

# RELACIONES DE UMBRAL ENTRE INFLACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL PERÚ

Alejandro Arrieta – Yolanda Portilla

La investigación analiza la relación entre inflación y crecimiento económico. Usando un modelo de relaciones de umbral y con estadística de Perú para el periodo 1950-1998, se encuentra que la inflación perjudica el crecimiento pero sólo cuando ésta es superior a 17%, lo que demuestra que relación es significativamente no-lineal y asimétrica. Del mismo modo, se halla evidencia de que la aceleración de precios afecta negativamente al crecimiento económico, sin embargo esta relación es también asimétrica.

## Introducción

En los años sesenta, se inicia una discusión teórica respecto al efecto que la inflación podría tener sobre el crecimiento, pero es a raíz de los fuertes y generalizados procesos de estanflación que surgen a inicios de la década del 70, que éstos argumentos teóricos empiezan a ser contrastados con evidencia empírica de varias experiencias internacionales. Actualmente, no existe consenso respecto a si la inflación efectivamente afecta, promueve o no tiene relación con el crecimiento económico; sin embargo, las políticas económicas propuestas por organismos internacionales como el Fondo Monetario o el Banco Mundial, apuntan a mantener un control estricto de la inflación con la finalidad de garantizar la estabilidad monetaria y por tanto el crecimiento económico. Esta orientación es explícita en el caso peruano, "... al establecer que la estabilidad monetaria es el único objetivo del Banco Central [de Reserva del Perú], se reconoce que el aporte de éste al crecimiento económico se da por medio de la eliminación de la inflación"<sup>1</sup>.

A inicios de los años noventa, empieza a surgir una nueva perspectiva en la relación inflación-crecimiento. En trabajos como los de Fischer (1993), Sarel (1995), Judson y Orphanides (1996), Ghosh y Phillips (1998) y Bruno y Easterly (1998), se sugiere una relación no lineal entre ambas variables. La intuición de la no-linealidad es inmediata: altas inflaciones perjudican el crecimiento, pero inflaciones bajas o moderadas podrían no hacerlo. De hecho, los resultados confirman esta intuición, lo que demuestra que muchos de los trabajos empíricos que encontraron relaciones

---

<sup>1</sup> Banco Central de Reserva del Perú, Notas de Estudios, N°1, 1997.

negativas y significativas entre la inflación y el crecimiento en un contexto lineal, pierden la significancia e incluso el signo, al excluir de la muestra escenarios de alta inflación<sup>2</sup>.

Usando información para el periodo 1950-1998, tratamos de demostrar que el efecto de la inflación sobre el crecimiento económico peruano es de tipo no-lineal. Nuestra hipótesis es que la relación entre ambas variables se da a través de umbrales, es decir, sólo cuando la inflación está por encima o debajo de cierto umbral, el efecto sobre el crecimiento empieza a ser negativo y significativo. Desde este punto de vista, deflaciones e inflaciones altas perjudican el crecimiento, mientras que inflaciones bajas o moderadas podrían no afectarlo o incluso facilitararlo. Bajo esta hipótesis, la política monetaria más apropiada no sería la eliminación de la inflación, sino mantenerla a un nivel moderado óptimo para la economía. El problema entonces gira en torno a la definición de "alta inflación" o "inflación moderada", es decir, en la determinación del umbral óptimo de inflación.

En este documento, proponemos un método alternativo de estimación no-lineal que permite solucionar el problema de optimización de umbrales, el cual es usado para medir la relación entre inflación y crecimiento económico en el Perú. Nuestro Modelo de Relaciones de Umbral se basa en el hecho de que muchas de las relaciones entre variables económicas se desarrollan con fricciones y diferentes tipos de distorsiones. La existencia de costos de transacción, fallas de información y en general la incertidumbre presente en toda relación económica, origina que los efectos de una variable sobre otra no se dé inmediata, continua y simétricamente. Es decir, pareciese que existen ciertos umbrales dentro de los cuales las relaciones entre un grupo de variables se desarrollan en forma distinta. La respuesta de una variable frente a los cambios de otra, no debe ser necesariamente igual ni proporcional cuando el cambio es pequeño, grande, positivo o negativo.

En la primera parte del trabajo, se realiza una revisión teórica de la relación inflación-crecimiento, y se muestra evidencia de relaciones de tipo no-lineal entre ambas variables. En la segunda sección, analizamos el caso peruano para el periodo 1950-1998, y discutimos en torno a la posibilidad de relaciones no-lineales en la experiencia peruana. En la siguiente sección, presentamos nuestro modelo y a la luz de los resultados obtenidos, mostramos la existencia de relaciones de umbral y medimos el umbral de inflación óptimo. Finalmente, presentamos las principales conclusiones y propuestas de política económica.

---

<sup>2</sup> Como muestran Bruno y Easterly (1998), el signo y significancia en la relación, depende de la inclusión de países de alta inflación.

## 1. Relaciones de umbral entre inflación y crecimiento

No existe consenso respecto a si la inflación efectivamente afecta, promueve o no tiene relación con el crecimiento económico. Hasiag (1997), sugiere que es el rol del dinero el que finalmente determina la dirección en la relación inflación-crecimiento. De acuerdo a Hasiag, si el dinero es visto como reserva de valor pero sustituto del capital, un aumento en el nivel de precios va acompañado de un incremento en el ahorro con el fin de mantener la riqueza que esta siendo corroída por el impuesto inflación, esto baja las tasas de interés y aumenta la acumulación de capital impulsando el crecimiento (efectos Mundell y Tobin). Por otro lado, si el dinero es visto también como reserva de valor pero complementario al capital, un incremento en el nivel de precios reduce el poder de compra del dinero que esta siendo usado para financiar proyectos de inversión, de esta manera se reducen las compras de bienes de capital, se reduce su acumulación y por tanto cae el crecimiento económico (efecto Stockman). Finalmente, si el dinero es visto como un medio de cambio y existen medios de pagos sustitutos, un aumento en el nivel de precios reduce las tasas de ahorro de las personas y éstos reaccionan economizando sus balances reales de dinero, por lo que la reducción en bienes de consumo se compensa por un aumento de servicios financieros (que forman parte del producto total), de manera que el crecimiento económico se mantiene inalterado (superneutralidad de Sidrauski).<sup>3</sup>

Antes de la segunda guerra mundial, la relación entre inflación y crecimiento económico, estuvo ligada a la percepción del comportamiento de ambas variables en los ciclos económicos. Generalmente los periodos de contracción económica iban acompañados de baja inflación e incluso deflación, mientras que periodos de expansión económica coincidían con periodos de mayor inflación; pero esta relación positiva y de largo plazo empieza a ser cuestionada a mediados de los años setenta, cuando las tasas de inflación comienzan a acelerarse y surge el fenómeno de estanflación (Bruno, 1995; Sarel, 1995). Desde ese momento empiezan a surgir nuevas consideraciones no sólo para explicar el fenómeno de la inflación<sup>4</sup> sino para entender los mecanismos a través de los cuales ésta afecta al crecimiento.

---

<sup>3</sup> Sin embargo, como señala Haslag (1997), independientemente del efecto sobre el crecimiento en todos los casos la inflación reduce el bienestar social.

<sup>4</sup> Al respecto Jimenez (1987) da una buena referencia respecto a las diferentes aproximaciones teóricas que explican el fenómeno inflacionario.

Existen diferentes canales a través de los cuales la inflación puede afectar negativamente al crecimiento. Fischer (1993) hace hincapié en el papel que la inflación tiene en la estabilidad macroeconómica, "en esencia, la tasa de inflación sirve como un indicador de la habilidad del gobernante para manejar la economía [...], un gobierno que está produciendo alta inflación, es un gobierno que ha perdido el control", esta situación genera incertidumbre en los agentes, lo que podría afectar el crecimiento debido a que ésta produce por un lado una pérdida de eficiencia en los mecanismos de formación de precios, lo que impacta sobre los niveles de productividad (Lucas, 1973), y por otro lado, afecta las tasas de inversión (Pindyck y Solimano, 1993) y los flujos de capital destinados a inversión (Fischer, 1993). Como señala Corbo (1997), "la inversión sufre porque la inversión tiene que tomar en cuenta un escenario de mediano plazo".

En una línea similar, Friedman (1977) señala que la incertidumbre acerca del comportamiento futuro de la inflación reduce la eficiencia económica a través de la generación de costos vinculados a las dificultades de los agentes para determinar los precios relativos y para celebrar contratos de largo plazo; estos costos reducen la eficiencia en la asignación de recursos, afectando el crecimiento. De Gregorio (1992) desarrolla un modelo que enfatiza el rol que tiene la inflación sobre la asignación de recursos, en particular el rol del dinero y su efecto sobre la productividad del capital y su tasa de acumulación. La inflación induce a la gente a una conducta buscadora de rentas (rent seeking behavior), de manera que retira recursos de actividades productivas para destinarlos a actividades menos afectadas por la inflación, como son los mercados financieros, los cuales generan sofisticados instrumentos para proteger los activos financieros del efecto corrosivo de la inflación. Loungani y Sheets (1997), señalan además que si el sistema tributario no está completamente indexado, la inflación puede generar serias distorsiones en los impuestos a los ingresos provenientes de intereses nominales, lo que afecta los incentivos a ahorrar e invertir.

Sin embargo, la inflación podría ayudar al crecimiento si existe rigidez de los precios a la baja, pues en ausencia de inflación los ajustes de la estructura de precios relativos ante shocks reales, sería costosa en términos de crecimiento. En ese sentido, como señalan Ghosh y Phillips (1998), niveles bajos de inflación pueden ayudar a "engrasar la economía", facilitando el crecimiento.

Bajo algunos de estos argumentos teóricos, numerosos estudios se han llevado a cabo con el fin de cuantificar el impacto de la inflación sobre el crecimiento de una manera lineal, sin embargo los resultados no son concluyentes ni generalizables. Una posible explicación a este tipo de problemas, es que la relación entre inflación y crecimiento podría darse a través de umbrales, es decir, solo a

partir de un determinado nivel de inflación, el crecimiento se ve afectado, mientras que a niveles bajos no existe tal relación. El argumento resulta bastante coherente si se piensa que sólo tasas de inflación anormales pueden generar incertidumbre e inestabilidad macroeconómica, con sus consecuentes impactos sobre el crecimiento, ya explicados en párrafos anteriores. Por esta razón autores como Fischer (1993), Sarel (1995) y Bruno y Easterly (1998), han realizado estimaciones de tipo no-lineal entre inflación y crecimiento.

Usando información de 101 países para el periodo 1960-1989, Fisher (1993) presupone que “es posible que haya un rango de bajas tasas de inflación en las cuales las variaciones de inflación tienen muy poco efecto sobre el crecimiento [...] Por lo que se espera encontrar efectos más significativos de la inflación en tasas de inflación altas que en bajas”. Para probar esta hipótesis, Fischer utilizó funciones "splines" con quiebres arbitrarios en tasas de 15% y 40% de inflación. Sin embargo, a pesar de que el autor encuentra evidencia de no-linealidad en la relación, no encuentra evidencia de efectos significativos entre la inflación y el crecimiento. Un trabajo similar es el que realizan Judson y Orphanides (1996), para un conjunto de 119 países en el periodo 1959-1992. Los autores encuentran una relación negativa y significativa para inflaciones superiores al 10%, pero para tasas menores, la relación es positiva. Adicionalmente, los autores calcularon la volatilidad de la inflación, mostrando que ésta afecta negativa y significativamente al crecimiento económico, siendo el impacto más fuerte conforme mayor es la volatilidad.

Siguiendo una metodología diferente, Sarel (1995) utiliza los promedios de cinco años de inflación y crecimiento para un conjunto de datos correspondientes a 87 países en el periodo 1970 a 1990. El autor utiliza una metodología que consiste en encontrar el nivel de inflación que genera el quiebre estructural más significativo en la relación entre inflación y crecimiento, llegando a la conclusión que a partir de un promedio anual de 8% de inflación, la relación entre ambas variables se vuelve significativamente negativa. Sin embargo, para inflaciones menores al 8% anual, la relación es positiva pero poco significativa.

Ghosh y Phillips (1998), usan una muestra de 145 países en el periodo 1960-1996. Los autores muestran que para inflaciones menores a 2 o 3%, la relación entre inflación y crecimiento es positiva, pero para el caso de niveles de inflación mayores al 10%, la relación se torna cada vez más negativa y significativa. Utilizando un método de Arboles Recursivos Binarios, los autores demuestran que la inflación es el determinante más importante del crecimiento económico, seguido por capital físico y humano.

Bruno y Easterly (1998) utilizan una aproximación no paramétrica sobre un conjunto de 136 países para el periodo 1960 – 1994. La metodología consiste en separar a cada país de acuerdo a si ha tenido una crisis de alta inflación o no, analizando posteriormente su relación con el crecimiento antes, en medio y después de la crisis. La conclusión es que aquellos países con altas inflaciones tienen un crecimiento significativamente más reducido durante la crisis. El umbral que define una crisis de alta inflación, es determinado arbitrariamente por los autores en 40%, la evidencia pierde significancia para niveles de inflación inferiores.

Bullard y Keating (1995) y Mendoza (1998), utilizan aproximaciones lineales para medir la relación entre inflación y crecimiento económico, pero ambos llegan a la conclusión que es la inclusión de países o periodos de alta inflación lo que determina el carácter negativo y significativo de la relación entre ambas variables. Bullard y Keating muestran que para el caso de países de baja inflación, un incremento en el nivel de precios afecta positivamente el crecimiento económico en coherencia con el efecto Mundell-Tobin explicado en párrafos anteriores.

Hay dos elementos cuestionables en estas investigaciones, en primer lugar que muchos de los trabajos que analizan el efecto con datos de panel, no toman en cuenta que la inflación es por lo general una variable integrada de orden 1, mientras que el crecimiento es estacionario, por lo que se podría estar teniendo problemas de relaciones espúreas. En segundo lugar, en todos los documentos, la determinación del umbral es arbitraria o exógena al modelo de estimación<sup>5</sup>. De acuerdo a este último criterio, sería mejor un modelo que determine endógenamente la tasa de inflación que "maximiza" el crecimiento, la cual, como señalan Ghosh y Phillips (1998), podría ser diferente entre países.

## **2. Inflación y crecimiento en el Perú**

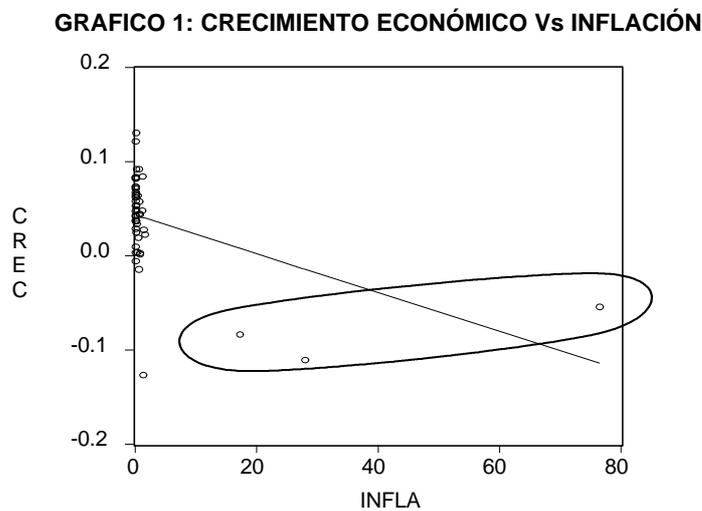
Si bien el fenómeno de la inflación en el Perú ha sido abordado por muchos autores, no existe en la literatura un trabajo específico que analice el impacto de la inflación sobre el crecimiento económico peruano. Sin embargo, autores como Dancourt, Mendoza y Vilcapoma (1997) y Robles (1996), encuentran evidencia de que en el periodo 1950-1996, las fases de recesión están asociadas

---

<sup>5</sup> Con excepción del trabajo de Sarel (1995).

a una aceleración de las tasas de inflación, mientras que las fases de auge a una disminución, es decir "la inflación es anticíclica respecto al nivel de actividad económica"<sup>6</sup>.

Esto lo podemos observar en el Gráfico 1, donde se muestra la línea de regresión entre inflación y el crecimiento económico peruano para el periodo 1950 a 1998. Allí se puede observar que existe una clara relación negativa entre ambas variables, pero ésta está sobrevalorada debido a los puntos extremos señalados en el gráfico, los cuales corresponden al periodo de hiperinflación de 1987 a 1991.



Es importante destacar que para el periodo 1950-1998, el crecimiento económico se comporta como una variable estacionaria, mientras que la inflación resultó ser integrada de orden 1. Para descartar la posibilidad de relación espúrea, se analizó el error de la regresión por MCO entre ambas variables, encontrándose que el error es estacionario. Los resultados de la estimación por MCO y del Test de Dickey-Fuller Aumentado de los residuos, se muestran a continuación.

<sup>6</sup> Dancourt, Mendoza y Vilcapoma (1997), p. 25.

```

=====
Dependent Variable: CREC
Method: Least Squares
Sample(adjusted): 1951 1998
Included observations: 48 after adjusting endpoints
=====
Variable          Coefficient Std. Error t-Statistic Prob.
=====
      INFLA          -0.002060   0.000566  -3.639995   0.0007
      C              0.043090   0.006799   6.337428   0.0000
=====
R-squared          0.223623      Mean dependent var 0.037224
Adjusted R-squared 0.206745      S.D. dependent var 0.051383
S.E. of regression 0.045764      Akaike info criter -3.289857
Sum squared resid  0.096341      Schwarz criterion  -3.211890
Log likelihood     80.95656      F-statistic        13.24956
Durbin-Watson stat 1.711200      Prob(F-statistic)  0.000688
=====

```

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on RESID

```

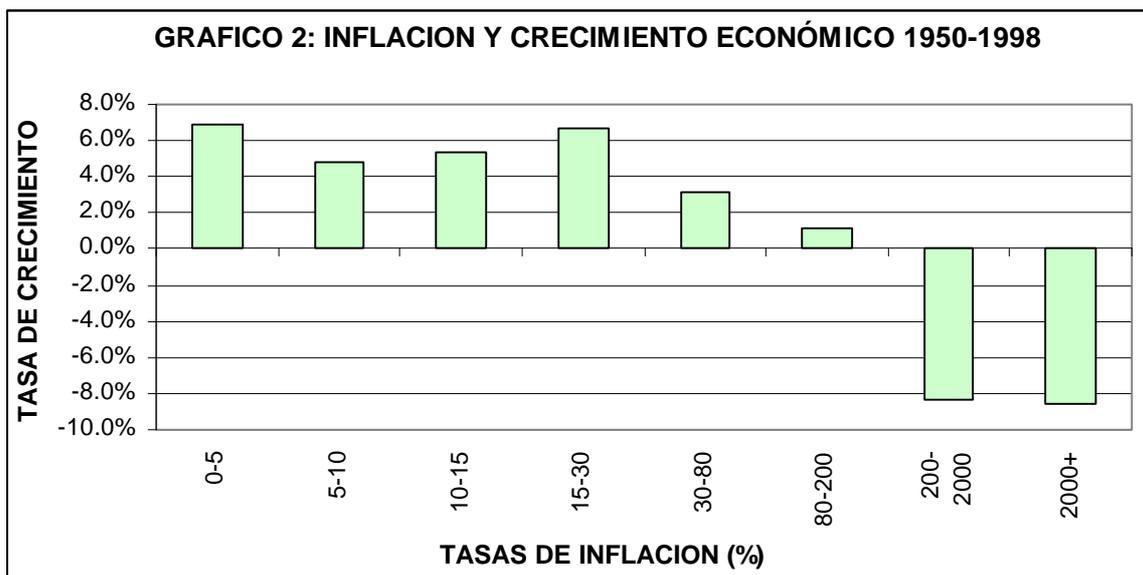
=====
ADF Test Statistic -5.822879      1% Critical Value* -4.1678
                                     5% Critical Value -3.5088
                                     10% Critical Value -3.1840
=====

```

\*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Esta característica de la relación es similar a la encontrada en otros países, en donde la significancia de la relación negativa entre las variables obedece solo a periodos de hiperinflación con alta recesión. Como lo señalamos en la sección anterior, esta característica daría indicios de relaciones de umbral entre ambas variables.

Una forma de corroborar la posible existencia de relaciones de umbral, es identificar periodos de baja, mediana y alta inflación, y observar el crecimiento económico en esos periodos. De manera similar a la metodología de Bruno y Easterly (1998), en el Gráfico 2 mostramos el promedio de las tasas de crecimiento económico para diferentes niveles de inflación en el periodo 1950 a 1998. Se puede observar que es recién a partir de un nivel de inflación de 15%, que la relación con el crecimiento económico empieza a ser negativa, para inflaciones menores, la relación no es clara.



Si bien la metodología de Bruno y Easterly nos permite identificar relaciones no lineales entre ambas variables, el problema que surge es que la determinación de la tasa de inflación es todavía arbitraria y constante a lo largo del tiempo, es decir, a lo largo de los 48 años que conforman el periodo de análisis, tasas de inflación superiores al 15% han perjudicado el crecimiento económico. Claramente, esta conclusión es cuestionable sobre todo cuando se toma en cuenta que han habido periodos de inflación alta y permanente, donde se ha observado sub-periodos de crecimiento económico. Por ejemplo, durante el periodo 1975 a 1993, la inflación fue siempre superior al 24%, sin embargo hubo crecimiento en los sub-periodos 1979-1981 y 1986-1987, justamente en los años en que la inflación fue relativamente menor a la de los periodos vecinos. Lo que pretendemos decir aquí, es que el concepto de baja, mediana y alta inflación, es un concepto relativo y no absoluto, por lo tanto el umbral de inflación a partir del cual se empieza a afectar al crecimiento, debería variar en función a los niveles históricos de inflación o la tendencia de largo plazo.

Estos sub-periodos de "excepción", han sido también identificados por Dancourt, Mendoza y Vilcapoma (1997). Si bien estas excepciones al comportamiento anticíclico de la inflación no son explicadas por los autores, el indicador de shocks externos que ellos construyen, muestra que esos periodos coincidieron con shocks externos favorables, los que impulsaron el crecimiento y redujeron levemente la inflación. Sin embargo, las conclusiones a las que pueden llegarse con el documento de Dancourt, Mendoza y Vilcapoma, traen a discusión el problema de causalidad entre

las variables analizadas, pues de acuerdo a los autores la inflación y el crecimiento económico no tienen una relación de causalidad, sino que ambas variables han sido afectadas por incrementos en el tipo de cambio y precios públicos, los cuales tienen efectos inflacionarios y contractivos<sup>7</sup>.

No es el propósito de nuestra investigación mostrar cómo se origina la inflación, ni demostrar alguna relación causal con el crecimiento económico. Lo que pretendemos es demostrar que una vez que la inflación se presenta, el efecto sobre el crecimiento económico varía de acuerdo al nivel de inflación del periodo. Esto lo hemos demostrado de alguna manera con el gráfico 2, pero en la siguiente sección presentaremos una herramienta econométrica que solucionará el problema de arbitrariedad en la determinación de los umbrales de inflación a partir de los cuales se afecta el crecimiento, y por otro lado, nos dará luces acerca de si estos umbrales son absolutos en el tiempo, o son relativos a los niveles de inflación históricos.

### **3. Modelo de Relaciones de Umbral entre inflación y crecimiento económico**

Muchas de las relaciones entre variables económicas se desarrollan con fricciones y diferentes tipos de distorsiones. La existencia de costos de transacción, fallas de información y en general la incertidumbre presente en toda relación económica, origina que los efectos de una variable sobre otra no se dé inmediata, continua y simétricamente. En estos casos, asumir una relación lineal podría llevar a sobrevalorar o subvalorar la significancia de la relación estadística. En este documento, nosotros proponemos un método de estimación que no está restringido a la linealidad ni continuidad de la función a estimar, por lo que permite encontrar lo que denominamos “relaciones de umbral”.

El Modelo de Relaciones de Umbral se basa en la idea intuitiva de que los agentes sólo reaccionan ante cambios "importantes" de alguna variable observada, y esta reacción es diferente si estos cambios son adversos o favorables<sup>8</sup>. De esta manera, se asume la existencia de bandas tanto superiores como inferiores a partir de las cuales, la variable exógena se torna estadísticamente

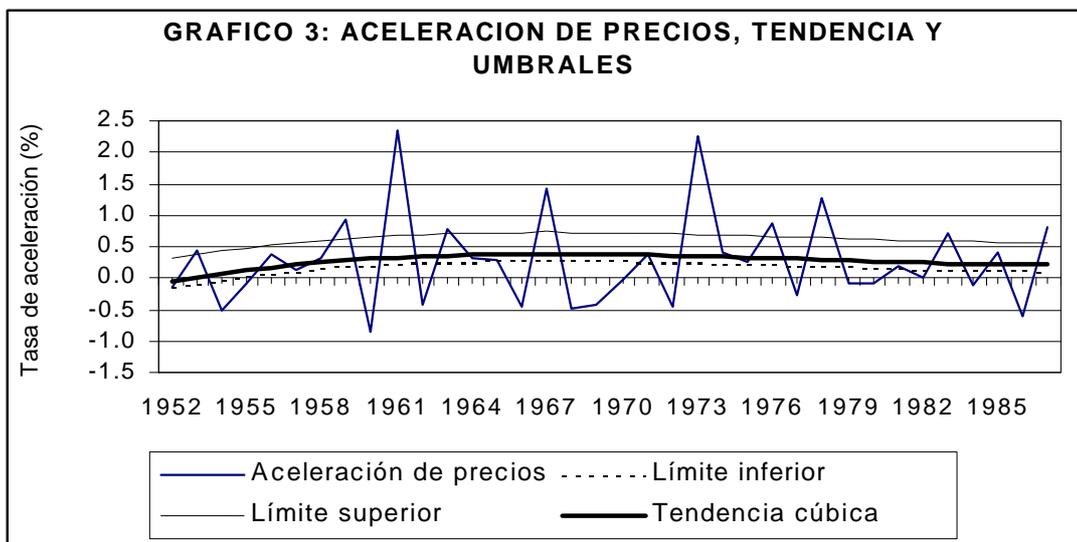
---

<sup>7</sup> El modelo de Krugman y Taylor (1978) para una economía semi-industrializada, muestra que la devaluación puede tener efectos contractivos en la actividad económica.

<sup>8</sup> Si bien el modelo de umbrales será aplicado en esta investigación para el caso de inflación y crecimiento económico, creemos que la aplicabilidad de éste es enorme, sobre todo para entender relaciones entre variables vinculadas a comportamiento de agentes económicos.

significativa para explicar el comportamiento de la variable endógena. En el modelo general, la tendencia de largo plazo determina la trayectoria del umbral.

A modo de ejemplo, en el Gráfico 3 presentamos para el periodo 1952 a 1987 la aceleración del nivel de precios, la tendencia de la aceleración para este periodo<sup>9</sup> y los umbrales superiores e inferiores calculados arbitrariamente. El umbral superior está por encima de la tendencia a una distancia constante y mayor a 0.4%, mientras que el umbral inferior esta por debajo de la tendencia a una distancia constante mayor 0.1%<sup>10</sup>. De esta manera, si la aceleración de los precios supera su tendencia mas 0.4% (umbral superior), el impacto sobre la variable endógena será estadísticamente diferente al impacto que tendría una aceleración menor a la tendencia menos 0.1% (umbral inferior). Del mismo modo, una aceleración de precios dentro de los límites de 0.4% por encima y 0.1% por debajo de la tendencia (umbral medio), podría no tener efecto sobre la variable endógena.



La existencia de estos umbrales o bandas puede deberse a factores psicológicos, costos de transacción o problemas de información, que afectan las reacciones de los agentes. Es más probable que la gente reaccione a variaciones fuertes de una variable -ya sean positivas o negativas-, y no a pequeñas desviaciones de su tendencia de largo plazo. Pero también podría ocurrir que exista una relación significativa cuando la variable exógena se comporta establemente dentro de ciertos

<sup>9</sup> La tendencia ha sido calculada usando un polinomio de tercer grado.

<sup>10</sup> Si bien estos valores han sido dado a modo de ejemplo, es importante resaltar que en el modelo propuesto, las distancias inferiores y superiores no estan restringidas a ser de la misma magnitud.

límites, pero una vez que los cruza la relación se pierde producto de la distorsión que genera cambios bruscos en la variable. En este caso se esperaría que la relación fuera significativa en el umbral interior, pero no relevante en las bandas exteriores.

El modelo de relaciones de umbral se asemeja a los modelos autoregresivos de umbral (TAR<sup>11</sup>), que empezaron a desarrollarse en la década de los setenta con autores como Priestley (1988) y Tsay (1989)<sup>12</sup>. Junto a estos modelos de series de tiempo, se desarrollaron también los modelos de cointegración de umbral (Balke y Fomby, 1997). La característica principal de estos modelos es que se basan en procesos autoregresivos, de manera que los umbrales se generan con los rezagos de la variable endógena, sin considerar la tendencia de la variable. En ese sentido, el modelo propuesto es mas general.

Por otro lado, el modelo de relaciones de umbral puede entenderse como un modelo de cambio estructural restringido a un mismo intercepto<sup>13</sup>, pero a diferencia de estos modelos que se desarrollan en el rango del tiempo, el modelo propuesto lo hace en el rango de la variable exógena.

La estructura matemática del modelo para el caso bivariado<sup>14</sup>, es el siguiente:

Sea  $Y$  un vector  $N \times 1$  que corresponde a la variable endógena,  $X$  el vector  $N \times 1$  correspondiente a la variable exógena y  $X_{tendencia}$  la tendencia de la variable  $X$ <sup>15</sup>. La relación entre  $Y$  y  $X$  se da de la siguiente forma:

$$Y = \mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1 XL_{Sup} + \mathbf{b}_2 XL_{Inf} + \mathbf{b}_3 XL_{med} + \mathbf{m}$$

---

<sup>11</sup> Threshold Autoregressive Processes.

<sup>12</sup> Para una explicación de estos modelos y sus aplicaciones, se puede revisar a Tong (1990), Chan y Tsay (1998), Finkensadt (1995), entre otros.

<sup>13</sup> Los modelos clásicos de cambio estructural no determinan el o los periodos de quiebre, sin embargo Perron y Bai (1998) han desarrollado un modelo que determina endógenamente los quiebres estructurales. Este último tipo de modelo es el que guarda mayor relación con el modelo de relaciones de umbral propuesto.

<sup>14</sup> Desarrollamos el caso bivariado por tratarse del modelo mas simple y porque es que el que usaremos para encontrar la relación entre inflación y crecimiento económico.

<sup>15</sup> La tendencia puede ser determinística o estocástica, dependiendo del supuesto teórico tomado.

Donde :

$$L_{Sup} = \begin{cases} 1 & X > X_{tendencia} + d_s \\ 0 & X \leq X_{tendencia} + d_s \end{cases}$$

$$L_{Inf} = \begin{cases} 1 & X < X_{tendencia} - d_l \\ 0 & X \geq X_{tendencia} - d_l \end{cases}$$

$$L_{med} = 1 - L_{Sup} - L_{Inf}$$

Donde:

$L_{Sup}$  = es una función spline<sup>16</sup> que selecciona los valores por encima del límite superior.

$L_{Inf}$  = es una función spline que selecciona los valores por debajo del límite inferior.

$L_{Med}$  = es una función spline que selecciona los valores entre el límite superior e inferior.

$\beta_i$  = son parámetros de la ecuación principal

$\delta_s, \delta_l$  = son parámetros no-negativos que determinan la amplitud del umbral respecto a la tendencia.

$\mu$  = es el término de perturbación

En el caso del modelo bivariado, se estiman seis parámetros ( $\beta_i, \delta_s$  y  $\delta_l$ ). La estimación del modelo se hará a través de iteraciones (ver el apéndice para una explicación de las metodologías de estimación propuestas), usando para ello un programa desarrollado en EViews 3.

Para ver las relaciones de umbral entre la inflación y el crecimiento económico, se consideraron tres diferentes estimaciones. La primera estimación corresponde a un Modelo de Relaciones de Umbral restringido, que resulta similar a la metodología usada por Sarel (1995). La segunda estimación no está restringida, y toma en cuenta una tendencia determinística del nivel de inflación. Finalmente la tercera estimación utiliza el modelo general no restringido, pero es usado para analizar la relación entre la aceleración de precios (crecimiento de la inflación) y el crecimiento económico.

### 3.1 Modelo restringido entre inflación y crecimiento económico

Este caso es similar al propuesto por Sarel (1995), y al igual que las investigaciones discutidas en la primera sección, se pretende encontrar cuál es el nivel de inflación a partir del cual se empiezan a producir efectos negativos sobre el crecimiento. Desde el punto de vista del modelo de relaciones de umbral, se estaría tomando como “tendencia” una inflación constante e igual a cero, y se estaría restringiendo el modelo a la existencia de solo dos umbrales (superior y medio), pues no se toma en cuenta el efecto de inflaciones muy bajas<sup>17</sup>.

Para el periodo 1951 a 1998, se estimó el modelo encontrando el siguiente resultado:

```

=====
Dependent Variable: CREC
Method: Least Squares
Sample: 1951 1998
Included observations: 48
=====

```

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.032844	0.009262	3.546138	0.0009
LSUP*INFLA	-0.001865	0.000570	-3.269834	0.0021
LMED*INFLA	0.189669	0.120533	1.573580	0.1226

```

=====
R-squared          0.264385      Mean dependent var 0.037161
Adjusted R-squared 0.231691      S.D. dependent var 0.051419
S.E. of regression 0.045070      Akaike info criter -3.300735
Sum squared resid  0.091409      Schwarz criterion  -3.183785
Log likelihood     82.21764      F-statistic         8.086657
Durbin-Watson stat 1.861937      Prob(F-statistic)  0.000999
=====

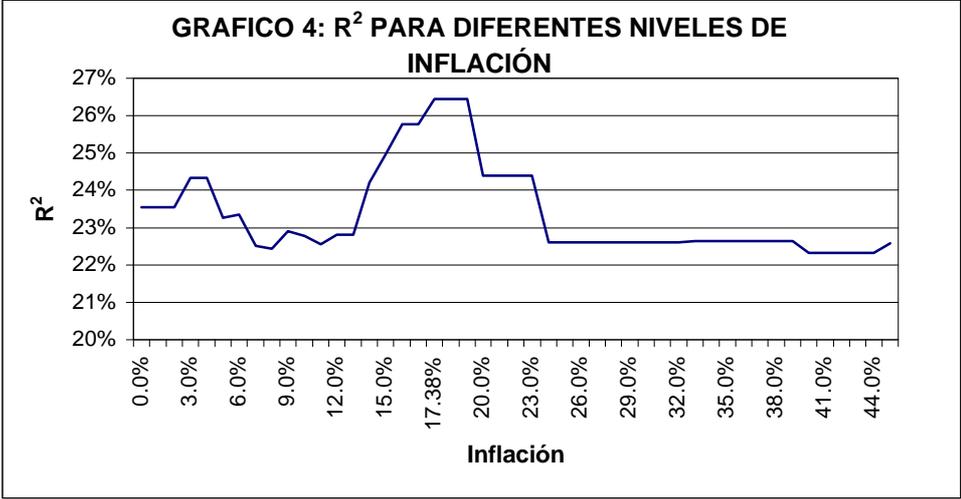
```

Este resultado corresponde a una inflación límite de 17.38%, que es el valor que minimiza la suma de los errores al cuadrado (o equivalentemente maximiza el  $R^2$  de la regresión). En el Gráfico 4 se muestran diferentes inflaciones límites (umbrales de inflación) y los  $R^2$  de las regresiones asociadas a este valor. Claramente se puede observar que para una inflación de 17.38%, el  $R^2$  de la regresión

<sup>16</sup> Greene 1993.

<sup>17</sup> Si bien en el periodo de análisis no se han producido deflaciones anuales, el caso de una inflación negativa es factible, y en ese caso el modelo restringido podría no capturar efectos importantes. Sarel, al estudiar a un conjunto importante de países, “soluciona” el problema transformando las deflaciones en inflaciones nulas.

toma su máximo valor (26.44%), y para este caso, el output de la regresión es que se ha mostrado en el cuadro anterior<sup>18</sup>.



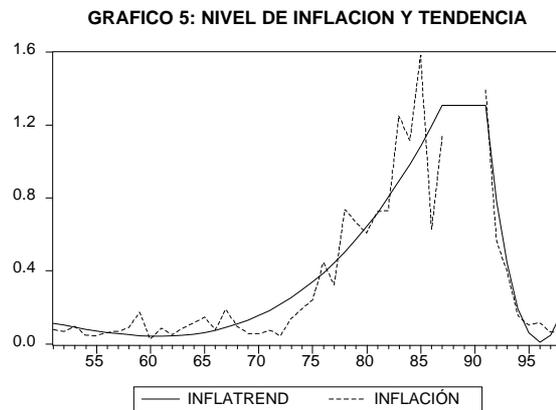
Se puede concluir entonces que cuando hay inflación superior al 17.38%, se produce un efecto negativo y significativo sobre el crecimiento económico; sin embargo, cuando la inflación es inferior a este valor límite, no se produce efecto alguno sobre el crecimiento, de hecho el signo de la regresión es positivo pero poco significativo. Estos resultados son similares a los encontrados para otros países, aunque el umbral de inflación es mayor que el 8% encontrado por Sarel, pero inferior al 40% estimado por Bruno y Easterly.

Una posible explicación al hecho de que el umbral de inflación en el Perú sea alto, es que han habido periodos largos de alta inflación, por lo que quizá lo que importa son las desviaciones respecto a la tendencia, es decir, el nivel de inflación en términos relativos y no absolutos<sup>19</sup>. El problema de incorporar esta hipótesis en el modelo, es que la inflación presenta un fuerte quiebre estructural a finales de los ochenta y primeros años de los 90. Como se aprecia en el Gráfico 5, la

<sup>18</sup> A través del test de Dickey-Fuller aumentado a los errores de esta regresión, se descartó la existencia de una relación espúrea entre ambas variables.

inflación empieza a crecer aceleradamente en 1972, hasta llegar a niveles de hiperinflación en los años 1988 a 1991, cuando se alcanzaron tasas superiores a 7,600% (en 1990)<sup>20</sup>.

Bajo esta situación, resulta complicado estimar una tendencia que se comporte adecuadamente. En el Gráfico 5, también se muestra la estimación de una tendencia polinómica, la cual se calculó para periodos separados (1951-1987 y 1992-1998). Claramente, esta tendencia no resulta rigurosa en términos estadísticos, y cuando se incorporó al modelo de relaciones de umbral para su estimación, se encontró que para todos los umbrales la relación fue negativa y significativa<sup>21</sup>.



<sup>19</sup> Por ejemplo, si por muchos años la inflación a estado en niveles de 60%, una reducción a niveles de 30% puede ser bien vista y resultar beneficiosa para el crecimiento.

<sup>20</sup> Por razones de escala, no se muestran los valores correspondientes a estos años de hiperinflación.

<sup>21</sup> En esta estimación, los límites de inflación fueron estimados en 8.35% por encima de la tendencia (umbral superior) y 12.15% por debajo (umbral inferior). Los resultados de la estimación para estos umbrales óptimos fueron los siguientes:

```
=====
Dependent Variable: CREC
Method: Least Squares
Sample: 1951 1998
Included observations: 48
=====
```

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.061104	0.006454	9.467422	0.0000
LSUP*INFLA	-0.002089	0.000460	-4.542869	0.0000
LMED*INFLA	-0.103587	0.021323	-4.857896	0.0000
LINF*INFLA	-0.008261	0.002148	-3.846595	0.0004
R-squared	0.530792	Mean dependent var	0.037161	
Adjusted R-squared	0.498801	S.D. dependent var	0.051419	
S.E. of regression	0.036402	Akaike info criter	-3.708729	
Sum squared resid	0.058305	Schwarz criterion	-3.552796	
Log likelihood	93.00951	F-statistic	16.59170	
Durbin-Watson stat	2.070784	Prob(F-statistic)	0.000000	

El problema de la tendencia y el hecho de que la inflación sea integrada de orden 1, nos lleva a plantear una nueva solución, que consiste en analizar la relación entre el crecimiento económico y la aceleración de precios (o crecimiento de la inflación)<sup>22</sup>.

**3.2 Modelo no-restringido entre aceleración de precios y crecimiento económico**

Davis y Kanago (1996), estimaron también la relación entre la aceleración de los precios<sup>23</sup> y el crecimiento económico. En el caso peruano, esta relación es significativa pero en conjunto no explica mas del 18% del crecimiento económico, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

```

=====
Dependent Variable: CREC
Method: Least Squares
Sample: 1951 1998
Included observations: 48
=====
Variable      Coefficient Std. Error t-Statistic Prob.
=====
C              0.041985   0.006999   5.998915   0.0000
ACELERA       -0.010039   0.003240  -3.098706   0.0033
=====
R-squared      0.172691   Mean dependent var 0.037161
Adjusted R-squared 0.154706   S.D. dependent var 0.051419
S.E. of regression 0.047274   Akaike info criter -3.224931
Sum squared resid 0.102803   Schwarz criterion -3.146964
Log likelihood  79.39833   F-statistic      9.601980
Durbin-Watson stat 1.362785   Prob(F-statistic) 0.003311
=====

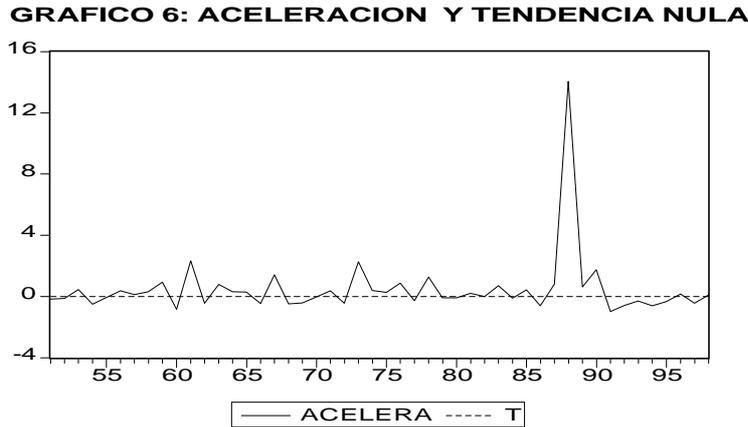
```

Sin embargo, no es difícil imaginar la existencia de umbrales en esta relación. Esperaríamos que una aceleración de precios afecte el crecimiento, mientras que una desaceleración lo aliente, de esta manera, aun en periodos largos donde se tienen inflaciones altas, una reducción de la inflación o un incremento de ésta podría alterar el crecimiento, es decir, estaríamos incorporando el efecto relativo de la magnitud del nivel de inflación.

---

<sup>22</sup> La aceleración de precios se calcula como cambio porcentual de la inflación, la cual es una variable estacionaria, por ser la primera diferencia de una I(1).  
<sup>23</sup> En el caso de estos autores, se tomó el crecimiento de la incertidumbre de inflación.

En el Gráfico 6 se muestra la aceleración de los precios para el periodo 1951 a 1998. Se observa que el periodo de hiperinflación significó un shock transitorio en la variable, para retornar después a su valor medio cercano a cero. En nuestro caso, tomamos la constante cero y la incorporamos como tendencia en el modelo de relaciones de umbral<sup>24</sup>.



A diferencia del primer caso, el modelo de umbrales no fue restringido a la inexistencia de un umbral inferior. De esta manera, al aplicar el modelo, descubrimos que los límites que maximizan el  $R^2$  son de 3.6% para arriba (umbral superior) y 0% para abajo (umbral inferior conformado por todas las desaceleraciones de precios o reducciones de inflación). El resultado de la estimación se muestra a continuación:

Dependent Variable: CREC  
 Method: Least Squares  
 Sample: 1951 1998  
 Included observations: 48

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.042695	0.006252	6.829191	0.0000
LSUP*ACELERA	-0.010476	0.002870	-3.650570	0.0007
LMED*ACELERA	-0.235733	0.055746	-4.228696	0.0001
LINF*ACELERA	0.001259	0.010236	0.123028	0.9026
R-squared	0.412343	Mean dependent var	0.037161	
Adjusted R-squared	0.372275	S.D. dependent var	0.051419	
S.E. of regression	0.040738	Akaike info criter	-3.483632	
Sum squared resid	0.073023	Schwarz criterion	-3.327698	
Log likelihood	87.60716	F-statistic	10.29120	
Durbin-Watson stat	1.439366	Prob(F-statistic)	0.000030	

<sup>24</sup> Si bien se puede calcular una tendencia determinística, resulta mas intuitivo para el analisis el caso de aceleración positiva, negativa o nula de los precios.

Claramente, una aceleración de precios afecta negativa y significativamente el crecimiento, sorprendentemente, cuando el crecimiento de la inflación es superior al 3.6%, el impacto negativo sobre el crecimiento es menor. Por el contrario, cuando hay una desaceleración de los precios, el crecimiento no se ve alterado en forma significativa, lo que muestra la característica asimétrica de esta relación.

Es importante resaltar que el ajuste del modelo no-lineal de relaciones de umbral, es bastante superior al modelo lineal, ello pues se incorpora los umbrales de aceleración de precios. También es pertinente aclarar el carácter no espúreo de esta regresión, tal como lo muestra el Test de Dickey-Fuller aumentado.

```
Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on RESID01
=====
ADF Test Statistic -4.645792      1% Critical Value*-4.1837
                                5% Critical Value -3.5162
                                10% Critical Value -3.1882
=====
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.
```

En todas las estimaciones realizadas, se ha evaluado el impacto que aumentos en los precios tienen en el crecimiento económico. Definitivamente, el crecimiento se ve afectado por muchas otras variables, que al no ser incorporadas en el modelo, alteran los resultados obtenidos. No ha sido el objetivo de este documento el pretender explicar el crecimiento económico, sino demostrar a través del modelo de umbrales propuesto, que los precios afectan el crecimiento de forma no-lineal, es decir, sólo cuando cruzan cierto umbral.

#### **4. Conclusiones**

A través de un modelo econométrico, se demuestra que la inflación perjudica significativamente el crecimiento. Para el caso peruano, se muestra que inflaciones superiores a 17.38% afectan el crecimiento económico, pero si consideramos la aceleración del nivel de precios, el sólo hecho de que la inflación crezca, afecta también al crecimiento. Sin embargo, la inflación no es perjudicial a niveles inferiores a 17.38%, del mismo modo, tampoco se puede argumentar que una desaceleración

de los precios sea beneficiosa en términos de crecimiento económico. Lo encontrado para Perú es similar a lo encontrado por varios autores para un conjunto importante de países, lo que nos lleva a corroborar el carácter no-lineal de la relación inflación-crecimiento económico.

Resulta claro entonces que la inflación tiene costos económicos importantes para la actividad económica; sin embargo combatirla es también costoso, y puede resultar en un costo inútil cuando se trata de reducir la inflación cuando se encuentra dentro del umbral en donde no afecta el crecimiento. De acuerdo a nuestras estimaciones, este umbral está por debajo de un nivel de 17.38% de inflación.

Es importante notar que en el periodo de análisis, el Perú ha tenido siempre crisis económicas acompañadas de inflaciones altas, con excepción de la crisis actual, la que por primera vez está siendo acompañada de meses de deflación. Este hecho resulta importante para nuestra estimación, pues la carencia de este "tipo" de datos, no permite encontrar evidencia de que inflaciones bajas y deflaciones perjudican el crecimiento. Sería muy valioso realizar un estudio para una muestra mayor de países y para un periodo más prolongado, de manera que se pueda encontrar una estructura no-lineal más rica respecto a la relación entre inflación y crecimiento económico, usando el modelo de relaciones de umbral propuesto en esta investigación, y que será desarrollado con más detalle en un próximo documento.

## APÉNDICE

### MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL MODELO DE RELACIONES DE UMBRAL

Para la estimación del modelo de relaciones de umbral proponemos dos métodos alternativos. El primero es un método de búsqueda de los parámetros de umbral  $-\delta_s$  y  $\delta_I$  por medio de iteraciones, el cual consiste en definir los límites superiores e inferiores dando diferentes valores en forma discreta para  $\delta_s$  y  $\delta_I$ , estimando luego regresiones por mínimos cuadrados ordinarios, para cada uno de los valores definidos. Aquellos valores de los parámetros de umbral que generen la menor suma de errores al cuadrado de entre todas las regresiones (o equivalentemente el mayor  $R^2$ ), serán los valores óptimos y por lo tanto los que definan los límites superior e inferior de la regresión final. La ventaja de este método es que puede ser estimado fácilmente en cualquier paquete econométrico.

El segundo método de estimación consiste en la maximización de una Función de Verosimilitud, del modo siguiente:

**Maximizar:**

$$L(Y, X; \mathbf{b}, \mathbf{d}_i, \mathbf{s}_m^2) = \frac{1}{(2\pi)^{T/2}} \frac{1}{(\mathbf{s}_m^2)^{T/2}} e^{-\frac{(Y - \mathbf{b}_0 - \mathbf{b}_1 X_{L_{sup}} - \mathbf{b}_2 X_{L_{inf}} - \mathbf{b}_3 X_{Med})^2}{2\mathbf{s}_m^2}}$$

**Sujeto a:**

$$L_{Sup} = \begin{cases} 1 & X > X_{tendencia} + \mathbf{d}_s \\ 0 & X \leq X_{tendencia} + \mathbf{d}_s \end{cases}$$

$$L_{Inf} = \begin{cases} 1 & X < X_{tendencia} - \mathbf{d}_I \\ 0 & X \geq X_{tendencia} - \mathbf{d}_I \end{cases}$$

$$\mathbf{d}_s \geq 0$$

$$\mathbf{d}_I \geq 0$$

Como puede observarse, la función de verosimilitud no es diferenciable respecto a los parámetros  $\delta_s$ ,  $\delta_I$  pues éstos definen las funciones spline  $L_{Sup}$  y  $L_{Inf}$ , las cuales hacen discontinua en esos

puntos a la función de verosimilitud. Para solucionar este problema, se utiliza una función continua y diferenciable que tome valores entre 1 y 0 para todo el rango de números reales, la cual reemplaza a las funciones spline, tal como se muestra a continuación:

$$L_{Sup} = \frac{1}{1 + e^{-(X - X_{tendencia} - d_s)k}}$$

$$L_{Inf} = \frac{1}{1 + e^{-(X - X_{tendencia} - d_l)k}}$$

Donde K es un parámetro que permite que la sustitución de la función spline por esta función continua sea mas precisa. Mientras más alto sea el valor de k, mas tenderá a una función spline.

La ventaja de este método de estimación es que da con precisión los valores estimados, sin embargo se requieren paquetes econométricos más avanzados que solucionen el problema de máximos locales que surgen al momento de hacer la regresión

## 5. Referencias

BALKE, Nathan y Thomas Fomby (1997). "Threshold Cointegration", *International Economic Review*, Vol 38, N 3, Agosto.

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (1997). "La política monetaria del Banco Central de Reserva del Perú", *Notas de Estudios, Banco Central de Reserva del Perú*, No1, Mayo.

BRUNO, Michael (1995). "La inflación, ¿contribuye realmente a frenar el crecimiento?", *Finanzas y Desarrollo*, setiembre de 1995.

BRUNO, Michael y William Easterly (1998). "Inflation crisis and log-run growth", *Journal of Monetary Economics*, 41, pp. 3-26.

BULLARD, James y John Keating (1995). "The Long-run relationship between inflation and output in postwar economies", *Journal of Monetary Economics*, 36, pp 477-496.

CORBO, Vittorio (1997). "Estabilidad macroeconómica como condición necesaria para el crecimiento", *Notas de Estudios, Banco Central de Reserva del Perú*, No3, Junio.

CHAN, K.S. y Ruey Tsay (1998). "Limiting properties of the Least Squares Estimator of a Continuous Threshold Autoregressive Model". University of Chicago, unpublished.

DANCOURT, Oscar, Waldo Mendoza y Leopoldo Vilcapoma (1997). "Fluctuaciones económicas y shocks externos, Peru 1950-1996", *Documento de Trabajo No135, Pontificia Universidad Católica del Perú*, Setiembre.

DAVIS, George y Bryce Kanago (1996). "On measuring the effect of inflation uncertainty on real GNP growth", *Oxford Economic Papers*, 48, pp 163-175.

DE GREGORIO, José (1992). "The effects of inflation on economic growth: Lessons from Latin America", *European Economic Review*, 36, pp 417-425.

FINKENSADT, Barbel (1995). *Nonlinear Dynamics in Economics: A theoretical and statistical approach to agricultural markets*. Springer-Verlag: Berlin. 155 p.

FISCHER, Stanley (1993). "The role of macroeconomic factors in growth", *Journal of Monetary Economics*, 32. Pp. 485-512.

FRIEDMAN, Milton (1977). "Nobel lecture: inflation and unemployment", *Journal of Political Economy*, 85, pp 451-472.

GALBRAITH, John (1996). "Credit Rationing and Threshold Effects in the Relation between Money and Output", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11, pp. 419-429.

GHOSH, Atish y Steven Phillips (1998). "Inflation, Desinflation and Growth", *IMF Working Paper*, No68, Mayo.

GREENE, William (1993). *Econometric Analysis*. Segunda edición. Prentice-Hall: New Jersey. 791p.

HASLAG, Joseph (1997). "Output, Growth, Welfare, and Inflation: A survey", Federal Reserve Bank of Dallas Economic Review, Segundo trimestre, pp 11-21.

JIMENEZ, Felix (1987). Demanda, Inflación, Crecimiento Económico y Estado: Enfoques en Conflicto. PUCP.

JUDSON, Ruth y Athanasios Orphanides (1996). "Inflation, Volatility and Growth", Federal Reserve Board, Finance and Discussion Series, No96-19.

KRUGMAN, Paul y Lance Taylor (1978). "Contractionary Effects of Devaluation", Journal of International Economics, Vol8, pp. 445-456.

LUCAS, Robert (1973). "Some international evidence on output-inflation tradeoffs", American Economic Review, 63, 326-334.

MENDOZA, Miguel Angel (1998). "Inflación y crecimiento económico en México", Monetaria, Abril-Junio. pp. 139-162.

PERRON, Pierre y Jushan Bai (1998). "Estimating and testing linear models with multiple structural changes", Econometrica, N°1, January, pp. 47-78.

PINDYCK, Robert y Andres Solimano (1993). "Economic instability and aggregate investment", NBER Macroeconomics Annual, pp. 259-303.

ROBLES, Marco (1996). Los ciclos económicos en el Perú. INEI, Lima.

SAREL, Michael (1995). "NonLinear effects of inflation on economic growth", IMF Working Paper, International Monetary Fund, Mayo de 1995.