

## **Relación no lineal entre inflación y crecimiento económico: evidencia empírica para Bolivia**

Sergio M. Cerezo Aguirre (\*)  
Banco Central de Bolivia

Mauricio Mora Barrenechea (\*)  
Banco Central de Bolivia

### **Resumen**

En la presente investigación se analiza para Bolivia, entre 1987 – 2013, la existencia de una relación no lineal entre la inflación y el crecimiento económico por medio de la identificación de un nivel de inflación umbral a partir del cual se podrían generar efectos adversos en el crecimiento.

Para tal efecto se emplearon métodos estadísticos y econométricos. Los resultados obtenidos mediante las técnicas estadísticas fueron preliminares, mientras que el método econométrico arrojó un resultado más específico. El primer método estadístico encuentra que el crecimiento promedio más alto fue consistente con una inflación entre los rangos de 4% – 6% y 13% – 15%. Otro método puntual señala que el crecimiento promedio más alto fue alcanzado cuando la inflación promedio fue de 5,4% y 13%. Con un enfoque econométrico y empleando una regresión no lineal con un modelo de mínimos cuadrados se confirma la existencia de una relación no lineal entre crecimiento e inflación para Bolivia, estableciéndose que el umbral a partir del cual la inflación podría tener efectos adversos sobre el crecimiento, es de 6%.

Además, los resultados permiten concluir que cuando la inflación es menor al 6%, su efecto sobre el crecimiento económico es positivo (0,57) y cuando alcanza valores por encima de este punto de quiebre, su efecto es negativo y estadísticamente robusto (-0,14), destacando el efecto asimétrico de la inflación sobre el crecimiento.

**Clasificación JEL:** C22, E31, F43

**Palabras clave:** Inflación, crecimiento, relación no lineal

(\*) El presente documento no necesariamente refleja la visión del Banco Central de Bolivia y sus autoridades y sus conclusiones son de exclusiva responsabilidad de los autores. Comentarios son bienvenidos a: [scerezo@bcb.gob.bo](mailto:scerezo@bcb.gob.bo) y [mmora@bcb.gob.bo](mailto:mmora@bcb.gob.bo).

## **Non-linear relationship between inflation and economic growth: empirical evidence for Bolivia**

Sergio M. Cerezo Aguirre (\*)  
Central Bank of Bolivia

Mauricio Mora Barrenechea (\*)  
Central Bank of Bolivia

### **Abstract**

We analyze for the Bolivian case the presence of a non-linear relationship between inflation and economic growth for the period 1987 – 2013, through the identification of a threshold level above which inflation could generate negative effects on the economic growth.

For this purpose we use statistical and econometric methods. The results obtained by statistical techniques were preliminary, while the econometric approach gave a more specific result. The first statistical method finds that the highest average economic growth was consistent with inflation ranges between 4% – 6% and 13% – 15%. Another more precise statistical method indicates that the highest average economic growth was achieved when the average inflation was 5,4% and 13%. With an econometric approach, we use a non-linear least squares technique and confirm the presence of a non-linear relationship between economic growth and inflation in Bolivia; we found that the threshold above which inflation may have negative effects on economic growth is 6%.

Furthermore, the results show that when inflation is less than 6%, its effect on economic growth is positive (0,57) and when it reaches values above this threshold, the effect is negative and statistically robust (-0,14), highlighting the asymmetric effect of inflation on economic growth.

***JEL Classification:*** C22, E31, F43

***Keywords:*** Inflation, economic growth, non-linear relationship

(\*) The views are those of the authors and do not necessarily represent those of the Central Bank of Bolivia. E-mail address: [scerezo@bcb.gob.bo](mailto:scerezo@bcb.gob.bo) and [mmora@bcb.gob.bo](mailto:mmora@bcb.gob.bo).

## **I. Introducción**

Uno de los principales objetivos de la política económica es el mantener una inflación baja y a la vez un crecimiento alto y sostenido, por lo que se justifica la importancia de estudiar la relación entre estas dos variables. En la literatura se encuentra una serie de estudios teóricos y empíricos que exploran este tópico y emiten una variada lista de conclusiones.

Muchos autores señalan que la inestabilidad es uno de los factores que ocasiona bajo crecimiento. En ese sentido, el control de la inflación (estabilidad de precios) se convirtió en un prerrequisito para el crecimiento económico. Actualmente, a pesar de la extensa literatura sobre la relación entre la inflación y crecimiento todavía sigue siendo un tema controversial.

En particular, se encuentra que una tasa de inflación alta dificulta el crecimiento económico debido al impacto negativo en la distribución eficiente de los recursos por el cambio en los precios relativos (Fischer, 1993). Sin embargo, tasas estables de inflación promueven el crecimiento económico al permitir una mayor flexibilidad en los precios y salarios (Lucas, 1973). En esta línea, este documento procura encontrar para Bolivia una inflación “umbral” a partir de la cual la inflación puede afectar el crecimiento empleando diferentes técnicas que capturan la relación no lineal entre estas dos variables en el período entre 1987 a 2013.

A su vez, la investigación puede servir para que los responsables de la política económica puedan evaluar su inflación objetivo de largo plazo. Concretamente, si la inflación es perjudicial para el crecimiento económico a partir de un umbral determinado, entonces seguramente se realizarán los esfuerzos necesarios para procurar no superar el mismo. Metodológicamente, se analiza la relación entre la inflación y crecimiento utilizando una relación no lineal con un enfoque de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que permite estimar el nivel de umbral de la inflación y probar formalmente su significancia. Adicionalmente, se presentan algunos estadísticos que relacionan estas dos variables.

El resto de la investigación está organizada de la siguiente manera. La sección II presenta la revisión de la literatura, discutiendo brevemente la evidencia teórica y empírica existente sobre la naturaleza de la relación entre la inflación y el crecimiento. La sección III describe la metodología y los resultados. Finalmente, en la sección IV se exponen las conclusiones.

## II. Revisión bibliográfica

La literatura sobre la relación entre el crecimiento y la inflación es extensa, a lo largo de los años surgieron diferentes teorías y trabajos empíricos sobre este tópico.

No existe un consenso sobre la naturaleza de la relación entre el crecimiento económico y la inflación. Sin embargo, Drukker et al. (2005) presentan una clasificación que considera cuatro categorías: (a) Sidrauski (1967) señala que no hay ningún efecto de la inflación sobre el crecimiento, es decir, el dinero es super-neutral; (b) Tobin (1965) supone que el dinero es un sustituto del capital, por tanto, la inflación tiene un efecto positivo en el crecimiento a largo plazo al ocasionar que la gente acumule más capital ante la pérdida de valor de su dinero; (c) Stockman (1981) considera un “modelo de dinero por adelantado”, en el que el dinero es complementario al capital, por ende, la inflación tiene un efecto negativo sobre el crecimiento en el largo plazo; (d) Nueva corriente de modelos en los que la inflación tiene un efecto negativo sobre el crecimiento a largo plazo, pero sólo cuando la tasa de inflación supera un determinado umbral, este tipo de modelos asume la existencia de una relación no lineal entre la inflación y el crecimiento económico.

Si la relación entre estas variables todavía no está clara, tampoco lo está el mecanismo de transmisión mediante el cual la inflación afecta al crecimiento. Bajo esta línea podemos citar algunos estudios como el de Barro (1995) quien sostiene que la inflación genera una caída de la propensión marginal a invertir, lo cual tiene repercusiones negativas sobre la economía. Por otro lado, Choi et al. (1996) indican que la inflación puede tener un impacto adverso en el mercado financiero, y mediante el mismo, en la economía, al producir una caída de los rendimientos reales de los tenedores de capital. En esa línea, Li (2006) señala que la inflación puede afectar al nivel de financiamiento, y por ende a la inversión, por medio de dos canales: a) por un racionamiento de los préstamos, lo cual limitaría la disponibilidad de capital de inversión, y b) por una reducción de la eficiencia en la asignación de recursos a los proyectos de inversión. Li (2006) también señala que la inflación puede afectar de manera directa al crecimiento económico al generar una mayor incertidumbre, pérdida de confianza en la solidez de la economía e inestabilidad social. Sin embargo, modelar los efectos por medio de este canal resulta complicado.<sup>1</sup>

Para evitar hacer una revisión bibliográfica muy dispersa sobre el tema, a partir de este punto solo se mencionan los estudios que consideran el efecto umbral de la inflación al

---

<sup>1</sup> Cabe aclarar que el presente documento analiza la relación no lineal entre estas dos variables con el objetivo de encontrar un nivel de inflación umbral a partir de la cual tendría efectos adversos en el crecimiento. El análisis de los mecanismos de transmisión no son objetivos del presente trabajo.

crecimiento económico, en línea con los modelos recientes que establecen una relación no lineal entre ellas.

Uno de los primeros trabajos en verificar esta relación no lineal es el de Fischer (1993) que analizó el efecto de la inflación en diferentes rangos, encontrando que el crecimiento disminuía a medida que la inflación aumentaba. Por otro lado, los resultados de Barro (1991) y Bruno y Easterly (1995) a partir de ejercicios estadísticos, también confirmaron que los efectos sobre el crecimiento dependen del nivel de inflación.

Sarel (1996) muestra uno de los primeros estudios econométricos a partir del uso de datos de panel para un conjunto de 87 países entre 1970 y 1990. Sus resultados mostraron la existencia de un quiebre estructural en el crecimiento a partir de un nivel de inflación de 8%. Esta investigación fue considerada como un referente metodológico para diferentes trabajos que corroboran la existencia de una relación no lineal con resultados variados por región o país.

Christoffersen y Doyle (1998) investigaron para el período entre 1990 a 1997, la relación no lineal entre la inflación y el crecimiento económico tomando en cuenta a 22 países de Europa Central y Oriental y países de la Unión Soviética, encontrando que la inflación umbral es 13%.

Khan y Senhadji (2001) no sólo estudiaron la relación entre una inflación alta y baja con el crecimiento económico, sino que también estimaron la inflación umbral para países industrializados y en desarrollo. Para tal efecto, emplearon un panel de datos de 140 países en desarrollo e industrializados para el período de 1960 a 1998. Sus resultados sugieren la existencia de un umbral sobre el cual la inflación tiene efectos adversos en el crecimiento, entre 1% – 3% y 7% – 11% para países industrializados y en desarrollo, respectivamente.

Ochoa y Orellana (2002) utilizando la información de diferentes países de América Latina para el periodo 1980 – 2000<sup>2</sup>, aplicaron un modelo de datos de panel no dinámico y encontraron que tasas de inflación superiores al 17% tienen efectos negativos sobre el crecimiento.

Otros estudios aplicaron esta metodología con modelos de series de tiempo para identificar el posible umbral para economías en particular. En esa línea, Ahmed y Mortaza (2005) usando datos anuales para el periodo 1980 a 2005, demostraron que en Bangladesh existe

---

<sup>2</sup> Cabe hacer notar que muchas economías latinoamericanas experimentaron periodos de hiperinflación en ese periodo.

una relación negativa estadísticamente significativa a largo plazo entre la inflación y el crecimiento económico a partir de un umbral estimado de 6%.

Fabayo y Ajilore (2006) utilizando datos de Nigeria para el período 1970 a 2003 encontraron que la inflación umbral es de 6%. Los autores resaltan que por debajo de este nivel, existe una relación positiva y significativa entre la inflación y crecimiento, mientras que por encima de este umbral, la relación es inversa y también significativa.

Li (2006) analiza la existencia de una relación no lineal entre estas variables utilizando un panel de datos con una muestra de 90 economías en desarrollo y 26 desarrolladas para el periodo 1961 – 2004. Sus resultados señalan que en las economías desarrolladas existiría una inflación umbral significativa (24%), mientras que en aquellas economías en desarrollo existirían dos umbrales (14% y 38%).

Munir y Mansur (2009) analizan la relación entre la inflación y el crecimiento económico para Malasia en el período 1970 – 2005. Los hallazgos apoyan firmemente la existencia de una relación no lineal entre ambas y, además estiman que para esta economía asiática el umbral de inflación es 3,89%, por encima del cual la inflación retarda significativamente la tasa de crecimiento del PIB.

Frimpong y Oteng-Abayie (2010) mediante el uso de modelos de regresión umbral analizaron el efecto de la inflación sobre el crecimiento económico de Ghana para el período 1960 – 2008. Sus resultados indican que la inflación umbral es 11%. Es decir, una inflación por debajo de 11%, tendría un efecto favorable sobre la actividad económica, mientras que por encima de este umbral, la inflación afectaría negativamente al crecimiento económico.

Finalmente, Orduña et al. (2010) para México con información para el periodo 1983 – 2007, determinaron que la tasa de inflación a partir de la cual se generan efectos adversos en el crecimiento es 7%.

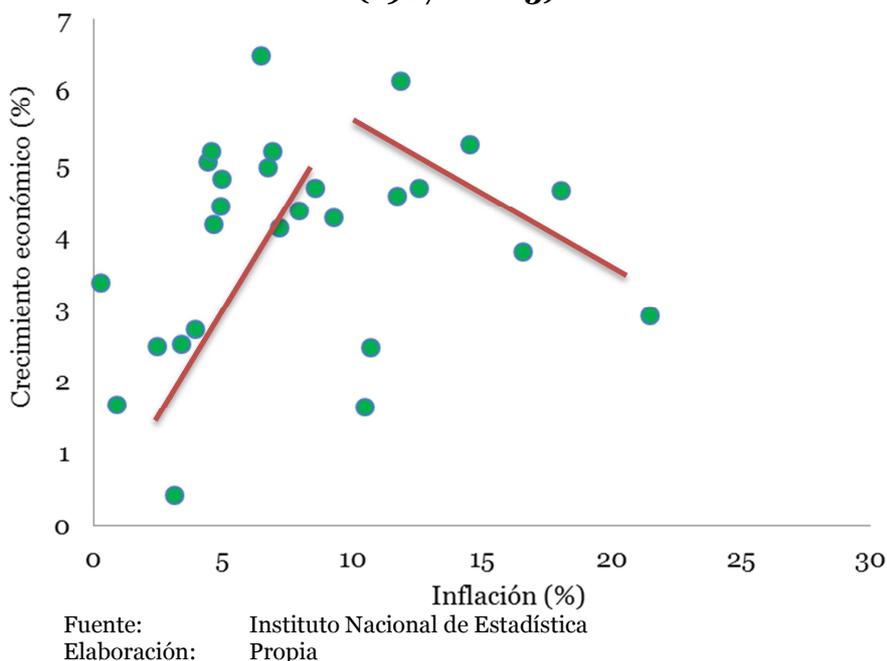
### **III. Metodología y resultados**

Para el caso de Bolivia entre 1987 y 2013, los datos sugieren la existencia de una relación positiva entre crecimiento y la inflación cuando esta última variable tiene valores bajos<sup>3</sup>. En cambio, la relación parece tornarse negativa para valores más altos de inflación, salvo para algunos valores cercanos a una tasa de inflación del 10% (Gráfico 1).

---

<sup>3</sup> En el Gráfico 1 se considera la información desde 1987 puesto que es el año desde el cual se experimenta una cierta estabilidad en la inflación luego del periodo hiperinflacionario.

**Gráfico 1: CRECIMIENTO ECONÓMICO E INFLACIÓN EN BOLIVIA  
(1987 – 2013)**



A partir de diferentes metodologías se procura formalizar la relación entre inflación y crecimiento económico en Bolivia para el periodo post-hiperinflacionario, considerando enfoques estadísticos y econométricos.

### **III.1 Métodos estadísticos**

En esta sección se analiza la relación entre el crecimiento y la inflación a partir de algunos cálculos estadísticos y utilizando datos anuales. Este es un análisis exploratorio para verificar la posible existencia de una relación no lineal y los resultados que se muestren no son concluyentes, simplemente darán una primera aproximación. Las variables empleadas para tal efecto son las variaciones anuales del Producto Interno Bruto real (PIB) y del Índice de Precios al Consumidor (IPC)<sup>4</sup> para representar el crecimiento económico y la inflación, respectivamente<sup>5</sup>.

Una primera aproximación consiste en el cálculo del crecimiento promedio según diferentes rangos de inflación<sup>6</sup>. Tomando como referencia el periodo 1980 – 2013 se

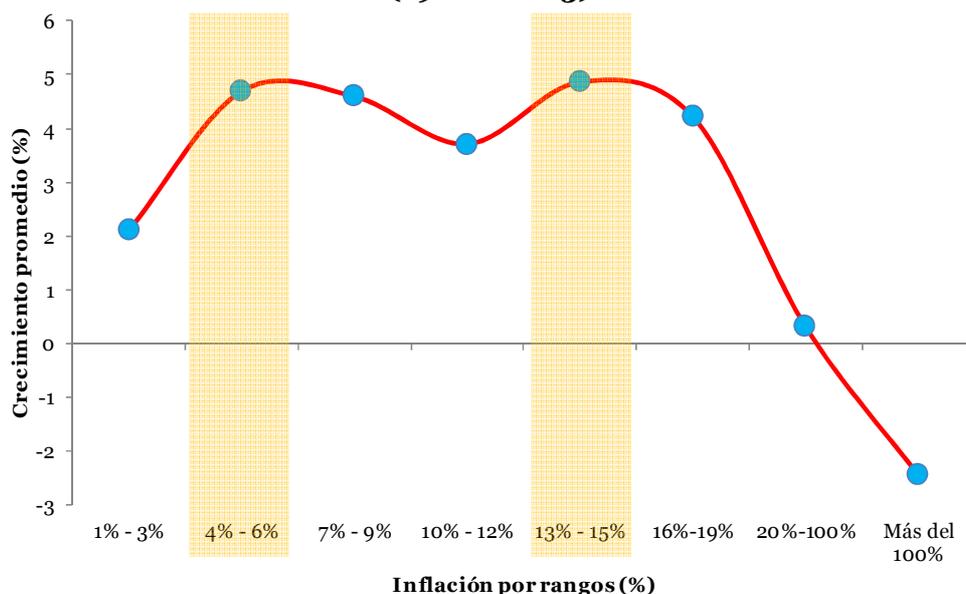
<sup>4</sup> En línea con otros trabajos se emplea la inflación total puesto que consideran el cambio en los precios por shocks de oferta y/o demanda que también está relacionados con el desarrollo de la actividad económica. En esa línea, no se consideró otros indicadores como los de tendencia inflacionaria debido a que estos por construcción representarían la inflación que no tendría efectos sobre el producto en el largo plazo.

<sup>5</sup> En el Apéndice A se encuentran las pruebas de estacionariedad de las variables.

<sup>6</sup> Se emplea la inflación a fin de periodo debido a que los agentes toman sus decisiones y forman sus expectativas de acuerdo al dato anual observado (por ejemplo para negociaciones salariales) y también los bancos centrales fijan sus objetivos o metas inflación de forma anual.

obtuvo que el crecimiento promedio más alto fue consistente con una inflación entre los rangos de 4% – 6% y 13% – 15% (Gráfico 2). Por otra parte, cuando la inflación se ubicó en un rango muy bajo (1% – 3%) o en uno muy alto (20% – 100%) el crecimiento económico fue menor. Asimismo, cuando la inflación superó el 100%, el crecimiento fue negativo.

**Gráfico 2: TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO PROMEDIO SEGÚN RANGO DE INFLACIÓN EN BOLIVIA (1980 – 2013)**

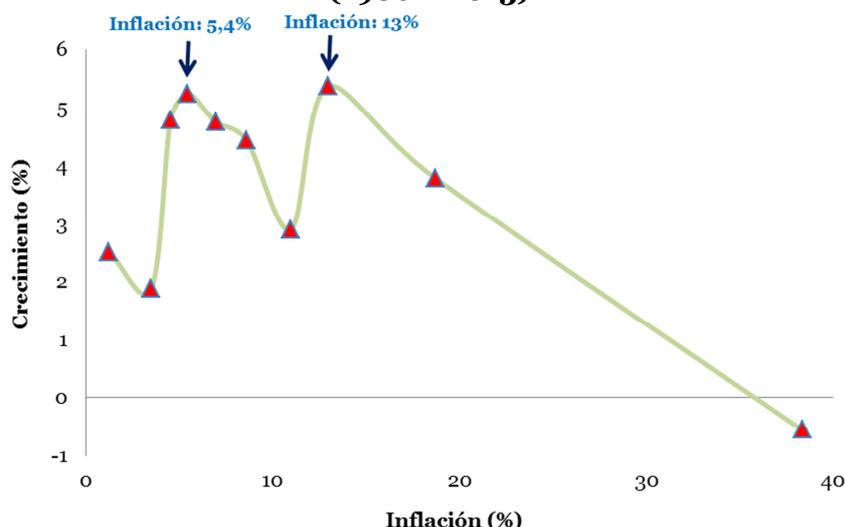


Fuente: Instituto Nacional de Estadística  
Elaboración: Propia

En línea con el anterior ejercicio y para obtener un valor más preciso de la inflación compatible con un mayor crecimiento se realizó una segunda aproximación con datos para el periodo 1986 – 2013.<sup>7</sup> En este caso se ordenó ascendentemente la muestra de inflación y crecimiento económico; posteriormente se dividió la muestra en grupos con igual número de observaciones y se estimó el promedio de cada grupo para ambas variables. Bajo esta metodología, los resultados señalaron que el crecimiento promedio más alto fue alcanzado cuando la inflación promedio fue de 5,4% y 13% (Gráfico 3). Asimismo, nuevamente se pudo constatar que a tasas de inflación muy bajas o muy altas el crecimiento observado fue más reducido.

<sup>7</sup> Se excluyó solo para fines ilustrativos los datos de 1980 – 1985 debido a que los altos valores de inflación comprimían el gráfico. Sin embargo, esto no modifica los resultados.

**Gráfico 3: TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO PROMEDIO Y TASA DE INFLACIÓN PROMEDIO EN BOLIVIA (1986 – 2013)**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística  
Elaboración: Propia

Los dos ejercicios mostraron que existe una relación no lineal entre la inflación y el crecimiento económico en Bolivia, ya que a partir de un nivel determinado de inflación el crecimiento tendió a ser menor e incluso negativo. Además, se pudo observar que tasas de inflación muy bajas estuvieron relacionadas con bajos niveles de crecimiento.

### **III.2 Método econométrico**

#### **III.2.1 Modelo genérico**

En este apartado se describe el modelo econométrico con una especificación no lineal, acorde con el trabajo de Sarel (1996), para identificar la inflación umbral, es decir, aquella tasa a partir de la cual la inflación generaría efectos adversos en el crecimiento.

La metodología consiste en plantear un modelo de crecimiento económico en el cual uno de los regresores es la tasa de inflación, junto con otras variables explicativas sugeridas por la teoría.

Adicionalmente, se introduce una variable *dummy* para identificar la inflación que refleja el quiebre estructural. La especificación general de una regresión econométrica con efecto umbral es la siguiente:

$$d \log(y_t) = \alpha + \beta_1 \times \pi_t + \beta_2 \times d_t^{\pi^*} \times [\pi_t - \pi^*] + \theta \times X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$d_t^{\pi^*} = \begin{cases} 1 & \text{si } \pi_t > \pi^* \\ 0 & \text{si } \pi_t \leq \pi^* \end{cases}$$

Dónde:

$d \log(y_t)$ : Tasa de crecimiento del PIB real

$\pi_t$ : Tasa de inflación

$X_t$ : Variables de control (Términos de Intercambio, Inversión/PIB, Gasto/PIB, Consumo/PIB, Apertura, Tipo de Cambio Real, Población, entre otras)

$\pi^*$ : Nivel de inflación en el punto de quiebre

$d_t^{\pi^*}$ : Variable dicotómica

$\varepsilon_t$ : Término de error

De acuerdo con la definición de Mubarik (2005) y Frimpong y Oteng-Abayie (2010) el parámetro  $\pi^*$  representa el umbral de inflación, con la propiedad de que la relación entre el crecimiento económico y la inflación está dado por: i)  $\beta_1$  cuando la inflación es baja y ii)  $(\beta_1 + \beta_2)$  cuando la inflación es alta, captando de esta manera la relación entre las dos variables una vez superado el umbral.

El valor de la inflación umbral se obtiene mediante la estimación de la regresión (1) para diferentes valores de  $\pi^*$  que se elige arbitrariamente en un orden ascendente (es decir 1, 2, 3 y así sucesivamente), y considerando como criterio de selección aquella inflación que maximice la bondad de ajuste ( $R^2$ ) o minimice la Suma de los Errores al Cuadrado (S) de las respectivas regresiones. La falta de conocimiento del número óptimo de puntos umbral y sus valores complica la estimación e inferencia. Aunque el procedimiento es ampliamente aceptado en la literatura empírica, es un procedimiento extenso, puesto que se tienen que realizar muchas regresiones.<sup>8</sup>

En otras palabras, para encontrar el punto de quiebre se estima la ecuación (1) por MCO y se calcula la suma de los errores al cuadrado:

$$S_1(\pi)$$

El nivel de inflación que minimice la suma de errores al cuadrado será considerado como el nivel de quiebre óptimo, esto es:

$$\pi^* = \arg . \min_{\pi} S_1(\pi) \quad (2)$$

---

<sup>8</sup> Khan y Senhadji (2001) analizaron los detalles del procedimiento de estimación y los métodos de cálculo.

Si bien esta metodología permite encontrar el quiebre, es necesario definir un intervalo de confianza alrededor del mismo. Hansen (1999) demostró que la mejor forma de construir un intervalo de confianza para  $\pi^*$  es construyendo una “zona de no rechazo”, utilizando la prueba de razón de verosimilitud (likelihood ratio - LR):

$$LR_1 = \frac{S_1(\pi) - S_1(\pi^*)}{\hat{\sigma}^2} \quad (3)$$

Donde  $S_1(\pi^*)$  es la suma de los errores al cuadrado de la estimación con el quiebre identificado;  $S_1(\pi)$  es la suma de los errores al cuadrado de estimaciones con diferentes quiebres; y  $\hat{\sigma}$  es la desviación estándar de los errores. La distribución asintótica de probabilidad de (3) es no estándar y su función inversa tiene la siguiente forma:

$$c(\alpha) = -2\log(1 - \sqrt{1 - \alpha}) \quad (4)$$

Donde  $\alpha$  representa el nivel de confianza. A partir de esta función se pueden calcular los valores críticos que permiten rechazar o aceptar la siguiente hipótesis nula  $H_0: \pi = \pi^*$

### **III.2.2 Datos, estimación y especificación**

Para realizar la estimación econométrica se emplearon datos anuales para el periodo 1987 – 2013, ya que según Hasanov (2011) los hacedores de política económica y la población forman sus expectativas de acuerdo a los datos anuales de cierre de gestión y además el trabajar con datos con una frecuencia mayor requieren procedimientos adicionales de desestacionalización que podrían distorsionar los resultados.<sup>9</sup>

Cabe señalar que además de realizar las pruebas de estacionariedad de las variables, también se llevaron adelante algunas pruebas preliminares de endogeneidad entre inflación y crecimiento.<sup>10</sup>

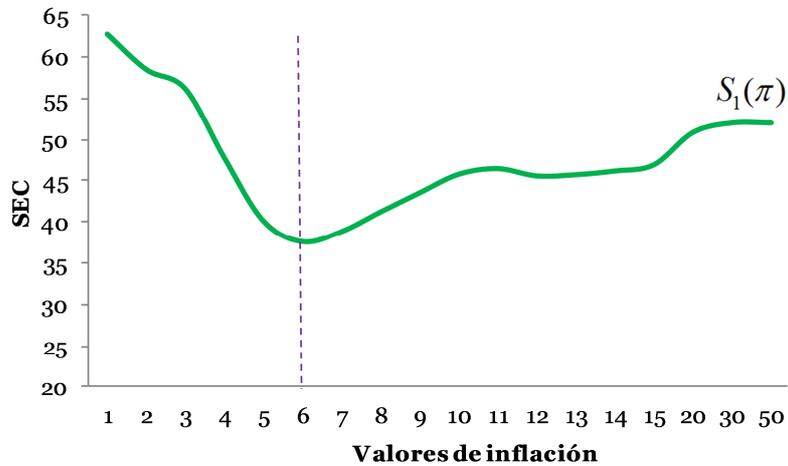
Acorde con la metodología de Sarel (1996), se estimó la ecuación (1) para diferentes posibles umbrales del inflación (entre 1% a 30%) procurando minimizar la suma de los errores al cuadrado (S) o maximizar el R-cuadrado<sup>11</sup>. Los resultados indican que la inflación que minimiza  $S_1(\pi)$  es 6%; por tanto, este sería el valor de la inflación umbral por encima de la cual la inflación tiene efectos adversos en el crecimiento (Gráfico 4).

<sup>9</sup> Se intentó trabajar con datos mensuales utilizando el Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE) y con datos trimestrales, sin embargo, en ningún caso se obtuvieron resultados coherentes.

<sup>10</sup> En primer lugar se realizó una prueba de Granger, los resultados señalaron que la inflación ‘Granger-causea’ al crecimiento a un nivel de confianza del 10%, pero no a la inversa. Este resultado es confirmado por una prueba de exogeneidad por bloques de Wald realizado a partir de un modelo VAR. Ver Apéndice B.

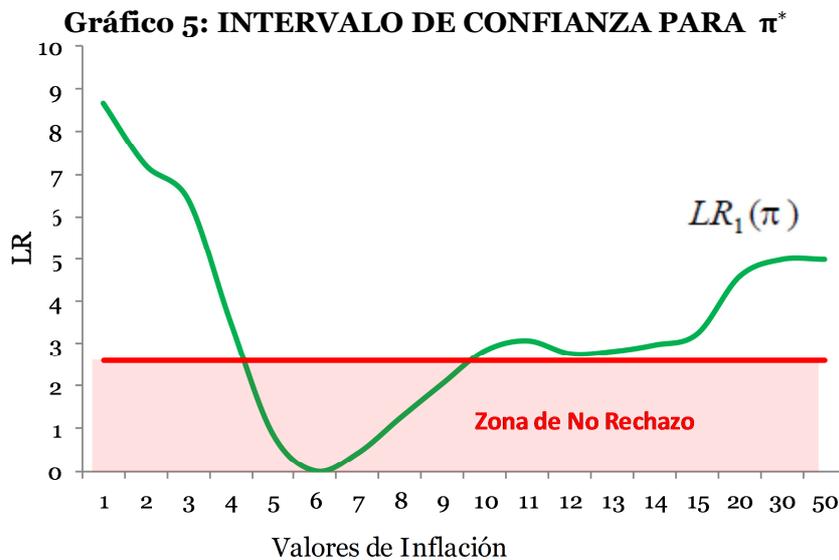
<sup>11</sup> En el Apéndice C se muestran las regresiones para cada valor de umbral posible (entre 1% a 30%).

**Gráfico 4: FUNCIÓN DE LA SUMA DE LOS ERRORES AL CUADRADO  $S_1(\pi)$**



Elaboración: Propia

El Gráfico 5 presenta la función LR para niveles de inflación que van desde 1% a 50%. Por construcción, esta función toma el valor de cero (el mínimo) cuando la inflación es igual a 6%. La línea horizontal muestra el valor crítico a un nivel de confianza del 10%, que contiene el valor estimado del umbral.



Elaboración: Propia

Identificado el nivel de inflación umbral de 6%, la ecuación (5) presenta el modelo final que considera como variable de control la variación de los Términos de Intercambio (CTOT). Se probaron de manera individual y de forma combinada diferentes variables de control sugeridas por la literatura sobre el tema (Población, Inversión/PIB, Gasto/PIB, Consumo/PIB, Tipo de cambio real, entre otras) resultando ser no significativas.

$$d \log(y_t) = 0,63 + 0,57 \times \pi_t - 0,71 \times d_t^{\pi^* = 6} \times [\pi_t - 6] + 0,05 \times CTOT_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

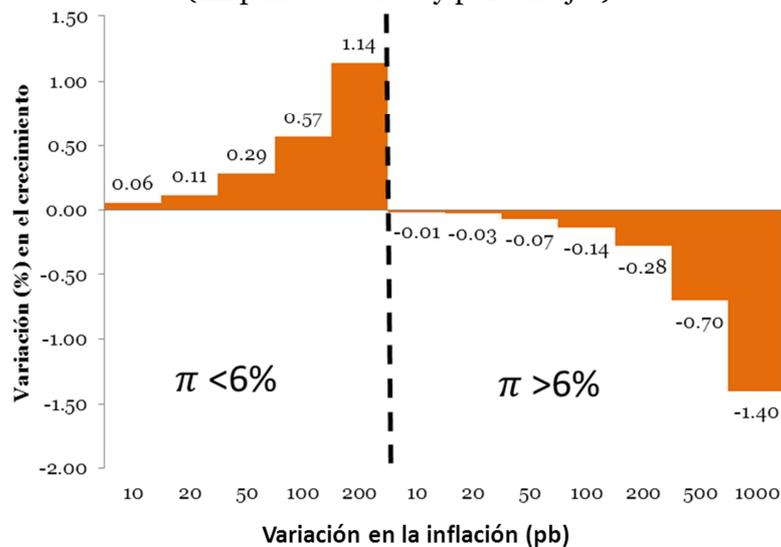
(0,54)
(3,50)
(-4,25)
(1,30)

Se debe hacer notar que los coeficientes del modelo final presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos. A su vez, el modelo no tiene problemas de autocorrelación, no normalidad, correlación serial, heteroscedasticidad y mala especificación, como confirman las diferentes pruebas presentadas en el Apéndice D.

Estos resultados permiten concluir que cuando la inflación es menor al 6%, su efecto ( $\beta_1$ ) sobre el crecimiento es positivo (0,57) y cuando alcanza valores por encima de este punto de quiebre, su efecto ( $\beta_1 + \beta_2$ ) es negativo y estadísticamente robusto (-0,14), destacando el efecto asimétrico de la inflación sobre el crecimiento.

Los valores de  $\beta_1$  y  $\beta_2$  también permiten cuantificar el efecto, positivo o negativo, de diferentes incrementos en la tasa de inflación sobre el crecimiento económico. Cuando la tasa de inflación es menor a 6%, se evalúa el efecto a través del coeficiente  $\beta_1$ , mientras que cuando es mayor a 6%, se utiliza el resultado de la suma de  $\beta_1$  y  $\beta_2$ . Por ejemplo, cuando la inflación se encuentra por debajo del umbral de 6%, un incremento en la inflación de 200pb (por ejemplo de 2% a 4%) promueve el crecimiento en 1,14%. Mientras que, cuando la inflación se encuentra por encima del 6%, un incremento similar en la inflación de 200pb (por ejemplo de 7% a 9%) contrae el crecimiento en 0,28% (Gráfico 6).

**Gráfico 6: EFECTO DE INCREMENTOS EN LA TASA DE INFLACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO ANUAL DEL PIB**  
(En puntos básicos y porcentajes)



Elaboración: Propia

Los resultados corroboran que existe una relación no lineal y asimétrica entre estas dos variables, puesto que incrementos en la inflación cuando esta se ubica por debajo del umbral estimado tiene un efecto mayor sobre el crecimiento que cuando se ubica por encima.

#### **IV. Conclusiones**

A lo largo de los años surgieron diferentes trabajos, teóricos y empíricos, sobre la relación entre el crecimiento y la inflación; sin embargo, no existe un consenso pleno sobre la naturaleza de esta relación. Por tanto, el presente documento considera algunos enfoques estadísticos y econométricos empleados en la literatura empírica para establecer cómo se relacionan estas dos variables en Bolivia.

Una primera aproximación estadística consiste en el cálculo del crecimiento promedio según diferentes rangos de inflación. Tomando como referencia el periodo 1980 – 2013 se encontró que el crecimiento promedio más alto fue consistente con una inflación entre los rangos de 4% – 6% y 13% – 15%. Asimismo, cuando la inflación se ubicó en un rango muy bajo (1% – 3%) o en uno muy alto (20% – 100%) el crecimiento económico fue menor, incluso cuando la inflación anual superó el 100%, el crecimiento fue negativo.

En línea con el anterior ejercicio estadístico y para obtener un valor más preciso de la inflación compatible con un mayor crecimiento, se ordenó ascendentemente la muestra de inflación y crecimiento económico para el periodo 1986 – 2013 para luego dividir la muestra en grupos con igual número de observaciones y se estimó el promedio de cada grupo para ambas variables. Los resultados señalan que el crecimiento promedio más alto fue alcanzado cuando la inflación promedio fue de 5,4% y 13%.

Desde el punto de vista econométrico, ha surgido una nueva corriente de modelos en los que la inflación tiene un efecto negativo sobre el crecimiento, pero sólo cuando la misma supera un determinado umbral, es decir, este tipo de modelos asume una relación no lineal entre ambas variables. Esta metodología, en línea con Sarel (1996), consiste en plantear un modelo de crecimiento económico en el cual uno de los regresores es la tasa de inflación, junto con otras variables explicativas sugeridas por la teoría. Adicionalmente, se introduce una variable *dummy* para identificar la inflación umbral; es decir, aquella tasa a partir de la cual la inflación generaría efectos adversos en el crecimiento.

La inflación umbral es aquella que minimiza la Suma de los Errores al Cuadrado de las respectivas regresiones, que asume niveles de inflación desde 1% hasta 30% para el caso de

Bolivia. A su vez, se construye un intervalo de confianza o “zona de no rechazo”, para hallar un valor más preciso de quiebre.

Con información anual para el periodo 1986 – 2013 los resultados confirmaron la existencia de una relación no lineal entre inflación y crecimiento; además se obtuvo que la inflación umbral en Bolivia es 6% que se encuentra dentro la “zona de no rechazo”, según la prueba LR.

Además, los resultados permiten concluir que cuando la inflación es menor al 6%, su efecto sobre el crecimiento es positivo (0,57) y cuando alcanza valores por encima de este punto de quiebre, su efecto es negativo y estadísticamente robusto (-0,14) destacando el efecto asimétrico de la inflación sobre el crecimiento. A manera de ejemplo, un incremento de 200pb en la tasa de inflación cuando ésta se encuentra por encima del punto de quiebre, ocasionaría una disminución de 0,28% en el producto. Por el contrario, si la tasa de inflación se incrementa por debajo del umbral, la tasa de crecimiento del producto podría aumentar en 1,14%.

Finalmente, se debe reconocer que una línea de investigación adicional que queda por explorar es el explicar el origen de la relación no lineal entre inflación y crecimiento, y además el explorar y entender el funcionamiento de los mecanismos de transmisión que permitirían que en una economía la relación entre inflación y crecimiento pueda pasar de ser positiva a negativa y viceversa.

## Referencias bibliográficas

- AHMED, S. and G. MORTAZA (2005). "Inflation and Economic Growth in Bangladesh: 1981-2005", Policy Analysis Unit, Research Department, Bangladesh Bank, Working Paper WP 0604, December
- BARRO, R. (1991). "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, 106, (2), pp. 407-443
- BARRO, R. (1995). "Inflation and Economic Growth," NBER Working Paper, 5326, October
- BRUNO, M. and W. EASTERLY (1995). "Inflation crises and long-run growth", NBER Working Paper 5209, August
- CHOI, S., B. SMITH, J.H. BOYD (1996). "Inflation, Financial Markets, and Capital Formation", Federal Reserve Bank of St. Louis, *Review*, 78 (3), 9-35
- CHRISTOFFERSEN, P. and P. DOYLE (1998). "From Inflation to Growth: Eight Years of Transition", IMF Working Paper WP/98/100, July
- DRUKKER, D., P. GOMIS-PORQUERAS, P. HERNANDEZ-VERME (2005). "Threshold Effects in the Relationship Between Inflation and Growth: A New Panel-Data Approach", MPRA Paper 38225, February
- FABAYO, J.A. and O.T. AJILORE (2006). "Inflation: How Much is Too Much for Economic Growth in Nigeria", *Indian Economic Review*, 41 (2), pp. 129-147
- FISCHER, S. (1993). "The role of macroeconomic factors in growth", *Journal of Monetary Economics*, 32 (3), pp. 485-512
- FRIMPONG, J. M. and E.F. OTENG-ABAYIE (2010). "When is Inflation Harmful? Estimating the Threshold Effect for Ghana", *American Journal of Economics and Business Administration*, 2 (3), pp. 232-239
- HANSEN, B. (1999). "Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference", *Journal of Econometrics*, 93, pp. 345-368
- HASANOV, F. (2011). "Relationship between inflation and economic growth in Azerbaijani economy: is there any threshold effect?" MPRA Paper 33494, June
- JUDSON, R. and A. ORPHANIDES (1996). "Inflation, Volatility and Growth", Board of Governors of the Federal Reserve System, Working Paper, May

- KHAN, M. and A. SENHADJI (2001). "Threshold Effects in the Relationship between Inflation and Growth", *IMF Staff Paper*, 48 (1), pp. 1-21
- LI, M. (2006). "Inflation and Economic Growth: Threshold Effects and Transmission Mechanisms", Department of Economics, University of Alberta, Canada
- LUCAS, R. (1973). "Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs," *The American Economic Review*, 63 (3), pp. 326-334
- MUBARIK, Y. (2005). "Inflation and Growth: An Estimate of the Threshold Level of Inflation in Pakistan", *SBP-Research Bulletin*, 1 (1), pp. 35-44
- MUNIR, Q. and K. MANSUR (2009). "Non-Linearity between Inflation Rate and GDP Growth in Malaysia", *Economics Bulletin*, 29 (3), pp. 1555-1569
- OCHOA, M. y W. ORELLANA (2002). "Una aproximación no lineal a la relación inflación-crecimiento económico: un estudio para América Latina", Banco Central de Bolivia, *Revista de Análisis*, 5(2), pp. 87-126
- ORDUÑA O., A. SANTOS, L. MURRA, M. PEÑA, D. URBINA (2010). "Inflación óptima para México", Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), *Revista Estudiantil de Economía*, II (1), pp. 35-46
- SAREL, M. (1996). "Nonlinear Effects of Inflation on Economic Growth", *IMF Staff Papers*, 43 (1), pp. 199-215
- SIDRAUSKI, M. (1967). "Inflation and Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 75(6), pp. 796-810
- STOCKMAN, A. (1981). "Anticipated inflation and the capital stock in a cash-in-advance economy", *Journal of Monetary Economics*, 8 (3), pp. 387-393
- TOBIN, J. (1965). "Money and Economic Growth", *Econometrica*, 33(4), pp. 671-684

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### Estacionariedad de las series

#### a) Correlograma

#### Crecimiento del PIB

Sample: 1986 2013  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.270	0.270	2.2604	0.133
		2 0.173	0.108	3.2266	0.199
		3 0.022	-0.05...	3.2431	0.356
		4 -0.07...	-0.09...	3.4300	0.489
		5 -0.14...	-0.10...	4.1593	0.527
		6 0.026	0.121	4.1851	0.652
		7 -0.02...	-0.02...	4.2196	0.754
		8 -0.14...	-0.18...	5.0762	0.749
		9 -0.17...	-0.13...	6.4369	0.696
		1... -0.10...	0.011	6.9551	0.730
		1... -0.13...	-0.04...	7.8880	0.723
		1... -0.16...	-0.16...	9.2832	0.679

#### Inflación

Sample: 1986 2013  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.160	0.160	0.7939	0.373
		2 0.284	0.265	3.3938	0.183
		3 0.201	0.139	4.7570	0.190
		4 0.193	0.095	6.0627	0.195
		5 0.123	0.014	6.6177	0.251
		6 0.053	-0.06...	6.7231	0.347
		7 0.037	-0.04...	6.7781	0.452
		8 0.004	-0.03...	6.7787	0.561
		9 0.040	0.034	6.8484	0.653
		1... -0.03...	-0.03...	6.9132	0.734
		1... -0.06...	-0.07...	7.1174	0.790
		1... -0.09...	-0.08...	7.6322	0.813

## Variación de los Términos de Intercambio

Sample: 1986 2013  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.439	0.439	6.0046	0.014
		2	0.227	0.042	7.6726	0.022
		3	0.336	0.275	11.455	0.010
		4	0.448	0.277	18.475	0.001
		5	0.202	-0.12...	19.971	0.001
		6	0.145	0.025	20.777	0.002
		7	0.203	0.003	22.424	0.002
		8	0.131	-0.10...	23.148	0.003
		9	0.036	-0.01...	23.205	0.006
		1...	-0.02...	-0.13...	23.245	0.010
		1...	-0.09...	-0.16...	23.681	0.014
		1...	-0.04...	0.063	23.809	0.022

### b) Prueba de Raíz Unitaria-ADF

Las series del modelo son estacionarias a un nivel de confianza del 95%.

**Null Hypothesis: "Crecimiento del PIB" has a unit root**

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.00489	0.0493
Test critical values: 1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

**Null Hypothesis: "Inflación" has a unit root**

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.354946	0.0239
Test critical values: 1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

**Null Hypothesis: "Variación de TOT" has a unit root**

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.402321	0.0216
Test critical values: 1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

## APÉNDICE B

### Causalidad de Granger entre la inflación (INF) y el crecimiento (Y)

#### a) Test de Causalidad de Granger por parejas

Pairwise Granger Causality Tests  
Date: 03/26/15 Time: 15:33  
Sample: 1987 2013  
Lags: 5

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
Y does not Granger Cause INF	22	1.16236	0.3861
INF does not Granger Cause Y		2.98592	0.0607

#### b) Test de exogeneidad por bloque de Wald

Para esta prueba se empleó un VAR con un número de rezagos igual a 4 y además verificando: no autocorrelación, distribución normal y homoscedasticidad.

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests  
Date: 03/24/15 Time: 17:57  
Sample: 1987 2013  
Included observations: 22

Dependent variable: Y

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
INF	14.76785	4	0.0052
All	14.76785	4	0.0052

Dependent variable: INF

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
Y	4.175769	4	0.3827
All	4.175769	4	0.3827

## APÉNDICE C

### Modelo Mínimos Cuadrados con Umbral (1% a 30%)

Variable dependiente: Crecimiento del PIB

Variable	Coficiente	Error Estandar	Estadístico - t	Prob.		
Constante	0.438	2.652	0.165	0.87	R-cuadro	0.35
Inflación	2.381	2.285	1.042	0.31	Suma de los Errores al Cuadrado	62.72
D1* (Inflación-1)	-2.502	2.292	-1.092	0.29		
Crec. TOT	0.063	0.039	1.636	0.12		
Constante	0.310	1.978	0.157	0.88	R-cuadro	0.39
Inflación	1.287	0.807	1.596	0.12	Suma de los Errores al Cuadrado	58.48
D2* (Inflación-2)	-1.411	0.812	-1.738	0.10		
Crec. TOT	0.060	0.037	1.554	0.11		
Constante	0.399	1.762	0.227	0.82	R-cuadro	0.42
Inflación	0.840	0.469	1.789	0.09	Suma de los Errores al Cuadrado	56.14
D3* (Inflación-3)	-0.964	0.474	-2.035	0.05		
Crec. TOT	0.057	0.035	1.477	0.10		
Constante	0.098	1.482	0.066	0.95	R-cuadro	0.51
Inflación	0.793	0.302	2.626	0.01	Suma de los Errores al Cuadrado	47.74
D4* (Inflación-4)	-0.921	0.305	-3.015	0.01		
Crec. TOT	0.054	0.033	1.403	0.10		
Constante	0.188	1.259	0.150	0.88	R-cuadro	0.58
Inflación	0.709	0.211	3.355	0.00	Suma de los Errores al Cuadrado	40.09
D5* (Inflación-5)	-0.840	0.214	-3.926	0.00		
Crec. TOT	0.051	0.031	1.333	0.09		
Constante	0.626	1.149	0.545	0.59	R-cuadro	0.61
Inflación	0.573	0.164	3.499	0.00	Suma de los Errores al Cuadrado	37.56
D6* (Inflación-6)	-0.709	0.167	-4.250	0.00		
Crec. TOT	0.049	0.030	1.266	0.09		
Constante	1.052	1.127	0.933	0.36	R-cuadro	0.60
Inflación	0.428	0.135	3.166	0.00	Suma de los Errores al Cuadrado	38.80
D7* (Inflación-7)	-0.568	0.139	-4.089	0.00		
Crec. TOT	0.048	0.030	1.253	0.09		
Constante	1.313	1.143	1.149	0.26	R-cuadro	0.57
Inflación	0.322	0.118	2.721	0.01	Suma de los Errores al Cuadrado	41.20
D8* (Inflación-8)	-0.467	0.123	-3.788	0.00		
Crec. TOT	0.048	0.029	1.241	0.09		
Constante	1.591	1.154	1.378	0.18	R-cuadro	0.55
Inflación	0.246	0.107	2.311	0.03	Suma de los Errores al Cuadrado	43.52
D9* (Inflación-9)	-0.393	0.112	-3.508	0.00		
Crec. TOT	0.047	0.029	1.228	0.09		
Constante	1.871	1.164	1.608	0.12	R-cuadro	0.53
Inflación	0.190	0.098	1.934	0.07	Suma de los Errores al Cuadrado	45.77
D10* (Inflación-10)	-0.337	0.104	-3.244	0.00		
Crec. TOT	0.047	0.029	1.216	0.09		

Variable	Coefficiente	Error Estandar	Estadístico - t	Prob.		
Constante	2.053	1.158	1.773	0.09	R-cuadro	0.52
Inflación	0.155	0.090	1.722	0.10	Suma de los Errores al Cuadrado	46.45
D11* (Inflación-11)	-0.304	0.096	-3.164	0.00		
Crec. TOT	0.045	0.028	1.168	0.08		
Constante	2.115	1.141	1.853	0.08	R-cuadro	0.53
Inflación	0.137	0.082	1.666	0.11	Suma de los Errores al Cuadrado	45.57
D12* (Inflación-12)	-0.290	0.089	-3.267	0.00		
Crec. TOT	0.043	0.026	1.121	0.08		
Constante	2.219	1.136	1.953	0.06	R-cuadro	0.53
Inflación	0.122	0.078	1.558	0.13	Suma de los Errores al Cuadrado	45.72
D13* (Inflación-13)	-0.279	0.086	-3.250	0.00		
Crec. TOT	0.042	0.025	1.076	0.08		
Constante	2.347	1.135	2.067	0.05	R-cuadro	0.52
Inflación	0.108	0.076	1.432	0.17	Suma de los Errores al Cuadrado	46.17
D14* (Inflación-14)	-0.267	0.084	-3.198	0.00		
Crec. TOT	0.040	0.024	1.033	0.07		
Constante	2.472	1.139	2.171	0.04	R-cuadro	0.51
Inflación	0.094	0.073	1.285	0.21	Suma de los Errores al Cuadrado	46.93
D15* (Inflación-15)	-0.255	0.082	-3.109	0.00		
Crec. TOT	0.038	0.023	0.992	0.07		
Constante	2.842	1.175	2.419	0.02	R-cuadro	0.47
Inflación	0.048	0.068	0.698	0.49	Suma de los Errores al Cuadrado	50.85
D16* (Inflación-16)	-0.218	0.082	-2.659	0.01		
Crec. TOT	0.037	0.022	0.952	0.07		
Constante	2.909	1.188	2.449	0.02	R-cuadro	0.46
Inflación	0.037	0.068	0.549	0.59	Suma de los Errores al Cuadrado	52.01
D30* (Inflación-30)	-0.259	0.103	-2.526	0.02		
Crec. TOT	0.055	0.034	1.428	0.10		

## APÉNDICE D

### Pruebas al modelo con inflación umbral de 6%

#### Test de autocorrelación - Residuos

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. *   .	. *   .	1	-0.074	-0.074	0.1467	0.702
. *   .	. *   .	2	-0.091	-0.097	0.3799	0.827
.   .	.   .	3	-0.05	-0.065	0.4536	0.929
.   .	.   .	4	0.018	0	0.4638	0.977
. **   .	. **   .	5	-0.242	-0.256	2.3867	0.793
. **   .	. ***   .	6	-0.333	-0.412	6.2404	0.397
.   **	.   *	7	0.297	0.188	9.4688	0.221
.   .	.   .	8	0.016	-0.047	9.4791	0.304
. *   .	. *   .	9	-0.087	-0.156	9.7944	0.367
.   .	.   .	10	0.027	-0.038	9.8259	0.456
.   **	.   *	11	0.31	0.174	14.451	0.209
.   .	.   .	12	0.015	0.051	14.463	0.272

Test de Normalidad: Jarque-Bera: 8.816124 (0.012179)

#### Tets de Autocorrelación

Breusch-Godfrey Serial Correlation LMTest:			
F-statistic	0.321684	Prob. F(2,22)	0.7283
Obs*R-squar	0.795566	Prob. Chi-Square(2)	0.6718

#### Tets de Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.40938	Prob. F(3,24)	0.7477
Obs*R-squar	1.363077	Prob. Chi-Square(3)	0.7142

Heteroskedasticity Test: White			
F-statistic	0.428745	Prob. F(8,19)	0.8893
Obs*R-squar	4.281724	Prob. Chi-Square(8)	0.8309
Scaled expla	3.920395	Prob. Chi-Square(8)	0.8642

#### Test de especificación

Ramsey RESET Test			
Specification: CY C INF D6*(INF-6) CTOT			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.11626	23	0.9085
F-statistic	0.013516	(1, 23)	0.9085
Likelihood ra	0.01645	1	0.8979