

# La Relación entre Inflación y Crecimiento Estimación de Umbral de Inflación para Argentina

José Luis Maia (\*), Damián Pierri (\*\*),  
Luis Alberto Trajtenberg (\*\*\*)<sup>1</sup>

Agosto 2016

## Abstract

The purpose of this paper is to present a methodology to identify the existence of threshold effects in the relationship between inflation and economic growth of Argentina, using non linear econometric procedures for estimation and inference. The empirical findings show that the threshold level of inflation above which inflation significantly slows growth is estimated at 12,9%. The level of inflation between 7,5% and 12,9% has no relevant effects on economic growth. The negative and statistically relevant relationship between inflation and growth is robust with respect to the econometric procedures considered, the exclusion of high-inflation observations, and the alternative specifications.

## Resumen

El objetivo del trabajo es presentar una metodología econométrica para identificar la existencia de efecto umbral en la relación entre inflación y crecimiento de Argentina, usando procedimientos econométricos no lineales para la estimación e inferencia. Los resultados empíricos muestran que la inflación contribuye negativamente al crecimiento económico para niveles de inflación superiores al 12,9% anual. Asimismo la inflación no tiene efectos estadísticamente relevantes sobre el crecimiento para niveles de inflación entre 7,5% y 12,9%. La relación negativa y estadísticamente relevante entre inflación y crecimiento es robusta al método econométrico considerado, la exclusión de observaciones atípicas y a las especificaciones alternativas.

**Keywords:** inflation and economic growth, non linearity, threshold effects.

**JEL Classification:** E31; O40.

---

<sup>1</sup>(\*) Subsecretario de Programación Macroeconómica del Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación, [jmaia@mecon.gov.ar](mailto:jmaia@mecon.gov.ar); (\*\*) Economista de la Dirección Nacional de Política Macroeconómica, [dpierr@mecon.gov.ar](mailto:dpierr@mecon.gov.ar); (\*\*\*) Director de la Dirección de Modelos y Proyecciones perteneciente a la Subsecretaría de Programación Macroeconómica del Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación.  
Correspondencia: Luis Alberto Trajtenberg. Email: [ltrajt@mecon.gov.ar](mailto:ltrajt@mecon.gov.ar).

## I. Introducción

La inflación suele considerarse entre los temas más importantes en las encuestas de opinión para el público general al asociarse con inestabilidad política, pérdida de moral, deterioro del prestigio nacional y hasta explotación (Shiller, 1996). Los efectos de la inflación sobre el crecimiento y el bienestar general son ampliamente reconocidos en la literatura económica (Briault, 1992) y se dividen en aquellos asociados a la inflación esperada e inesperada.

Entre los primeros podemos destacar: i) costos de menú, ii) volatilidad de precios relativos, iii) distorsiones en la carga impositiva por la ausencia de ajuste por inflación, iv) dispersión geográfica de precios (*shoe leather costs*). Entre los efectos asociados con la inflación inesperada se incluyen podemos identificar a la transferencia de recursos desde i) las redistribuciones de ingresos y riqueza desde acreedores hacia deudores, ii) los costos para aquellos con contratos nominalmente rígidos (asalariados) cuando la inflación resulta mayor a la prevista, iii) los mayores costos para identificar cambios en los precios relativos y asignar recursos acordemente<sup>2</sup>.

Sin embargo, ambos tipos de costos de la inflación soslayan tanto los efectos asociados al ciclo económico como potenciales no linealidades que puedan surgir para diferentes niveles de inflación. El documento de trabajo tiene como propósito identificar estas no linealidades a través del cómputo de “umbrales de inflación” y cuantificar los efectos de los diferentes niveles de inflación sobre el producto, controlando por las diferentes fases del ciclo económico.

Dentro de los mencionados efectos de la inflación, podríamos identificar aquellos que afectan principalmente a los componentes de la demanda y los que distorsionan las decisiones de las firmas (y por ende, oferta agregada) de manera de obtener una descripción detallada de la interacción entre inflación y ciclo económico.

En particular, mayores niveles de inflación reducen el poder de compra de los consumidores ya sea a través de sus efectos sobre la carga tributaria efectiva (i.e. impuesto a la ganancias), incremento en la dispersión geográfica de precios y salarios reales. Los niveles de inversión pueden verse afectados por el incremento en la volatilidad (real) de los precios relativos (mayor riesgo exige mayor retorno esperado y por ende reduce la viabilidad de algunos proyectos) y la mayor carga tributaria efectiva aunque beneficiados por la transferencia de recursos que recibirían de sus acreedores en caso de estar endeudados con contratos no indexados. A su vez, la inflación puede afectar los niveles de inversión a través de su relación con la demanda de saldos reales ya que ambos bienes pueden ser considerados como sustitutos (lo cual generaría una correlación positiva entre inflación en inversión) o completos. Finalmente, las exportaciones se ven afectadas por la volatilidad del tipo de cambio real en contextos en los cuales las autoridades monetarias tienen cierto grado de aversión a ajustar el tipo de cambio nominal (i.e. “fear of floating”, Calvo y Reinhart, 2002).

---

<sup>2</sup> La pérdida directa asociada a la inflación (i.e. la pérdida irrecuperable del bienestar ligada al impuesto inflacionario) suele ser de segundo orden (entre 0,5% y 1,0% del PBI para un incremento de 10 puntos en la tasa de inflación) tanto en países desarrollados como en desarrollo (Lucas, 2000, Ireland, 2009), una medida más amplia de los costos de la inflación comprende la pérdida asociada a la erosión de la función de la moneda como medio de cambio. Entendiendo los costos en este sentido, Lagos y Wright (2005) estiman el costo de un incremento de 10 puntos porcentuales en la tasa de inflación entre el 3% y el 4% del PBI. En el caso argentino reciente, el incremento en la Base Monetaria observado en Argentina en los últimos años implica una recaudación por emisión monetaria de varios puntos del PIB que se transfiere al Tesoro para financiar su déficit. Consecuentemente, los efectos de la inflación sobre el bienestar de la población dependen también de la eficacia del gasto público.

Por otra parte, los costos de menú y la volatilidad real disminuyen la oferta de las firmas. Sin embargo, para niveles moderados de inflación, la volatilidad de precios relativos puede generar incrementos en la oferta agregada de bienes ya que los cambios inesperados en los niveles de inflación pueden ser identificados como incrementos en los precios relativos por los productores, estimulando la oferta (Lucas, 1972, 1973).

La inflación en niveles moderados, puede “lubricar” el crecimiento, permitiendo ajustes virtuosos de precios relativos durante el ciclo ante rigideces a la baja de algunos precios nominales (i.e. salarios, tipo de cambio nominal), y facilitando la transferencia de recursos a sectores dinámicos (i.e. la inversión en sectores intensivos en capital requiere endeudamiento).

En consecuencia la inflación podría estar positiva o negativamente correlacionados con los niveles de actividad. Empíricamente resulta relevante identificar los niveles de inflación a partir de los cuales se verifica un cambio en el efecto, tanto cualitativa como cuantitativamente, de esta variable sobre los niveles de actividad. Este punto de inflexión se conoce como umbral de inflación (Khan y Senhadji, 2001).

Usando una metodología de regresión por umbrales, para la Argentina, para los períodos comprendidos entre 1910 y 2015, el presente documento de trabajo identifica endógenamente dos umbrales de inflación: un umbral inferior de 7,5% anual y un umbral superior que asciende 12,9% anual.

Para ilustrar los mecanismos a través de los cuales un incremento en la tasa de inflación puede generar una expansión o una contracción del producto se desarrolla un modelo de equilibrio parcial del cual se obtiene una forma cerrada para la ecuación de inversión. Usando esta expresión se puede derivar la elasticidad de la inversión respecto a la tasa de inflación la cual permitirá derivar la especificación econométrica.

Los resultados de estimación establecen que la inflación contribuye positivamente al crecimiento económico para niveles de inflación inferiores al 7,5% anual, mientras que la inflación contribuye negativamente al crecimiento económico para niveles de inflación superiores al 12,9% anual. Finalmente los resultados empíricos muestran que la inflación no tiene efectos relevantes sobre el crecimiento económico desde el punto de vista estadístico ni desde el punto de vista empírico en contextos en los cuales el nivel de inflación está situado en un rango entre 7,5% y 12,9% anual.

Desde el punto de vista del diseño de la política económica, la estimación del umbral de inflación para la Argentina nos puede ayudar a detectar hasta qué nivel la inflación actúa como un “lubricante” o al menos no tiene efectos perjudiciales sobre el crecimiento, y a partir de qué nivel la inflación dificulta el crecimiento y, por lo tanto, resulta indispensable reducir su nivel hasta rangos no distorsivos.

El presente trabajo se organiza de la siguiente manera. La Sección II presenta los antecedentes más relevantes de la literatura. La Sección III describe los datos utilizados. La Sección IV introduce el marco teórico. La Sección V y la Sección VI describen la metodología utilizada y la especificación del modelo econométrico. Y la Sección VII discute los resultados empíricos de estimación. Finalmente la Sección VIII discute brevemente las conclusiones preliminares del documento de trabajo.

## II. Antecedentes y Revisión de la Literatura

La estimación de umbrales de inflación ha sido objeto de estudio de numerosas investigaciones las cuales a su vez aplicaron diversas técnicas. Por otra parte, los umbrales de inflación encontrados varían según los períodos y grupos de países, estos últimos ya sean desarrollados o subdesarrollados. *En general, la asociación entre inflación y crecimiento es positiva cuando la primera variable está por debajo de cierto umbral. A partir de ese nivel crítico, la inflación afecta negativamente al crecimiento*, aunque en varios artículos los coeficientes estimados no son estadísticamente significativos.

Sarel (1995) estimó, para una muestra de países tanto desarrollados como en desarrollo, que el umbral está en torno al 8%. Ghosh y Phillips (1998), en cambio, encontraron que ampliando la muestra el umbral es inferior al 2,5%. Christoffersen y Doyle (1998) efectuaron la estimación para países en transición y encontraron que el umbral para estas economías se eleva a 13%. Khan y Senhadji (2001) estimaron el umbral de inflación en 1%-3% para países desarrollados y 11%-12% para países en vías de desarrollo. Pollin y Zhu (2005) hallaron que la asociación es positiva hasta el rango 14%-16% para los países de ingresos medios. Por su parte, Min Li (2006) encontró que el umbral a partir del cual la inflación afecta el crecimiento es 14% para países en desarrollo. Y más recientemente Espinoza, Leon y Prasad (2010) usando un panel de 165 países para el período 1960-2007 estimaron que, exceptuando a los países avanzados, una inflación superior al 10% se vuelve perjudicial para el crecimiento. Finalmente, Ibarra y Trupkin (2015) estiman un panel para países desarrollados y en desarrollo encontrando umbrales de 4 y 19% respectivamente.

Las estimaciones para países individuales muestran mayores dificultades, entre ellas el número reducido de observaciones. Algunos de los umbrales encontrados son: i) 9% para Pakistán, Mubarik (2005). ii) 6% para Bangladesh, Mortaza y Ahmed (2005). iii) 2% para Turquía, Sweidan (2004). iv) 0,5% y 4,65% para Perú, Vázquez Cordano (2003).

A los efectos del diagnóstico de la política económica que pueden surgir de estos modelos, resulta relevante estimar la elasticidad de la inflación sobre el producto para niveles superiores al umbral. En este sentido, se observa una elevada varianza en los coeficientes estimados por los diferentes estudios. Por ejemplo, en Ibarra y Trupkin (2015), la reducción de un punto en la tasa de inflación implica un incremento de 0,8 puntos en la tasa de crecimiento del producto para países en desarrollo que superan el umbral crítico de inflación (19%). Sin embargo, cuando la muestra se agrupa por países de ingresos bajos, la sensibilidad aumenta (en valor absoluto) a -1,8 mientras que para países latinoamericanos se ubica en -0,4. A su vez, Khan y Senhadji (2001) estiman este coeficiente en torno al -0,01 para países en desarrollo, en línea con los resultados encontrados en este artículo (ver la sección de resultados de estimación).

Por lo tanto, resulta prudente utilizar estos modelos para detectar el objetivo (“target”) del Banco Central a la hora de fijar metas de inflación ya que la literatura coincide en predecir una correlación negativa entre inflación y crecimiento a partir de cierto umbral. Sin embargo, la variabilidad observada en los coeficientes estimados indica que las metodologías utilizadas hasta el momento distan de ser confiables a la hora de predecir los beneficios en términos del nivel de actividad de políticas de estabilización.

## III. Datos

La siguiente tabla muestra la relación entre la tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita estratificada por los deciles de la distribución de la inflación anual para el período 1910-2015.

## Inflación y Crecimiento para Argentina 1910-2015

Deciles de Inflación	Rango de Inflación	Inflación Promedio	Variación Anual Promedio del PIB per Cápita
1° Decil	[-17,2% ; -1,2%]	-7,6%	-0,3%
2° Decil	[-1,1% ; 0,9%]	-0,3%	0,7%
3° Decil	[0,9% ; 3,7%]	2,0%	0,3%
4° Decil	[3,9% ; 8,1%]	6,0%	1,9%
<b>5° Decil</b>	<b>[9,2% ; 12,9%]</b>	<b>11,7%</b>	<b>5,0%</b>
6° Decil	[13,4% ; 21,7%]	17,3%	1,2%
7° Decil	[22,1% ; 23,3%]	22,6%	1,8%
8° Decil	[23,6% ; 32,6%]	27,4%	1,5%
9° Decil	[32,7% ; 99,9%]	71,3%	-0,4%
10° Decil	[101,3% ; 345,9%]	184,1%	-2,5%
Total	[-17,2% ; 345,9%]	32,8%	0,9%

Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC y Ferreres 1910-2015. Para el período 1910-1992 se utilizó la serie histórica de PIB de Ferreres; para 1993-2007 las series de INDEC (a precios de 1993); y para 2008-2015 se tomó la evolución del Índice General de Actividad de Ferreres (IGA-OJF) para el empalme de las series.

Se observa una correlación positiva entre el crecimiento del PIB y las tasas de inflación excepto a niveles muy bajos (deflación) y muy altos, formando una campana con un único pico en el quinto decil de la distribución de la inflación. A su vez, se verifica una correlación positiva entre la tasa de inflación y su varianza, lo cual implica una mayor diferencia entre los niveles de inflación que caracterizan cada decil a medida que estos crecen.

Los resultados empíricos muestran que períodos de baja inflación y alta inflación están asociados con bajo crecimiento económico. Asimismo los resultados de estadística descriptiva muestran que los períodos de alto crecimiento por lo general están asociados a contextos en los cuales la tasa de inflación anual estuvo entre 9,2% y 12,9%.

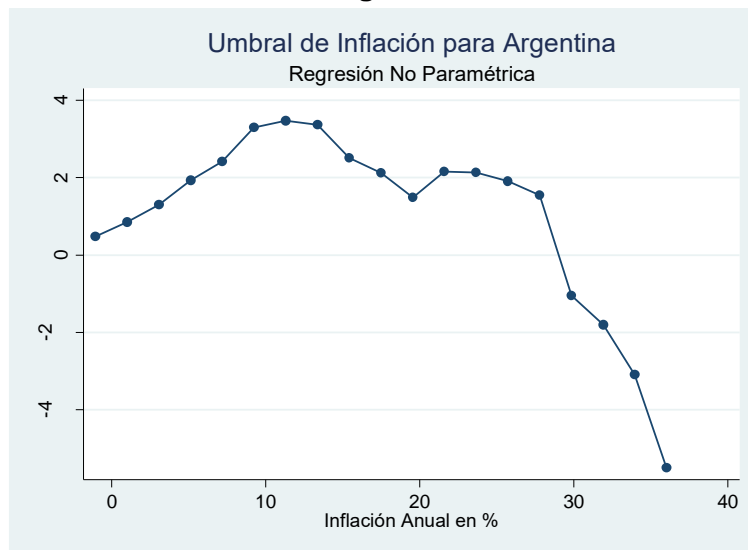
La inflación creciente no sólo estaría asociada con menor crecimiento, sino que se observa una correlación positiva entre niveles de inflación y variabilidad de la inflación, así como una correlación positiva entre niveles de inflación y variabilidad de los precios relativos.

Una primera aproximación a la medición de la relación entre inflación y crecimiento puede ser realizada mediante métodos no paramétricos de Kernel. La ventaja principal del método de estimación de densidades a partir de los datos observados de inflación y crecimiento reside en hecho que no impone restricciones paramétricas a la relación y permite identificar la característica no lineal del problema. Básicamente, proporciona una estimación suavizada de la relación para una ventana de los puntos observados de la inflación. Estos valores son ponderados de modo que, por ejemplo, los vecinos más cercanos tengan mayor peso que los más alejados dentro de una ventana de observaciones.

En concreto el procedimiento no paramétrico consiste en definir el ancho de la banda o ventana ( $h$ ) que encierra los puntos u observaciones cercanas al punto de crecimiento que se quiere estimar. Posteriormente, se elige algún tipo de función (kernel) que otorgue una ponderación asimétrica en función a la cercanía o lejanía de dicha observación respecto al punto a estimar dentro de la ventana. De esta forma, usando mínimos cuadrados ponderados se ajusta una regresión polinomial dentro de la ventana y se estima el punto en cuestión (repetiendo el proceso en los demás puntos dentro del rango de variación de la

inflación). Luego los valores estimados para el crecimiento son representados gráficamente en el diagrama de dispersión y se unen produciendo una curva de regresión no paramétrica.

**Figura I**



Sin embargo, es necesario hacer una salvedad de la presente metodología utilizada, dado que la estimación de la función de densidad es inductiva, existe una numerosa cantidad de curvas posibles. La elección de la curva debe ser aquella que no sea ni demasiado “suave” ni demasiado “volátil”, por lo que se trata de un proceso de prueba y error. De forma tal, que el suavizado de la función de densidad tiene una relación directa con el grado del polinomio utilizado, la función de Kernel y con el ancho de banda. La elección del ancho de banda puede ser efectuada de dos maneras: la primera y la que utilizaremos en el presente estudio, es trabajar con ventanas cuya amplitud es fija y establecida previamente por el analista (bandwidth). En este caso, no dependen de los valores muestrales, donde en general son todos de igual amplitud aunque el analista puede definir amplitudes diferentes. Simonoff (1995) presenta varias metodologías para la elección del ancho óptimo: entre ellas la regla gaussiana, validación cruzada y el principio de “plug-in”<sup>3</sup>. El segundo criterio de selección del ancho de banda consiste en seleccionar ventanas a través del método del vecino más cercano, de forma tal que cada punto a estimar contenga una proporción establecida de datos muestrales. Por esta razón, los anchos de banda serán variables dependiendo del agrupamiento de los datos en el diagrama de dispersión. Pero este último método sólo se menciona a modo informativo.

En términos formales:

$$y_i = m(x_i) + \varepsilon_i$$

Dónde la curva de regresión  $m(x)$  no es más que la esperanza condicional del crecimiento sobre la inflación. A tal efecto, las especificaciones no paramétricas resultan ser métodos apropiados en contextos en los cuales el modelo de regresión paramétrico es inapropiado.

Por definición de la esperanza condicional, sabemos que:

<sup>3</sup>Se basa en estimar todos los componentes como la varianza del error  $\sigma^2$ , la curvatura de la función de regresión en el punto focal  $x_0$  (es decir, analiza el signo de las derivadas de segundo orden de la función evaluadas en dicho punto) y la densidad de los valores de la variable explicativa en el punto focal a estimar; tal que para hacer esto requiere una estimación preliminar de la función de regresión.

$$m(x) = E\left(\frac{Y}{X}\right) = \int y \cdot f\left(\frac{y}{x}\right) dy = \int y \frac{f(x, y)}{f_x(x)} dy$$

Donde  $f(x, y)$  es la función de densidad conjunta del crecimiento y la inflación, mientras que  $f_x(x)$  es la función de densidad marginal de la inflación.

En este sentido, si cada una de dichas funciones es estimada en forma no paramétrica a través del método de estimación de Kernel<sup>4</sup> se obtiene el estimador de Nadaraya-Watson:

$$\widehat{m}_{NW}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)} \equiv \sum_{i=1}^n w_i y_i$$

Dónde:

h: representa el ancho de la banda donde caen las observaciones vecinas al punto focal o valor específico de x que contribuyen a la estimación. Es el parámetro de “suavizado” que más afecta a la estimación de la densidad condicional.

K: representa el esquema de ponderación (función de Kernel), es una función continua que cumple con ciertas propiedades, tal que garantizan que las funciones de densidad estimada (tanto marginal como conjunta)  $\hat{f}_x(x)$  y  $\hat{f}(x, y)$  sean consistentes.

Por lo tanto, la estimación de densidad por kernels no es más que un promedio ponderado por la distancia de las observaciones al punto a ser estimado; es decir, que es una forma original de estimar el crecimiento económico ponderando en forma distinta en función a cuán alejado están los valores muestrales de la inflación respecto a su valor esperado. Cuanto mayor sea la distancia entre el valor esperado y el observado de la inflación, menor peso tendrá en la estimación del crecimiento. La ponderación lo determinará la función de kernel seleccionada y el valor de la ventana (h).

La principal intuición se refiere a que al aumentar el ancho de la banda (h) utilizado implica un mayor sesgo en la estimación, pero una menor varianza. Es decir, el trade off sesgo-varianza juega un papel fundamental en dicha elección. Aunque este no presentaría un problema relevante si se contaran con suficiente cantidad de datos que permitan la consistencia en la estimación. Fundamentalmente, la técnica para hallar el valor óptimo de la ventana (h) se centra en estimar una cota para el error y luego minimizar dicha cota. Dicho valor óptimo de la ventana será el que minimice el error cuadrático medio integrado ponderado, el cual le pondera más en el error a los valores de la inflación que tengan mayor probabilidad de ocurrencia.

La característica principal del método de estimación no paramétrico se centra en no imponer ninguna forma funcional “a priori” a la función de esperanza condicional del proceso de crecimiento. De todas formas, se ha aclarado que este tipo de regresión tiene problemas en la elección del valor de la ventana o ancho de banda óptimo (h), dado que una mala elección de la misma puede llevar a una estimación defectuosa.

Todas las series utilizadas tienen frecuencia anual y los análisis abarcan el período 1910-2015, para el cual solamente hay que empalmar dos fuentes de datos para la tasa de inflación. Ello tiene la ventaja de tener mayor número de observaciones, pero las variaciones anuales pueden ser de carácter cíclico como desventaja. PIB a precios de mercado, precios de 1993. Fuentes: INDEC y Orlando Ferreres.

<sup>4</sup> Método propuesto por Smimonoff, 1996.

Índice de precios al consumidor, promedio del período. Fuentes: Comité Nacional de Geografía 1914-1941; INDEC 1942-2006; IPCO 2007-2015.

Inversión bruta interna fija, a precios de 1993 (IBIF). Fuentes: INDEC y Orlando Ferreres.

#### IV. Marco Teórico

##### IV. a Consideraciones Generales

El propósito de esta sección es derivar un modelo de equilibrio parcial para ilustrar los principales canales a través de los cuales un cambio en los niveles de inflación puede afectar la actividad económica.

Una importante rama de la teoría económica se ha ocupado de esta relación. Solo para mencionar algunos, Sidrausky (1967) desarrolla un modelo con dinero en la función de utilidad en el que los niveles de inflación no afectan el crecimiento en el largo plazo (i.e. el dinero es super neutral respecto al estado estacionario de la economía). Contrariamente, Tobin (1965) propone un modelo en el cual el dinero es *sustituto* del capital en su función de reserva de valor y, por ende, un cambio en los niveles de inflación tiene un efecto positivo en la actividad. Por otra parte, Stockman (1981), sugiere que el dinero puede ser *complementario* del capital ya que los bienes que forman parte de la inversión bruta deben ser pagados en efectivo (cash in advance). Bajo esta interpretación, un aumento de la tasa de inflación repercute negativamente en los niveles de actividad. Finalmente, ante la disponibilidad de contratos de deuda no indexados, un incremento en los niveles de inflación, genera un efecto riqueza positivo y, consecuentemente, estimula los niveles de actividad en sectores que son deudores netos en moneda doméstica (efecto *Fischer*).

Es de esperar que en los regímenes de baja inflación, exista disponibilidad de crédito no indexado y el dinero opere como sustituto del capital. Por lo tanto, incrementos en los niveles de inflación generen un incremento en los niveles de actividad. Contrariamente, para regímenes de alta inflación, los contratos de deuda no indexados no están disponibles y los bienes de capital tienen que ser adquiridos usando utilidades no distribuidas y fondos propios, los cuales se integran en efectivo. De esta manera, un incremento de la inflación afecta negativamente a los niveles de actividad debido a la complementariedad entre el capital y el dinero.

Finalmente, la literatura sugiere que la volatilidad de precios relativos observada en regímenes de alta inflación, desincentiva la inversión y por ende afecta negativamente al crecimiento (Fanelli y Frenkel, 1995).

Se modela el comportamiento de una firma que decide su perfil temporal de consumo. Para tal fin puede trasladar recursos en el tiempo a través de la acumulación de capital, la cual se financia con deuda. A su vez, la firma demanda saldos reales. Dependiendo de las preferencias, el dinero será utilizado para financiar la adquisición de bienes de capital (los saldos reales y la inversión se consideran complementos) o para trasladar recursos en el tiempo (sustitutos)

En particular, existe una firma que vive 2 períodos de tiempo ( $t=0,1$ ). La firma tiene una dotación de capital  $K_0 > 0$  y una tecnología para producir bienes de consumo,  $Y(K)$ . Los bienes de capital se asumen importados. Las tenencias iniciales de deuda y dinero se asumen iguales a cero. En  $t=0$  la firma

- Demanda dinero ( $M_0$ )
- Adquiere Bienes de capital importados ( $I_0$ ) a un precio  $PI_0$
- Produce  $Y(K_0)$  bienes de consumo con precio  $PC_0$  y “demanda”  $C_0$



- Toma deuda  $B_0$  hasta un límite  $B_{SS}$  y a una tasa nominal neta  $R$

En  $t=1$  la inversión es igual al capital (la depreciación es completa) y la firma solo demanda - produce bienes de consumo y cancela sus deudas.

Las restricciones de presupuesto de la firma son

$$(1) \frac{b_0(1+R)}{(1+\pi)} = \sqrt{PR_1}(Y(I) - C_1) + \frac{m_0}{1+\pi} \text{ para } t=1$$

$$(2) \frac{I}{\sqrt{PR_0}} + m_0 = \sqrt{PR_0}(Y(K_0) - C_0) + b_0 \text{ para } t=0$$

Donde las variables en minúscula están expresadas en términos reales,  $PR=PC/PI$  son los precios relativos, los cuales pueden ser interpretados como el recíproco del tipo de cambio real teniendo en cuenta nuestro supuesto sobre el origen de los bienes de consumo e inversión,  $(1 + \pi) = P_1/P_0$  es la tasa de inflación y  $P_t = \sqrt{PC_t PI_t}$  es el nivel general de precios.

Las preferencias se asumirán de dos clases para modelar la sustitución / complementariedad entre los saldos reales y la inversión. En particular,

$$(3) U(C_0, m_0, C_1) = \frac{[C_0 + \log(m_0)]^{1-a}}{1-a} + \frac{[C_1]^{1-a}}{1-a}$$

$$(4) U(C_0, m_0, C_1) = \text{Min}[C_0 + m_0; C_1]$$

Donde  $a > 0$ . Note que para "a" tendiendo a infinito ( $C_0; m_0$ ) y  $C_1$  son complementos perfectos lo cual se modela en forma a través de la ecuación (4). Esto es, las preferencias representadas por (3) reflejan la naturaleza sustitutiva de los saldos reales y la inversión para trasladar recursos en el tiempo y por lo tanto darán lugar a una relación positiva entre inflación e inversión (efecto Tobin). La ecuación (4) refleja la complementariedad entre ambos bienes e implica una correlación negativa entre inflación e inversión (Efecto Stockman).

De la solución del modelo surgirá:

- El efecto Stockman – Tobin: dependiendo de  $a$ , la relación entre la inversión y la inflación estará dada por  $d \ln(I_0)/d \ln(1+\pi)$ . Si esta derivada es positiva diremos que prima el efecto Tobin.
- El efecto Fischer: un incremento de la inflación reduce la carga de la deuda, generando un efecto riqueza positivo, estimulando el consumo en ambos períodos solo si la cota superior de la deuda ( $B_{SS}$ ) no está saturada. En este caso, la imposibilidad de aumentar la demanda de fondeo puede provocar un efecto riqueza negativo debido a que los efectos patrimoniales adversos sobre los saldos reales más que compensan los efectos positivos que surgen de la licuación de pasivos.
- Efecto Precios relativos: dependiendo de  $d \ln(I_0)/d \ln(PR_t)$ , un cambio anticipado ( $t=0$ ) o sorpresivo ( $t=1$ ) de los precios relativos (i.e. en el tipo de cambio real) afectará los niveles de producción en  $t=1$ .

#### IV. b El dinero y la inversión como sustitutos

Se asume que la firma tiene preferencias dadas por (3) y enfrenta restricciones de presupuesto dadas por (1) y (2).

A su vez, la tecnología de producción de los bienes de consumo está dada por  $Y(K)=K^b$  con  $0 < b < 1$  y se asume que la firma ha agotado sus posibilidades de fondeo (i.e.  $B_0=B_{SS}$ ). Este último supuesto intenta reflejar los efectos adversos de la inflación sobre el consumo como se explico en la sección anterior.

De las condiciones de primer orden de la firma se obtiene:

$$(5) \hat{I} = \left[ \frac{bPR_0(1+\pi_c)}{1+R} \right]^{\frac{1}{1-b}}$$

$$(6) \hat{m} = \frac{(1+R)\sqrt{PC_1}}{R\sqrt{PI_0(1+\pi_c)}}$$

$$(7) \hat{C}_0 = Y(K_0) + \frac{B_{SS}}{PC_0} - \frac{1+R}{R} - \frac{\hat{I}}{PR_0}$$

Donde  $\pi_c$  es la inflación en bienes de consumo.

Derivando las ecuaciones (5)-(7) respecto a  $\pi_c$ , obtenemos las *elasticidades* respecto a la *inversión* (*positiva* ya que se supone sustitutiva de los saldos reales), *saldos reales* (*negativa*) y *consumo* (*negativa* ya que se asume que la cota superior de la deuda ha saturado).

Por lo tanto, este modelo puede utilizarse para explicar los efectos de niveles “bajos” de inflación sobre el crecimiento (a través de la inversión), donde se espera una correlación positiva entre inflación y niveles de actividad.

#### IV. c El dinero y la inversión como complementos

Para reflejar la naturaleza complementaria entre la inversión y los saldos reales se asume que las preferencias de la firma están representadas por (4). A su vez, la tecnología se asume lineal con parámetro  $b$  (i.e.  $Y(K) = bK$ ,  $b > 0$ ) y las decisiones intra-temporales (entre  $C_0$  y  $m_0$ ) están caracterizadas por una estructura de preferencias lineales. Estos últimos 2 supuestos son por simplicidad analítica.

La firma maximiza (4) sujeto a (1) y (2).

Para  $PI_0 > PC_0^5$ , la ecuación de inversión está dada por

$$(8) \hat{I} = \frac{\left[ Y(K_0) + \left( \frac{B_{SS}}{PC_0} \right) \left( \frac{\sqrt{PR_0}}{\sqrt{PR_1}} \right) \left( 1 + \frac{1+R}{1+\pi} \right) \right] PR_0}{1+bPR_0}$$

De la ecuación (8) resultan 3 efectos interesantes:

- Debido a la complementariedad entre la inversión y los saldos reales, se obtiene una asociación negativa entre inflación e inversión.
- Si se aumenta la cota superior de la deuda, aumenta la inversión
- Un incremento anticipado de los precios relativos reduce la inversión debido al encarecimiento relativo de los bienes de consumo en  $t = 1$ .

De esta manera, de la ecuación (8) puede derivarse una asociación negativa entre inflación y niveles de actividad como es de esperar para niveles “altos” de inflación.

<sup>5</sup> Para  $PI_0 < PC_0$  se obtiene una expresión similar. El caso de  $PI_0 = PC_0$  no se trata para mantener el análisis sencillo.

El efecto sobre  $C_0$  y  $C_1$  se obtiene reemplazando (8) en (1) y (2) respectivamente. En particular:

$$\frac{d\hat{C}_0}{d(1+\pi)} = \left(\frac{-1}{PR_0}\right) \left(\frac{d\hat{I}}{d(1+\pi)}\right)$$

$$\frac{d\hat{C}_1}{d(1+\pi)} = \left(\frac{b}{\sqrt{PR_1}}\right) \left(\frac{d\hat{I}}{d(1+\pi)}\right)$$

Intuitivamente, como el consumo presente y los saldos reales son sustitutos perfectos, para  $PI_0 > PC_0$ ,  $\hat{m}_0 = 0$ . Por lo tanto, la imposibilidad de tomar deuda adicional para suavizar los efectos adversos del shock inflacionario implica una reducción de la inversión (de acuerdo a la ecuación 8). El incremento en el ingreso disponible consecuencia de la reducción de la inversión implica un aumento en el consumo presente (de acuerdo a la ecuación 1). A su vez, la reducción de la inversión implica una caída en el ingreso disponible en  $t = 1$ , el cual no puede ser atemperado ni por cambios en el stock de deuda ni por cambios en el stock de dinero (ya que ambos han alcanzado sus respectivas cotas). Consecuentemente, el consumo en  $t = 1$  se reduce.

Note que el incremento en los niveles de inflación implica una pérdida de bienestar, al igual que en la sección IVa ya que

$$U(1+\pi') = \hat{C}_1' < U(1+\pi) = \hat{C}_1$$

Donde  $\pi' > \pi$  es el nivel de inflación después del shock y  $U(\cdot)$  es la función de utilidad indirecta del problema de la firma.

## V. Metodología

Uno de los aspectos de interés de los modelos lineales univariados para representar la relación entre el crecimiento económico y la inflación reside en el hecho que facilita una descripción sencilla de las características tendenciales, cíclicas y erráticas del proceso de crecimiento. No obstante, teniendo en cuenta los resultados observados en la sección II, para que tal descripción de la dinámica del crecimiento y su relación con la tasa de inflación sea mínimamente aceptable la metodología de medición debe necesariamente abandonar la hipótesis de linealidad. En el contexto de la modelización econométrica como estrategia de representación de estructuras causales está muy asentado el criterio que para elaborar un modelo se proceda desde un esquema general hacia un esquema particular para los datos en cuestión.

Asimismo toda esta orientación mencionada en el párrafo anterior para representar la relación entre crecimiento e inflación está concebida para universos supuestamente lineales, dado que en el caso de aproximar de partida un esquema general es relativamente factible. Si, por el contrario, se contempla la posibilidad de incorporar no linealidades en la contribución de la inflación al crecimiento económico, entonces una aproximación aceptable del esquema general no es factible y, por consiguiente, el procedimiento aconsejable es de lo particular (lineal) a lo general (algún tipo de esquema no lineal). De modo que detectando los fallos que estructuras lineales (particulares) tienen en los datos empleados, se puede apreciar una dirección de progreso específica (algún esquema no lineal), pero en absoluto general, que englobe la hipótesis de partida que resulta inadecuada.

El presente trabajo, procediendo de lo particular a lo general, desarrolla un esquema no lineal a partir de un Modelo de Regresión con Umbral para identificar la contribución de la inflación sobre el crecimiento económico, enfatizando principalmente el umbral a partir del

cual se produce el quiebre en la relación. La representación propuesta es lo suficientemente amplia para captar lo que se cree que son los principales aspectos no lineales de la relación existente entre crecimiento económico e inflación.

Los modelos con regímenes cambiantes constituyen una clase muy amplia que resultan útiles para representar el comportamiento de series macroeconómicas. La literatura econométrica sobre este tipo de modelos se remonta al trabajo de Quandt (1958) y Goldfeld y Quandt (1972), y ha tenido un auge especial tras la aparición de los trabajos de Tong y Lim (1980), sobre modelos autorregresivos por umbrales y de Hamilton (1989), sobre modelos con esquemas markovianos de cambio. Los modelos con regímenes cambiantes incluyen en su especificación una variable indicadora que señala en qué régimen se encuentra el sistema en cada momento.

Además, se pueden clasificar estos modelos según el carácter endógeno o exógeno de los cambios y que la variable indicadora sea o no observable. En el modelo de Hamilton, los cambios se producen exógenamente a través de una variable de estado que no se observa, pero sobre la cual se postula que sigue un esquema markoviano con dos regímenes y probabilidades fijas de transición de un estado hacia otro. Posteriormente, han aparecido una gran cantidad de trabajos ampliando el modelo de Hamilton en cuanto al número de fases, Sichel (1994), en cuanto a las probabilidades de transición, Filardo (1994), Durland y McCurdy (1994), en cuanto a su aplicación a la varianza condicional, Cai (1994), Francq y Roussignol (1997), y en su conexión con modelos de factores dinámicos, Diebold y Rudebusch (1996). Estos modelos no lineales propuestos con esquemas markovianos de cambio tienen una gran relevancia empírica, pero la estimación e inferencia resulta muy compleja, o incluso no está resuelta, debido a la inobservabilidad de la variable de estado. Este es el caso cuando el modelo de Hamilton se amplía en varias direcciones a la vez, aspecto que parece necesario para representar los determinantes de las fluctuaciones cíclicas de la inversión, Goodwin (1993).

En base a lo escrito en los párrafos anteriores sobre fenómenos no lineales y su complejidad analítica y computacional, resulta de interés considerar modelos que, manteniendo la idea de que el nivel y la estructura temporal en un fenómeno como el crecimiento y su vinculación con la tasa de inflación dependan la fase cíclica en la que éste último se encuentre, sean más simples de especificar y estimar. Entre estas alternativas se encuentra la estructura dinámica adoptada en este trabajo que es el modelo de regresión autorregresivo por umbrales, TAR. Dentro de los modelos TAR, aquellos en los que la variable indicadora depende de los propios rezagos de la variable endógena, se los denomina modelos autorregresivos por umbrales autoprovocados (SETAR), y son los que han recibido las mayores de las atenciones en la literatura empírica, aunque solo sea por su simplicidad que supone no tener que buscar a las variables exógenas de las que puede depender el indicador. La aplicación de los modelos SETAR a series macroeconómicas se centró inicialmente en modelos con dos regímenes, en los que el indicador dependía de un retardo de la variable endógena. No obstante, al igual que en el caso de los modelos con esquemas markovianos de cambio, ha surgido la necesidad ampliar el número de regímenes a la hora de representar la dinámica de las series de tiempo macroeconómicas. En esta ampliación se han seguido principalmente dos direcciones. Una, representada por Tiao y Tsay (1994), en la que el mayor número de regímenes se definen a partir de un indicador que es función de más de un retardo. Y la otra, representada por Beaudry y Koop (1993) y desarrollada con gran amplitud en Pesaran y Potter (1997). En este caso, el número de regímenes puede ser bastante amplio pero a expensas de imponer fuertes restricciones entre los regímenes. En el caso de Pesaran y Potter la variable indicador depende, a diferencia del enfoque de Tiao y Tsay, de parámetros que necesitan ser estimados junto con los parámetros del modelo, lo cual resulta en una complicación mayor desde el punto de vista computacional.

Sin embargo ambos enfoques metodológicos tienen una motivación común consistente en la pretensión de definir los diferentes regímenes, en función de lo que se considera que son las características básicas de los determinantes del crecimiento económico y su vinculación con la tasa de inflación.

## VI. Especificación del Modelo y Estimación

En el presente documento, como ya se ha mencionado, se utilizarán los modelos autorregresivos con umbrales, también conocidos como TAR (Threshold Auto Regressive Models, por sus siglas en inglés), propuestos primeramente por Tong (1977) y discutidos en detalle por Tong y Lim (1980) y Tong (1983), a partir de los cuales permite introducir no linealidades en las trayectorias de las series de tiempo. En estos modelos, la variable dependiente tiene un comportamiento diferente en función del régimen en que se encuentre la variable umbral (variable que define los regímenes).

En el modelo TAR la variable umbral es observable. Es decir, el régimen observado en el momento  $t$  es determinado por el valor que asume una variable umbral, en relación a un valor específico del umbral de inflación  $\pi^*$  previamente estimado.

A fines de obtener una especificación econométrica que permita contemplar la potencial no linealidad en la contribución de la inflación al crecimiento económico se parte de un modelo lineal para la tasa de crecimiento del nivel de actividad per cápita observada para el período de 1910-2015 y, a partir de este modelo se pretende avanzar hacia otro tipo de especificaciones más generales que involucren otro tipo de relaciones entre las variables. Se partirá del siguiente modelo:

$$\Delta \ln(\text{PIBpc}_t) = \beta_0 + \beta_1 I_t \Delta \ln(\text{IPC}_t) + \beta_2 (1 - I_t) \Delta \ln(\text{IPC}_t) + \alpha \Delta \ln(\text{IBIBpc}_t) + \phi \Delta \ln(\text{PIBpc}_{t-1}) + \varepsilon_t$$

Tal que:

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \Delta \ln(\text{IPC}_t) > \pi^* \\ 0 & \text{si } \Delta \ln(\text{IPC}_t) \leq \pi^* \end{cases}$$

Donde

$\pi^*$  representa el valor de la tasa de inflación tal que minimiza la suma de cuadrados residuales correspondiente a cada modelo simulado a partir del conjunto de potenciales umbrales;

$\beta_1$  representa la contribución de la tasa de inflación sobre el crecimiento económico para situaciones en las cuales la tasa de inflación es superior al umbral;

$\beta_2$  representa la contribución de la tasa de inflación sobre el crecimiento económico para situaciones en las cuales la tasa de inflación es inferior al umbral.

Por último, es importante señalar que el valor que tome el umbral  $\pi^*$  puede ser previamente conocido por el analista o estimado en base a los datos disponibles. El principal problema reside en que la mayoría de los casos el analista no tiene un conocimiento a priori sobre los verdaderos valores de la inflación que determinan el cambio estructural y, por tanto, la no linealidad en la relación. A tal efecto, se desarrollará la metodología propuesta por Chan (1993) que proporciona una estimación consistente del parámetro desconocido  $\pi^*$ .

### *Estimación del umbral*

Esencialmente, partimos del desconocimiento del umbral a partir del cual el proceso muestra un comportamiento asimétrico. Por lo que no conocemos, a priori, el valor del umbral  $\pi^*$  a partir del cual se da el cambio de régimen. Frente a esta situación, la estrategia de

estimación propuesta por Chan implica, en primer lugar, ordenar de menor a mayor las observaciones de la variable que determina el umbral; en el presente estudio será la diferencia logarítmica del IPC en el período  $t, \ln IPC_t - \ln IPC_{t-1}$ . En segundo lugar, se evalúa el modelo de regresión con umbral que se ha especificado anteriormente, considerando sólo el 80 % de la muestra como posibles umbrales (de forma tal que se eliminan los valores alejados del diagrama de dispersión, por eso necesidad de hacer un loop, recortar la muestra y quedarnos sólo con los valores útiles para estimar consistentemente el umbral). En tercer lugar, se estima sucesivamente el modelo para cada valor de posibles umbrales, lo cual nos devuelve una suma de errores cuadráticos o suma de cuadrados residuales,  $SCR_i$  que se asocia a cada uno de ellos (se hacen tantas simulaciones como posibles umbrales existan). De esta manera, podemos entender la suma de errores cuadráticos como una función del valor del umbral elegido  $\pi^*$ , de forma tal que dicha función decrece a medida que nos acercamos al verdadero valor del umbral, donde alcanzaría su punto mínimo. En efecto, el objetivo de la presente metodología es encontrar el valor la diferencia logarítmica del *IPC* en el período  $t$ , como proxy de la tasa de inflación, para el cual se minimiza la suma de errores cuadráticos y, por consiguiente, se maximiza la proporción de la variabilidad total del crecimiento explicada por el modelo. Esto implica seleccionar aquel modelo resultante del proceso iterativo que incurra en la menor pérdida de información posible.

Finalmente, una vez que se ha estimado el modelo especificado para cada umbral potencial, se evalúa la función de pérdida obtenida para determinar la existencia del umbral o los umbrales mediante la inspección gráfica de la misma.

El conjunto de posibles variables explicativas para la estimación de la tasa de crecimiento del PIB per cápita es amplio. Desde un enfoque de teoría del crecimiento se analizaron la inclusión de variables que reflejen las variaciones del stock del capital per cápita y algunas que puedan relacionarse con la contribución del avance tecnológico al crecimiento, particularmente con la estabilidad macroeconómica (variables de los sectores externo, fiscal y monetario). Analizando causalidad no se encontraron variables significativas a excepción de la variación de la inversión para incluir en el vector  $X$ .

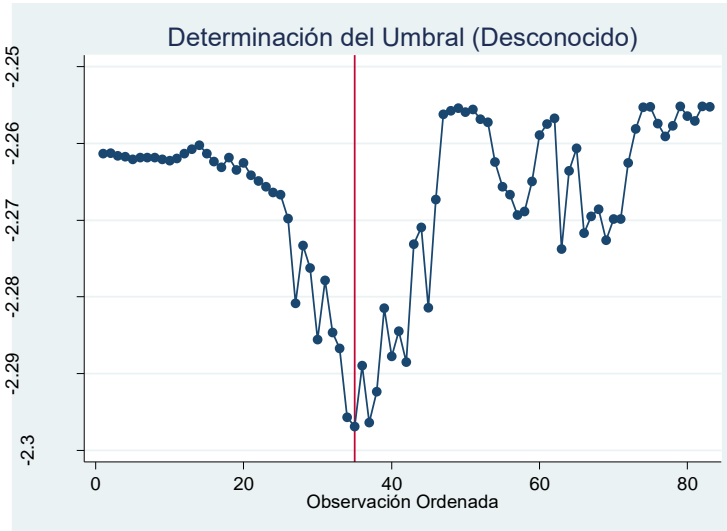
## VII. Resultados Empíricos

El análisis de la información indica que solamente la inversión bruta interna fija contemporánea (IBIF) impacta significativamente en la tasa de crecimiento del PIB durante el período analizado. Por lo tanto esta es la única variable que integra el vector  $X$ . En la estimación final del modelo se incluyen cuando son necesarios elementos para que los residuos sean ruido blanco.

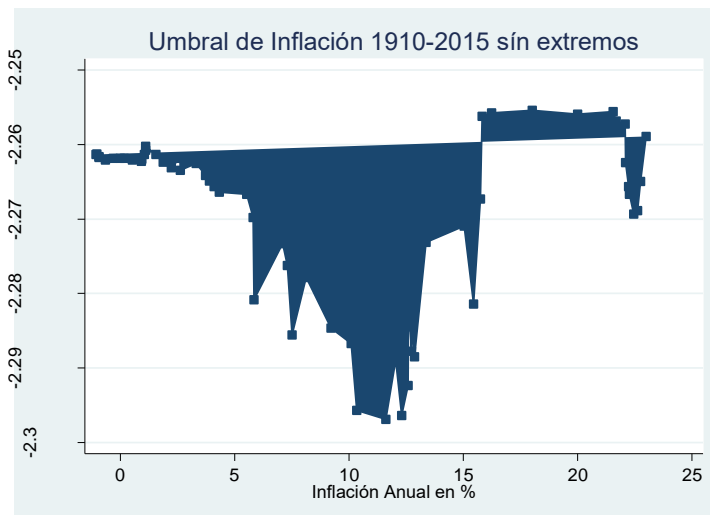
El gráfico a continuación presenta la evolución de la SSR a medida que se asumen distintos valores para el umbral. Ambos gráficos muestran la existencia de un mínimo global para el potencial umbral de inflación.

La Figura II y la Figura III muestran el umbral estimado por el método de mínimos cuadrados condicionados, donde el mismo asciende a 11,6% anual. No obstante, el método indica otros dos umbrales situados en el entorno cercano al umbral estimado (10,3% y 12,3% respectivamente).

**Figura II: estimación de umbral**



**Figura III: estimación de umbral**



*Estimación: único umbral*

En la Tabla I se reportan los resultados preliminares de estimación de la contribución de la inflación al crecimiento económico considerando el modelo no lineal para el umbral de 11,6%, resultante del criterio de minimización de la suma de residuos al cuadrado. Asimismo se presentan los resultados de estimación para los otros dos umbrales cercanos al mínimo global.

Los resultados empíricos establecen que la inflación tiene impacto negativo sobre el crecimiento económico en contextos en los cuales la inflación supera el umbral de 11,6%. Y viceversa, la inflación contribuye positivamente al crecimiento económico en contextos en los cuales el nivel de inflación es inferior al umbral. Nótese que  $\beta_1$  y  $\beta_2$  captan, en parte, los canales causales descritos por las ecuaciones 5 y 8 de la sección IV (de la inflación hacia el crecimiento a través de la inversión). En particular, dichas ecuaciones justifican la inclusión de la formación bruta de capital como factor de explicación adicional como solución al potencial problema de endogeneidad por omisión de variables. Como la inversión es un componente de la demanda agregada, explica parte del comportamiento de la variación en

el nivel de actividad en forma contable. Las ecuaciones 5 y 8 justifican la correlación entre la inflación y la inversión que traería aparejado el sesgo por omisión de variables.

**Tabla I. Estimación Único Umbral**

**Impacto de la inflación sobre el crecimiento económico para diferentes umbrales de inflación para Argentina (1910-2015).**

	Umbral de Inflación Estimado		
	$\Pi^* = 10,3\%$	$\Pi^* = 11,6\%$	$\Pi^* = 12,3\%$
Alta Inflación	<b>-0.0129***</b>	<b>-0.0128***</b>	<b>-0.0126***</b>
$\Pi > \text{Umbral}$	(0.00537)	(0.00536)	(0.00536)
	[0.00364]	[0.00361]	[0.00357]
Baja Inflación	<b>0.1444**</b>	<b>0.1412**</b>	<b>0.1302*</b>
$\Pi \leq \text{Umbral}$	(0.07765)	(0.07491)	(0.06998)
	[0.05366]	[0.04937]	[0.05048]
R-cuadrado	0,65	0,65	0,65
T	104	104	104

Errores estándar entre paréntesis y corchetes. La primera fila corresponde a los errores estándar MCO entre paréntesis y la segunda columna se aplica la corrección robusta propuesta por Newey y West (1987).

\*\*\* Estadísticamente significativo al 99%; \*\* Estadísticamente significativo al 95% (bajo errores estándar robustos).

$\Pi^* = 11,6\%$  representa el umbral de inflación tal que minimiza la función de pérdida total correspondiente a la estimación de cada modelo de regresión con umbral usando el conjunto de potenciales umbrales de acuerdo a la metodología propuesta por Chang (1993).

**Controles:** componente autorregresivo para la ecuación de crecimiento del nivel de actividad per cápita y formación bruta de capital per cápita.

**Fuente:** elaboración propia en base a datos de INDEC y Ferreres 1910-2015. Para el período 1910-1992 se utilizó la serie histórica de PIB e IBIF de Ferreres; para 1993-2007 las series de INDEC (a precios de 1993); y para 2008-2015 se tomó la evolución del Índice General de Actividad de Ferreres (IGA-OJF) y el Índice de Inversión Bruta Interna Mensual (IBIM-OJF) para el empalme de las series.

En adición a lo anterior el modelo explica más de un 65% de la variabilidad de la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Puede observarse que con 1% de significatividad, se confirma que altos niveles de inflación impactan negativamente en la tasa de crecimiento del PIB, mientras que bajos niveles de inflación impactan positivamente con 5% de significatividad. El crecimiento de la inversión bruta interna fija también impacta positivamente, como era esperable, y resulta significativo. Esto último no se reporta en la tabla principal.

Estos resultados indicarían la existencia de una relación no lineal entre inflación y crecimiento en el período analizado. A niveles bajos la inflación actuaría como un "lubricante", mientras que niveles superiores al umbral la inflación tiene un impacto negativo en el crecimiento de la economía.

*Estimación: dos umbrales*

En el gráfico SSR-umbral de inflación presentado puede observarse que también existen valores de SSR cercanos al mínimo global para niveles de inflación entre 7,5% y 12,9%, lo cual nos abre el interrogante si en ese rango no está el verdadero umbral porque, por ejemplo, la muestra estaría influenciada por algunos valores extremos que resultarían en un umbral más elevado. Para evacuar esta cuestión se analiza qué ocurre en el intervalo de 7,5% - 12,9% de inflación realizando una estimación alternativa considerando la posibilidad de



una “meseta” en la relación SSR-umbral. El objetivo es determinar el signo y la significancia estadística de ese rango de inflación sobre el cual se plantea el interrogante. Para lo cual se reestima el siguiente modelo:

$$\Delta \ln(\text{PIBpc}_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{IB}_t \Delta \ln(\text{IPC}_t) + \beta_2 \text{IM}_t \Delta \ln(\text{IPC}_t) + \beta_3 \text{IA}_t \Delta \ln(\text{IPC}_t) + \alpha \Delta \ln(\text{IBIBpc}_t) + \varphi \Delta \ln(\text{PIBpc}_{t-1}) + \varepsilon_t$$

$$\text{IB}_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \Delta \ln(\text{IPC}_t) < 7,5\% \\ 0 & \text{si caso contrario} \end{cases}$$

$$\text{IM}_t = \begin{cases} 1 & \text{si } 7,5\% \leq \Delta \ln(\text{IPC}_t) \leq 12,9\% \\ 0 & \text{si caso contrario} \end{cases}$$

$$\text{IA}_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \Delta \ln(\text{IPC}_t) > 12,9\% \\ 0 & \text{si caso contrario} \end{cases}$$

$\beta_1$  representa la contribución de la tasa de inflación sobre el crecimiento económico para situaciones en las cuales la tasa de inflación es inferior al 7,5%;

$\beta_2$  representa la contribución de la tasa de inflación sobre el crecimiento económico para situaciones en las cuales la tasa de inflación está situada ente 7,5% y 12,9%;

$\beta_3$  representa la contribución de la tasa de inflación sobre el crecimiento económico para situaciones en las cuales la tasa de inflación es superior al 12,9%.

La Tabla II reporta los resultados de la estimación que indican que para el rango entre 7,5% y 12,9%, si bien el signo del coeficiente resulta positivo, la inflación no tiene ninguna contribución estadísticamente relevante sobre la tasa de crecimiento del PIB para cualquier nivel de confianza razonable.

**Tabla II. Estimación Dos Umbrales**

**Impacto de la inflación sobre el crecimiento económico para diferentes umbrales de inflación para Argentina (1910-2015).**

	Umbrales de Inflación Estimados		
	$\Pi < 7,5\%$	$7,5\% \leq \Pi \leq 12,9\%$	$\Pi > 12,9\%$
Coeficiente	<b>0.1387**</b>	<b>0.0604</b>	<b>-0.0127***</b>
Estimado	(0.08738) [0.05840]	(0.08951) [0.06550]	(0.00543) [0.00361]
R-cuadrado	0,65	0,65	0,65
T	104	104	104

Errores estándar entre paréntesis y corchetes. La primera fila corresponde a los errores estándar MCO entre paréntesis y la segunda columna se aplica la corrección robusta propuesta por Newey y West (1987).

\*\*\* Estadísticamente significativo al 99%; \*\* Estadísticamente significativo al 95% (bajo errores estándar robustos).

$\Pi^* = 7,5\%$  y  $\Pi^* = 12,9\%$  representan los potenciales umbrales de inflación tal que minimizan la función de pérdida total correspondiente a la estimación de cada modelo de regresión con umbral usando el conjunto de potenciales umbrales de acuerdo a la metodología propuesta por Chang (1993). Se considera la meseta que se presenta en el gráfico del anexo correspondiente al cómputo de la función de pérdida que se desprende del modelo de regresión con umbral.

**Controles:** componente autorregresivo para la ecuación de crecimiento del nivel de actividad per cápita y formación bruta de capital per cápita.

**Fuente:** elaboración propia en base a datos de INDEC y Ferreres 1910-2015. Para el período 1910-1992 se utilizó la serie histórica de PIB e IBIF de Ferreres; para 1993-2007 las series de INDEC (a precios de 1993); y para 2008-2015 se tomó la evolución del Índice General de Actividad de Ferreres (IGA-OJF) y el Índice de Inversión Bruta Interna Mensual (IBIM-OJF) para el empalme de las series.

De todos modos cabe destacar que según las estimaciones la inflación estaría positivamente y significativamente asociada con el crecimiento del PIB per cápita cuando la inflación es inferior al 7,5%.

### VIII. Comentarios Finales

Los resultados empíricos muestran que para la Argentina el umbral de inflación, definido como el límite a partir del cual la inflación comienza a impactar negativamente sobre la tasa de crecimiento del PIB, está en torno a un 11,6% anual. Los resultados empíricos alternativos para regímenes múltiples registran que la inflación puede actuar como un "lubricante" que acompaña al crecimiento económico cuando su nivel es inferior a 7,5%. Luego en el rango entre 7,5% y 12,9% la inflación no registra efectos relevantes sobre la actividad económica.

Estos umbrales podrían ser distintos de contar con más datos confiables que permitieran trabajar con promedios quinquenales y no con variaciones anuales, de forma de eliminar el ciclo económico y el trade off de corto plazo entre inflación y crecimiento.

Por último debe advertirse que una meta de inflación elegida en función de la estimación de umbrales de inflación no debe necesariamente alcanzarse de manera inmediata, particularmente cuando se parte de tasas de inflación muy por encima de la inflación que pueda resultar "óptima" en una situación de equilibrio macroeconómico. El proceso de desinflación y la secuencia de metas hacia la tasa de inflación "óptima" deberían evaluar todos aquellos aspectos (inercialidad, credibilidad) del proceso de manera de, por ejemplo, minimizar el ratio de sacrificio de la desinflación en términos actividad y empleo. Un motivo de precaución surge a partir de investigaciones recientes respecto a la Curva de Phillips que muestran que efectivamente la curva sería vertical para niveles altos de inflación aunque con pendiente para tasas de inflación reducidas pero que la relación es cambiante en el tiempo. El trade off entre inflación y crecimiento cambia particularmente con el grado de volatilidad macroeconómica: Benigno y Ricci (2011) muestran que países con elevada volatilidad macro que buscan reducir la inflación enfrentan costos superiores en términos de producto y empleo que aquellos otros con menor volatilidad macro.

### Referencias Bibliográficas

BENIGNO, P; RICCI, L (2011), "The Inflation-Output Trade-Off with Downward Wage Rigidities", *American Economic Review* 101 (June 2011): 1436–1466

BRIAULT, C. (1992), "The Costs of Inflation", Monetary Assessment and Strategy Division, Bank of England.

DIEBOLD, F.X.; RUDEBUSCH, G.D. (1996). «Measuring Business Cycles: a Modern Perspective». *The Review of Economic and Statistics*, 78(1), 67-77.

DURLAND, J.M.; MCCURDY, T.H. (1994). «Duration-dependent Transitions in a Markov Model of U.S. GNP growth». *Journal of Business and Economic Statistics*, 12, 279-288.

ESPINOZA, Raphael, Hyginus Leon y Ananthakrishnan Prasad (2010), "Estimating the Inflation-Growth Nexus—A Smooth Transition Model", IMF Working Paper, WP/10/76.

FANELLI, J. M., & FRENKEL, R. (1995). Micro-macro interaction in economic development. *Unctad Review*, (1), 129-54.

- FILARDO, A.J. (1994). «Business-cycle Phases and Their Transitional Dynamic». *Journal of Business and Economic Statistics*, 12, 299-308.
- FRANCO, C.; ROUSSIGNOL, M. (1997). «On white Noises Driven by Hidden Markov Chains». *Journal of the Time Series Analysis*, 18, 553-578.
- GOLDFELD, S.M.; QUANDT, R.E. (1972). *Non-linear Methods in Econometrics*. Amsterdam: North-Holland.
- GOODWIN, T.H. (1993). «Business Cycle Analysis with a Markov-switching-model». *Journal of Business and Economic Statistics*, 11, 331-339.
- HAMILTON, J.D. (1989). «A new Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle». *Econometrica*, 57, 357-384.
- HANSEN, B. (1999), "Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing and inference", *Journal of Econometrics*, 93, 345-368.
- HANSEN, B.(2000), "Sample splitting and threshold estimation", *Econometrica*, 68, 575-603.
- KHAN, M. S. y SENHADJI, A.S.(2001), "Threshold effects in the relationship between inflation and growth", *IMF Staff Papers*, Vol. 48, No. 1.
- MAIA, J.L.; KWEITEL M. (2006), "Relación inflación crecimiento: Estimación de umbral para la Argentina", fotocopia, Dirección Nacional de Programación Macroeconómica, Mecon.
- Min LI (2006), "Inflation and economic growth: thresholds effects and transmission mechanisms", Department of Economics, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.
- MORTAZA, G. y AHMED, S. (2005), "Inflation and economic growth in Bangladesh: 1981-2005", *Bangladesh Bank, Working Paper Series: WP 0604*.
- MUBARIK, Y. A. (2005), "Inflation and Growth: an estimate of the threshold level of inflation in Pakistan", *State Bank of Pakistan – Research Bulletin*, Vol. 1, No. 1, pp 35-44.
- PESARAN, M.H.; POTTER, S.M. (1997). «A Floor and Ceiling Model of US output». *Journal of Economic Dynamic and Control*, 21, 661-695.
- POLLIN R. y ZHU A.(2005), "Inflation and economic growth: a cross country non linear analysis", *Political Economy Research Institute, University of Massachusetts, Amherst*.
- QUANDT, R.E. (1958). «The Estimation of Parameters of Linear Regresion System Obeying Two Separate Regimes». *Journal of the American Statistical Association*, 55, 873-880.
- SAREL, M.(1995), "Non linear effects of inflation on economic growth", *IMF Working Paper, WP/95/56*.
- SHILLER, R. (1996), "Why do people dislike inflation", *NBER Working Paper 5539*.
- SICHEL, D. (1994). «Inventories and the three Phases of the Business Cycle». *Journal of Business y Economic Statistis*, 12, 269-277.
- SIDRAUSKI, M., 1967. Rational choice and patterns of growth in a monetary economy. *Am. Econ. Rev.* 57, 534–544

STOCKMAN, A.C., 1981. Anticipated inflation and the capital stock in a cash-in-advance economy. *J. Monet. Econ.* 8, 387–393.

SWEIDAN, O. D.(2004), “Does inflation harm economic growth in Jordan? An econometric analysis for period 1970-2000”, *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, Vol. 1 – 2, pp 41-66

TIAO, G.C.; TSAY, R.S. (1994). «Some Advances in non-linear and Adaptive Modelling in Time-series». *Journal of Forecasting*, 13, 109-131.

TOBIN, J., 1965. Money and economic growth. *Econometrica* 33, 671–684.

TONG, H.; LIM, K.S. (1980). «Threshold Autoregression, Limited Cycles and Cyclical Data». *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 42, 245-292.

TRUPKIN, D.; IBARRA, R. (2011). “La relación entre inflación y crecimiento desde un enfoque de regresión con transición suavizada para datos de panel”. Banco Central del Uruguay Working Paper Series 006-2011.

VASQUEZ CORDANO, A. L. (2003), “Umbrales de inflación y crecimiento económico en el Perú: predicción e inferencia en un contexto de estabilidad macroeconómica 1992-2002”, Banco Central de Reserva del Perú, Concurso de Investigación para Jóvenes Economistas 2002-2003.