos), gap del producto, tasa de interés, gap del precio del petróleo y gap del tipo de cambio<sup>4</sup>. Luego de elegir el mejor modelo sin cambios estructurales, se procede a estimar las fechas de los quiebres para identificar los regímenes monetarios de Guatemala. Para finalizar, se estima la CPN, la ISD y la regla de política para cada régimen.

El Gráfico 1 muestra que durante los años 2008 y 2009 (periodo de crisis *subprime*), hay una caída significativa del gap del producto seguida de un declive del gap de la inflación; este último llegando a ser negativo por un periodo considerable. Además, se puede ver que desde mediados del año 2012, el Banguat consiguió reducir la inflación y colocarla muy cerca de la meta propuesta a pesar que el gap del producto fue positivo. Por otro lado, el gap del tipo de cambio subió radicalmente durante la crisis llegando a ser positivo por varios años. Luego, desde principios del año 2012, ha estado cercano a cero.

La Tabla 5 muestra que el estimador asociado a la inflación es significativo independientemente del método de estimación o de utilizar el sistema de

---

<sup>4</sup> Para un tamaño de muestra en particular, se estimó el modelo con diferentes número de rezagos de las variables instrumentales y distintas combinaciones de ellas, pero sólo se reportan los mejores resultados.

ecuaciones en su conjunto. Lo que si se puede apreciar es que el valor de  $\alpha_{10}$  aumenta cuando se estima todo el sistema en lugar de la ecuación de forma independiente y que los resultados de la estimación GMM muestran una mejor bondad de ajuste.

Cuando se incluye el gap del producto en la regla de Taylor (ver Tabla 6), el único resultado que es estadísticamente significativo es el de GMM. No obstante, carece de sentido económico y en línea con las otras especificaciones,  $\alpha_{11}$  tiene un valor cercano a cero. Apararentemente el gap del producto no es relevante para la toma de decisiones de política monetaria lo cual contradice lo encontrado mediante la causalidad en sentido Kernel.

Pero cuando se incluye el gap del tipo de cambio, todas las estimaciones mejoran haciendo significativo el estimador asociado al gap del producto, que anteriormente no lo era (ver Tabla 7). Un hecho consistente con todas las estimaciones anteriores es que el método GMM genera un mejor resultado.

Por último, se estimó una regla de política suave. La inclusión del primer rezago de la Tasa Líder mejora la estimación del modelo (ver Tabla 8)<sup>5</sup>. Al igual que en los casos anteriores, la inclusión de la CPN y la ISD mejoran los resultados.

Antes de analizar los posibles quiebres, es necesario comparar los resultados GMM del sistema completo para las distintas especificaciones de la tasa de interés. La Tabla 9 muestra que en términos generales, los resultados son muy

---

<sup>5</sup> Si bien se hicieron las estimaciones de la regla de política "Smooth" incluyendo el gap del producto, sólo se muestran los resultados incluyendo el gap del tipo de cambio (ecuación 3.5) por su superioridad.

parecidos en términos de la CPN y la ISD, pero la regla de Taylor 3.5.  $(\pi_t, x_t, e_t, i_{t-1})$  es superior a la 3.4.  $(\pi_t, x_t, e_t)$  y a las otras especificaciones.

En cuanto a la CPN, se puede decir que un aumento de 1% en las expectativas de inflación incrementa de manera proporcional la inflación actual ( $\alpha_2$ ), el gap del producto tiene un impacto negativo en  $\pi_t$  y, esta estimación tiene una alta bondad de ajuste. Con relación a la ISD, se puede ver que tanto  $E_t\{\pi_{t+1}\}$  como  $E_t\{x_{t+1}\}$  son las variables que guían la dinámica de la demanda agregada; resultados en línea con el modelo teórico. Asimismo, si al coeficiente asociado a la tasa de interés le restamos el coeficiente asociado a la tasa de interés de largo plazo ( $\alpha_6 - \alpha_8 < 0$ ), obtenemos un valor negativo pero cercano a cero. Esto indica que la Tasa Líder tiene un efecto laxo sobre el gasto agregado de la economía o demanda agregada.

El intercepto de la regla de Taylor es la tasa de largo plazo asociada a la estructura de la economía ( $rr_t$ ), la cual Gali y Monacelli (2005) asumen fija. El coeficiente  $\alpha_9$  es igual a 3.9 cuando se incluye  $(\pi_t - \pi^*)$  y  $x_t$ , 4.3 cuando además se incluye el gap del tipo de cambio y 2.5 cuando se estima una regla de política suave. Se puede decir que la tasa de interés de la economía guatemalteca está alrededor de 4%, la cual es compatible con el resultado obtenido mediante el filtro Hodrick y Prescott (1997) la cual oscila entre 3% y 5%.

Cabe resaltar que la estimación del sistema Nekeynesiano con una regla de política suave mejora únicamente los resultados de la ecuación de la tasa de

interés. Las preferencias del Banguat respecto al gap de la inflación y al gap del producto aumentan considerablemente y son pro-cíclicas.

Algo importante de mencionar es que todas estas especificaciones tienen un buen performance de significancia estadística y dado que el estadístico J-stat es igual a 0.204 en todos los casos, se puede concluir que las variables instrumentales utilizadas en las estimaciones son validadas por los datos.

### **3.3. Quiebres Estructurales en la regla de Taylor**

En esta etapa del estudio vamos a permitir quiebres estructurales en la regla de Taylor del Banguat. Estos quiebres son desconocidos y no se impone ningún tipo de restricción para la estimación de estas fechas; tampoco para la estimación del vector de parámetros de las ecuaciones (3.1) – (3.5). Para tal fin, el procedimiento Bai y Perron (2003) no admite variables  $I(1)$  y la no estacionariedad de las series macroeconómicas pueden ser confundidas con quiebres estructurales. En este sentido, los distintos test de raíz unitaria aplicados a la Tasa Líder muestran que la serie es estacionaria (Kwiatkoski-Phillips-Schmidt-Shin, Elliot-Rothenberg-Stock y Ng-Perron).

El procedimiento que se sigue es similar al empleado por Nason y Smith (2008) y Bazán-Palomino y Rodríguez (2014). Primero, se evalúa cuál de las reglas propuestas tiene mejor performance en términos de cambios estructurales y significancia estadística y económica. Luego, con la información del paso anterior, se procede a estimar el modelo Neokeynesiano presentado en el sección 2.

Sea  $\hat{t}$  las fechas de cambios estructurales, se estimó la regla de política con  $\hat{t} \in \{2,3,4,5\}$ , distintos *trimming* y permitiendo un *prewhitening*. Esta última es una técnica que sirve para hacer que los residuos se comporten como un ruido blanco (*white noise*). Los resultados fueron sensibles al hacer que el intercepto de la tasa de interés cambie a través del tiempo.

Los resultados de las Tablas 10 y 11 muestran que es mejor utilizar  $e_t$  como variable explicativa, hacer que el intercepto cambie dentro de los regímenes monetarios y que, nuevamente, un regla de Taylor suave mejora las estimaciones tanto de las fechas de los quiebres como de los parámetros. A pesar que hay coeficientes que no son estadísticamente significativos se puede observar que sí hay regímenes monetarios, es decir, las preferencias del Banguat cambian a través del tiempo. De acuerdo a estas tablas, la primera fecha de quiebre se encuentra entre la observación 28 (Marzo-2007) y la 35 (Noviembre-2007). De igual forma, la segunda fecha de quiebre esta entre la observación 117 (Septiembre-2014) y 119 (Noviembre-2014).

Como en los casos anteriores, se realizaron estimaciones alternativas a las que se muestran en la Tabla 10 pero estas no superan a los resultados que se reportan. Empero, hay fechas de quiebres ( $\hat{t}$ ) que se deberían mirar con cuidado. Por ejemplo, se encuentran cambios estructurales en las observaciones 46 (Octubre-2008), 56 (Agosto-2009) y 74 (Febrero-2011). Creemos que si permitimos más de tres regímenes monetarios, esta puede carecer de sentido económico y habría un sobre ajuste de los datos. Es importante notar que las fechas 46 y 56

corresponden al inicio de la crisis *subprime* en Estados Unidos. Por ello, se estimó con un sólo cambio estructural (Octubre-2008) pero los resultados no fueron superiores<sup>6</sup>.

Finalmente, las fechas de quiebre de la Tabla 11 se toman para estimar el sistema de ecuaciones del modelo Nekeynesiano mediante GMM. Los resultados de las Tabla 12 y 13 muestran que mejora la significancia estadística de los parámetros en su conjunto, y para nuestro fin, los que están asociados a las preferencias del Banguat. La riqueza de estos resultados es que podemos analizar la CPN y la ISD de manera conjunta con la tasa de interés.

A diferencia de los resultados de la Tabla 9, el poder explicativo de las expectativas de inflación se incrementa cuando pasa de un régimen a otro, en particular, durante el segundo. Esto genera un desplazamiento de la CPN y de la ISD. El mismo efecto tienen las expectativas del exceso de demanda sobre las ecuaciones mencionadas. Con relación a la ISD, se puede ver que el impacto de la tasa de interés se fortalece en el segundo régimen y se debilita en el tercero.

A diferencia de las estimaciones uniecuacionales, los resultados de la Tabla 13 muestran que el intercepto de la función de reacción del Banguat no tiene cambios abruptos. Si bien los estimadores tienen significancia estadística, no tienen los signos esperados en el tercer régimen.

Al contrastar la tasa de interés generada por la estimación de la regla 3.3 dentro del sistema sin quiebres (Tabla 9) con uno que sí admite cambios

---

<sup>6</sup> Los resultados están disponibles según se soliciten.

estructurales (Tabla 12), se puede ver que esta última tiene un mejor performance para describir la evolución de la Tasa Líder (ver Gráfico 2). No obstante, la regla de política 3.5 sin quiebres (Tabla 9) y con quiebres (Tabla 13) caracterizan la evolución de la Tasa de Líder casi vis-à-vis (ver Gráfico 3).

## **4. DISCUSION**

### **4.1. Los Regímenes Monetarios y el modelo Neokeynesiano para Guatemala**

Lo primero que hay que resaltar de los resultados expuestos en este documento es que, al margen de la precisión de la estimación del punto de quiebre, se identifican tres regímenes monetarios para Guatemala:

- Régimen 1: Periodo inicial del esquema de Metas de Inflación (Enero – 2005, Junio – 2007)
- Régimen 2: Periodo de la crisis *subprime* (Julio – 2007, Septiembre – 2014)
- Régimen 3: Periodo de consolidación del canal de expectativas racionales (Octubre – 2014, Septiembre – 2016)

Según las comunicaciones del Banguat en el año 2007, la Junta Monetaria ajustó la Tasa Líder en 6 oportunidades, pasando de 5% a principios de año a 6.5%, al final del mismo. De igual manera, en el año 2014, la Junta Monetaria redujo 4 veces la Tasa Líder y si extendemos el periodo hasta los primeros meses del año 2015, se puede ver que la tasa de interés del Banguat bajó de 5% en Enero – 2014 a 3.5% en Febrero – 2015. El algoritmo desarrollado por Bai y Perron (2003) parece

encontrar los quiebres estructurales durante estos dos periodos de cambios persistentes en la tasa de interés.

El modelo de competencia monopolística, con empresas que optimizan los precios *a la Calvo* en el contexto de una economía pequeña y abierta como Galí y Monacelli (2005) o Clarida et al. (2002) proponen, parece ajustarse a los datos de Guatemala. Por ende, puede ser útil para el análisis de política monetaria.

Es por ello que las estimaciones econométricas ganan solidez cuando se incorpora a la estimación de la regla de Taylor, las otras dos ecuaciones del sistema. Las estimaciones uniecuacionales podrían dar una información errada de que el Banguat no toma en cuenta el gap del producto en su función de reacción.

Si bien hemos identificado cambio en el vector de parámetros de todo el modelo Neokeynesiano, queda para el debate si es que el intercepto de la regla de política cambia a través del tiempo. Tal como se mencionó anteriormente, si hay un cambio hacia abajo del intercepto, esto mostraría que la tasa de interés de largo plazo está alcanzando un nivel de equilibrio menor al que existía en el año 2005. Sin embargo, la regla de Taylor suave y con quiebres indica que si bien hay cambios, estos no son considerables. Complementariamente a los quiebres en el intercepto, la tasa natural de largo plazo de Guatemala obtenida por el filtro Hodrick y Prescott (1997) muestra que hay una tendencia a la baja.

Respecto a la regla *Smooth*, se puede ver que  $\rho = 0.935$  cuando se estima el sistema por GMM y sin quiebres. Cuando se admite cambios estructurales, en el

segundo régimen tiene un valor de 0.587, lo que indica una reacción más rápida del Banguat frente a los estados de la economía guatemalteca.

Algo que no está del todo claro es el rol del gap del producto en la Curva de Phillips Neokeynesiana. Se sabe que este es una variable del costo marginal y esperaríamos que tenga un impacto positivo en la oferta agregada de corto plazo. No obstante, el poder explicativo de esta variable en la IS dinámica y la regla de Taylor es el que esperamos.

Para finalizar, es un hecho que el Banguat reacciona al tipo de cambio nominal y según la propia entidad monetaria, desea reducir la volatilidad cambiaria. Efectivamente, la preferencia por responder ante cambios de esta variable se ha incrementado a través del tiempo, incluso es más fuerte que el control de la demanda agregada medida por el gap del producto.

#### **4.2. Efectividad de la Tasa Líder: ¿hay inconsistencia dinámica en la función de reacción del Banguat?**

Tal como diría Milton Friedman “tenemos inflación porque la esperamos, y la esperamos porque la hemos tenido”. El canal de expectativas parece fortalecerse a través del tiempo y en un contexto de agentes racionales, la credibilidad de la política monetaria toma tiempo en construirse. Creemos que el Banguat está en esta línea. El *inflation targeting* disciplina a la autoridad monetaria a mantener una inflación de 4% y a la transparencia de sus decisiones.

Si los agentes incrementan sus expectativas de inflación, entonces la CPN de Guatemala se desplaza a un nivel superior. Al ser un sistema de ecuaciones, el

efecto de las expectativas también es transmitida a través de la ISD. Por tal motivo, el hecho que el Banguat cambie sus preferencias para combatir inflación no está fuera del marco teórico Neokeynesiano. El hecho que el Banguat brinde periódicamente información de la política monetaria, facilita la formación de expectativas. Es una estrategia clara, transparente y creíble en la búsqueda de que los mercados y agentes entiendan las decisiones.

Las siguientes comunicaciones dan solidez al fortalecimiento del canal de expectativas en los últimos años. En la Nota Monetaria N. 80<sup>7</sup> del año 2006 del Banguat se menciona que las expectativas de inflación no están fuertemente ancladas y que tienden a comportarse más como una inflación pasada. Asimismo, en un comunicado de prensa del Fondo Monetario Internacional en Agosto del 2016, se dice que “las expectativas inflacionarias están bien ancladas y se prevé que la inflación permanezca dentro del rango meta. No obstante, el Banco Central deberá estar alerta y aumentar la tasa de política monetaria si las presiones inflacionarias se intensifican”.

El hecho que la inflación ya no dependa de sus valores pasados es beneficioso para Guatemala porque para la autoridad monetaria es menos costoso reducir inflación en terminos de desempleo o pérdida del producto.

En cuanto a la causalidad de la Tasa Líder hay que tener en cuenta lo siguiente. La causalidad en sentido Granger no debería utilizarse porque se basa

---

<sup>7</sup> Douglas Napoleón Galindo González. (Junio, 2006). “El petróleo y la macroeconomía a partir de los setenta”. Resumen del documento “Oil and the Macroeconomy Since the 1970s” Robert B. Barsky and Lutz Kilian. Journal of Economic Perspectives. Volume 18, Number 4. Fall 2004, Pages 115-134.

en relaciones lineales y no permite controlar por alguna variable omitida. Al haberse encontrado quiebres estructurales, una estimación no paramétrica y no-lineal es la mejor opción. Por estos motivos, la causalidad en sentido Kernel es superior. Gracias a este método, podemos ver que el instrumento de política sirve para controlar el nivel de precios medidos por el IPC y el PIB medido por el IMAE.

No pasa lo mismo con el tipo de cambio pues es un contexto de integración financiera, el Banguat toma decisiones teniendo en cuenta la paridad de tasas de interés. Esto concuerda con las estimaciones de los regímenes monetarios, pues el coeficiente asociado al gap del tipo de cambio siempre fue estadísticamente significativo.

Si bien el Banguat parece estar anclando las expectativas de inflación, el efecto del instrumento de política sobre la demanda agregada todavía es muy laxo. Y si a esto se suma el poder explicativo del gap del tipo de cambio en la regla de Taylor, esto podría presentar un problema ya que si se cuenta con un sólo instrumento, será difícil alcanzar dos (o más) objetivos de manera simultánea.

## **CONCLUSIONES**

A lo largo del documento hemos investigado la efectividad de la Tasa Líder y potenciales quiebres en la regla de Taylor del Banguat. Creemos que hemos respondido nuestras preguntas de investigación: es efectiva en cuanto al control de la inflación y hay 3 regímenes monetarios. Creemos que la causalidad en sentido Kernel ayuda a esclarecer la efectividad de política ya que permite relaciones no-lineales entre las variables estudiadas, vital en un contexto de quiebres

estructurales. Se enriquece el análisis al controlar este tipo de causalidad por alguna tercera variable.

Con relación a la función de reacción, creemos que una regla de Taylor *smooth* que considere variables de economía abierta como el tipo de cambio nominal es una buena descripción de las preferencias del Banguat. La existencia de 3 regímenes da una señal que estas preferencias cambian a través del tiempo y que dependen de los estados de la economía guatemalteca.

La estimación del sistema de ecuaciones en su conjunto ofrece una buena descripción de la tasa de interés, los Gráficos 2 y 3 lo validan. Complementariamente, el hecho que el Banguat haya seguido una regla de Taylor ha ayudado a anclar las expectativas de inflación. Específicamente, durante el tercer régimen donde las desviaciones de la meta de inflación de 4% han sido casi nulas en un contexto de presión de demanda.

Creemos que queda como agenda de investigación algún método alternativo para medir el gap del producto y las expectativas de los agentes. Por ejemplo, puede utilizarse las encuestas de expectativas de inflación y de la actividad económica como variables *proxy* de las variables *forward looking*.

## REFERENCIAS

- [1]. Bai J. (1994). "Least Squares Estimation of a Shift in Linear Processes". *Journal of Time Series Analysis*, 15, 453-472.
- [2]. Bai J., y P. Perron. (1998). "Estimating and Testing Linear Models With Multiple Structural Changes". *Econometrica*, 66, 47-78.
- [3]. Barden, G., E. Jansen y R. Nymoen. (2004). "Econometric Evaluation of the New Keynesian Phillips Curve", *Oxford bulletin of Economics and Statistics*, 66, 671-686.
- [4]. Bazán-Palomino, W., y G. Rodríguez. (2014). "The New Keynesian Framework for a Small Open Economy with Structural Breaks: Empirical Evidence from Peru". Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía, Documento de Trabajo, No. 2014-384.
- [5]. Clarida, R., J. Gali, y M. Gertler. (2002). "A Simple Framework for International Monetary Policy Analysis." *Journal of Monetary Economics* 49:879-904.
- [6]. Galí, J. y M. Gertler. (1999). "Inflation dynamics: A structural econometric analysis". *Journal of Monetary Economics*, 44, 195-222.
- [7]. Galí, J., M. Gertler y D. J. Lopez-Salido. (2001). "European Inflation Dynamics". *European Economic Review* 45, 1237-1270.
- [8]. Granger, C. W. J. (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Methods and Cross Spectral Methods". *Econometrica*, 37, 424-438.
- [9]. Holland, P. W. (1986). "Statistics and Causal Inference", *Journal of the American Statistical Association*, 81, 945-970, (includes discussion by many authors).
- [10]. Judd, J. P., y G. D. Rudebusch. (1998). "Taylor's Rule and the Fed: 1970-1997". *Federal Reserve Bank of San Francisco, Economic Review* 3, 1-16.
- [11]. Nason, J.M., y G.W. Smith. (2008). "The New Keynesian Phillips Curve: Lessons From Single-Equation Econometric Estimation". *Economic Quarterly* 94, 4, pp. 361 – 395.
- [12]. Rudebusch, G., y L. Svensson. (1999). "Policy Rules for Inflation Targeting". NBER, University of Chicago Press, Chicago, IL, 203-262.
- [13]. Taylor, J. (1993). "Discretion versus Policy Rules in Practice". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 39, pp. 195– 214.

- [14]. \_\_\_\_\_. (1999), "A Historical Analysis of Monetary Policy Rules", Monetary Policy Rules, University of Chicago Press, 319-41.
- [15]. \_\_\_\_\_. (2010), "Macroeconomic Lessons from the Great Deviation", NBER Macroeconomics Annual 25, 387-95.
- [16]. Vinod, H. D. (2013). "Generalized Correlation and Kernel Causality with Applications in Development Economics". SSRN eLibrary, URL <http://ssrn.com/paper=2350592>.



Gráfico 1. La Tasa Líder y las variables de la regla de política

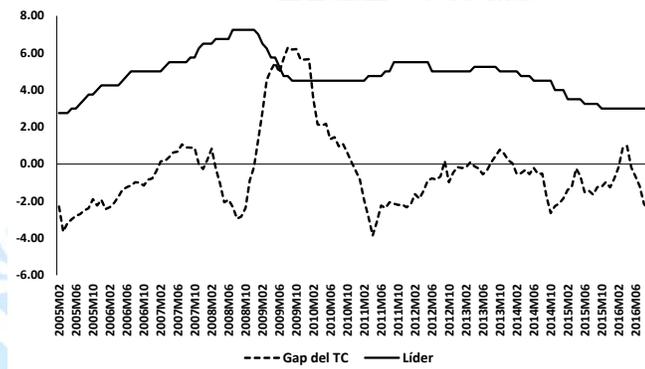
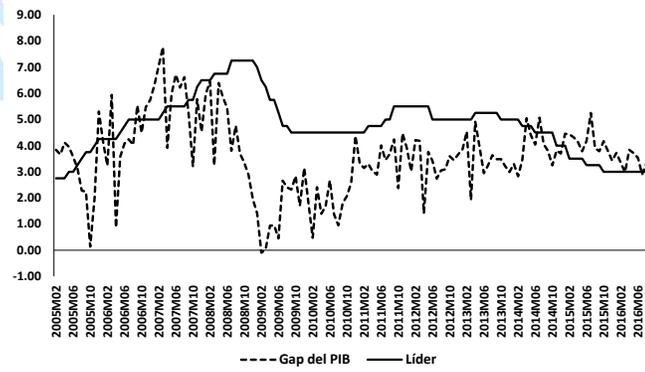
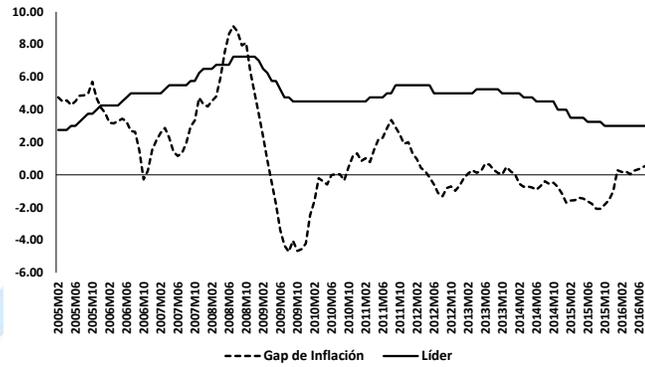


Gráfico 2. Tasa Líder vs Tasa estimada por la regla 3.4 sin quiebres (Tabla 9 = T.9) y con quiebres (Tabla 12 = T.12)

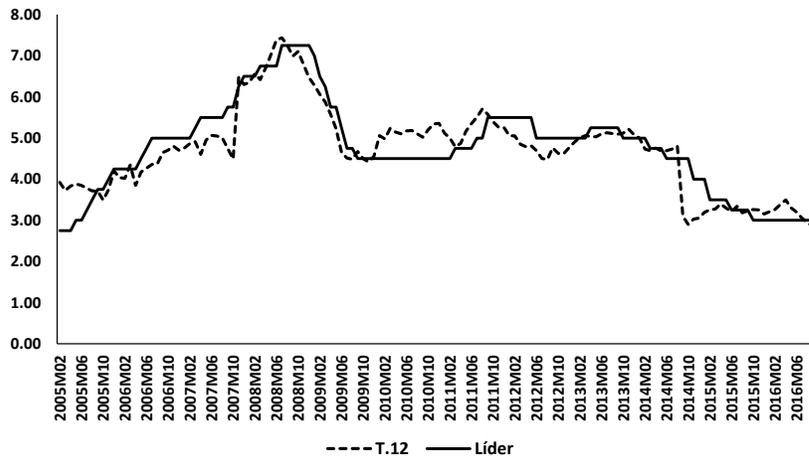


Gráfico 3. Tasa Líder vs Tasa estimada por la regla 3.5 sin quiebres (Tabla 9 = T.91) y con quiebres (Tabla 13 = T.13)

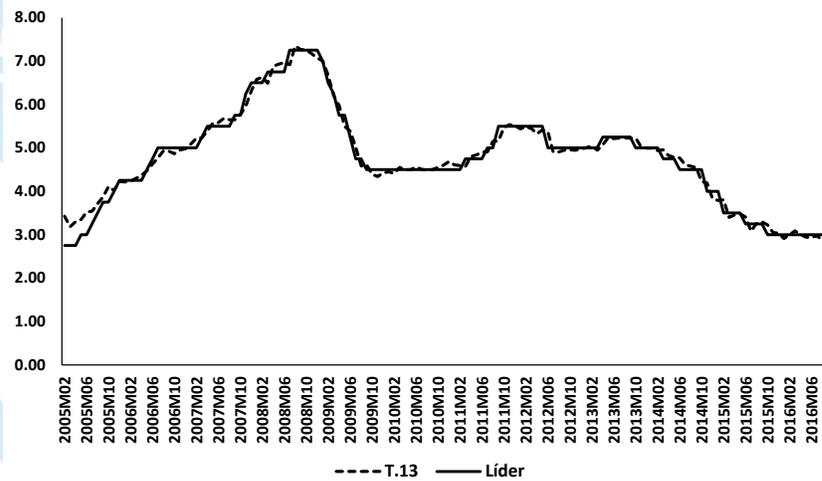
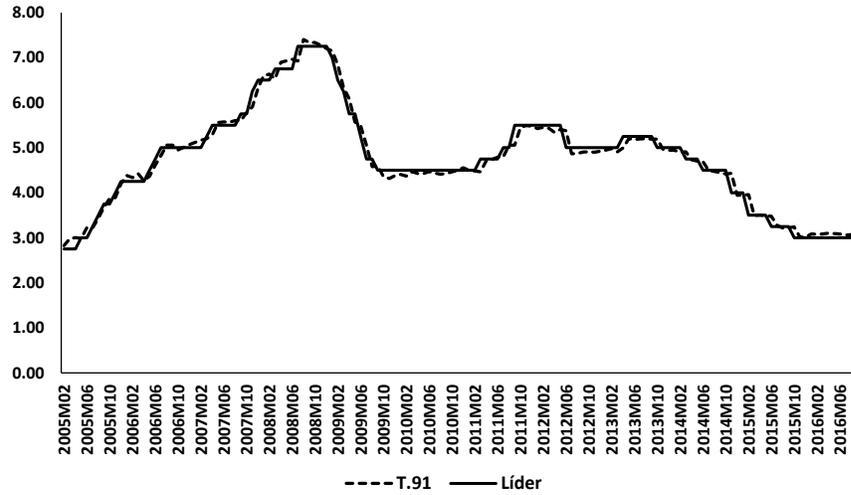


Tabla 1. Coeficiente de Correlación

	PIB	TC	IPC	Suby.	Petróleo	Líder
PIB	1.00	0.05	0.98	0.98	-0.06	-0.24
TC	0.05	1.00	0.15	0.17	0.19	0.04
IPC	0.98	0.15	1.00	1.00	0.03	-0.14
Suby.	0.98	0.17	1.00	1.00	0.04	-0.14
Petróleo	-0.06	0.19	0.03	0.04	1.00	0.59
Líder	-0.24	0.04	-0.14	-0.14	0.59	1.00

Tabla 2. Causalidad en sentido Granger

**Variable "X" causa en sentido Granger a Tasa Líder**

	IPC	PIB	TC	Suby.	Petróleo
F-stat	10.53 (0.00)	14.41 (0.00)	8.88 (0.00)	18.00 (0.00)	10.96 (0.00)
Rezago	4	1	1	2	1

**Tasa Líder causa en sentido Granger a Variable "X"**

	IPC	PIB	TC	Suby.	Petróleo
F-stat	1.46 (0.14)	1.94 (0.03)	7.13 (0.00)	2.06 (0.15)	2.71 (0.05)
Rezago	13	14	2	1	3

Tabla 3. Estimaciones de causalidad en sentido Kernel

	PIB	TC	IPC	Suby.	Petróleo	Líder
PIB	1.00	0.47	1.00	1.00	-0.72	-0.67
TC	0.87	1.00	0.86	0.96	0.58	0.71
IPC	0.99	0.54	1.00	1.00	0.73	-0.63
Suby.	0.99	0.55	1.00	1.00	0.71	-0.63
Petróleo	-0.89	0.57	0.91	0.99	1.00	0.75
Líder	-0.94	0.42	-0.95	-0.99	0.84	1.00

Tabla 4. Causalidad en sentido Kernel, controlando por variables

**Variables: Tasa Líder, PIB, IPC.**

Variables	Tasa Líder		
	TC	IPC suby.	Petróleo
PIB	1.00	1.00	1.00
IPC	1.00	1.00	1.00

**Variables: Tasa Líder, Tipo de Cambio, IPC.**

Variables	Tasa Líder		
	PIB	IPC suby.	Petróleo
TC	-2.68	-3.175	-1.00
IPC	3.175	1.00	1.00

**Variables: Tasa Líder, PIB, Tipo de Cambio.**

Variables	Tasa Líder		
	IPC	IPC suby.	Petróleo
PIB	1.00	1.00	1.00
TC	-1.00	-0.3175	-1.00

Tabla 5. Estimación de la regla de política 3.1

	Ecuación Simple				Sistema de Ecuaciones					
	OLS		GMM		OLS		SUR		GMM	
$\alpha_9$	4.563	(0.000)	4.837	(0.000)	4.563	(0.000)	4.578	(0.000)	3.691	(0.000)
$\alpha_{10}$	0.157	(0.000)	0.190	(0.001)	0.157	(0.000)	0.144	(0.000)	0.237	(0.000)
$R^2$ ajust.	0.148		0.326		0.148		0.147		0.359	

Tabla 6. Estimación de la regla de política 3.2

	Ecuación Simple				Sistema de Ecuaciones					
	OLS		GMM		OLS		SUR		GMM	
$\alpha_9$	4.521	(0.000)	5.117	(0.000)	4.521	(0.000)	4.513	(0.000)	3.898	(0.000)
$\alpha_{10}$	0.156	(0.000)	0.261	(0.000)	0.156	(0.000)	0.141	(0.000)	0.247	(0.000)
$\alpha_{11}$	0.012	(0.845)	-0.012	(0.728)	0.012	(0.845)	0.019	(0.756)	-0.071	(0.000)
$R^2$ ajust.	0.142		0.162		0.142		0.141		0.359	

Tabla 7. Estimación de la regla de política 3.3

	Ecuación Simple				Sistema de Ecuaciones					
	OLS		GMM		OLS		SUR		GMM	
$\alpha_9$	4.129	(0.000)	5.666	(0.000)	4.129	(0.000)	4.034	(0.000)	4.331	(0.000)
$\alpha_{10}$	0.272	(0.000)	0.318	(0.000)	0.272	(0.000)	0.255	(0.000)	0.337	(0.000)
$\alpha_{11}$	0.112	(0.021)	-0.235	(0.022)	0.112	(0.042)	0.145	(0.008)	0.074	(0.000)
$\alpha_{12}$	0.299	(0.000)	0.157	(0.000)	0.299	(0.000)	0.300	(0.000)	0.269	(0.000)
$R^2$ ajust.	0.360		0.345		0.360		0.357		0.524	

Tabla 8. Estimación de la regla de política 3.5

	Ecuación Simple				Sistema de Ecuaciones					
	OLS		GMM		OLS		SUR		GMM	
$\alpha_9$	2.601	(0.051)	1.045	(0.000)	2.601	(0.050)	2.299	(0.000)	2.489	(0.649)
$\alpha_{10}$	0.667	(0.000)	1.047	(0.000)	0.667	(0.000)	0.751	(0.000)	0.614	(0.000)
$\alpha_{11}$	0.418	(0.019)	0.418	(0.861)	0.418	(0.018)	0.476	(0.008)	0.486	(0.000)
$\alpha_{12}$	0.154	(0.333)	3.061	(0.139)	0.152	(0.332)	0.143	(0.000)	0.210	(0.000)
$\rho$	0.948	(0.000)	0.998	(0.000)	0.948	(0.000)	0.953	(0.000)	0.935	(0.000)
$R^2$ ajust.	0.983		0.977		0.983		0.983		0.981	



Tabla 9. Estimación del sistema Nekeynesiano mediante GMM

	CPN			ISD			Taylor		
<u>Sistema con la regla 3.2 (J-stat = 0.204)</u>									
$\alpha_1$	0.449	(0.000)		$\alpha_4$	0.894	(0.000)	$\alpha_9$	3.898	(0.000)
$\alpha_2$	1.039	(0.000)		$\alpha_5$	0.753	(0.000)	$\alpha_{10}$	0.247	(0.000)
$\alpha_3$	-1.670	(0.000)		$\alpha_6$	0.224	(0.000)	$\alpha_{11}$	-0.071	(0.000)
				$\alpha_7$	0.032	(0.000)			
				$\alpha_8$	-0.261	(0.000)			
R <sup>2</sup> ajust.	0.946			0.377			0.359		
<u>Sistema con la regla 3.3 (J-stat = 0.204)</u>									
$\alpha_1$	0.447	(0.001)		$\alpha_4$	0.908	(0.000)	$\alpha_9$	4.331	(0.000)
$\alpha_2$	1.039	(0.014)		$\alpha_5$	0.752	(0.000)	$\alpha_{10}$	0.337	(0.000)
$\alpha_3$	-1.670	(0.000)		$\alpha_6$	0.225	(0.000)	$\alpha_{11}$	0.074	(0.000)
				$\alpha_7$	0.032	(0.000)	$\alpha_{12}$	0.269	(0.000)
				$\alpha_8$	-0.263	(0.006)			
R <sup>2</sup> ajust.	0.946			0.377			0.359		
<u>Sistema con regla 3.5 (J-stat = 0.204)</u>									
$\alpha_1$	0.468	(0.000)		$\alpha_4$	0.906	(0.000)	$\alpha_9$	2.489	(0.000)
$\alpha_2$	1.025	(0.000)		$\alpha_5$	0.727	(0.000)	$\alpha_{10}$	0.614	(0.001)
$\alpha_3$	-0.153	(0.000)		$\alpha_6$	0.210	(0.000)	$\alpha_{11}$	0.486	(0.000)
				$\alpha_7$	0.041	(0.000)	$\alpha_{12}$	0.210	(0.000)
				$\alpha_8$	-0.239	(0.000)	$\rho$	0.935	(0.000)
R <sup>2</sup> ajust.	0.946			0.384			0.981		

Tabla 10. Fechas de los quiebres estructurales de la regla de política

	Intercepto Fijo		Intercepto Variable	
<u>Ecuación 3.2.</u>				
Fechas	21	118	21	117
I.C. al 95%	[20, 23]	[117, 119]	[20, 22]	[116, 118]
I.C. al 90%	[20, 22]	[117, 119]	[20, 22]	[116, 118]
<u>Ecuación 3.3.</u>				
Fechas	27	119	28	119
I.C. al 95%	[26, 31]	[105, 120]	[26, 31]	[118, 120]
I.C. al 90%	[26, 30]	[109, 120]	[26, 30]	[118, 120]
<u>Ecuación 3.5.</u>				
Fechas	21	117	35	117
I.C. al 95%	[25, 29]	[115, 118]	[30, 38]	[115, 118]
I.C. al 90%	[26, 28]	[115, 118]	[31, 37]	[115, 118]

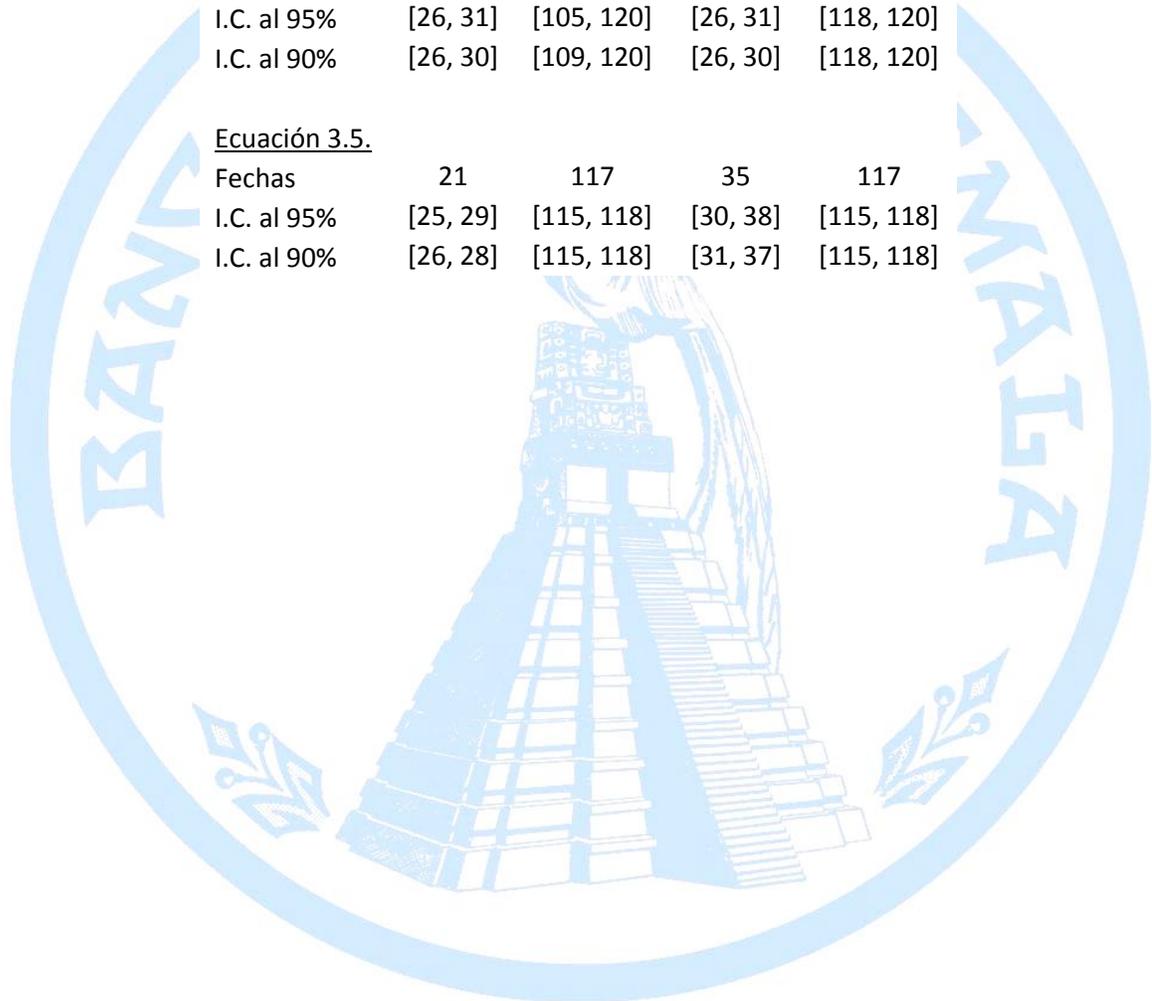


Tabla 11. Regla de Taylor según régimen monetario

	<u>Regla de Taylor 3.3</u>		<u>Regla de Taylor 3.5</u>	
$\alpha_9$	5.978	(0.000)	5.731	(0.422)
$\alpha_{10}$	-0.226	(0.003)	0.465	(0.275)
$\alpha_{11}$	-0.027	(0.619)	0.001	(0.998)
$\alpha_{12}$	0.560	(0.000)	1.079	(0.189)
$\rho$			0.924	(0.000)
$\tau$	Mar. -2007		Nov. - 2007	
$\alpha_9$	4.981	(0.000)	5.646	(0.000)
$\alpha_{10}$	0.300	(0.000)	0.245	(0.001)
$\alpha_{11}$	-0.004	(0.895)	-0.063	(0.183)
$\alpha_{12}$	0.144	(0.000)	0.002	(0.983)
$\rho$			0.587	(0.000)
$\tau$	Nov. - 2014		Sept.- 2014	
$\alpha_9$	2.685	(0.001)	3.347	(0.442)
$\alpha_{10}$	-0.101	(0.444)	2.288	(0.000)
$\alpha_{11}$	0.096	(0.673)	0.258	(0.728)
$\alpha_{12}$	-0.100	(0.393)	0.672	(0.188)
$\rho$			0.975	(0.000)
$R^2$ ajust.	0.885		0.988	

Tabla 12. Sistema Nekeynesiano estimado mediante GMM, Regla de Taylor 3.3, quiebres: Mar -2007 y Nov – 2014

	CPN		ISD			Taylor		
Régimen 1								
$\alpha_1$	-0.765	(0.046)	$\alpha_4$	1.428	(0.000)	$\alpha_9$	4.382	(0.000)
$\alpha_2$	1.182	(0.000)	$\alpha_5$	-0.662	(0.000)	$\alpha_{10}$	-0.107	(0.000)
$\alpha_3$	-0.048	(0.011)	$\alpha_6$	4.876	(0.000)	$\alpha_{11}$	0.105	(0.000)
			$\alpha_7$	-0.461	(0.000)	$\alpha_{12}$	0.152	(0.000)
			$\alpha_8$	-0.011	(0.066)			
Régimen 2								
$\alpha_1$	0.538	(0.001)	$\alpha_4$	1.428	(0.000)	$\alpha_9$	4.921	(0.006)
$\alpha_2$	1.062	(0.014)	$\alpha_5$	0.713	(0.000)	$\alpha_{10}$	0.306	(0.000)
$\alpha_3$	-0.248	(0.000)	$\alpha_6$	0.059	(0.000)	$\alpha_{11}$	0.020	(0.006)
			$\alpha_7$	0.116	(0.000)	$\alpha_{12}$	0.152	(0.000)
			$\alpha_8$	-0.267	(0.006)			
Régimen 3								
$\alpha_1$	1.745	(0.000)	$\alpha_4$	-1.259	(0.745)	$\alpha_9$	2.949	(0.000)
$\alpha_2$	0.653	(0.000)	$\alpha_5$	0.867	(0.000)	$\alpha_{10}$	-0.036	(0.001)
$\alpha_3$	-0.048	(0.048)	$\alpha_6$	2.241	(0.000)	$\alpha_{11}$	0.105	(0.000)
			$\alpha_7$	0.135	(0.000)	$\alpha_{12}$	0.152	(0.000)
			$\alpha_8$	-1.691	(0.000)			
R <sup>2</sup> ajust.	0.662		0.360			0.857		

J-stat = 0.204

Tabla 13. Sistema Neokeynesiano estimado mediante GMM, Regla de Taylor 3.5, quiebres: Nov -2007 y Sep – 2014

	CPN			ISD			Taylor			
Régimen 1										
$\alpha_1$	4.600	(0.000)		$\alpha_4$	1.601	(0.000)		$\alpha_9$	5.282	(0.000)
$\alpha_2$	0.525	(0.000)		$\alpha_5$	-0.596	(0.000)		$\alpha_{10}$	0.017	(0.125)
$\alpha_3$	-0.306	(0.000)		$\alpha_6$	2.162	(0.000)		$\alpha_{11}$	0.006	(0.323)
				$\alpha_7$	-0.718	(0.000)		$\alpha_{12}$	0.487	(0.000)
				$\alpha_8$	0.375	(0.066)		$\rho$	0.490	(0.000)
Régimen 2										
$\alpha_1$	0.540	(0.000)		$\alpha_4$	1.601	(0.000)		$\alpha_9$	4.064	(0.000)
$\alpha_2$	1.051	(0.000)		$\alpha_5$	0.718	(0.000)		$\alpha_{10}$	0.312	(0.000)
$\alpha_3$	-0.230	(0.000)		$\alpha_6$	-0.030	(0.000)		$\alpha_{11}$	0.271	(0.000)
				$\alpha_7$	0.118	(0.000)		$\alpha_{12}$	0.075	(0.000)
				$\alpha_8$	-0.211	(0.006)		$\rho$	0.838	(0.000)
Régimen 3										
$\alpha_1$	2.679	(0.000)		$\alpha_4$	1.601	(0.000)		$\alpha_9$	5.923	(0.000)
$\alpha_2$	0.921	(0.000)		$\alpha_5$	0.250	(0.000)		$\alpha_{10}$	-0.574	(0.000)
$\alpha_3$	-0.639	(0.000)		$\alpha_6$	-2.160	(0.000)		$\alpha_{11}$	-0.832	(0.000)
				$\alpha_7$	0.269	(0.000)		$\alpha_{12}$	0.329	(0.000)
				$\alpha_8$	2.581	(0.000)		$\rho$	0.852	(0.000)
R <sup>2</sup> ajust.	0.943			0.390			0.981			

J-stat = 0.204