



**El Colegio  
de la Frontera  
Norte**

**LA INFLACIÓN Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN  
MÉXICO. CONSIDERACIÓN DEL UMBRAL  
INFLACIONARIO Y SIMULTANEIDAD, 1993-2017.**

Tesis presentada por

**Gilberto Espinosa Tapia**

para obtener el grado de

**MAESTRO EN ECONOMÍA APLICADA**

Tijuana, B. C., México

2018

# CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director(a) de Tesis: \_\_\_\_\_

Dr. Salvador González Andrade

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## **Resumen.**

En la presente investigación se tiene por objetivo reconocer la relación que existe entre la inflación y el crecimiento económico en México durante el periodo 1993-2017, se utiliza un sistema de dos ecuaciones simultáneas en el que se revisan el corto plazo, el largo plazo y se prueba la hipótesis de que existe un umbral inflacionario. Los resultados corroboran la existencia de evidencia empírica de un efecto simultáneo entre la inflación y el crecimiento económico tanto en el corto como en el largo plazo, además se estima un umbral de inflación de 14.7% antes y después del cual la variable afecta de manera diferente al crecimiento. En el corto plazo se observa que la inflación no tiene efecto sobre el crecimiento si se encuentra por debajo del umbral, mientras que si esa se ubica por arriba del mismo sus efectos son muy perjudiciales. En el largo plazo el crecimiento se ve afectado por la inflación de manera negativa en ambos lados del umbral, pero los niveles de inflación por arriba del mismo son más perjudiciales para la economía. Adicionalmente, el crecimiento afecta negativamente a la inflación en el corto y largo plazos.

**Palabras clave:** Inflación, crecimiento económico, umbral inflacionario, ecuaciones simultáneas.

## **Abstract.**

The objective of this research is to recognize the relationship that exist between inflation and economic growth in Mexico during the 1993-2017 period, a system of two simultaneous equations is used in which the short term, the long term are reviewed and the hypothesis that there exist an inflationary threshold is tested. The results corroborate the existence of empirical evidence of a simultaneous effect between inflation and economic growth in both the short and long term, in addition, an inflation threshold of 14.7% is estimated before and after which the variable affects growth differently. In the short term it is observed that inflation has no effect on growth if it is below the threshold, while if it is located above it, its effects are very harmful. In the long term, growth is affected by inflation negatively on both sides of the threshold, but inflation levels above it are more damaging to the economy. Additionally, growth negatively affects inflation in the short and long terms.

**Keywords:** Inflation, economic growth, inflationary threshold, simultaneous equations

*Dedicatoria:*

*A mis padres Bulmaro y Conchita*

*A mi esposa Martha Olivia*

*A mis hermanos Jacobo y José*

*“La religión es la cultura de la fe; la ciencia es la cultura de la duda”*

*Richard Feynman*

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a mis padres por apoyarme en cada momento de mi vida. Por haberme llamado la atención tantas veces para que me fuera por el camino correcto. Por luchar incansablemente cada día para que pudiera concluir con mis estudios de licenciatura. Por apoyarme económicamente para poder viajar hasta Tijuana y así realizar mi sueño de estudiar en el Colef. Y principalmente por el amor que me han brindado a lo largo de mi existencia.

Agradezco a mi esposa Martha Olivia por haberme acompañado en este viaje tan lejos desde Tampico. Por apoyarme tanto durante el desarrollo de la maestría y de la tesis. Por recibirme todos los días con un alimento delicioso para sentirme como en casa. Por aguantarme mientras estuve estresado. Y principalmente por seguir a mi lado en este maravilloso viaje que es la vida.

Agradezco a mi director de tesis, el doctor Salvador González Andrade por apoyarme en la realización de este trabajo. Por resolver mis dudas respecto a la metodología de investigación. Y por ser un pilar importante en la culminación de este trabajo.

Agradezco al Doctor Noé Arón Fuentes Flores por todos los consejos que me ha dado para la realización de este trabajo. Por darnos unas clases excelentes de econometría. Y por ser un gran ejemplo a seguir.

Agradezco al Doctor Jorge Alberto Pérez Cruz por haberme apoyado de nuevo en el desarrollo de una tesis. Por ser uno de los principales responsables de que haya estudiado y esté terminando mis estudios de maestría. Por enseñarme lo valiosa e interesante que es la economía. Y por seguir siendo mi papá académico.

Agradezco a la doctora Isabel Ceballos y al doctor Rogelio Cogco por todos los consejos que me dieron durante la licenciatura. Por incentivar en mí el amor por la investigación. Y por seguir presentes sus enseñanzas cada vez que leo y/o escribo.

Agradezco a toda la raza del salón por ser bien buena onda. Al Jovan que me aguantó un año compartiendo el escritorio. Y principalmente al escuadrón de la muerte conformado por Ramón, Diana, Jairo y Pedro, por haberme brindado su amistad sincera que sé trascenderá esta etapa de estudiantes.

Agradezco a Laurita por ser siempre tan amable, servicial y como dice la publicidad, siempre lista y siempre ahí para cualquier asunto que necesitéramos resolver. Pero principalmente por las charlas amenas que se prolongaban horas en su oficina. Gracias Amiga.

También quiero agradecer al Colegio de la Frontera Norte, por haberme brindado excelentes maestros, instalaciones de primera y el material didáctico necesario para poder estudiar y realizar este trabajo de investigación.

Por último quiero agradecer al CONACYT por haberme brindado la beca de manutención y la beca mixta para poder realizar mis estudios y estancia de investigación. Y también especialmente a los contribuyentes, ya que sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Preguntas de investigación.....	4
Justificación. ....	4
Objetivo general de la investigación.....	4
Objetivos específicos de la investigación. ....	5
Hipótesis. ....	5
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO. INFLACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO. ENFOQUES TEÓRICOS Y EVIDENCIA EMPÍRICA.....	6
1.1. Modelos teóricos sobre los efectos de la inflación en el crecimiento económico. ....	6
1.1.1. Modelo de Tobin (1965). ....	7
1.1.2. Modelo de Sidrauski (1967).....	10
1.1.3. Modelo Cash-in-Advance. ....	13
1.2. Teoría cuantitativa del dinero. Los efectos del crecimiento económico sobre la inflación. ....	15
1.3. Evidencia empírica sobre la relación entre la inflación y el crecimiento económico. .....	17
CAPÍTULO II. CONTEXTUALIZACIÓN. ANÁLISIS SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA INFLACIÓN EN MÉXICO.....	23
2.1 El crecimiento económico en México. ....	23
2.2 La inflación en México. ....	32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA. ECUACIONES SIMULTÁNEAS Y MODELOS EMPÍRICOS.....	36
3.1. Ecuaciones simultáneas: inconsistencia, identificación y prueba de simultaneidad de Durbin–Wu–Hausman. ....	36
3.2. Métodos de estimación para ecuaciones simultáneas: Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI) y Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E). ....	40
3.3. Modelos empíricos. Estimaciones de corto plazo, umbral inflacionario y largo plazo. .....	41
CAPÍTULO IV. RESULTADOS. PRUEBAS DE CONSISTENCIA Y UMBRAL INFLACIONARIO EN EL CORTO Y EN EL LARGO PLAZO. ....	48

4.1. Pruebas de raíz unitaria.....	48
4.2. Estimación del umbral inflacionario.....	51
4.3. Prueba de simultaneidad Durbin–Wu–Hausman de corto plazo. ....	52
4.4. Estimación de las ecuaciones de corto plazo. ....	54
4.5. Prueba de simultaneidad Durbin–Wu–Hausman de largo plazo. ....	58
4.6 Estimación de las ecuaciones de largo plazo. ....	60
CONCLUSIONES.....	66
Bibliografía.....	70
ANEXOS.....	73

## Índice de gráficas

Gráfica 2.1.1. Logaritmo natural del PIB per cápita de México (Inpibpc_mex), Estados Unidos (Inpibpc_eeuu) y Canadá (Inpibpc_can) 1961-1981. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).....	25
Gráfica 2.1.2. Logaritmo natural del PIB per cápita de México (Inpibpc_mex), Estados Unidos (Inpibpc_eeuu) y Canadá (Inpibpc_can) 1982-1988. . Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).....	27
Gráfica 2.1.3. Logaritmo natural del PIB per cápita de México 1961-2014. Datos en moneda nacional a precios constantes.....	29
Gráfica 2.1.4. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México 1961-2014. Datos en moneda nacional a precios constantes.....	30
Gráfica 2.1.5. PIB agregado trimestral de México 1993.1-2017.2. Datos en moneda nacional a precios constantes.....	31
Gráfica 2.1.6. Tasa de crecimiento del PIB trimestral de México 1993.1-2017.2. Datos en moneda nacional a precios constantes.....	32
Gráfica 2.2.1. Tasa de inflación anual de México 1961-2014.....	33
Gráfica 2.2.2. Tasa de inflación trimestral de México 1993.1-2017.2.....	35
Gráfica 4.2.1. Prueba para la obtención del umbral inflacionario. En el eje de ordenadas la Sumatoria de los Errores al Cuadrado, en el eje de las abscisas la tasa de inflación. ....	52
Gráfica A.1. Distribución de la tasa de inflación trimestral de México. ....	73

Gráfica A.2. Distribución de la transformación semilogarítmica de la tasa de inflación trimestral de México.....	73
--	----

## Índice de cuadros

Cuadro 2.1.1. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá 1961-1981. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).....	24
Cuadro 2.1.2. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá 1982-1988. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).....	26
Cuadro 2.1.3. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá 1989-2014. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).....	28
Cuadro 2.2.1. Tasa de inflación de México, Estados Unidos y Canadá 1961-1987.....	34
Cuadro 2.2.2. Tasa de inflación de México, Estados Unidos y Canadá 1989-2014.....	34
Cuadro 2.2.3. Tasa de inflación de México, Estados Unidos y Canadá 2002-2014.....	35
Cuadro 4.1.1. Prueba Dickey-Fuller Aumentada con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables tcifb, tcgsp, tcapecom y slinf. ....	49
Cuadro 4.1.2. Prueba Dickey-Fuller Aumentada con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables tcpib, tcti y tcm2. ....	49
Cuadro 4.1.3. Prueba Phillips-Perron con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables tcifb, tcgsp, tcapecom y slinf.....	50
Cuadro 4.1.4. Prueba Phillips-Perron con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables tcpib, tcti y tcm2.....	51
Cuadro 4.3.1. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para la tpib de corto plazo. ....	53
Cuadro 4.3.2. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para el slinf de corto plazo. ....	53
Cuadro 4.4.1. Estimación de la ecuación de tcpib de corto plazo. ....	54
Cuadro 4.4.2. Estimación de la ecuación de tcpib de corto plazo corregida por correlación serial de primer orden. ....	55

Cuadro 4.4.3. Estimación de la ecuación del slinf de corto plazo corregida por simultaneidad.....	56
Cuadro 4.4.4. Estimación de la ecuación de inf de corto plazo corregida por simultaneidad, heteroscedasticidad y correlación serial de primer orden. ....	57
Cuadro 4.5.1. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para la tcpib de largo plazo. ....	59
Cuadro 4.5.2. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para el slinf de largo plazo. ....	60
Cuadro 4.6.1. Estimación de la ecuación de tcpib de largo plazo. ....	61
Cuadro 4.6.2. Estimación de la ecuación del slinf de largo plazo corregida por simultaneidad.....	63
Cuadro A.1. Estimación de la ecuación reducida de corto plazo para la tpib. ....	74
Cuadro A.2. Estimación de la ecuación reducida de corto plazo para el slinf. ....	74
Cuadro A.3. Prueba de heterocedasticidad y correlación serial de primer orden para la ecuación de tcpib de corto plazo. ....	74
Cuadro A.4. Prueba de heterocedasticidad y correlación serial de primer orden para la ecuación de inf de corto plazo. ....	75
Cuadro A.5. Estimación de la ecuación reducida de largo plazo para la tpib. ....	75
Cuadro A.6. Estimación de la ecuación reducida de largo plazo para el slinf. ....	76

## **INTRODUCCIÓN.**

Dos de las variables macroeconómicas más importantes y observadas por los economistas son el crecimiento económico y la inflación. La primera de éstas representa el crecimiento de los bienes y servicios finales que se producen en una economía, radicando su importancia en la capacidad que tiene para medir la fuerza productiva, la riqueza y por ende el bienestar de un país. Mientras que la segunda representa el aumento sostenido y generalizado de los precios de esos bienes y servicios, siendo especialmente importante al fungir como un indicador que permite tomar decisiones relacionadas con la inversión el ahorro y el consumo. En la literatura que analiza la relación entre ambos conceptos no existe ningún consenso debido a que distingue 3 tipos de asociaciones, las positivas o directas, negativas o inversas, y nulas. Algunos de los trabajos que asocian positivamente a la inflación y al crecimiento económico son los de Tobin, Lucas y Mundell. Tobin (1965) menciona que los individuos mantienen dinero como un activo, por lo que aumentos en la inflación provocan minusvalías que inducen a una recomposición en su cartera de activos, adquiriendo maquinaria y equipo que repercute en un aumento de la producción y por lo tanto en el crecimiento económico (citado en Moreno, Rivas y Villareal, 2014). Lucas (1973) menciona que la inflación moderada puede incentivar la producción, puesto que los agentes tienen menores posibilidades de distinguir entre los cambios en los precios relativos de los cambios puramente nominales (citado en Acevedo, 2006). Y para Mundell (1963) “la inflación reduce de manera inmediata la riqueza de las personas, por lo que éstas, para recuperar los niveles de riqueza previos, se ven obligadas a incrementar su ahorro. El aumento en el ahorro reduce las tasas de interés reales e incentiva la acumulación de capital” (citado en Acevedo, 2006, p. 203). Por otra parte, algunos de los trabajos que asocian negativamente a la inflación y al crecimiento económico son los de Schwartz y Pérez, De Gregorio, y Dabus y Viego. Schwartz y Pérez (2000) mencionan que la incertidumbre que genera la inflación se ve reflejada en mayores tasas de interés, mismas que afectan las decisiones de inversión e inducen a que los individuos desvíen sus recursos para protegerse de la inflación en detrimento de las actividades productivas. De Gregorio (1991) menciona que en un ambiente inflacionario los bancos utilizan instrumentos

sofisticados para hacerle frente a la erosión inflacionaria, incentivando con esto a los hogares y a las empresas a desviar sus recursos de actividades productivas hacia actividades que les permiten mitigar el problema. Y Dabus y Viego (2003) mencionan que procesos de alta inflación se asocian con altos niveles de incertidumbre y volatilidad que son perjudiciales a los incentivos de inversión y por ende crecimiento. En cuanto a la asociación nula, Sidrauski (1967), basado en un modelo de agentes optimizadores al estilo de Ramsey, menciona que el hecho de que la inflación no afecte al acervo de capital y por ende al crecimiento se debe a que la utilidad de los agentes está en función del consumo, así como de la tenencia de saldos reales, por tanto, la maximización de la utilidad implica una selección endógena de la tasa de ahorro, a diferencia del modelo de Tobin que supone una tasa de ahorro constante (citado en Acevedo, 2006; Moreno, Rivas y Villareal, 2014).

Por otro lado, desde la década de los 50's hasta la fecha los trabajos empíricos que han abordado la temática han cambiado mucho la forma en que perciben la relación entre la inflación y el crecimiento económico. Por ejemplo, en la década de los 50's y 60's las investigaciones no encontraron evidencia empírica sobre los efectos negativos de la inflación sobre el crecimiento, sin embargo, años más tarde, trabajos como los de Smyth(1994), Sbordone y Kuttner(1994), De Gregorio(1993) y Fisher(1993) confirmaron una y otra vez que la inflación afecta de manera negativa al crecimiento económico (citados por Sarel, 1995). Después de ellos, Sarel (1995), Judson y Orphanides (1996) y Ghosh y Phillips (1998) no solo confirmaron que la inflación afecta negativamente al crecimiento, sino que también aportaron evidencia empírica a favor de un corte estructural o umbral de inflación, sugiriendo con esto una relación no lineal entre ambas variables que trabajos más recientes como los de Acevedo (2006), Munir, Mansur y Furuka (2009), Ibarra y Trupkin (2011) y Dinh (2015) han confirmado también. Particularmente en México Acevedo (2006) analiza esta relación en el periodo 1993-2003 y menciona que el umbral de inflación es de 8.1%, además prueba que dicho umbral es robusto, que el efecto de la inflación antes y después del mismo es positivo y negativo respectivamente y que el hecho de no considerar el umbral subestima el efecto adverso que la inflación genera sobre el crecimiento.

Como se observa en los párrafos anteriores la relación entre la inflación y el crecimiento, tanto a nivel teórico como empírico, ha sido modelada en la mayoría de los

trabajos para representar un efecto causal que corre de la inflación hacia el crecimiento. Sin embargo, es pertinente cuestionarse si esa es la manera correcta de establecer la relación o si tal vez puede existir un efecto que corre en ambos sentidos. Es decir, que la inflación afecte al crecimiento económico, considerando el umbral inflacionario, y que a su vez el crecimiento económico afecte a la inflación. El primer efecto se revisa en la literatura discutida previamente, en cuanto al segundo, Ball (1993) menciona lo siguiente,

Mientras que los economistas no están de acuerdo sobre muchos temas, hay casi unanimidad sobre este: la inflación continua ocurre cuando la tasa de crecimiento de la oferta monetaria excede consistentemente la tasa de crecimiento del producto. (...) En principio, las diferencias en la inflación entre países o periodos de tiempo podrían explicarse por diferencias en el crecimiento del dinero o en el crecimiento de la producción, ya que la brecha entre los dos determina la inflación (pág. 4).

Lo anterior significa que dada una tasa de crecimiento de la oferta monetaria, un incremento en la producción hace caer la tasa de inflación y viceversa; y dada una tasa de crecimiento del producto, un incremento en la oferta monetaria hace que la inflación se incremente y viceversa.

Chaturvedi, Kumar y Dholakia (2009) analizan la existencia de simultaneidad en un panel de datos para países del sur y sudeste asiático, encuentran que la relación inflación-crecimiento es unidireccional y que corre de la inflación hacia el crecimiento. Sin embargo, de existir simultaneidad, debido a lo que menciona Ball (1993), los trabajos que no la consideren generarían estimaciones inconsistentes de los parámetros. En este sentido, la presente tesis busca reexaminar la relación de largo plazo entre la inflación y el crecimiento económico en México considerando la existencia de un umbral, pero también la posible simultaneidad entre las dos variables.

### **Preguntas de investigación.**

¿La relación entre la inflación y el crecimiento económico en México cambia de sentido a diferentes tasas de inflación?

¿De afectar de manera negativa la inflación al crecimiento económico, esto ocurre a tasas altas o bajas de inflación?

¿Existe un efecto bidireccional entre la inflación y el crecimiento económico en México?

### **Justificación.**

La presente investigación es de especial interés porque busca ir más allá de lo considerado por los trabajos empíricos que la preceden. En este sentido, se diferencia de los trabajos que perciben la relación entre la inflación y el crecimiento económico como una estrictamente unidireccional, y busca determinar la posible simultaneidad entre ambas variables. Además, considera el umbral inflacionario que ha sido especificado en la literatura sobre el tema desde los 90's. Todo esto con la intención de abonar evidencia en favor de la investigación económica y sobre todo para brindar herramientas que permitan el diseño de políticas públicas que sean susceptibles de elevar el desempeño económico y por ende la calidad de vida de la sociedad.

### **Objetivo general de la investigación.**

La presente investigación tiene como principal objetivo reconocer la relación que existe entre la inflación y el crecimiento económico en México, permitiendo para ello establecer un sistema de ecuaciones que dé cuenta de la posible simultaneidad entre ambas variables y que permita probar la hipótesis del umbral inflacionario.

## **Objetivos específicos de la investigación.**

Determinar si la relación entre la inflación y el crecimiento económico en México cambia de sentido a diferentes tasas de inflación.

De ser el caso, reconocer si el efecto negativo de la inflación sobre el crecimiento económico ocurre a tasas altas o bajas de inflación.

Determinar si existe un efecto bidireccional entre la inflación y el crecimiento económico en México.

## **Hipótesis.**

Con base en los trabajos empíricos que analizan la relación y abordan los efectos de la inflación en el crecimiento económico, así como la posible simultaneidad entre ambas variables, la presente investigación plantea como hipótesis que existe evidencia empírica a favor de un umbral inflacionario antes y después del cual la inflación afecta de manera positiva y negativa respectivamente al crecimiento económico. Además se espera encontrar evidencia sobre la simultaneidad entre ambas variables.

La presente investigación está organizada en cuatro capítulos. En el primero se hace una revisión sobre los principales modelos teóricos que introducen el papel del dinero en las teorías del crecimiento económico y sobre la teoría cuantitativa del dinero que muestra de manera implícita el papel del crecimiento sobre la inflación. En el segundo, con el propósito de poner en contexto la investigación, se analiza la trayectoria del crecimiento y la inflación en México desde la segunda mitad del siglo pasado a la fecha. En el tercero se presentan las variables utilizadas para medir la relación entre el crecimiento y la inflación, la metodología para estimar el umbral inflacionario, las pruebas para la determinación de la simultaneidad y los modelos para la estimación de las ecuaciones simultáneas. En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos. Y por último se presentan las conclusiones.

# **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO. INFLACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO. ENFOQUES TEÓRICOS Y EVIDENCIA EMPÍRICA.**

En este capítulo se revisan los modelos teóricos que analizan los efectos de la inflación sobre el crecimiento económico y de los efectos del crecimiento económico sobre la inflación. En ausencia de una teoría que vincule de manera simultánea la relación entre ambas variables, se presentan de manera separada en las secciones 1.1 y 1.2 respectivamente, los modelos que introducen el papel del dinero en las teorías del crecimiento económico y la teoría cuantitativa del dinero que muestra de manera implícita los efectos del crecimiento económico sobre la inflación. Finalmente se presentan algunos trabajos empíricos que estiman la relación entre ambas variables.

## **1.1. Modelos teóricos sobre los efectos de la inflación en el crecimiento económico.**

En esta sección se presentan de manera amplia tres de los modelos más básicos e importantes que tratan de explicar los efectos del dinero (y por ende de la inflación) sobre el crecimiento económico. El primero de ellos, desarrollado por Tobin (1965), es concebido en el marco del modelo de crecimiento económico de Solow-Swan, por lo que mantiene el supuesto básico de tasa de ahorro constante pero introduce el problema de elección de cartera entre el capital y los saldos monetarios reales que, a su vez, supone son sustitutos. El segundo modelo, desarrollado por Sidrauski (1967), sigue a Ramsey en la adopción de un problema de optimización dinámica, donde los agentes maximizan su utilidad decidiendo entre el consumo y los saldos monetarios reales. Y el tercero, denominado *Cash in Advance*, también adopta un problema de optimización dinámica pero con la diferencia de que los agentes maximizan su utilidad solamente en función del consumo y que se enfrentan a dos tipos de restricciones, la presupuestaria y la de liquidez. Además supone que el capital y el dinero son complementarios.

De estos tres modelos el que coincide con la mayoría de los trabajos empíricos, en cuanto a el efecto de la inflación sobre el crecimiento es el de *Cash in Advance*, debido a que establece una asociación negativa entre ambas variables. Es por este motivo que se presenta en la sección, ya que da cuenta de los canales de transmisión a través de los cuales

la inflación afecta negativamente al crecimiento. A pesar de esto el modelo no explica el corte estructural o umbral inflacionario que la mayor parte de los trabajos a partir de la segunda mitad de la década de los 90's han venido reportando.

Por otro lado, los modelos teóricos de Tobin (1965) y Sidrauski (1967) se presentan para comprender de mejor manera al tercero porque son los primeros en introducir el papel del dinero en el marco de la teoría del crecimiento económico. Cabe señalar que el modelo de Tobin (1965) predice un efecto positivo de la inflación hacia el crecimiento debido al efecto sustitución entre ambas variables y el de Sidrauski (1967) predice superneutralidad del dinero.

### **1.1.1. Modelo de Tobin (1965).**

El modelo de Tobin es el primero que introduce el papel de los saldos monetarios en la economía, utilizando como base teórica el modelo de crecimiento económico de Solow-Sawm. Éste establece un vínculo entre la inflación y el crecimiento económico que actúa a través de la elección de cartera entre capital y saldos monetarios reales, misma que se realiza en función del rendimiento de cada activo (Serletis, 2007). En este sentido la función de producción per cápita es la siguiente,

$$y_t = f(k_t) \quad (1.1.1.1)$$

la cual presenta las mismas propiedades que la del modelo Solow-Swan.

La riqueza de la economía, que es la suma del capital per cápita y los saldos monetarios reales per cápita, se representa por la cartera de activos de la siguiente manera,

$$a_t = k_t + m_t \quad (1.1.1.2)$$

donde  $a_t$  es la riqueza real per cápita,  $k_t$  es el capital per cápita y  $m_t$  son los saldos monetarios reales per cápita, mismos que se descomponen así  $m_t = \frac{M_t}{P_t L_t}$ , donde  $M_t$  son los saldos monetarios nominales,  $P_t$  es el nivel de precios y  $L_t$  es la población total. La decisión de elección de activos supone que el capital físico y el dinero real son sustitutos (Serletis, 2007).

Tobin asume un comportamiento sencillo para el gobierno, debido a que su único papel en la economía es hacer transferencias reales per cápita de dinero en la cantidad  $v_t$ . Por tanto, en términos agregados el ingreso real disponible es el siguiente,

$$Y_t^d = Y_t + v_t L_t + \frac{M_t}{P_{t+1}} - \frac{M_t}{P_t} \quad (1.1.1.3).$$

Asumiendo que la tasa de inflación es ésta,  $\pi_t = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t}$ , la ecuación 1.1.1.3 puede ser reescrita así,

$$Y_t^d = Y_t + v_t L_t - \frac{\pi_t}{1 + \pi_t} \frac{M_t}{P_t} \quad (1.1.1.4)$$

donde  $-\frac{\pi_t}{1 + \pi_t}$  representa la tasa real de rendimiento del dinero.

Dado que Tobin supone una tasa de ahorro constante, la acumulación de activos en la economía es igual a la tasa de ahorro multiplicada por el ingreso agregado real disponible como se muestra a continuación,

$$K_{t+1} - K_t + \frac{M_{t+1}}{P_{t+1}} - \frac{M_t}{P_t} = s \left[ Y_t + v_t L_t - \frac{\pi_t}{1 + \pi_t} \frac{M_t}{P_t} \right] \quad (1.1.1.5)$$

lo cual implica que la inversión agregada real es,

$$K_{t+1} - K_t = s \left[ Y_t + v_t L_t - \frac{\pi_t}{1 + \pi_t} \frac{M_t}{P_t} \right] - \left[ \frac{M_{t+1}}{P_{t+1}} - \frac{M_t}{P_t} \right] \quad (1.1.1.6).$$

Al dividir la ecuación 1.1.1.6 entre la población total,  $L_t$ , pasar  $K_t$  al lado derecho, asumir que el comportamiento de las transferencias es el siguiente  $v_t = \frac{\mu_t}{(1 + \pi_t)(1 + N_t)} m_t$  y suponer que  $\pi_t N_t \rightarrow 0$ , se obtiene la ecuación de acumulación de capital en términos per cápita,

$$(1 + N_t)k_{t+1} = sf(k_t) - \left(1 - \frac{s}{1 + N_t}\right) \frac{\mu_t - \pi_t}{1 + \pi_t} m_t + k_t \quad (1.1.1.7)$$

donde  $\mu_t$  es la tasa de crecimiento del dinero, que es igual a  $\mu_t = \frac{M_{t+1}}{M_t} - 1$  y  $N_t$  es la tasa de crecimiento poblacional, cuyo comportamiento es igual a  $N_t = \frac{L_{t+1}}{L_t} - 1$ . Ésta

ecuación es importante debido a que permite considerar las propiedades del modelo en el estado estacionario.

La evolución en el tiempo de los saldos monetarios reales per cápita permite obtener el comportamiento de la tasa de inflación en el estado estacionario, ya que  $\frac{dm_t}{dt} = (\mu_t - \pi_t - N_t)m_t$  en dicho estado es,  $\frac{dm}{dt} = 0$ , por lo que la inflación queda como sigue,

$$\pi = \mu - N \quad (1.1.1.8)$$

mostrando de esta manera que la variable en el estado estacionario está directamente determinada por la tasa de crecimiento monetario  $\mu$ . Utilizando esta ecuación y la propiedad de que en dicho estado  $k_{t+1} = k_t$ , la ecuación 1.1.1.7 puede ser reescrita como sigue,

$$sf(k) = \left[ \left(1 - \frac{s}{1+n}\right) \frac{1}{1+\pi} \frac{m}{k} + 1 \right] nk \quad (1.1.1.9)$$

que representa la ecuación de estado estacionario en el modelo de crecimiento monetario de Tobin.

El problema relacionado con la superneutralidad del dinero es resuelto al cerrar el modelo, asumiendo que la razón  $\frac{m}{k}$  es una función de las tasas reales de retorno de ambos activos<sup>1</sup>. Dado que la tasa real de retorno del capital y la tasa de inflación están inversamente relacionadas con la razón  $\frac{m}{k}$ , ésta puede ser representada como sigue,

$$\frac{m}{k} = \phi(f'(k), \pi) \quad (1.1.1.10)^2$$

donde  $\phi_r < 0$  y  $\phi_\pi < 0$ .

Una vez presentada la función 1.1.1.10, la ecuación 1.1.1.9 queda como sigue,

$$sf(k) = \left[ \left(1 - \frac{s}{1+N}\right) \frac{1}{1+\pi} \phi(f'(k), \pi) + 1 \right] Nk \quad (1.1.1.11)$$

<sup>1</sup> Donde  $r$  es la tasa real de retorno del capital y  $-\frac{\pi}{1+\pi}$  es la tasa real de retorno del dinero.

<sup>2</sup> Donde  $r = f'(k)$  asumiendo competencia perfecta en los mercados de factores y de productos.

misma que al diferenciarse totalmente respecto a la tasa de crecimiento monetario,  $\mu$ , produce lo siguiente,

$$\frac{dk}{d\mu} = \frac{\left(\phi_{\pi} - \frac{\phi(\cdot)}{1+\pi}\right)\vartheta Nv}{sf'(k) - N(1+\vartheta\phi + \vartheta\phi_r f''(k)k)} * \frac{d\pi}{d\mu} \quad (1.1.1.12)^3.$$

La ecuación 1.1.1.12 muestra que el capital per cápita responde positivamente ante un incremento en la tasa de crecimiento monetario y por ende ante un incremento en la tasa de inflación. Por este motivo el modelo de Tobin no cumple con la propiedad de superneutralidad del dinero, en el sentido de que cambios en el crecimiento monetario afectan a las variables reales. A manera de explicación, un aumento en la tasa de crecimiento monetario incrementa la tasa inflación, reduciendo así el retorno real de los saldos monetarios y por ende sus tenencias. Al ser sustitutos el capital y el dinero, la caída en las tenencias monetarias incrementa las tenencias de capital, aumentando el capital per cápita en el estado estacionario.

### 1.1.2. Modelo de Sidrauski (1967).

Sidrauski, al igual que Tobin, fue de los pioneros en introducir el papel del dinero en los modelos de crecimiento económico. Sin embargo, a diferencia del segundo, este lo hace en el marco de un modelo de optimización dinámica siguiendo a Ramsey, con un horizonte temporal infinito (Pinto y Faria, 1994).

La función de utilidad que los agentes deben maximizar depende del consumo per cápita y de los saldos monetarios reales per cápita,  $u(c, m)$ . Por simplicidad la función puede adoptar la siguiente forma  $u(c, m) = \ln c + \ln m$ , la cual permite que  $u_c, u_m > 0$  y  $u_{cc}, u_{mm} < 0$ .

Por otro lado, la restricción presupuestaria a la que se enfrentan los agentes es la siguiente,

$$\dot{k} + \dot{m} = w + rk + x - c - nk - \pi m - nm \quad (1.1.2.1)$$

---

<sup>3</sup> Donde  $\vartheta = \frac{1}{1+\pi} - \frac{s}{(1+N)(1+\pi)}$ .

donde  $w$  es el salario,  $r$  la tasa de interés real,  $x$  las transferencias del gobierno,  $\pi$  la tasa de inflación,  $n$  la tasa de crecimiento poblacional y  $k$  el capital per cápita.

Al ser  $a = k + m$  la riqueza real de los hogares, la restricción presupuestaria puede transformarse de la siguiente forma,

$$\dot{a} = [(r - n)a + w + x] - [c + (\pi + r)m] \quad (1.1.2.2)$$

la cual se obtiene al sustituir la derivada de la riqueza real en la ecuación 1.1.2.1. El primer término del lado derecho de la misma representa el ingreso total y el segundo término el consumo total que incluye el consumo de servicios monetarios (Pinto y Faria, 1994).

En este sentido los hogares se enfrentan al siguiente problema de optimización dinámica:

$$Max \int_0^{\infty} (lnc + lnm)e^{-pt} dt \quad (1.1.2.3)$$

$$s. a \ a = [(r - n)a + w + x] - [c + (\pi + r)m]$$

Donde  $p$ , es la tasa de descuento que representa la preferencia de consumir hoy. El hamiltoniano (a valor corriente) correspondiente con este problema de optimización es el siguiente:

$$\bar{H} = (lnc + lnm) + \bar{\lambda}\{[(r - n)a + w + x] - [c + (\pi + r)m]\} \quad (1.1.2.4)$$

De este hamiltoniano se obtienen las siguientes condiciones de primer orden,

$$\frac{\partial \bar{H}}{\partial c} = \frac{1}{c} = \bar{\lambda} \quad (1.1.2.5a)$$

$$\frac{\partial \bar{H}}{\partial m} = \frac{1}{m} = (\pi + r)\bar{\lambda} \quad (1.1.2.5b)$$

$$\frac{\partial \bar{H}}{\partial a} = \dot{\bar{\lambda}} = (p + n - r)\bar{\lambda} \quad (1.1.2.5c)$$

que permiten obtener las trayectorias óptimas del consumo y las tenencias de saldos monetarios reales per cápita.

$$c(t) = c_0 e^{(r-p-n)t} \quad (1.1.2.6)$$

$$m(t) = \frac{c(t)}{(\pi+r)} \quad (1.1.2.7)$$

Sidrauski cierra el modelo suponiendo eficiencia en la producción, es decir, minimizando los costos. En lo que sigue se asume una función de producción Cobb-Douglas en términos per cápita,  $Ak^\alpha$ , por lo que las condiciones de eficiencia quedan así,

$$r = \alpha Ak^{\alpha-1} \quad (1.1.2.8a)$$

$$w = (1 - \alpha)Ak^\alpha \quad (1.1.2.8b)$$

Otro supuesto simplificador es que el gobierno realiza transferencias a los hogares por medio del señoreaje debido a la ausencia de impuestos. La manera en que lo hace es la siguiente,

$$x = \sigma m \quad (1.1.2.9)$$

donde  $\sigma$  es la tasa de crecimiento de la oferta de saldos monetarios nominales.

Dado que los saldos monetarios reales per cápita son por definición  $m = \frac{M}{PL}$ , la tasa de crecimiento de estos es  $\frac{\dot{m}}{m} = \frac{\dot{M}}{M} - \frac{\dot{P}}{P} - \frac{\dot{L}}{L} \rightarrow \frac{\dot{m}}{m} = \sigma - \pi - n$ . Considerando que  $\dot{a} = \dot{m} = \dot{\lambda} = 0$  en estado estacionario, la tasa de inflación en dicho estado es la siguiente,

$$\pi = \sigma - n \quad (1.1.2.10)$$

donde se observa que ésta se ve afectada positivamente por la tasa de crecimiento de los saldos monetarios nominales.

La utilización de la propiedad de estado estacionario, la ecuación 1.1.2.5c y la condición 1.1.2.8a permiten obtener el comportamiento de la tasa de interés real en dicho estado,

$$\alpha Ak^{*\alpha-1} = p + n \quad (1.1.2.11)^4$$

donde se observa que ésta es independiente de la inflación y de la tasa de crecimiento del dinero. La ecuación es conocida como la regla de oro modificada.

---

<sup>4</sup> El asterisco representa los valores de equilibrio de estado estacionario.

Lo mismo puede obtenerse para el consumo al utilizar las propiedades de estado estacionario, la restricción presupuestaria 1.1.2.1 y las condiciones 1.1.2.8a y 1.1.2.8b,

$$c^* = Ak^{*\alpha} - nk^* \quad (1.1.2.12)$$

la ecuación muestra que el consumo de estado estacionario tampoco depende de la inflación ni de la tasa de crecimiento de los saldos monetarios.

Por otro lado, las tenencias de saldos monetarios reales per cápita en estado estacionario dependen positivamente del consumo per cápita, y negativamente de la suma de la tasa de crecimiento de los saldos monetarios nominales y de las preferencias de los hogares por consumir hoy, como se observa en la siguiente ecuación:

$$m^* = \frac{c^*}{\sigma+p} \quad (1.1.2.13)$$

Por último, la ecuación 1.1.2.11 permite obtener, tras algunas operaciones algebraicas, el nivel de capital de estado estacionario. Dicho nivel depende positivamente del producto entre la participación del capital en la economía,  $\alpha$ , y del nivel de progreso tecnológico,  $A$ , y negativamente de la suma de las preferencias por consumir hoy,  $p$ , y del crecimiento poblacional,  $n$ :

$$k^* = \left( \frac{\alpha A}{p+n} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (1.1.2.14)$$

Claramente en el modelo ni el dinero nominal ni la tasa de crecimiento del mismo importan para la determinación de las variables reales como el consumo y el capital. En este sentido se menciona que el dinero es superneutral.

### 1.1.3. Modelo Cash-in-Advance.

Este tipo de modelos percibe al dinero como medio de intercambio, exigiendo que para que una transacción se lleve a cabo el dinero necesario para realizarla debe mantenerse por adelantado. También, a diferencia de los modelos anteriores, proporciona una explicación acerca del motivo por el cual los agentes económicos mantienen dinero, siendo que este es un activo intrínsecamente inútil y dominado por otros (Serletis, 2007).

Seguendo a Stockman (1981) los hogares se enfrentan al siguiente problema de optimización dinámica en función únicamente del consumo,

$$Max \int_0^{\infty} (lnc)e^{-\rho t} dt \quad (1.1.3.1)^5$$

El problema está sujeto a dos tipos de restricciones, la presupuestaria y la de liquidez, estas se presentan a continuación de manera respectiva

$$\dot{k} + \dot{m} = Ak^{\alpha} - nk - c - (\pi + n)m + x \quad (1.1.3.2)$$

$$g(m) \geq \Gamma \dot{k} + \Phi c \quad (1.1.3.3)$$

La restricción de liquidez 1.1.3.3 establece que los individuos deben ser capaces de financiar el consumo actual y la inversión a partir de los saldos monetarios reales transferidos con anterioridad (Serletis, 2007).

Al asumir que existe igualdad en ambas restricciones se obtiene lo siguiente,

$$\dot{m} = Ak^{\alpha} - nk - c \left(1 - \frac{\Phi}{\Gamma}\right) - (\pi + n)m - \frac{g(m)}{\Gamma} + x \quad (1.1.3.4)$$

$$\dot{k} = \frac{g(m) - \Phi c}{\Gamma} \quad (1.1.3.5)$$

Una vez hecho lo anterior se construye el hamiltoniano a valor corriente,

$$\bar{H} = lnc + \bar{\lambda} \left[ Ak^{\alpha} - nk - c \left(1 - \frac{\Phi}{\Gamma}\right) - (\pi + n)m - \frac{g(m)}{\Gamma} + x \right] + \bar{\mu} \left[ \frac{g(m) - \Phi c}{\Gamma} \right] \quad (1.1.3.6)$$

cuyas condiciones de primer orden para  $\dot{m}$  y  $\dot{k}$  son,

$$\dot{\bar{\lambda}} = \bar{\lambda}(\rho + \pi + n + g_m) - \bar{\mu} \frac{g_m}{\Gamma} \quad (1.1.3.7)$$

$$\dot{\bar{\mu}} = \bar{\lambda}(n - \alpha Ak^{\alpha-1}) + \bar{\mu} \frac{g_m}{\Gamma} \quad (1.1.3.8)$$

Considerando eficiencia en la producción y que en estado estacionario  $\dot{\bar{\lambda}} = \dot{\bar{\mu}} = 0$  y  $\pi = \sigma - n$ , se obtiene la siguiente ecuación,

---

<sup>5</sup> La notación matemática es de Pinto y Faria, 1994.

$$\alpha A k^{*\alpha-1} = p \left[ 1 + \frac{(\sigma+p)}{g_m} \Gamma \right] + n \quad (1.1.3.9)$$

la cual muestra que una mayor tasa de crecimiento monetario, y por ende una mayor tasa de inflación, se asocia con mayores tasas de interés real en el estado estacionario.

Al reordenar 1.1.3.9 se obtiene la ecuación de acumulación de capital per cápita de estado estacionario,

$$k^* = \left( \frac{\alpha A}{p \left[ 1 + \frac{(\sigma+p)}{g_m} \Gamma \right] + n} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (1.1.3.10)$$

misma que, al derivar parcialmente respecto a la tasa de crecimiento del dinero, queda de la siguiente manera,

$$\frac{\partial k^*}{\partial \sigma} = - \left( \frac{1}{1-\alpha} \right) \left( \frac{p}{g_m} \Gamma \right) (\alpha A)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left[ p \left( 1 + \frac{(\sigma+p)}{g_m} \Gamma \right) + n \right]^{-\frac{1}{1-\alpha}-1} \quad (1.1.3.11)$$

La ecuación 1.1.3.11 muestra que el capital per cápita de estado estacionario se ve afectado negativamente por los cambios en la tasa de crecimiento de la oferta monetaria y en consecuencia por los cambios en la inflación.

En este sentido los aumentos en la tasa de inflación están asociados con tasas de interés reales más altas, menor nivel de acervo de capital y menores saldos monetarios en el estado estacionario, siendo la principal causa de todo esto el supuesto de complementariedad entre el dinero y el capital (Serletis, 2007).

## **1.2. Teoría cuantitativa del dinero. Los efectos del crecimiento económico sobre la inflación.**

Como es bien conocido la ecuación cuantitativa,  $MV = YP$ , (donde  $M$  son los saldos monetarios,  $V$  la velocidad del dinero,  $Y$  la producción real y  $P$  el nivel general de precios) puede transformarse, al asumir que la velocidad es constante, en una teoría útil para observar los efectos del dinero, denominada teoría cuantitativa del dinero. En este sentido la ecuación tendría la siguiente forma,

$$M\bar{V} = YP \quad (1.2.1)$$

donde  $\bar{V}$  indica que la velocidad del dinero es constante.

Respecto a lo anterior Mankiw (2014) señala que “(...) la experiencia muestra que el supuesto de la velocidad constante constituye una buena aproximación en muchas situaciones” (pág. 178). En este sentido, de 1.2.1 se observa que los cambios en la oferta monetaria provocan cambios proporcionales en el PIB nominal, es decir, en  $YP$ . Este resultado se obtiene debido a que los factores productivos y la función de producción ya han determinado la producción  $Y$ , y por tanto, los cambios en la oferta monetaria, para ajustar el valor del PIB nominal, solo tienen efecto sobre el nivel de precios  $P$ . Es por esto que “(...) la teoría cuantitativa implica que el nivel de precios es proporcional a la oferta monetaria” (Mankiw, 2014, pág. 179).

Para ver lo que sucede con la tasa de inflación, es preciso expresar 1.2.1 en tasas de crecimiento, esto se obtiene al aplicar logaritmos a ambos lados de la ecuación y diferenciar respecto del tiempo,

$$\frac{\dot{M}}{M} + \frac{\dot{\bar{V}}}{\bar{V}} = \frac{\dot{P}}{P} + \frac{\dot{Y}}{Y} \quad (1.2.2)$$

como la velocidad es constante su tasa de crecimiento es cero, por lo que puede ser eliminada de 1.2.2 de la siguiente manera  $\frac{\dot{M}}{M} = \frac{\dot{P}}{P} + \frac{\dot{Y}}{Y}$ . Al aplicar la notación tradicional de crecimiento económico, la ecuación anterior puede ser reescrita así,

$$\sigma = \pi + g \quad (1.2.3)$$

donde  $\sigma$  es la tasa de crecimiento del dinero,  $\pi$  la tasa de inflación y  $g$  la tasa de crecimiento económico.

Debido a que  $g$  es determinada por la tasa de crecimiento de los factores productivos y por el progreso técnico, y  $\sigma$  es determinada por el banco central, la única variable en 1.2.3 que es determinada dentro del sistema, es decir endógena, es la tasa de inflación, por lo que 1.2.3 puede ser reescrita de la siguiente forma,

$$\pi = \sigma - g \quad (1.2.4)$$

donde se observa que, *ceteris paribus*, la tasa de crecimiento del dinero tiene un efecto positivo sobre la inflación y la tasa de crecimiento de la producción tiene un efecto negativo sobre la misma. Todo esto en el largo plazo, como los modelos de crecimiento económico presentados anteriormente.

Esto coincide con lo que menciona Ball (1993) acerca de que las diferencias en la inflación entre distintos países o periodos de tiempo, pueden ser explicadas por las diferencias en las tasas de crecimiento del dinero o en las tasas de crecimiento del producto, siendo que la brecha entre ambas la que determina la inflación.

### **1.3. Evidencia empírica sobre la relación entre la inflación y el crecimiento económico.**

La relación entre la inflación y el crecimiento económico ha sido percibida y especificada de distintas maneras a lo largo del tiempo. Se sabe que los trabajos que abordaron la temática durante la década de los 50's y 60's, no encontraron evidencia empírica a favor de esta relación. Fue hasta los 70's cuando los investigadores la encontraron, pero de manera ambigua y no significativa. El cambio en esta visión vino hasta que muchos países experimentaron altas y persistentes tasas de inflación, y fue entonces que muchos estudios como los de Smyth(1994), Sbordone y Kuttner(1994), De Gregorio(1993) y Fisher(1993) confirmaron una y otra vez que la inflación afecta de manera negativa al crecimiento económico (citados por Sarel, 1995). Sin embargo, a pesar de esto, encontraron que el efecto que ejerce la inflación sobre el crecimiento no es de magnitud importante (Sarel, 1995). Este hecho llevó a Sarel (1995) a preguntarse por qué tomó tanto tiempo descubrir el vínculo entre ambas variables y a cuestionar las especificaciones lineales adoptadas por los trabajos previos; cuestiones que lo motivaron a considerar que en la relación existe un corte estructural, es decir, un número específico antes y después del cual ésta cambia. Tras adoptar una especificación no lineal en sus regresiones, y al realizar distintas pruebas de robustez, obtuvo evidencia empírica a favor de dicho corte en un panel de 86 países en el periodo 1970-1990, ubicándolo en 8% de inflación, también encontró que antes de ese nivel inflacionario el crecimiento<sup>6</sup> no se ve afectado pero, al rebasarlo, el efecto se vuelve de una

---

<sup>6</sup> Sarel (1995) mide el crecimiento económico como la tasa de crecimiento quinquenal del producto per cápita de la siguiente forma,  $growth_{t,t+5} = \frac{\log(\frac{y_{t+5}}{y_t})}{5}$ , donde,  $y$ , es el producto per cápita.

magnitud negativa importante, además de descubrir que el no considerar la no linealidad de la relación crea un sesgo que subestima el efecto pernicioso de la inflación sobre el crecimiento.

Más adelante Judson y Orphanides (1996), a pesar de adoptar una especificación lineal para la inflación, en un panel de 119 países para el periodo 1959-1992, encontraron que ésta tiene un efecto negativo sobre el crecimiento<sup>7</sup> a todos sus niveles excepto los que están por debajo de 10%, además de descubrir que la volatilidad inflacionaria afecta negativamente al crecimiento a cualquier grado de la misma. También probaron que una especificación intra-anual de volatilidad no tiene problemas de colinealidad con los niveles de inflación (como en estudios que utilizaban el indicador inter-anual) y concluyeron que tanto la volatilidad como los niveles de inflación tienen una influencia significativa e independiente sobre el crecimiento.

Contemporáneos a Sarel (1995) y a Judson y Orphanides (1996), Ghosh y Phillips (1998) fueron un poco más lejos al no solo considerar que la relación entre la inflación y el crecimiento<sup>8</sup> tiene un corte estructural, sino también al creer que, rebasando dicho corte, la relación entre ambas variables es negativa y convexa. Esto los llevó a probar diversas especificaciones, en un panel de 145 países para el periodo 1960-1996, hasta encontrar una que ubicó el corte estructural en 2.5% de inflación y a tomar el logaritmo natural de la variable para representar la convexidad de la misma. Al realizar las regresiones con esta especificación encontraron que la inflación afecta de manera negativa al crecimiento, incluso a niveles muy bajos (después de 2.5%), refutando con esto aseveraciones como las de Bruno y Easterly (1995) acerca de que la inflación solo es estadísticamente significativa cuando ésta rebasa el 40%. Además, descubrieron que el efecto de la inflación se vuelve más pequeño conforme ésta aumenta, siendo que una disminución del crecimiento asociada con un incremento de 10 a 20 por ciento de inflación es mayor que la asociada a un incremento de 40 a 50 por ciento. Aunado a esto, descubrieron que con su especificación la inflación es una variable que tiene una relación robusta con el crecimiento al pasar diversas

---

<sup>7</sup> Judson y Orphanides (1996) miden el crecimiento económico como la tasa de crecimiento anual del producto per cápita.

<sup>8</sup> Ghosh y Phillips (1998) miden el crecimiento económico como la tasa de crecimiento anual del producto per cápita.

pruebas de robustez incluyendo la prueba de Leamer, donde en más de cuatro mil regresiones el coeficiente de inflación permaneció negativo y estadísticamente significativo. Refutando así lo mencionado por Sala-i-Martin (1997) respecto de que la inflación no se relaciona robustamente con el crecimiento.

Trabajos más recientes como los de Acevedo (2006), Munir, Mansur y Furuka (2009), Ibarra y Trupkin (2011), Dinh (2015), entre otros, encuentran evidencia empírica sobre lo que Sarel (1995) denominó corte estructural, pero renombrándolo en sus estudios como umbral. En México Acevedo (2006) analiza esta relación. Para ello desarrolla un modelo similar al empleado por Sarel (1995), pero incluye modificaciones que permiten obtener el umbral de manera directa. Las variables que utiliza son el Indicador Global de la Actividad Económica, el Índice Nacional de Precios al Consumidor, la inversión fija bruta, la productividad de la mano de obra en el sector manufacturero, y el precio de la mezcla mexicana de petróleo crudo de exportación. El periodo de la muestra es de enero de 1993 a febrero de 2003. Lo primero que realiza en su análisis son dos regresiones, una considerando un umbral de inflación y otra considerando que la relación entre la inflación y el crecimiento<sup>9</sup> es lineal. Los resultados de la primera, excluyendo los datos de los años 1995 y 1996, indican la existencia de un umbral de inflación de 8.1%, antes del cual la relación entre ambas variables es positiva y después del cual la relación se vuelve negativa. Los coeficientes estimados en este sentido son 0.6737 y -0.1511, ambos estadísticamente significativos al 99 por ciento. En cuanto a la regresión que no considera el umbral de inflación, obtuvo un coeficiente negativo de -0.0642 que subestima el efecto pernicioso de la inflación en un factor de 2.35 (-0.1511 vs -0.0642). Para probar la estabilidad de los parámetros realiza estimaciones con distintas clasificaciones de inflación, tales como la inflación subyacente y el Índice Nacional de Precios al Productor (INPP), además de utilizar distintos tamaños de muestra, llegando con esto a la conclusión de que los parámetros siguen siendo estables al mantener la significancia estadística y su signo. Por último, realiza un modelo autoregresivo con rezagos distribuidos en el que incluye 12 rezagos de cada variable, obteniendo que los efectos de la inflación después del umbral tienen mayor persistencia que los de la inflación por debajo del mismo, debido a que sus coeficientes son

---

<sup>9</sup> Para medir el crecimiento el producto Acevedo (2006) utiliza una diferencia regular de la tasa de crecimiento anual del IGAE.

estadísticamente significativos en su componente contemporáneo como en sus rezagos 4, 6, 9 y 11, mientras que la inflación por debajo del umbral solo afecta al crecimiento en su componente contemporáneo y en el rezago 4. También encuentra que el coeficiente de la inflación, antes y después del umbral, en el largo plazo, es de 0.2271 y -0.0911 respectivamente.

Munir, Mansur y Furuka (2009) realizan un modelo econométrico basado en Hansen (1996, 2000) con el fin de encontrar dicho umbral de inflación en Malasia. Para ello utilizan como variable dependiente el porcentaje de crecimiento anual del PIB y como explicativas el porcentaje de crecimiento anual del Índice de Precios al Consumidor, el índice de profundidad financiera y el porcentaje de crecimiento anual de la formación bruta de capital. Su periodo de estudio es 1970-2005. En su análisis realizan dos estimaciones, una considerando que la relación entre crecimiento e inflación es lineal y otra donde suponen la existencia del umbral. La primera estimación sugiere que la relación entre las variables es negativa al presentar un coeficiente de -0.2001, sin embargo, éste no es estadísticamente significativo. Por otro lado, cuando suponen la existencia del umbral, estiman que su valor es de casi 3.9% y descubren que el efecto de la inflación antes de él es positivo, al presentar un coeficiente de 1.2896, mientras que después del mismo el efecto es negativo, correspondiente a -0.3129. Cabe señalar que estos coeficientes resultaron ser estadísticamente significativos al 99% y 95% respectivamente.

Por otro lado, Ibarra y Trupkin (2011) realizan un panel de datos de transición suavizada para 120 países con el fin de estudiar la existencia del umbral de inflación, además de medir la velocidad de transición de este fenómeno. Su periodo de análisis es de 1950 a 2007. Las variables que utilizan son la tasa de crecimiento del PIB per cápita, la inflación, el PIB inicial, la tasa de crecimiento poblacional, la inversión, la apertura comercial, la desviación estándar de los términos de intercambio y una dummy que indica los periodos de shocks de los precios de la OPEP. Al realizar su primer análisis distinguen entre países industrializados y no industrializados, obteniendo para los primeros un umbral de 4.1% de inflación y para los segundos uno de 19.1%. Los coeficientes estimados de inflación para los países industrializados, antes y después del umbral, corresponden a -0.0961 y a -1.5241 respectivamente, siendo el primero no estadísticamente significativo y

el segundo si al 99%. Por el lado de los países no industrializados, los coeficientes de inflación estimados antes y después del umbral corresponden a  $-0.1120$  y a  $-0.4377$ , siendo el primero no significativo y el segundo si al 95%. Por otro lado, el parámetro de transición que estiman para los países industrializados, de 31.4, indica que el efecto negativo de la inflación sobre el crecimiento se refleja a medida que ésta se acerca a su nivel de umbral, y no necesariamente superándolo, mientras que el coeficiente de 27,943 para los países no industrializados, muestra que el cambio del efecto de la inflación es abrupto. Por último, realizan el mismo análisis pero para 56 economías no industrializadas escogidas bajo un criterio de calidad institucional desarrollado por Acemoglu et al. (2004), encontrando que el umbral para estas economías corresponde a 7.9%, además de que los coeficientes de inflación estimados indican que antes del umbral el efecto de esta variable sobre el crecimiento es positivo y estadísticamente significativo al 95%, mientras que después del umbral el efecto es negativo y también significativo al 99%. En cuanto al parámetro de transición estiman que su valor es 22,198, mostrando nuevamente que el cambio del efecto de la inflación para los países no industrializados es abrupto.

En cuanto a Dinh (2015), realiza un panel de datos de transición suavizada basado en Gonzalez et al. (2005) para los países del sudeste asiático (Indonesia, Malasia, Filipinas, Tailandia y Vietnam). Para ello utiliza como variable dependiente la tasa de crecimiento del PIB per cápita y como explicativas el nivel inicial de la producción, la tasa de crecimiento del empleo, la tasa de crecimiento de la inversión, la tasa de crecimiento de los términos de intercambio, la desviación estándar de los términos de intercambio, la tasa de crecimiento del gasto público y la tasa de inflación. Su periodo de análisis es de 1980 a 2011. Al realizar su estimación, obtiene que el nivel de umbral para las 5 economías del sudeste asiático es de 7.84%. Además, descubre que los niveles de inflación por debajo del umbral no tienen impacto sobre el crecimiento, mientras que los que están por encima del mismo tienen un impacto negativo y estadísticamente significativo al 99%.

Por su parte Chaturvedi, Kumar y Dholakia (2009) relacionan de manera simultánea a la inflación y al crecimiento económico, realizan un panel de datos en dos etapas para países del este y sudeste asiático durante el periodo 1989-2003. Utilizan un sistema de tres ecuaciones simultáneas, donde las variables dependientes son la tasa de crecimiento del PIB,

la tasa de inflación y la tasa de ahorro; y las explicativas son el rezago del PIB per cápita, un indicador de apertura comercial, la tasa de crecimiento poblacional, un indicador de dependencia<sup>10</sup>, la tasa de alfabetismo en adultos, la tasa de depreciación nominal, la tasa de crecimiento de la oferta monetaria y la tasa de interés real. Sus resultados muestran que la tasa de ahorro se relaciona de manera positiva y bidireccional con la tasa de crecimiento económico; la tasa de inflación afecta de manera negativa y estadísticamente significativa (al 99%) al crecimiento económico con un coeficiente de -1.8966 y se relaciona positivamente con la tasa de ahorro; y la tasa de crecimiento económico no afecta a la inflación, debido a que presenta un coeficiente de -0.0357 que no es estadísticamente significativo al ser su p-valor de 0.5935.

En el siguiente capítulo se lleva a cabo un análisis de la inflación y el crecimiento económico en México desde la segunda mitad del siglo pasado a la fecha con el fin de poner en contexto a las variables estudiadas.

## **CAPÍTULO II. CONTEXTUALIZACIÓN. ANÁLISIS SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA INFLACIÓN EN MÉXICO.**

Este capítulo tiene como objetivo poner en contexto la presente investigación realizando un análisis de la inflación y el crecimiento económico en México desde la segunda mitad del siglo pasado a la fecha. Esto con la intención de conocer en qué etapa de la economía del país se inserta nuestra tesis. Como se verá más adelante, la tesis abarca la mayor parte del periodo que le siguió a la denominada década perdida, es decir el periodo de recuperación con crisis recurrentes (1989 a la fecha), en ese se observan tasas de crecimiento del producto bajas a la par de recurrentes caídas y tasas de inflación relativamente pequeñas en comparación con las obtenidas durante la década de los 70's y 80's.

### **2.1 El crecimiento económico en México.**

El crecimiento económico en México ha pasado por diversas etapas desde la primera mitad del siglo pasado hasta la fecha. Dichas etapas pueden dividirse en tres y corresponden básicamente a las siguientes: la época de oro, que toma lugar entre los años 1939-1981, la década perdida, que sucede durante los años 1982-1988 y una última época que podría catalogarse como de recuperación con crisis recurrentes que va de 1989 a la fecha.

Las etapas citadas anteriormente proporcionan desde su nombre una idea general acerca del desempeño obtenido por la economía durante ellas. Por tanto, es obvio decir que durante la época de oro la economía mexicana vivió sus mejores momentos. Por ejemplo, durante los años 1961-1981 el PIB agregado creció aproximadamente 3.51 veces más que la población, su tasa de crecimiento compuesta anual fue de 6.59%, y la misma, pero en términos per cápita, de 3.44%<sup>11</sup>. Además, durante el año 1961 el PIB per cápita de México representó alrededor del 32 y 41 por ciento del PIB per cápita de Estados Unidos y Canadá respectivamente, y durante el año 1981 el 43 y 50 por ciento<sup>12</sup>.

Siguiendo con las comparaciones el cuadro 2.1.1 muestra la tasa de crecimiento de México, Estados Unidos y Canadá durante el periodo 1961-1981. Excepcionalmente en este

---

<sup>11</sup> Los datos se encuentran en moneda nacional a precios constantes.

<sup>12</sup> Lo datos se encuentran en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011)

periodo México logra los mayores niveles promedio de crecimiento pero también la mayor volatilidad, es decir, la media más alta y la mayor desviación estándar indican que el crecimiento de su economía fue el menos estable de los tres durante el periodo. Por otro lado, Canadá obtuvo una media por debajo de la de México pero la desviación estándar más baja de los tres, indicando una mayor estabilidad en su crecimiento que se ve reflejada al observar su valor mínimo y máximo. Y en cuanto a Estados Unidos, se observa que obtuvo la media más baja y el valor mínimo más alto.

*Cuadro 2.1.1. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá 1961-1981. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).*

<i>País</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>México</i>	<i>3.94</i>	<i>2.88</i>	<i>-0.23</i>	<i>9.91</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>2.48</i>	<i>2.61</i>	<i>-2.71</i>	<i>5.43</i>
<i>Canadá</i>	<i>3.09</i>	<i>1.88</i>	<i>-0.50</i>	<i>6.94</i>

*Elaboración propia en base a datos de la Penn World Table 9.0.*

La gráfica 2.1.1 ilustra las trayectorias del logaritmo natural del PIB per cápita de los tres países. En ella se observa que las pendientes de México y Canadá son más o menos parecidas, mientras que la de Estados Unidos aparenta ser más pequeña. Esto se corrobora con las siguientes ecuaciones estimadas<sup>1314</sup> en función del tiempo,

$$\ln t_{cpi}bpc\_mex_t = \ln pibpc\_mex_0 + 0.0362t \quad (2.1.1)$$

$$\ln t_{cpi}bpc\_eeuu_t = \ln pibpc\_eeuu_0 + 0.0242t \quad (2.1.2)$$

$$\ln t_{cpi}bpc\_can_t = \ln pibpc\_can_0 + 0.0316t \quad (2.1.3)$$

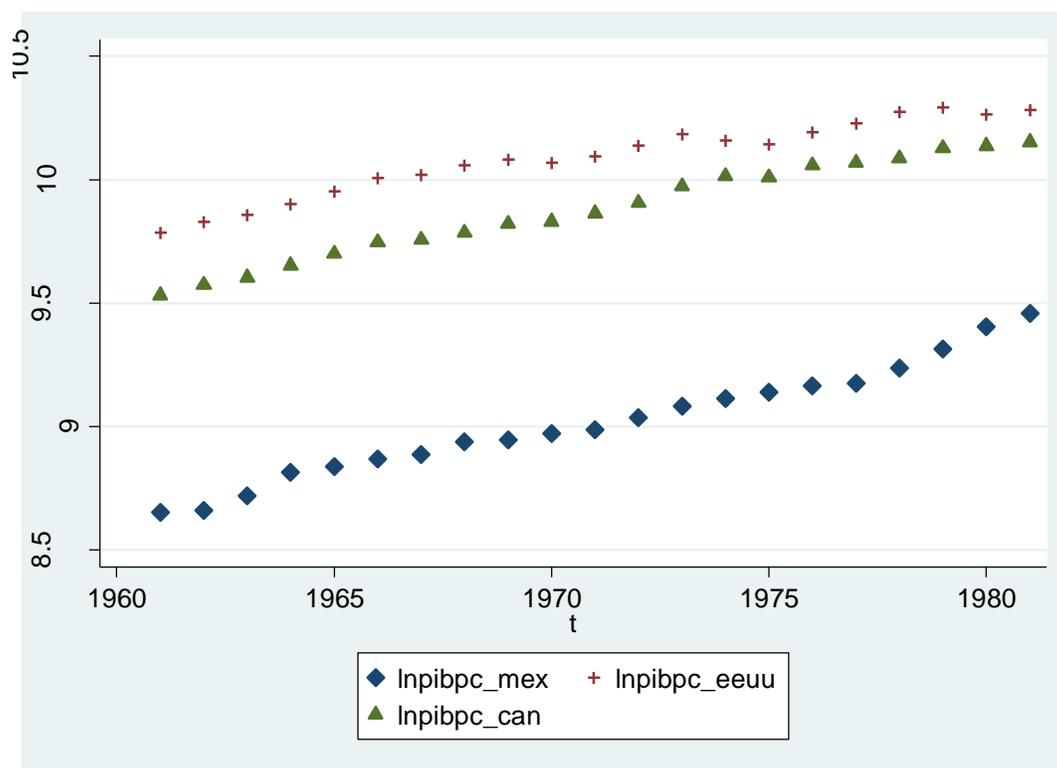
donde 2.1.1 es la ecuación para México, 2.1.2 para Estados Unidos y 2.1.3 para Canadá. Como se advierte en las ecuaciones el coeficiente de pendiente más grande es el de México, seguido de Canadá y Estados Unidos. La interpretación de dichos coeficientes

<sup>13</sup> Para obtener la tasa de crecimiento se estimó el siguiente modelo,  $\ln Y_t = \ln Y_0 + \ln(1 + r) t$ , que parte del modelo no lineal,  $Y_t = Y_0(1 + r)^t$ . Donde  $Y_t$  es la variable dependiente,  $Y_0$  es la misma variable en el periodo inicial,  $r$  es la tasa de crecimiento compuesta (tasa de crecimiento durante todo el periodo) y  $t$  es el tiempo (Gujarati y Porter, 2010).

<sup>14</sup> La variable dependiente es el logaritmo natural del PIB per cápita en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011) de cada país y la variable explicativa es el tiempo.

indica que tras un incremento unitario en el tiempo, el producto per cápita en México aumenta alrededor de 3.62%, 3.16% en Canadá y 2.42% en Estados Unidos. Sin embargo, la tasa de crecimiento compuesta o de todo el periodo es de 3.68%, 3.21% y 2.45% para México, Canadá y Estados Unidos respectivamente.

*Gráfica 2.1.1. Logaritmo natural del PIB per cápita de México (lnpibpc\_mex), Estados Unidos (lnpibpc\_eeuu) y Canadá (lnpibpc\_can) 1961-1981. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).*



*Elaboración propia en base a datos de la Penn World Table 9.0.*

Continuando con el análisis, el periodo 1982-1988, que coincide con el sexenio de Miguel de la Madrid, se caracterizó por recurrentes crisis económicas tanto en México como en otros países latinoamericanos, razón por la cual a este periodo se le conoce como la década perdida. Por ejemplo, en términos agregados la tasa de crecimiento compuesta anual del PIB en México fue de 0.36%, y en términos per cápita de -1.66%<sup>15</sup>. En el cuadro 2.1.2 se observa que la economía mexicana perdió el dinamismo que había reportado en el

<sup>15</sup> Los datos se encuentran en moneda nacional a precios constantes.

periodo anterior, su valor máximo de crecimiento fue de apenas 0.07%, comparado con 7.13% de Estados Unidos y 5.40% de Canadá, y a su vez el crecimiento negativo más grande de -8.82%, comparado con -2.90% y -4.93 % de aquellos países respectivamente.

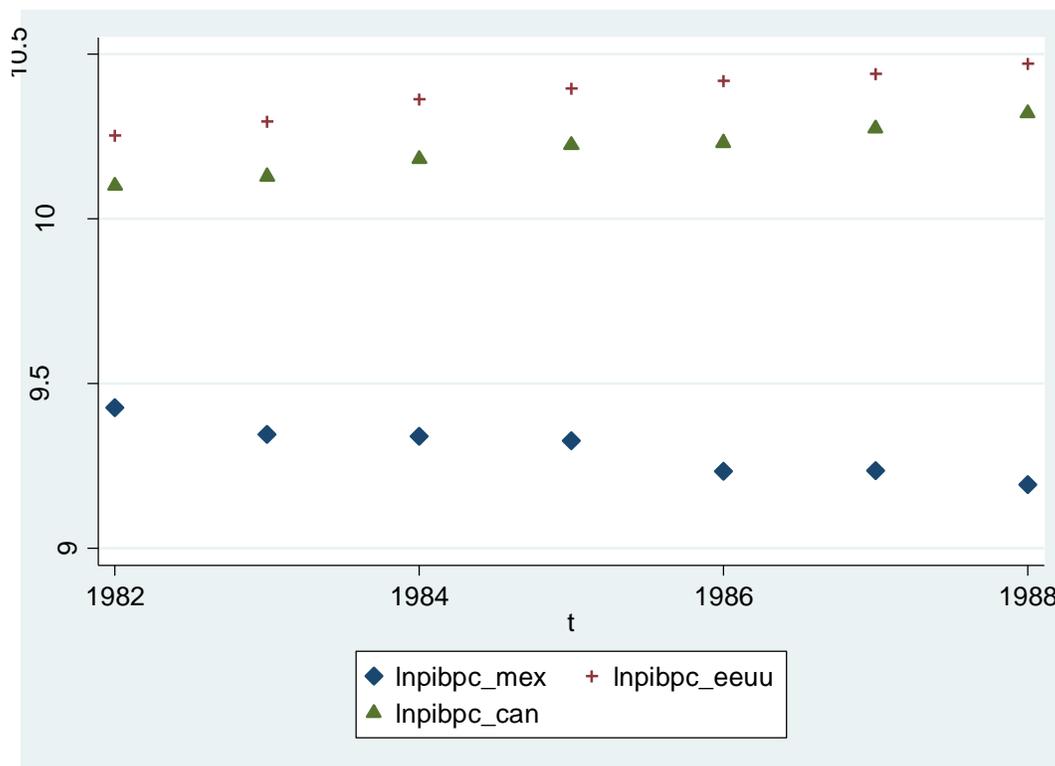
*Cuadro 2.1.2. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá 1982-1988. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).*

<i>País</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>México</i>	-3.66	3.48	-8.82	0.07
<i>Estados Unidos</i>	2.76	3.01	-2.90	7.13
<i>Canadá</i>	2.50	3.64	-4.93	5.40

*Elaboración propia en base a datos de la Penn World Table 9.0.*

De acuerdo con Moreno (1998), la falta de dinamismo de la economía mexicana durante el periodo se debió principalmente al excesivo incremento del gasto público que fue financiado por préstamos externos, a la caída de los precios del petróleo crudo de exportación, al alza en las tasas de interés de los mercados financieros externos y a la interrupción del acceso al capital extranjero. La siguiente gráfica muestra la trayectoria del logaritmo natural del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá durante el periodo. En ella se observa claramente la pendiente negativa para México.

Gráfica 2.1.2. Logaritmo natural del PIB per cápita de México (*lnpibpc\_mex*), Estados Unidos (*lnpibpc\_eeuu*) y Canadá (*lnpibpc\_can*) 1982-1988. . Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).



Elaboración propia en base a datos de la Penn World Table 9.0.

Por último, del año 1989 a la fecha la economía mexicana se reincorporó a una senda de crecimiento, sin embargo, en términos agregados y per cápita, fue de menor magnitud que el alcanzado durante la época de oro, ya que la tasa de crecimiento compuesta anual del PIB fue de 2.70% y del PIB per cápita de 1.14%<sup>16</sup>. Comparando nuevamente con Estados Unidos y Canadá, se observa en el cuadro 2.1.3 que, si bien México obtuvo la media de crecimiento per cápita más alta, también obtuvo la desviación estándar más alta, indicando con esto una menor estabilidad en su crecimiento como consecuencia de las recurrentes crisis del periodo. También es importante observar que presenta el valor mínimo más alto, pero también el valor máximo más alto.

<sup>16</sup> Los datos se encuentran en moneda nacional a precios constantes durante el periodo 1989-2014.

*Cuadro 2.1.3. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México, Estados Unidos y Canadá 1989-2014. Datos en paridad de poder de compra (en millones de dólares del 2011).*

<i>País</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>México</i>	<i>1.91</i>	<i>3.69</i>	<i>-9.66</i>	<i>6.55</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>1.54</i>	<i>1.76</i>	<i>-3.17</i>	<i>3.83</i>
<i>Canadá</i>	<i>1.32</i>	<i>2.74</i>	<i>-7.74</i>	<i>5.11</i>

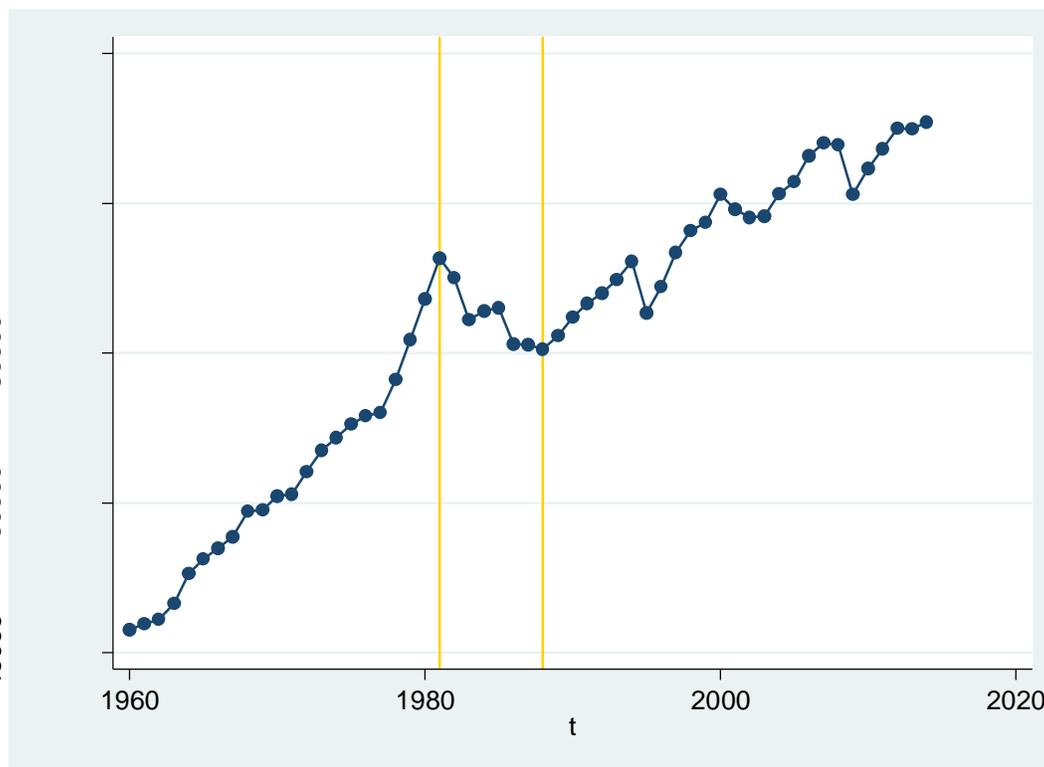
*Elaboración propia en base a datos de la Penn World Table 9.0.*

El hecho de que durante este periodo no se haya alcanzado el mismo nivel de crecimiento per cápita que en la época de oro, se debe a que el máximo crecimiento fue de 5.21%, y porque hubo crisis recurrentes como las observadas en los años 1995, 2001, 2002, 2008, 2009 y 2013, siendo la de 1995 la más grave desde los 60's a la fecha<sup>17</sup>. De acuerdo con Banxico (1996) la crisis de 1995 surgió a partir de la repentina interrupción de flujos de capital extranjero y la devaluación, siendo la segunda la causante de un repunte en la inflación y en sus expectativas que, aunados con la primera, presionaron al alza las tasas de interés que a su vez contrajeron la demanda agregada y por ende la actividad económica y el empleo.

Recapitulando, del siglo pasado a la fecha, se identifican tres diferentes sendas de crecimiento económico que corresponden a: la época de oro, con una tasa de crecimiento per cápita de 3.44%; la década perdida, con una tasa de crecimiento per cápita de -1.66%; y el periodo de recuperación con crisis recurrentes, con una tasa de crecimiento per cápita de 1.14%. La gráfica 2.1.3 muestra el desempeño del crecimiento per cápita en México. En ella se observan tres periodos, del año inicial hasta la primera línea vertical dorada, el periodo de la época de oro; después, de la primera línea vertical dorada hasta la segunda, con una clara tendencia negativa, el periodo de la década perdida; y por último, de la segunda línea dorada vertical hasta el final, el periodo de recuperación caracterizado por caídas recurrentes del producto y por no alcanzar el dinamismo que se presentó en el periodo de la época de oro.

<sup>17</sup> Los datos se encuentran en moneda nacional a precios constantes.

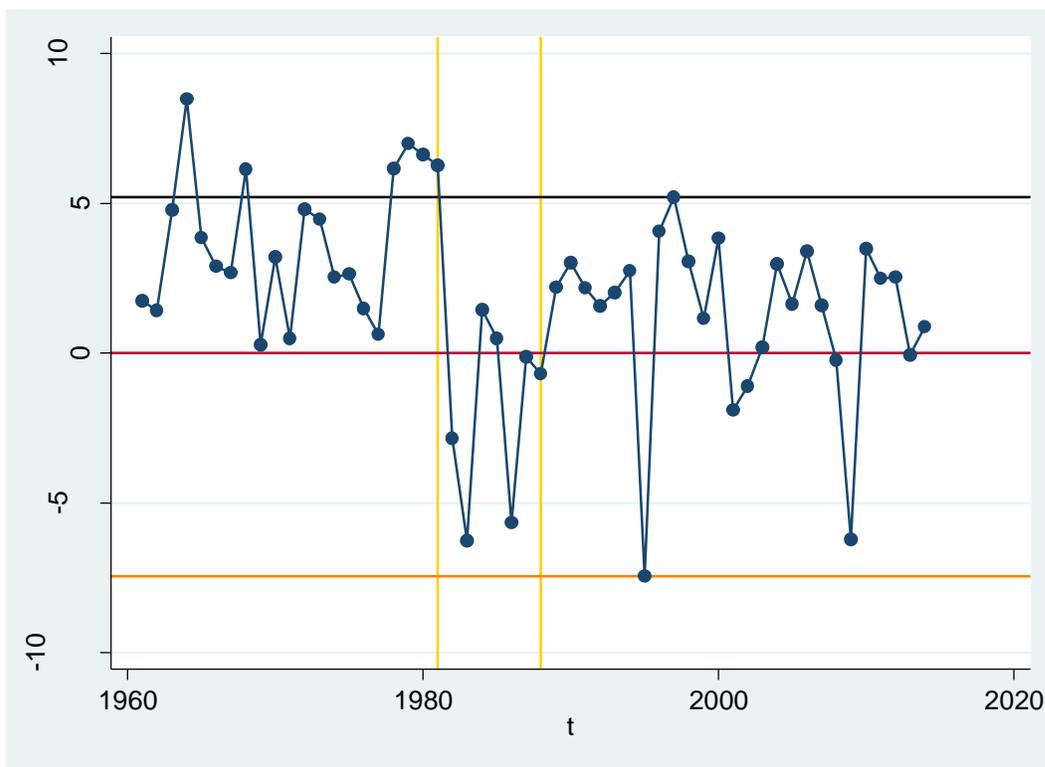
*Gráfica 2.1.3. Logaritmo natural del PIB per cápita de México 1961-2014. Datos en moneda nacional a precios constantes.*



*Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial. Las líneas doradas indican el corte entre los periodos.*

Lo anterior también puede analizarse con una gráfica de la tasa de crecimiento del PIB per cápita. La gráfica 2.1.4, además de presentar las líneas verticales doradas que la dividen en los tres periodos, presenta también una línea negra horizontal que indica la tasa de crecimiento más alta del tercer periodo, una línea roja horizontal que pasa por el cero, y una línea naranja horizontal que indica la peor crisis del periodo completo. Una vez dicho lo anterior, se observa que durante época de oro no hubo ninguna tasa de crecimiento negativa y seis de estas superaron a la máxima tasa de crecimiento del último periodo, que fue de 5.21%, razón por la cual el primero ha sido el de mayor dinamismo en la historia del país. Por otro lado, en el periodo 1982-1988 solo hubo dos tasas de crecimiento positivas y cinco tasas de crecimiento negativas, colocando a México entre las economías que sufrieron la denominada década perdida. Y por último, durante el tercer periodo se presentó una recuperación, pero se vio mermada por recurrentes tasas de crecimiento negativas, siendo las más grandes las de 1995 y 2009.

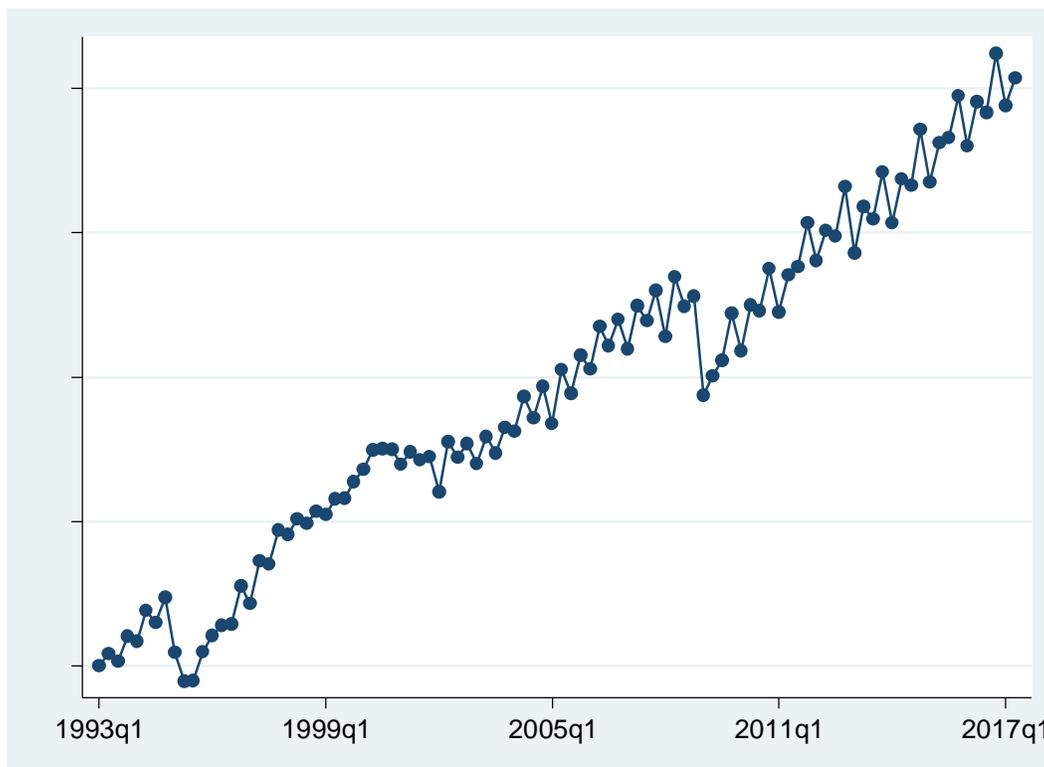
Gráfica 2.1.4. Tasa de crecimiento del PIB per cápita de México 1961-2014. Datos en moneda nacional a precios constantes.



Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial. Las líneas doradas indican el corte entre los periodos. La línea negra indica la mayor tasa de crecimiento del periodo 1989-2014. La línea roja indica el cero. La línea naranja indica la peor crisis durante todo el periodo.

Una vez analizada de manera breve la historia del crecimiento económico en el país, es preciso recordar que la presente investigación se ubica en la tercera etapa, es decir, durante la época de recuperación con crisis recurrentes, siendo el periodo ésta 1993-2017. La serie trimestral del PIB agregado durante el periodo de estudio se muestra en la gráfica 2.1.5. En ella se observa que su tendencia es positiva y que crece a una tasa trimestral compuesta de alrededor de 0.58%.

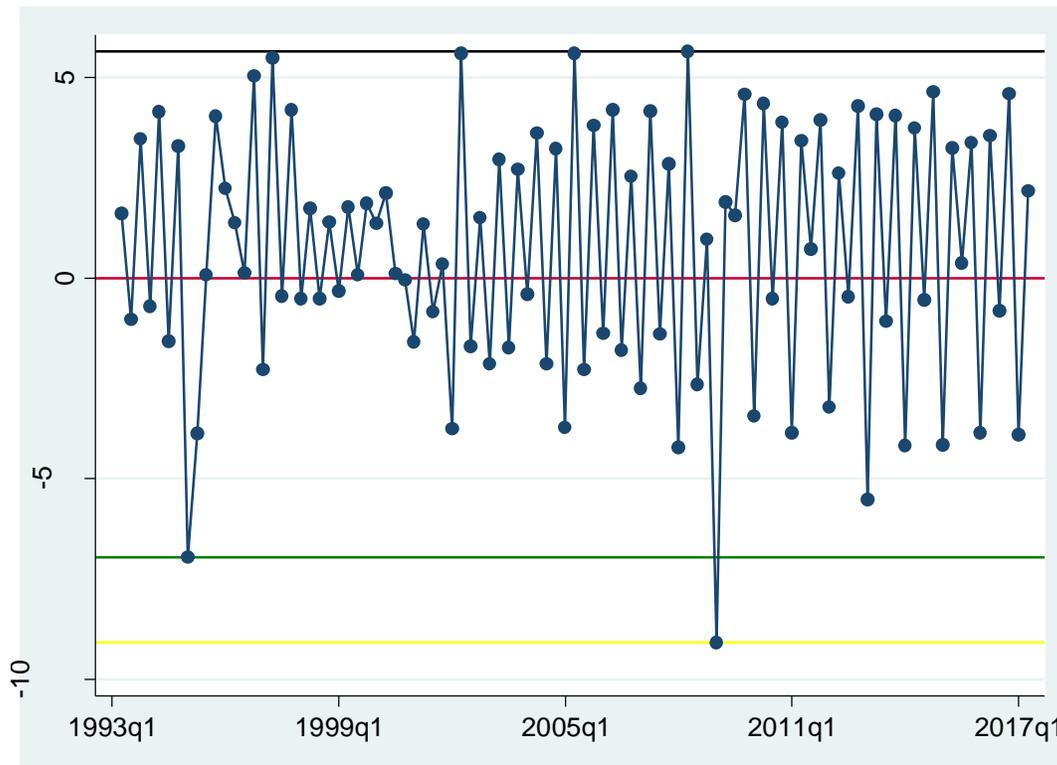
Gráfica 2.1.5. PIB agregado trimestral de México 1993.1-2017.2. Datos en moneda nacional a precios constantes.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica (BIE) del Inegi.

Por otro lado, en cuanto a su tasa de crecimiento la gráfica 2.1.6 muestra que, visto con datos trimestrales, éste tiene un comportamiento característico de un proceso estacionario. También es posible ver que la tasa de crecimiento más grande del periodo fue durante el segundo trimestre del año 2008, ascendiendo a 5.65% (línea negra horizontal), y que las mayores crisis se dieron durante los primeros trimestres de 1995 y 2009, siendo de -6.96 (línea verde horizontal) y -9.07 (línea amarilla horizontal) por ciento respectivamente. Cabe señalar que visto de manera trimestral, la crisis de 2009 fue más nociva que la de 1995.

Gráfica 2.1.6. Tasa de crecimiento del PIB trimestral de México 1993.1-2017.2. Datos en moneda nacional a precios constantes.

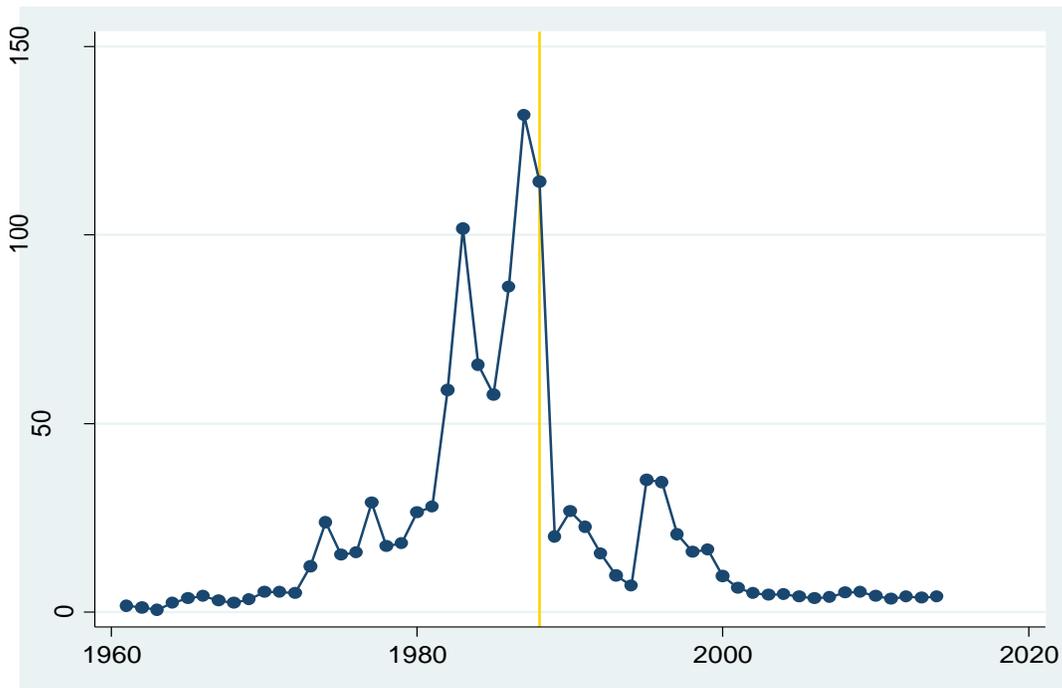


Elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica (BIE) del Inegi. La línea negra indica la mayor tasa de crecimiento del periodo. La línea roja indica el cero. La línea amarilla indica la peor crisis del periodo y la verde la segunda peor.

## 2.2 La inflación en México.

Al igual que el crecimiento la inflación en México reporta cambios importantes a lo largo de su historia. En términos generales podrían señalarse, de la segunda mitad del siglo pasado a la fecha, la existencia dos tipos de tendencia. Como lo muestra la gráfica 2.2.1, la primera es positiva y ocurre durante el periodo 1961-1988, siendo este periodo el que mayores tasas de inflación ha presentado, ya que año tras año ésta aumentaba alrededor de 3.83 puntos porcentuales. Por otro lado, de la línea dorada vertical en adelante (1989-2014) se puede observar una tendencia negativa, durante ese periodo la inflación se redujo a una razón de -0.92 puntos porcentuales cada año.

Gráfica 2.2.1. Tasa de inflación anual de México 1961-2014.



Fuente; Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.

La gráfica 2.2.1 también muestra que las mayores crisis inflacionarias en México se presentaron durante la década de los 80's, sin embargo, es a partir de 1973 que el país comienza a experimentar tasas de inflación de dos dígitos. Durante los años 1987 y 1988 el indicador alcanzó su nivel más alto, llegando a valores de 131.82 y 114.16 por ciento respectivamente. Es a partir del año 1989 que la inflación comienza a descender de manera sostenida hasta 1994, cuando el indicador alcanza un nivel de 6.96%. Sin embargo, durante la crisis financiera de 1995 la inflación volvió a repuntar a niveles de dos dígitos (34.99%), para finalmente recuperar, de 1996 hasta la fecha, su senda de crecimiento negativo.

En cuanto a datos estadísticos, la media de la inflación anual durante el periodo 1961-1988 fue de 29.98%, muy por encima de los valores que presentaron Estados Unidos y Canadá, correspondientes a 5.12 y 5.63 por ciento respectivamente. México presentó una gran variabilidad en comparación con Estados Unidos y Canadá, con un valor de 37.72 desviaciones estándar frente a 3.37 y 3.34 desviaciones estándar de éstos últimos. Esto se corrobora al observar el valor mínimo y máximo de inflación en México, correspondientes

a 0.59 y 131.82 por ciento, frente a Estados Unidos con 1.07 y 13.50 por ciento y Canadá con 0.86 y 12.46 por ciento, poniendo en evidencia la poca estabilidad de precios que se dio durante la década de los 80's en el país. Lo anterior se muestra en el cuadro 2.2.1.

*Cuadro 2.2.1. Tasa de inflación de México, Estados Unidos y Canadá 1961-1987.*

<i>País</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>México</i>	<i>26.86</i>	<i>34.56</i>	<i>0.59</i>	<i>131.82</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>5.16</i>	<i>3.43</i>	<i>1.07</i>	<i>13.50</i>
<i>Canadá</i>	<i>5.69</i>	<i>3.39</i>	<i>0.86</i>	<i>12.46</i>

*Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.*

Por otro lado, durante el periodo 1989-2014 la media de la inflación fue de 11.37%, también por encima de los valores que presentaron Estados Unidos y Canadá, correspondientes a 2.71 y 2.19 por ciento respectivamente. En cuanto a la desviación estándar del periodo, se observa que México presentó otra vez una gran variabilidad en comparación con Estados Unidos y Canadá, con un valor de 9.75 desviaciones estándar frente a 1.16 y 1.27 desviaciones estándar de éstos últimos. Esto se corrobora al observar el valor mínimo y máximo de inflación en México, correspondientes a 3.40 y 34.99 por ciento, frente a Estados Unidos con -0.35 y 5.39 por ciento y Canadá con 0.18 y 5.61 por ciento. Lo anterior se muestra en el cuadro 2.2.2.

*Cuadro 2.2.2. Tasa de inflación de México, Estados Unidos y Canadá 1989-2014.*

<i>País</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>México</i>	<i>11.37</i>	<i>9.75</i>	<i>3.40</i>	<i>34.99</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>2.71</i>	<i>1.16</i>	<i>-0.35</i>	<i>5.39</i>
<i>Canadá</i>	<i>2.19</i>	<i>1.27</i>	<i>0.18</i>	<i>5.61</i>

*Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.*

Como puede verse en el periodo completo 1989-2014 la inflación parece ser alta y volátil si se miran su media y desviación estándar. Sin embargo, a partir del año 1999 se adoptó en el país por primera vez un objetivo de inflación, correspondiente a 13%, siendo hasta el año 2002 que se estableció el que permanece hasta ahora de 3 +/- 1 % (Pérez, 2014). Este último objetivo adoptado por el Banco Central, además de una política monetaria restrictiva y disciplina en el gasto público, contribuyó a que los niveles de

inflación en México convergieran hacia los observados en Estados Unidos y Canadá. Esto se observa en el cuadro 2.2.3, durante el periodo 2002-2014 la media de inflación en México fue de 4.29%, además de que presentó la menor variabilidad de los tres países con una desviación estándar de 0.59.

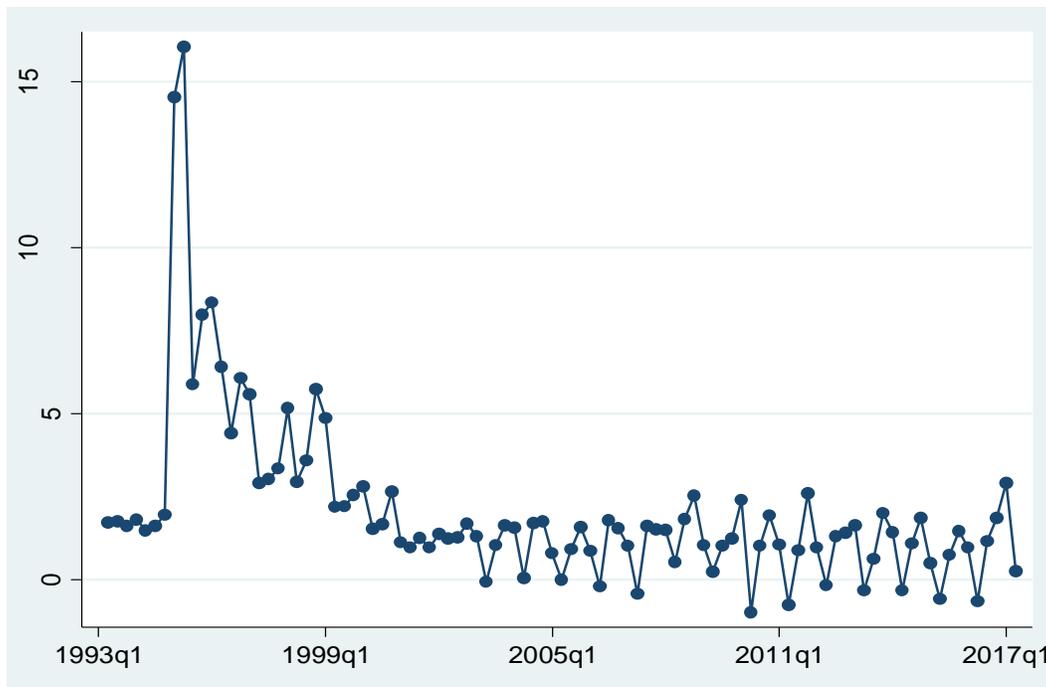
*Cuadro 2.2.3. Tasa de inflación de México, Estados Unidos y Canadá 2002-2014.*

<i>País</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>México</i>	<i>4.29</i>	<i>0.59</i>	<i>3.40</i>	<i>5.29</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>2.26</i>	<i>1.11</i>	<i>-0.35</i>	<i>3.83</i>
<i>Canadá</i>	<i>1.91</i>	<i>0.70</i>	<i>0.29</i>	<i>2.91</i>

*Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.*

Por último, es importante mencionar que la serie de inflación utilizada en la presente investigación (1993-2017) muestra niveles bajos de la misma debido a que corresponde en su mayoría al periodo de objetivos de inflación y a que son datos trimestrales. La gráfica 2.2.2 ilustra lo anterior.

*Gráfica 2.2.2. Tasa de inflación trimestral de México 1993.1-2017.2.*



*Elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica (BIE) del Inegi*

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA. ECUACIONES SIMULTÁNEAS Y MODELOS EMPÍRICOS.

Como se sabe hasta ahora la presente investigación pretende descubrir si existe un efecto bidireccional entre la inflación y el crecimiento económico, a la par de comprobar la hipótesis del umbral inflacionario. Por ello en este capítulo se revisan algunas de las condiciones necesarias para obtener una solución estadística válida en un sistema de ecuaciones simultáneas; también se desarrollan los modelos empíricos propuestos para estimar los parámetros tanto en el corto como en el largo plazo.

### 3.1. Ecuaciones simultáneas: inconsistencia, identificación y prueba de simultaneidad de Durbin–Wu–Hausman.

Hasta este punto está claro que para probar la existencia de simultaneidad entre la inflación y el crecimiento económico debe ser estimado un sistema de dos ecuaciones simultáneas. Sin embargo, como lo mencionan Gujarati y Porter (2010), de existir simultaneidad<sup>18</sup> la estimación de cada ecuación de manera separada por MCO generaría estimadores sesgados e inconsistentes. Para demostrar dicha inconsistencia se presenta el siguiente modelo de dos ecuaciones simultáneas<sup>19</sup>,

$$Y_{1t} = \beta_0 + \beta_1 Y_{2t} + u_t \quad (3.1.1)$$

$$Y_{2t} = Y_{1t} + X_{1t} \quad (3.1.2)$$

donde  $Y_{1t}$  e  $Y_{2t}$  son variables endógenas,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son los parámetros,  $X_{1t}$  es una variable exógena o predeterminada y  $u_t$  el término de perturbación. Además se supone que  $E(u_t) = 0$ ,  $E(u_t^2) = \sigma^2$ ,  $E(u_t u_{t+j}) = 0$  y  $cov(I_t, u_t) = 0$ . Al introducir 3.1.1 en 3.1.2 se obtiene la siguiente ecuación de  $Y_{2t}$  en forma reducida,

---

<sup>18</sup> Es decir, que una o más variables explicativas en cada ecuación estén correlacionadas con su respectivo término de perturbación.

<sup>19</sup> El ejemplo está inspirado en el modelo Keynesiano de determinación del ingreso de Gujarati y Porter (2010), pág. 679. La ecuación 3.1.2 es determinística por que originalmente representa la igualdad entre la oferta y la demanda agregada de una economía. Sin embargo, en esta sección se presentan de manera genérica las ecuaciones, pues solo se utilizan para demostrar el punto de la inconsistencia.

$$Y_{2t} = \frac{\beta_0}{1-\beta_1} + \frac{1}{1-\beta_1} X_{1t} + \frac{1}{1-\beta_1} u_t \quad (3.1.3)$$

Para la cual su valor esperado es,

$$E(Y_{2t}) = \frac{\beta_0}{1-\beta_1} + \frac{1}{1-\beta_1} X_{1t} \quad (3.1.4)$$

En este sentido la covarianza entre  $Y_{2t}$  y  $u_t$  es,

$$\text{cov}(Y_{2t}, u_t) = E[Y_{2t} - E(Y_{2t})][u_t - E(u_t)] = \frac{\sigma^2}{1-\beta_1} \quad (3.1.5)$$

Dado que  $\sigma^2$  es positiva, se espera que  $Y_{2t}$  y  $u_t$  estén correlacionadas, por lo que el estimador  $\widehat{\beta}_1$  sería inconsistente. Para demostrar esto se presenta la siguiente fórmula para la estimación del coeficiente,

$$\widehat{\beta}_1 = \frac{\sum(Y_{1t}-\bar{Y}_1)(Y_{2t}-\bar{Y}_2)}{\sum(Y_{2t}-\bar{Y}_2)^2} \quad (3.1.6)$$

que puede ser re-expresada de la siguiente manera,

$$\widehat{\beta}_1 = \frac{\sum Y_{1t} Y_{2t}}{\sum (Y_{2t})^2} \quad (3.1.7)$$

donde las letras minúsculas representan las desviaciones de la variable respecto a su media. Al introducir 3.1.1 en 3.1.7 se obtiene,

$$\widehat{\beta}_1 = \frac{\sum(\beta_0 + \beta_1 Y_{2t} + u_t) Y_{2t}}{\sum (Y_{2t})^2} = \beta_1 + \frac{\sum Y_{2t} u_t}{\sum (Y_{2t})^2} \quad (3.1.8)$$

Al aplicar a (3.1.8) su límite de probabilidad y dividir tanto el numerador como el denominador del segundo término del lado derecho de la ecuación entre el tamaño de la muestra, se obtiene lo siguiente,

$$plim(\widehat{\beta}_1) = \beta_1 + plim \left[ \frac{\sum Y_{2t} u_t / n}{\sum (Y_{2t})^2 / n} \right] \quad (3.1.9)$$

Como se observa de 3.1.9, ahora dicho numerador y denominador representan la covarianza entre  $Y_{2t}$  y  $u_t$  y la varianza de  $Y_{2t}$  respectivamente. A medida que el tamaño de la muestra  $n$ , crezca de manera indefinida, se espera que ambas medidas se aproximen a sus

valores poblacionales. Por tanto, cuando  $n$  tiende a infinito 3.1.9 se transforma de la siguiente manera,

$$plim(\widehat{\beta}_1) = \beta_1 + \frac{1}{1-\beta_1} \left( \frac{\sigma^2}{\sigma_Y^2} \right) \quad (3.1.10)$$

De 3.1.10 se extrae que si  $Y_{2t}$  y  $u_t$  están correlacionadas, la estimación de 3.1.1 crea un sesgo que sobreestima el verdadero valor de  $\widehat{\beta}_1$  aunque la muestra sea grande.

Otra cuestión importante que pertenece al tema de las ecuaciones simultáneas son las condiciones de orden y rango para la identificación. Se conoce como condición de orden para la identificación a aquellas reglas que permiten conocer si la ecuación bajo análisis está exactamente identificada, sobreidentificada o subidentificada. Dichas reglas son las siguientes;

Si  $K - k = m - 1$ , la ecuación está exactamente identificada;

Si  $K - k > m - 1$ , la ecuación está sobreidentificada;

Si  $K - k < m - 1$ , la ecuación está subidentificada.

Donde  $K$  es el número de variables predeterminadas en el modelo<sup>20</sup>, incluyendo el intercepto,  $k$  es el número de variables predeterminadas en cada ecuación,  $M$  es el número de variables endógenas en el modelo y  $m$  es el número de variables endógenas en cada ecuación. Cabe señalar que una ecuación exactamente identificada puede ser estimada mediante Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI), una sobreidentificada mediante Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E) y una subidentificada no puede ser estimada por método alguno. Así mismo, es importante mencionar que esta condición es necesaria pero no suficiente para la identificación.

Por otro lado, Gujarati y Porter (2010) mencionan que la condición de rango establece que,

En un modelo que contiene  $M$  ecuaciones en  $M$  variables endógenas, una ecuación está identificada si y sólo si puede construirse por lo menos un determinante

---

<sup>20</sup> Las variables predeterminadas pueden ser variables exógenas o variables endógenas y exógenas rezagadas.

diferente de cero, de orden  $(M - 1)(M - 1)$ , a partir de los coeficientes de las variables (endógenas y predeterminadas) excluidas de esa ecuación particular, pero incluidas en las otras ecuaciones del modelo (pág. 701).

Cabe mencionar que esta condición, a diferencia de la condición de orden, es necesaria y suficiente para la identificación, aunque por sí misma no muestre el orden de cada ecuación.

Una vez que se ha identificado o sobreidentificado cada ecuación del sistema, es preciso realizar una prueba formal que dé cuenta de la simultaneidad entre las variables, ya que de no existir, MCO produciría estimadores consistentes y eficientes en cada ecuación y no sería necesario aplicar un método alternativo como MCI o MC2E para satisfacer estas propiedades. También es importante mencionar que la aplicación de MCI o MC2E, sin existir el problema de la simultaneidad, de hecho produce estimadores consistentes pero no eficientes de los parámetros. En este sentido la prueba de especificación de Durbin–Wu–Hausman propone una rutina sencilla para la detección del fenómeno de la simultaneidad. Por ejemplo, en un sistema de dos ecuaciones simultáneas como el siguiente,

$$\begin{cases} Y_{1t} = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 Y_{2t} + u_t \\ Y_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{1t} + v_t \end{cases} \quad (3.1.11)$$

primero debe estimarse cualquiera de las dos ecuaciones en forma reducida. Para este ejemplo se estima  $Y_{2t}$ .

$$Y_{2t} = \hat{\pi}_0 + \hat{\pi}_1 X_{1t} + \hat{w}_t \quad (3.1.12)^{21}$$

Y segundo, una vez obtenidos los residuos,  $\hat{w}_t$ , introducirlos en la ecuación original de  $Y_{1t}$  como sigue,

$$Y_{1t} = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 Y_{2t} + \beta_3 \hat{w}_t + u_t \quad (3.1.13)$$

La prueba establece que si el coeficiente de  $\hat{w}_t$ ,  $\beta_3$ , es estadísticamente distinto de cero, existe el problema de simultaneidad, y por tanto la estimación de la ecuación por MCO sería inconsistente.

---

<sup>21</sup> Donde  $\hat{\pi}_0 = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 \beta_0}{1 - \alpha_1 \beta_2}$ ,  $\hat{\pi}_1 = \frac{\alpha_1 \beta_1}{1 - \alpha_1 \beta_2}$  y  $\hat{w}_t = \frac{\alpha_1 u_t + v_t}{1 - \alpha_1 \beta_2}$ .

### 3.2. Métodos de estimación para ecuaciones simultáneas: Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI) y Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E).

En la sección anterior se observó que solamente las ecuaciones exactamente identificadas y sobreidentificadas pueden ser estimadas. Dichos métodos de estimación pueden ser MCI y MC2E respectivamente<sup>22</sup>. Al igual que en la prueba de Durbin–Wu–Hausman, la estimación de las ecuaciones consiste en rutinas sencillas que se explican a continuación con los siguientes ejemplos.

Retomando el sistema de dos ecuaciones simultáneas 3.1.11, se puede observar que la ecuación de  $Y_{1t}$  esta subidentificada (por lo que no puede ser estimada), mientras que la ecuación de  $Y_{2t}$  esta exactamente identificada (por lo que sus parámetros pueden ser obtenidos mediante MCI). El proceso para encontrar los parámetros estructurales de  $Y_{2t}$ ,  $\alpha_0$  y  $\alpha_1$ , consiste en estimar primero ambas ecuaciones en forma reducida,

$$Y_{1t} = \hat{\mu}_0 + \hat{\mu}_1 X_{1t} + \hat{\theta}_t \quad (3.2.1)$$

$$Y_{2t} = \hat{\pi}_0 + \hat{\pi}_1 X_{1t} + \hat{w}_t \quad (3.2.2)$$

$$\text{donde } \hat{\mu}_0 = \frac{\beta_0 + \beta_2 \alpha_0}{1 - \beta_2 \alpha_1}, \hat{\mu}_1 = \frac{\beta_1}{1 - \beta_2 \alpha_1}, \hat{\pi}_0 = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 \beta_0}{1 - \alpha_1 \beta_2} \text{ y } \hat{\pi}_1 = \frac{\alpha_1 \beta_1}{1 - \alpha_1 \beta_2},$$

para posteriormente, con estas estimaciones, operar algebraicamente hasta obtener los parámetros. En este sentido dichos parámetros son,

$$\alpha_0 = \hat{\pi}_0 - \alpha_1 \hat{\mu}_0 \quad (3.2.3)$$

$$\alpha_1 = \frac{\hat{\pi}_1}{\hat{\mu}_1} \quad (3.2.4)$$

Por otro lado, en un sistema de ecuaciones como el siguiente,

$$\begin{cases} Y_{1t} = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 Y_{2t} + u_t \\ Y_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{1t} + v_t \end{cases} \quad (3.2.5)$$

donde  $Y_{1t}$  esta subidentificada y  $Y_{2t}$  esta sobreidentificada, es posible encontrar los parámetros de  $Y_{2t}$  mediante MC2E. El procedimiento de estimación consiste en eliminar la

<sup>22</sup> Se menciona que puede ser, debido a que existen más métodos de estimación como los métodos de información completa, siendo MCI y MC2E, métodos de información limitada (Gujarati y Porter, 2010).

posible correlación entre  $v_t$  y  $Y_{1t}$  encontrando una variable representante (variable instrumental) de  $Y_{1t}$  que no esté correlacionada con  $v_t$ . Para esto, lo primero que debe realizarse es estimar  $Y_{1t}$  en función de todas las variables exógenas o predeterminadas del sistema de la siguiente forma,

$$Y_{1t} = \widehat{\mu}_0 + \widehat{\mu}_1 X_{1t} + \widehat{\mu}_2 X_{2t} + \widehat{\theta}_t \quad (3.2.6)$$

Una vez hecho esto se debe introducir la estimación anterior en la ecuación de  $Y_{2t}$  de la siguiente manera,

$$Y_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1(\widehat{Y}_{1t} + \widehat{\theta}_t) + v_t = \alpha_0 + \alpha_1 \widehat{Y}_{1t} + v_t^* \quad (3.2.7)^{23}$$

De acuerdo con Gujarati y Porter (2010), en (3.2.7)  $\widehat{Y}_{1t}$  no está correlacionada con  $v_t^*$ , por lo tanto puede aplicarse MCO a esta ecuación y obtener estimadores consistentes de  $\alpha_1$ .

### 3.3. Modelos empíricos. Estimaciones de corto plazo, umbral inflacionario y largo plazo.

Una vez expuesta de manera general la técnica de estimación para la presente investigación, es necesario presentar los modelos empíricos y los datos necesarios para construcción de los mismos. A pesar de que la investigación busca primordialmente encontrar efectos de largo plazo entre las variables, por la naturaleza de las series de tiempo es posible establecer efectos de corto plazo también, mismos que serán estimados con el interés de reconocer si existen diferencias en cuanto a asociaciones, magnitudes y significancia estadística de los coeficientes a partir de ambos tipos de modelos. En este sentido el sistema de ecuaciones simultáneas de corto plazo a estimar es el siguiente.

$$\left\{ \begin{array}{l} tcpib_t = \beta_0 + \beta_1 slinf_t + \beta_2 dif\_slinf_t + \beta_3 tcifb_t + \beta_4 tcti_t + \beta_5 tcapecom_t + \\ \beta_6 tcgsp_t + u_t \\ slinf_t = \alpha_0 + \alpha_1 tcpib_t + \alpha_2 tcm2_t + v_t \end{array} \right. \quad (3.3.1)$$

Donde,

$tcpib_t$  = Tasa de crecimiento del PIB trimestral. Base 2013,

<sup>23</sup> Donde  $v_t^* = \alpha_1 \widehat{\theta}_t + v_t$ .

$slinf_t$  = Semilogaritmo de la tasa de inflación. La variable se obtiene al calcular la tasa de crecimiento del INPC para después someterla a la siguiente función semilogarítmica  $slinf_t = \begin{cases} inf_t - 1 & \text{si } inf_t \leq 1 \\ lninf_t & \text{si } inf_t > 1 \end{cases}$ , dado que no existe la función logarítmica para valores negativos. La justificación de esta transformación se encuentra en Sarel (1995) e Ibarra y Trumpkin (2011), con ella se obtiene una distribución similar a la normal y se evita que datos atípicos provoquen distorsiones en los resultados<sup>24</sup>. Base segunda quincena de Diciembre 2010=100,

$dif\_slinf_t$  = Variable que funge como pendiente diferencial de la inflación. La variable se construye a partir de la siguiente fórmula  $(slinf_t - slinf^*)D_t$ , donde  $slinf^*$  es el umbral de inflación y  $D_t$  toma el valor de 1 cuando  $slinf_t > slinf^*$  y cero en otro caso. Cuando la inflación está debajo del umbral su coeficiente es  $\beta_1$ , mientras que cuando está por arriba es  $\beta_1 + \beta_2$ ,

$tcifb_t$  = Tasa de crecimiento del índice de inversión fija bruta,

$tcti_t$  = Tasa de crecimiento de los términos de intercambio. La variable fue obtenida al multiplicar por 100 el cociente entre el Índice de Precios de las Exportaciones entre el Índice de Precios,

$tcapecom_t$  = Tasa de crecimiento de la apertura comercial. La variable se obtuvo al sumar las exportaciones e importaciones totales,

$tcgsp_t$  = Tasa de crecimiento del gasto del sector público a precios constantes,

$tcm2_t$  = Tasa de crecimiento del agregado monetario M2.

La justificación empírica para la utilización de las tasas de crecimiento del índice de inversión fija bruta,  $tcifb$ , la apertura comercial,  $tcapecom$ , y la del gasto del sector público,  $tcgsp$ , se encuentra en Gosh y Phillips (1998), quienes mencionan que la teoría neoclásica pone de relieve la importancia de la acumulación de capital como el principal motor del crecimiento económico, que diversos estudios destacan la importancia de la

---

<sup>24</sup> Las diferencias entre las distribuciones de la tasa de inflación y su transformación semilogarítmica se pueden observar en las gráficas A.1 y A.2 del Anexo.

apertura comercial como medio para la transferencia de progreso técnico y motor de crecimiento, y que el gasto del sector público, a través de la presión fiscal, podría fungir como un posible depresor del crecimiento. Por otro lado, la tasa de crecimiento de los términos de intercambio,  $tcti_t$ , es introducida para eliminar la posible correlación negativa entre el crecimiento y la inflación que es causada por choques externos de oferta (Sarel, 1995). Por otro lado, la tasa de crecimiento del agregado monetario M2,  $tcm2$ , al estar compuesto de billetes, monedas y otros activos líquidos, se introduce como una medida de oferta monetaria que, de acuerdo con la teoría cuantitativa del dinero, explica la inflación. Cabe señalar que todas las variables están en tasas de crecimiento trimestral de 1993.1 a 2017.2.

Como se observa en 3.3.1 el sistema consta de dos variables endógenas,  $tcpib$  e  $slinf$ , y seis variables predeterminadas,  $dif\_slinf$ ,  $tcifb$ ,  $tcti$ ,  $tcapecom$ ,  $tcgsp$  y  $tcm2$ , por lo cual, apelando a la condición de orden descrita en el apartado 3.1, se obtiene lo siguiente para la ecuación de  $tcpib$ ,

$$K - k \geq m - 1 \rightarrow 6 - 5 = 2 - 1 \quad (3.3.2)$$

como ambos lados de 3.3.2 son iguales, la primera ecuación de 3.3.1 está exactamente identificada. Por otro lado, para la ecuación de  $slinf$  se obtiene,

$$K - k \geq m - 1 \rightarrow 6 - 1 > 2 - 1 \quad (3.3.3)$$

por lo que se concluye que la segunda ecuación de 3.3.1 está sobreidentificada. Estos resultados permiten aseverar que es posible obtener los parámetros estructurales de ambas ecuaciones. Es importante mencionar que aunque no se haya probado la condición de rango, es evidente que las dos matrices formadas a partir de las variables faltantes en cada una de las ecuaciones son de rango 1, por lo que cumplen con la condición.

Otra cuestión importante a presentar, dado que se requieren para la prueba de simultaneidad Durbin-Wu-Hausman y para su posterior utilización como instrumentos, son las ecuaciones en forma reducida. Como se mencionó anteriormente estas ecuaciones están en función únicamente de las variables predeterminadas del sistema, por tanto para  $tcpib$  y  $slinf$ , estas son,

$$tcpib_t = \pi_0 + \pi_1 dif\_slinf_t + \pi_2 tcifb_t + \pi_3 tcti_t + \pi_4 tcapecom_t + \pi_5 tcgsp_t + \pi_6 tcm2_t + w_t \quad (3.3.4)^{25}$$

$$slinf_t = \mu_0 + \mu_1 dif\_slinf_t + \mu_2 tcifb_t + \mu_3 tcti_t + \mu_4 tcapecom_t + \mu_5 tcgsp_t + \mu_6 tcm2_t + \theta_t \quad (3.3.5)^{26}$$

Por otro lado el procedimiento para la estimación del umbral inflacionario consiste en regresar la ecuación de la *tcpib* de corto plazo en función de todas sus variables exógenas, permitiendo que la variable *dif\_slinf* tome diferentes valores de umbral. Al ser la inflación una serie cuyos valores van desde -0.90% a 16% en periodicidad trimestral, se desarrollarán 170 regresiones avanzando en intervalos de 0.10. De acuerdo con Sarel (1995) la regresión que minimice la sumatoria de los errores al cuadrado será la correcta para la elección del umbral.

Una vez expuesto el sistema de corto plazo y el procedimiento para la estimación del umbral, no queda más que presentar el sistema de largo plazo. Éste, al igual que el anterior, contiene las mismas variables, con la diferencia de que constituye un modelo Autorregresivo con Rezagos Distribuidos (ARD) que incluye cuatro rezagos de cada variable predeterminada y cuatro de cada variable endógena. En este sentido, el sistema que busca captar los efectos de largo plazo es el siguiente,

---

<sup>25</sup> Donde  $\pi_0 = \frac{\beta_0 + \beta_1 \alpha_0}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\pi_1 = \frac{\beta_2}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\pi_2 = \frac{\beta_3}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\pi_3 = \frac{\beta_4}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\pi_4 = \frac{\beta_5}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\pi_5 = \frac{\beta_6}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\pi_6 = \frac{\beta_1 \alpha_2}{1 - \beta_1 \alpha_1}$  y

$w_t = \frac{u_t + \beta_1 v_t}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ .

<sup>26</sup> Donde  $\mu_0 = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 \beta_0}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\mu_1 = \frac{\alpha_1 \beta_2}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\mu_2 = \frac{\alpha_1 \beta_3}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\mu_3 = \frac{\alpha_1 \beta_4}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\mu_4 = \frac{\alpha_1 \beta_5}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\mu_5 = \frac{\alpha_1 \beta_6}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ ,  $\mu_6 = \frac{\alpha_2}{1 - \beta_1 \alpha_1}$  y

$\theta_t = \frac{\alpha_1 u_t + v_t}{1 - \beta_1 \alpha_1}$ .

$$\begin{aligned}
tcpib_t &= \tau_0 + \sum_{j=0}^4 \tau_{1j} slinf_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \tau_{2j} dif\_slinf_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \tau_{3j} tcifb_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \tau_{4j} tcti_{t-j} \\
&+ \sum_{j=0}^4 \tau_{5j} tcapecom_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \tau_{6j} tcgsp_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \tau_{7j} tcpib_{t-j} + \varepsilon_t \\
slinf_t &= \alpha_0 + \sum_{j=0}^4 \alpha_{1j} tcpib_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \alpha_{2j} tcm2_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \alpha_{3j} slinf_{t-j} + \vartheta_t
\end{aligned}$$

(3.3.6)

En este caso el sistema cuenta con cuarenta y seis variables predeterminadas y dos endógenas, como en el modelo de corto plazo. Apelando nuevamente a la condición de orden, se obtiene lo siguiente para la ecuación de  $tcpib$ ,

$$K - k \geq m - 1 \rightarrow 38 - 33 > 2 - 1 \quad (3.3.7)$$

como el lado derecho de 3.3.7 es mayor que el izquierdo, la primera ecuación de 3.3.6 está sobreidentificada. Por otro lado, para la ecuación de  $slinf$  se obtiene,

$$K - k \geq m - 1 \rightarrow 38 - 13 > 2 - 1 \quad (3.3.8)$$

por lo que se concluye que la segunda ecuación de 3.3.6 también está sobreidentificada. Esta prueba permite ver que los parámetros estructurales de la ecuación de largo plazo pueden ser obtenidos al igual que en la ecuación de corto plazo. En cuanto a la condición de rango es evidente que las dos matrices formadas a partir de las variables faltantes en cada una de las ecuaciones son de rango 1, por lo que ambas ecuaciones del sistema cumplen con la condición. Por otro lado, las ecuaciones en forma reducida son las siguientes,

$$\begin{aligned}
tcpib_t = & \delta_0 + \sum_{j=0}^4 \delta_{1j} dif\_slinf_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \delta_{2j} tcifb_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \delta_{3j} tcti_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \delta_{4j} tcapecom_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \delta_{5j} tcgsp_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \delta_{6j} tcm2_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \delta_{7j} tcpib_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \delta_{8j} slinf_{t-j} + \zeta_t
\end{aligned}$$

(3.3.7)<sup>27</sup>

$$\begin{aligned}
slinf_t = & \gamma_0 + \sum_{j=0}^4 \gamma_{1j} dif\_slinf_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \gamma_{2j} tcifb_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \gamma_{3j} tcti_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \gamma_{4j} tcapecom_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \gamma_{5j} tcgsp_{t-j} \\
& + \sum_{j=0}^4 \gamma_{6j} tcm2_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \gamma_{7j} tcpib_{t-j} + \sum_{j=1}^4 \gamma_{8j} slinf_{t-j} + \varphi_t
\end{aligned}$$

(3.3.8)<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> Donde  $\sum_{j=0}^4 \delta_{1j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\tau_{2j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \delta_{2j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\tau_{3j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \delta_{3j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\tau_{4j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  
 $\sum_{j=0}^4 \delta_{4j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\tau_{5j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \delta_{5j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\tau_{6j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \delta_{6j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\tau_{10}\alpha_{2j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=1}^4 \delta_{7j} =$   
 $\sum_{j=1}^4 \frac{(\tau_{10}\alpha_{1j}+\tau_{7j})}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=1}^4 \delta_{8j} = \sum_{j=1}^4 \frac{(\tau_{10}\alpha_{3j}+\tau_{1j})}{1-\tau_{10}\alpha_{10}} \vee \frac{\varepsilon_t+\tau_{10}\vartheta_t}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ .

A partir de las ecuaciones anteriores en los resultados que se presentan en la siguiente sección se realizarán una serie de pruebas estadísticas y la estimación de los parámetros de interés tanto en el corto como en el largo plazo. A continuación se presentan de manera ordenada las actividades a realizar en el siguiente capítulo de resultados:

1. Determinar la estacionariedad de las series mediante las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada y Phillips-Perron.
2. Estimar el umbral inflacionario, escogiendo aquel que minimice la sumatoria de los errores al cuadrado de la ecuación de corto plazo.
3. Estimar las ecuaciones reducidas de corto plazo de la *tcpib* y *slinf* y la prueba de simultaneidad Durbin–Wu–Hausman.
4. Estimar las ecuaciones de corto plazo e interpretación de sus coeficientes.
5. Estimar las ecuaciones reducidas de largo plazo de la *tcpib* y *slinf* y la prueba de simultaneidad Durbin–Wu–Hausman.
6. Estimar las ecuaciones de largo plazo e interpretación de sus coeficientes.

---

<sup>28</sup> Donde  $\sum_{j=0}^4 \gamma_{1j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\alpha_{10}\tau_{2j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \gamma_{2j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\alpha_{10}\tau_{3j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \gamma_{3j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\alpha_{10}\tau_{4j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  
 $\sum_{j=0}^4 \gamma_{4j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\alpha_{10}\tau_{5j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \gamma_{5j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\alpha_{10}\tau_{6j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=0}^4 \gamma_{6j} = \sum_{j=0}^4 \frac{\alpha_{2j}}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=1}^4 \gamma_{7j} =$   
 $\sum_{j=1}^4 \frac{(\alpha_{1j}+\alpha_{10}\tau_{7j})}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ ,  $\sum_{j=1}^4 \gamma_{8j} = \sum_{j=1}^4 \frac{(\alpha_{3j}+\alpha_{10}\tau_{1j})}{1-\tau_{10}\alpha_{10}} \gamma \frac{\varepsilon_t+\tau_{10}\vartheta_t}{1-\tau_{10}\alpha_{10}}$ .

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS. PRUEBAS DE CONSISTENCIA Y UMBRAL INFLACIONARIO EN EL CORTO Y EN EL LARGO PLAZO.**

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos a partir de los métodos econométricos propuestos en la sección metodológica. Comienza con las pruebas Dickey-Fuller Aumentada y Phillips-Perron para detectar la presencia de raíz unitaria en las series, con la intención de evitar resultados espurios. Después se pone a prueba con 170 regresiones la elección del umbral inflacionario. Y por último, se prosigue con las pruebas Durbin-Wu-Hausman para la detección de simultaneidad y con la estimación de los parámetros de los sistemas de corto y largo plazo. Los principales resultados son que el umbral de inflación es de 14.7%, que en el corto plazo la inflación afecta negativamente al crecimiento si ésta rebasa el umbral y que el crecimiento afecta negativamente a la inflación a cualquier nivel. También encontramos que en el largo plazo la inflación afecta negativamente al crecimiento hacia ambos lados del umbral y también a cualquier nivel el crecimiento afecta negativamente a la inflación.

### **4.1. Pruebas de raíz unitaria.**

Las pruebas de raíz unitaria para las series trimestrales son necesarias para evaluar su inclusión en el modelo empírico debido a que se busca evitar resultados espurios. El cuadro 4.1.1 muestra la prueba Dickey-Fuller Aumentada con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia para las variables *tcifb*, *tcgsp*, *tcapecom* y *slinf*. Como se puede apreciar todas las variables en la prueba, cuando se consideran el intercepto y el intercepto y la tendencia, son estacionarias al 99% de confianza a excepción de la *tcgsp* que es estacionaria al 90% en el primer caso y al 95% en el segundo. Por otro lado, cuando no se consideran el intercepto ni la tendencia, todas las variables son estacionarias al 99%.

Cuadro 4.1.1. Prueba Dickey-Fuller Aumentada con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables *tcifb*, *tcgsp*, *tcapecom* y *slinf*.

<i>Variables</i>	<i>P-Valor*/Estadístico Dickey-Fuller**</i>	<i>Retardos</i>	<i>Decisión</i>
<i>tcifb</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-10.6985	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcgsp</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0886	3	<i>Estacionario (al 90%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0228	4	<i>Estacionario (al 95%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-11.7410	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcapecom</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-7.3800	1	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>slinf</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-5.159	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las variables *tcpib*, *tcti* y *tcm2* el cuadro 4.1.2 muestra que, por medio de la prueba Dickey-Fuller Aumentada, considerando el intercepto y el intercepto y la tendencia toda las variables son estadísticamente significativas al 99% de confianza. Sin embargo, al no considerar el intercepto y el intercepto y la tendencia todas las variables son estadísticamente significativas al 99% a excepción de la *tcm2* que lo es al 95%.

Cuadro 4.1.2. Prueba Dickey-Fuller Aumentada con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables *tcpib*, *tcti* y *tcm2*.

<i>Variables</i>	<i>P-Valor*/Estadístico Dickey-Fuller**</i>	<i>Retardos</i>	<i>Decisión</i>
<i>tcpib</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0004	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0032	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-3.3394	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>

<i>tcti</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-8.4849	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcm2</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	0	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-2.2169	1	<i>Estacionario (al 95%)</i>

*Fuente: Elaboración propia.*

Por otro lado, el cuadro 4.1.3 muestra la prueba Phillips-Perron con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables *tcifb*, *tcgsp*, *tcapecom* y *slnf*. En él se observa que, considerando el intercepto y el intercepto y la tendencia, todas las variables son estacionarias al 99% de confianza. Y en cuanto a la prueba que no considera el intercepto y el intercepto y la tendencia, se observa que igualmente todas son estacionarias al 99%.

*Cuadro 4.1.3. Prueba Phillips-Perron con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables tcifb, tcgsp, tcapecom y slnf.*

<i>Variables</i>	<i>P-Valor*/Estadístico Phillips-Perron**</i>	<i>Retardos</i>	<i>Decisión</i>
<i>tcifb</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-10.6690	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcgsp</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-11.7490	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcapecom</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-7.2990	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>slnf</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-4.8020	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>

*Fuente: Elaboración propia.*

Continuado con la prueba Phillips-Perron para las variables *tcpib*, *tcti* y *tcm2*, el cuadro 4.1.4 muestra que, considerando el intercepto, el intercepto y la tendencia y sin intercepto ni tendencia, toda las variables son estadísticamente significativas al 99% de confianza.

*Cuadro 4.1.4. Prueba Phillips-Perron con intercepto, intercepto y tendencia y sin intercepto ni tendencia, para las variables tcpib, tcti y tcm2.*

<i>Variables</i>	<i>P-Valor*/Estadístico Phillips-Perron**</i>	<i>Retardos</i>	<i>Decisión</i>
<i>tcpib</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-16.7520	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcti</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-8.4040	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>tcm2</i>			
<i>Intercepto*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Intercepto y tendencia*</i>	0.0000	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>
<i>Sin intercepto ni tendencia**</i>	-3.0610	3	<i>Estacionario (al 99%)</i>

*Fuente: Elaboración propia.*

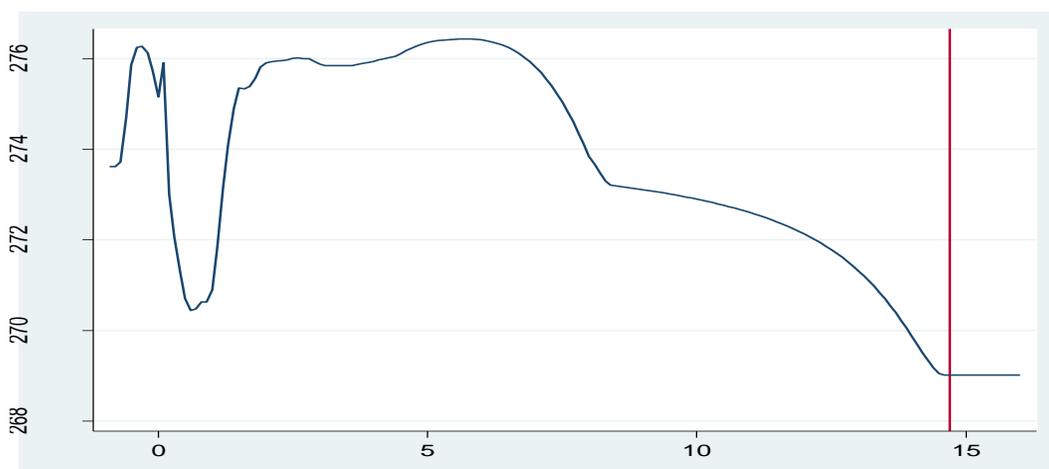
Como conclusión a estas pruebas de raíz unitaria se puede mencionar que ninguna de las series presenta este problema, por lo que todas ellas pueden considerarse estacionarias. En este sentido, es posible trabajar con las mismas sin esperar correlaciones y resultados espurios.

#### **4.2. Estimación del umbral inflacionario.**

Como fue mencionado en el capítulo metodológico el procedimiento para estimar el umbral inflacionario consiste en regresar la ecuación de la *tcpib* de corto plazo en función de todas sus variables exógenas, permitiendo que la variable *dif\_slinf* tome diferentes valores de umbral. En este sentido se desarrollaron 170 regresiones avanzando en intervalos 0.10 debido a que la serie de inflación va de -0.90% a 16%. La gráfica 4.2.1 muestra el resultado de este proceso iterativo donde se observa que la estimación que obtuvo el menor

valor de la sumatoria de los errores al cuadrado fue la que asumió un umbral de 14.7%. Por tanto, en las pruebas y estimaciones siguientes éste será el valor del umbral.

*Gráfica 4.2.1. Prueba para la obtención del umbral inflacionario. En el eje de ordenadas la Sumatoria de los Errores al Cuadrado, en el eje de las abscisas la tasa de inflación.*



*Fuente: Elaboración propia.*

### **4.3. Prueba de simultaneidad Durbin–Wu–Hausman de corto plazo.**

Como se estableció previamente, el umbral inflacionario fue estimado en 14.7%. Las consecuencias que dicho umbral tendrá sobre los efectos de la inflación en el crecimiento económico se conocerán en breve; sin embargo, previo a ello es importante realizar las pruebas de simultaneidad entre ambas variables para poder determinar la existencia de este problema y en dado caso corregirlo por medio de MC2E. En este sentido, los cuadros A.1 y A.2 en el anexo muestran las regresiones de las ecuaciones de corto plazo en forma reducida. De estos cuadros se observa que el  $R^2$  de la regresión de la *tcpib* es alto, de alrededor de 0.71, por lo que se intuye que representaría un buen instrumento de la variable endógena en caso de existir simultaneidad, mientras que no se puede decir lo mismo para la ecuación reducida del *slinf*, dado que su coeficiente es de alrededor de 0.54, indicando una menor bondad de ajuste y por tanto tal vez una mala representación de la variable endógena en caso de existir simultaneidad.

El cuadro 4.3.1 muestra la prueba Durbin-Wu-Hausman para la ecuación de la *tcpib* de corto plazo (ecuación 1 del sistema 3.3.1), en la que esta variable es regresada en

función de todas sus variables exógenas y también en función del término de error estimado a partir de la ecuación reducida del *slinf* que se presenta en el cuadro A.2 del anexo. Como se puede observar dicho término de error, *u\_slinf\_reduc\_cort*, no es estadísticamente significativo, por lo que no existe evidencia para aseverar que la ecuación de la *tcpib* de corto plazo es inconsistente, por tanto, no existe el problema de la simultaneidad y es posible estimar la ecuación por medio de MCO.

*Cuadro 4.3.1. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para la tpib de corto plazo.*

<i>tcpib</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>slinf</i>	0.3700	0.3463	1.0685	0.2882
<i>dif_inf</i>	-45.9837	23.7474	-1.9364	0.0560
<i>tcifb</i>	0.1583	0.0245	6.4611	0.0000
<i>tcti</i>	-0.0671	0.0562	-1.1945	0.2355
<i>tcapecom</i>	0.0682	0.0437	1.5593	0.1225
<i>tcgsp</i>	0.0276	0.0039	7.0779	0.0000
<i>u_slinf_reduc_cort</i>	-0.5487	0.4457	-1.2310	0.2216
<i>_cons</i>	-0.6504	0.2782	-2.3377	0.0216
	<i>F</i>	32.6401		
	<i>r2</i>	0.7197		

*Fuente: Elaboración propia.*

Por otro lado, el cuadro 4.3.2 muestra la prueba de Durbin-Wu-Hausman para el *slinf* de corto plazo (ecuación 2 del sistema 3.3.1) en la que la variable está en función de sus variables exógenas y además del término error estimado a partir de la ecuación reducida que se presenta en el cuadro A.1 del anexo. En este caso, a diferencia de lo visto en la misma prueba pero para la *tcpib*, el error, *u\_tcpib\_reduc\_cort*, si es estadísticamente significativo, indicando que la estimación de la ecuación 2 del sistema 3.3.1 por MCO sería inconsistente, por lo que la misma debe ser estimada por MC2E.

*Cuadro 4.3.2. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para el slinf de corto plazo.*

<i>slinf</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>tcpib</i>	-0.1571	0.0278	-5.6423	0.0000
<i>tcm2</i>	0.2301	0.0273	8.4129	0.0000
<i>u_tcpib_reduc_cort</i>	0.1317	0.0507	2.5985	0.0109
<i>_cons</i>	-0.3949	0.1199	-3.2930	0.0014
	<i>F</i>	27.1990		

r2	0.4673
----	--------

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Estimación de las ecuaciones de corto plazo.

Como se vio anteriormente, la ecuación de la *tcpib* de corto plazo puede ser estimada por MCO. Los resultados de dicha estimación se presentan en el cuadro 4.4.1. En este cuadro se observa que, a ningún nivel de confianza convencional, ni el *slinf* ni su pendiente diferencial *dif\_slinf* son estadísticamente significativos. Por lo que podría mencionarse que en el corto plazo la inflación ni por encima y por debajo del umbral tiene efecto alguno sobre el crecimiento económico.

A su vez, la *tcifb* y la *tcgsp* son estadísticamente significativas incluso al 99% de confianza, y su interpretación va en el sentido de que un aumento unitario en la *tcifb* tiene como consecuencia, un aumento aproximado de 0.16 puntos porcentuales en la *tcpib*, y de igual forma un aumento unitario en la *tcgsp* tiene como consecuencia un aumento aproximado de 0.02 puntos porcentuales en la *tcpib*. En cuando a la *tcapecom* se observa que es estadísticamente significativa al 90% de confianza y su coeficiente es positivo de alrededor de 0.07. Por último la *tcti* no es estadísticamente significativa a ningún nivel de confianza convencional.

Cuadro 4.4.1. Estimación de la ecuación de *tcpib* de corto plazo.

<i>tcpib</i>	Coefficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>slinf</i>	0.0388	0.2187	0.1776	0.8594
<i>dif_slinf</i>	-34.4995	21.9005	-1.5753	0.1187
<i>tcifb</i>	0.1634	0.0242	6.7448	0.0000
<i>tcti</i>	-0.0784	0.0556	-1.4110	0.1617
<i>tcapecom</i>	0.0733	0.0436	1.6807	0.0963
<i>tcgsp</i>	0.0256	0.0036	7.1942	0.0000
<i>_cons</i>	-0.5010	0.2511	-1.9954	0.0490
	F	37.6122		
	r2	0.7149		

Fuente: Elaboración propia.

Si bien la ecuación de la *tcpib* estimada presenta homocedasticidad, también presenta correlación serial negativa de primer orden, con un coeficiente Durbin-Watson de

2.6012<sup>29</sup>. Dado esto, a continuación se presenta en el cuadro 4.4.2 la estimación de la ecuación utilizando los errores *Newey-West* para corregir este problema.

*Cuadro 4.4.2. Estimación de la ecuación de tcpib de corto plazo corregida por correlación serial de primer orden.*

<i>tcpib</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>slinf</i>	0.0388	0.1810	0.2146	0.8306
<i>dif_slinf</i>	-34.4995	7.2023	-4.7901	0.0000
<i>tcifb</i>	0.1634	0.0191	8.5601	0.0000
<i>tcti</i>	-0.0784	0.0555	-1.4129	0.1611
<i>tcapecom</i>	0.0733	0.0458	1.6009	0.1129
<i>tcgsp</i>	0.0256	0.0031	8.3012	0.0000
<i>_cons</i>	-0.5010	0.2008	-2.4944	0.0144
	<i>F</i>	288.8350		
	<i>r2</i>	0.7149		

Para corregir el problema de la correlación serial de primer orden se utilizaron los errores *Newey-West*.

Como se puede ver, al utilizar los errores *Newey-West* para corregir los errores estándar por correlación serial, los resultados de la estimación de la *tcpib* de corto plazo cambian de manera importante. Si bien el coeficiente del semilogaritmo de la inflación sigue siendo no significativo a ningún nivel de confianza convencional, ahora la pendiente diferencial, *dif\_slinf*, es estadísticamente significativa al 99% de confianza. Esto se explica debido a que, al corregir la ecuación con los errores *Newey-West*, los errores estándar de esta variable cambiaron significativamente, pasando de 21.9005 a 7.2022. Otra cuestión importante es la interpretación del coeficiente, dado que indica que una vez rebasado el umbral, un incremento en la inflación en apenas 1% hace caer la tasa de crecimiento en aproximadamente -0.34 puntos porcentuales. En este sentido, el modelo sugiere que los efectos de la inflación sobre el crecimiento, una vez rebasado el umbral, son catastróficos en el corto plazo; por ejemplo, solo pasar de 15 a 16 por ciento de inflación tiene como consecuencia una caída de -2.3 puntos porcentuales en el crecimiento<sup>30</sup>.

<sup>29</sup> Las pruebas se presentan en el cuadro A.3 del anexo.

<sup>30</sup> El efecto de la inflación una vez rebasado el umbral se obtiene al sumar los coeficientes de *slinf* y *dif\_slinf*, es decir,  $\beta_1 + \beta_2$  de la primera ecuación del sistema de corto plazo 3.3.1, cuyas magnitudes  $\beta_1 = 0$  (al ser no significativo) y  $\beta_2 = -34.4995$  se encuentran en el cuadro 4.4.2. Por otro lado, al utilizarse

Por su parte los coeficientes de la *tcifb* y la *tcgsp* mantienen su significancia estadística al 99%, y de hecho, al igual que con la pendiente diferencial de inflación, la corrección con los errores *Newey-West* hizo que sus errores estándar fueran más pequeños también. En cuanto a la *tcti* y la *tcapecom*, sus coeficientes permanecieron no significativos a pesar de la transformación de los errores estándar y cabe señalar que incluso los errores estándar para la *tcapecom* crecieron. Por último, el  $R^2$  de 0.7149 indica un buen ajuste del modelo, significando que el mismo explica alrededor del 71% de las variaciones de la tasa de crecimiento del PIB de corto plazo.

A su vez, como se observó en la prueba Durbin-Wu-Hausman, la ecuación del *slinf* de corto plazo presenta el problema de la simultaneidad, por tanto es preciso estimar dicha ecuación por MC2E. Ésta estimación se presenta a continuación en el cuadro 4.4.3.

*Cuadro 4.4.3. Estimación de la ecuación del slinf de corto plazo corregida por simultaneidad.*

<i>slinf</i>	Coeficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>tcpib</i>	-0.1571	0.0304	-5.1572	0.0000
<i>tcm2</i>	0.2301	0.0300	7.6644	0.0000
<i>_cons</i>	-0.3949	0.1314	-3.0050	0.0034
	<i>F</i>	40.8979		
	<i>r2</i>	0.4653		

*Fuente: Elaboración propia. Para corregir el problema de la simultaneidad se utilizó el procedimiento de MC2E. El factor de corrección 1.0997 fue utilizado para obtener los errores estándar estructurales de la ecuación.*

Como se muestra en el cuadro 4.4.3 ambas variables resultan ser estadísticamente significativas al 99% de confianza. El coeficiente de la *tcpib* indica que un aumento unitario en la misma hace disminuir la inflación en aproximadamente 15%, mientras que un aumento unitario en la *tcm2* hace que la inflación aumente aproximadamente 23%. De acuerdo con los resultados, en el corto plazo la *tcm2* tiene un efecto mayor en magnitud a la que tiene la *tcpib* sobre la inflación. A pesar de esto, como lo muestran las pruebas del cuadro A.4 del anexo, los resultados pueden no ser confiables, si bien la regresión es homocedástica, presenta correlación serial positiva de primer orden. Dado lo anterior, el

---

una especificación semilogarítmica para la inflación, el resultado de -2.3 sobre el crecimiento al pasar de 15 a 16 se obtiene de la siguiente forma  $\left(\frac{16}{15} - 1\right) * (\beta_1 + \beta_2) \approx -2.3$ .

cuadro 4.4.4 muestra la regresión con errores *Newey-West* que corrigen la correlación serial.

*Cuadro 4.4.4. Estimación de la ecuación de inf de corto plazo corregida por simultaneidad, heteroscedasticidad y correlación serial de primer orden.*

<i>slnf</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>tcpib</i>	-0.1571	0.0401	-3.9139	0.0001
<i>tcm2</i>	0.2301	0.0322	7.1413	0.0000
<i>_cons</i>	-0.3949	0.1322	-2.9875	0.0035
	<i>F</i>	30.7443		
	<i>r2</i>	0.4653		

*Para corregir el problema de la simultaneidad se utilizó el procedimiento de MC2E. El problema de la correlación serial de primer orden se corrigió con los errores Newey-West. A su vez, el factor de corrección 1.0997 fue utilizado para obtener los errores estándar estructurales de la ecuación.*

Al parecer la corrección de la correlación serial con los errores *Newey-West* no condujo en este caso a cambios importantes para la regresión, dado que la significancia estadística de las regresoras permaneció igual, si acaso se dio una muy pequeña diferencia en los errores estándar que en todos los casos subieron en una cuantía mínima.

Las estimaciones anteriores muestran que en el corto plazo la tasa de crecimiento del PIB tiene un efecto negativo sobre la inflación, un incremento unitario en el crecimiento económico hace caer la inflación en aproximadamente 15%. Este resultado concuerda con lo mencionado por el Banco de México acerca de que en el corto plazo las contracciones de la oferta agregada, es decir, las contracciones en el volumen total de bienes y servicios producidos en el país, presionan al alza la inflación y viceversa. Por otro lado, los resultados también indican que la inflación no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento económico, a menos que ésta rebasa el umbral de 14.7%. De acuerdo con el coeficiente de pendiente y pendiente diferencial de la inflación, si ésta rebasa el 14.7%, un aumento de 15 a 16 por ciento en la misma genera un efecto muy nocivo sobre la economía de alrededor de -2.3 puntos porcentuales en el corto plazo. En conclusión, parece existir un efecto unidireccional que corre del crecimiento económico a la a la inflación en el corto plazo, y un efecto bidireccional en el mismo plazo, pero cuando la inflación rebasa el umbral de 14.7%.

Cabe señalar algunas diferencias en los resultados obtenidos por la presente investigación, en relación con los obtenidos por Acevedo (2006)<sup>31</sup> en su modelo no lineal de corto plazo sobre los efectos de la inflación en el crecimiento económico. La primera diferencia radica en que los umbrales estimados por la presente investigación y la de Acevedo (2006) son diferentes, la primera lo estima en 14.7%, mientras que la segunda lo hace en 8.1%. La segunda diferencia es que el coeficiente de la inflación, previo al umbral, no es significativo a ningún nivel de confianza convencional en la presente investigación, mientras que en Acevedo (2006) si lo es y además es positivo. Y por último, la tercera diferencia se relaciona con el efecto de la inflación sobre el crecimiento económico una vez rebasado el umbral; si bien ambas investigaciones coinciden en que el efecto es negativo y estadísticamente significativo, la presente investigación muestra que de hecho es fatal para la economía, en el sentido de que un aumento de 15 a 16 por ciento de inflación generaría una caída de 2.30 puntos porcentuales en el producto, mientras que en Acevedo (2006) un incremento unitario en la inflación causaría una caída de -0.1511 puntos porcentuales en el mismo.

#### **4.5. Prueba de simultaneidad Durbin–Wu–Hausman de largo plazo.**

Habiendo revisado el sistema de ecuaciones de corto plazo, es preciso continuar con el análisis de largo plazo, mismo que es de especial interés para la presente investigación, dado que como se vio en el capítulo teórico los modelos ahí plasmados son esencialmente de largo plazo. En este sentido los cuadros 4.5.1 y 4.5.2 muestran las pruebas Durbin-Wu-Hausman. Como se puede observar en el cuadro 4.5.1, el error *u\_slinf\_reduc\_larg*, no es estadísticamente significativo a ningún nivel de confianza convencional, este hecho lleva a afirmar que la ecuación del crecimiento económico de largo plazo no tiene el problema de la simultaneidad y por ende puede ser estimada por MCO sin preocuparse por la inconsistencia. Por otro lado, como en el modelo de corto plazo, la ecuación de la inflación si presenta simultaneidad debido a que el coeficiente del error *u\_tcpib\_reduc\_larg*, si es

---

<sup>31</sup> La comparación es relevante debido a que, como se mencionó en los antecedentes, Acevedo (2006) realizó un modelo no lineal de corto y largo plazo sobre los efectos de la inflación en el crecimiento económico en México.

estadísticamente significativo al 90% de confianza, por tanto, la ecuación debe ser estimada por MC2E para evitar la inconsistencia en los parámetros<sup>32</sup>.

*Cuadro 4.5.1. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para la tcpib de largo plazo.*

<i>tcpib</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>slinf</i>	1.2026	0.8904	1.3506	0.1822
<i>L. slinf</i>	-0.0534	0.2855	-0.1870	0.8523
<i>L2. slinf</i>	-0.8147	0.2608	-3.1238	0.0028
<i>L3. slinf</i>	-0.5931	0.5228	-1.1343	0.2614
<i>L4. slinf</i>	-0.1477	0.4771	-0.3096	0.7580
<i>dif_ slinf</i>	-110.3638	29.9680	-3.6827	0.0005
<i>L.dif_ slinf</i>	-43.1322	36.9577	-1.1671	0.2480
<i>L2.dif_ slinf</i>	7.9717	34.1197	0.2336	0.8161
<i>L3.dif_ slinf</i>	47.8739	20.6868	2.3142	0.0243
<i>L4.dif_ slinf</i>	13.0510	15.2281	0.8570	0.3950
<i>tcifb</i>	0.1325	0.0268	4.9460	0.0000
<i>L.tcifb</i>	0.0611	0.0457	1.3364	0.1867
<i>L2.tcifb</i>	0.0719	0.0355	2.0236	0.0477
<i>L3.tcifb</i>	0.0471	0.0332	1.4205	0.1609
<i>L4.tcifb</i>	-0.0085	0.0290	-0.2938	0.7700
<i>tcti</i>	-0.0579	0.0434	-1.3353	0.1871
<i>L.tcti</i>	0.0547	0.0472	1.1591	0.2513
<i>L2.tcti</i>	-0.0029	0.0495	-0.0583	0.9537
<i>L3.tcti</i>	0.0032	0.0502	0.0628	0.9501
<i>L4.tcti</i>	-0.0061	0.0447	-0.1372	0.8913
<i>tcapecom</i>	0.0500	0.0426	1.1726	0.2458
<i>L.tcapecom</i>	0.0353	0.0472	0.7496	0.4566
<i>L2.tcapecom</i>	0.1039	0.0491	2.1186	0.0385
<i>L3.tcapecom</i>	0.0089	0.0469	0.1907	0.8494
<i>L4.tcapecom</i>	0.0019	0.0359	0.0535	0.9575
<i>tcgsp</i>	0.0169	0.0228	0.7387	0.4631
<i>L.tcgsp</i>	-0.0606	0.0214	-2.8254	0.0065
<i>L2.tcgsp</i>	-0.0537	0.0224	-2.3968	0.0198
<i>L3.tcgsp</i>	-0.0536	0.0203	-2.6437	0.0106
<i>L4.tcgsp</i>	-0.0559	0.0273	-2.0448	0.0455
<i>L.tcpib</i>	-0.6657	0.1909	-3.4874	0.0009
<i>L2.tcpib</i>	-0.4859	0.1811	-2.6824	0.0095
<i>L3.tcpib</i>	-0.2086	0.1343	-1.5532	0.1259
<i>L4.tcpib</i>	0.2284	0.1026	2.2253	0.0300
<i>u_ slinf_reduc_larg</i>	-1.3134	0.9463	-1.3880	0.1705

<sup>32</sup> Las ecuaciones reducidas de largo plazo se presentan en los cuadros A.5 y A.6 del anexo.

<i>_cons</i>	6.8979	2.6391	2.6138	0.0114
	<i>F</i>	28.0001		
	<i>r2</i>	0.9450		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.5.2. Prueba de Durbin-Wu-Hausman para el *slinf* de largo plazo.

<i>slinf</i>	Coefficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>tcpib</i>	-0.1552	0.0334	-4.6472	0.0000
<i>L.tcpib</i>	0.0074	0.0318	0.2313	0.8177
<i>L2.tcpib</i>	-0.0419	0.0268	-1.5644	0.1218
<i>L3.tcpib</i>	-0.0569	0.0296	-1.9201	0.0586
<i>L4.tcpib</i>	-0.0006	0.0295	-0.0216	0.9829
<i>tcm2</i>	0.0718	0.0304	2.3609	0.0208
<i>L.tcm2</i>	0.0426	0.0309	1.3772	0.1725
<i>L2.tcm2</i>	0.0451	0.0307	1.4692	0.1459
<i>L3.tcm2</i>	0.0372	0.0297	1.2540	0.2136
<i>L4.tcm2</i>	0.0573	0.0294	1.9461	0.0553
<i>L. slinf</i>	0.2393	0.1099	2.1777	0.0325
<i>L2. slinf</i>	-0.4178	0.1138	-3.6705	0.0004
<i>L3. slinf</i>	0.2745	0.1173	2.3393	0.0219
<i>L4. slinf</i>	0.2084	0.1210	1.7227	0.0890
<i>u_tcpib_reduc_larg</i>	0.1362	0.0753	1.8090	0.0744
<i>_cons</i>	-0.5397	0.2445	-2.2071	0.0303
	<i>F</i>	18.7032		
	<i>r2</i>	0.7846		

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 Estimación de las ecuaciones de largo plazo.

Como se vio, la prueba Durbin-Wu-Hausman indicó que la ecuación de la tasa de crecimiento del PIB puede ser estimada por MCO sin preocuparse por el problema de la inconsistencia en los parámetros que acarrea la simultaneidad. Sin embargo, la ecuación de la inflación si presenta este problema, y por ende es necesario aplicar MC2E. Por tanto, en lo que sigue se muestran los modelos de largo plazo de la *tcpib* y el *slinf*. El cuadro 4.6.1 presenta el modelo de la *tcpib* con un esquema ARD con cuatro rezagos de las variables predeterminadas y de la variable endógena.

Cuadro 4.6.1. Estimación de la ecuación de *tcpiib* de largo plazo.

<i>tcpiib</i>	Coefficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>slinf</i>	0.0397	0.3038	0.1307	0.8964
<i>L. slinf</i>	0.0244	0.2822	0.0865	0.9313
<i>L2. slinf</i>	-0.9116	0.2533	-3.5989	0.0007
<i>L3. slinf</i>	-0.0125	0.3162	-0.0396	0.9685
<i>L4. slinf</i>	0.3292	0.3337	0.9866	0.3279
<i>dif_ slinf</i>	-81.8032	21.9598	-3.7251	0.0004
<i>L.dif_ slinf</i>	-10.0192	28.4505	-0.3522	0.7260
<i>L2.dif_ slinf</i>	35.3314	28.0709	1.2587	0.2132
<i>L3.dif_ slinf</i>	42.7179	20.5124	2.0825	0.0417
<i>L4.dif_ slinf</i>	12.6257	15.3461	0.8227	0.4140
<i>tcifb</i>	0.1102	0.0216	5.0945	0.0000
<i>L.tcifb</i>	0.0152	0.0318	0.4787	0.6339
<i>L2.tcifb</i>	0.0567	0.0341	1.6638	0.1015
<i>L3.tcifb</i>	0.0462	0.0334	1.3826	0.1721
<i>L4.tcifb</i>	-0.0146	0.0289	-0.5046	0.6158
<i>tcti</i>	-0.0782	0.0412	-1.8982	0.0627
<i>L.tcti</i>	0.0656	0.0469	1.3987	0.1672
<i>L2.tcti</i>	-0.0149	0.0491	-0.3038	0.7624
<i>L3.tcti</i>	0.0266	0.0476	0.5581	0.5789
<i>L4.tcti</i>	-0.0249	0.0429	-0.5795	0.5645
<i>tcapecom</i>	0.0786	0.0376	2.0925	0.0408
<i>L.tcapecom</i>	0.0529	0.0458	1.1567	0.2521
<i>L2.tcapecom</i>	0.0887	0.0482	1.8404	0.0708
<i>L3.tcapecom</i>	-0.0068	0.0459	-0.1476	0.8832
<i>L4.tcapecom</i>	0.0094	0.0357	0.2634	0.7931
<i>tcgsp</i>	0.0111	0.0226	0.4899	0.6261
<i>L.tcgsp</i>	-0.0418	0.0168	-2.4922	0.0156
<i>L2.tcgsp</i>	-0.0343	0.0177	-1.9432	0.0568
<i>L3.tcgsp</i>	-0.0388	0.0174	-2.2323	0.0295
<i>L4.tcgsp</i>	-0.0371	0.0239	-1.5499	0.1266
<i>L.tcpib</i>	-0.4752	0.1337	-3.5539	0.0008
<i>L2.tcpib</i>	-0.3318	0.1443	-2.2997	0.0251
<i>L3.tcpib</i>	-0.1367	0.1249	-1.0945	0.2783
<i>L4.tcpib</i>	0.2392	0.1032	2.3185	0.0240
<i>_cons</i>	4.6874	2.1211	2.2099	0.0311
	<i>F</i>	28.3147		
	<i>r2</i>	0.9432		

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en el largo plazo la inflación previa al umbral si tiene un efecto estadísticamente significativo, a diferencia de lo visto en el corto plazo. Además, presenta el signo esperado por la teoría del crecimiento económico vista en el capítulo teórico, siendo su coeficiente de -0.5814<sup>33</sup>. Por tanto, su interpretación va en el sentido de que un aumento de 1% en la inflación, previo al umbral, disminuye el crecimiento en -0.0058 puntos porcentuales. Por ejemplo, un cambio de 4 a 5 por ciento de inflación tendría como consecuencia en el largo plazo una caída de -0.14 puntos porcentuales en el crecimiento.

Por otro lado, el coeficiente de la pendiente diferencial de la inflación sigue siendo estadísticamente significativo y mantiene su signo, pero su magnitud es diferente, pasa de -34.4995 en el corto plazo a -25.5114 en el largo plazo. Su interpretación indica que, una vez rebasado el umbral, un incremento de 1% en la inflación hace caer el crecimiento en aproximadamente -0.2551 puntos porcentuales<sup>34</sup>. Por ejemplo, un incremento de 15 a 16 por ciento de inflación tendría como consecuencia una caída en el crecimiento de -1.7007 puntos<sup>35</sup>. Como se puede ver una vez rebasado el umbral el efecto de la inflación sobre el crecimiento es muy nocivo a pesar de que el coeficiente es menor al obtenido en el corto plazo. También es importante hacer mención de los coeficientes obtenidos por las demás variables en el largo plazo, siendo todos éstos estadísticamente significativos. Por ejemplo, la *tcifb* presenta un coeficiente de 0.0702, indicando que tanto en el corto como en el largo plazo el incremento en la inversión es importante para impulsar el crecimiento económico. Sin embargo, este coeficiente representa alrededor del 42% del obtenido en el corto plazo, indicando también que su efecto disminuye con el paso del tiempo. Por otro lado, la *tcti* muestra un coeficiente de -0.0498. Como se recordará esta variable fue introducida para captar la posible correlación espuria entre la inflación y el crecimiento

---

<sup>33</sup> El coeficiente se obtiene por medio de la siguiente operación:  $\frac{\sum_{j=0}^4 \tau_{1j}}{1 - \sum_{j=1}^4 \tau_{7j}}$  (siendo los parámetros los correspondientes a la primera ecuación del sistema 3.3.6.). Como  $\tau_{10} = \tau_{11} = \tau_{13} = \tau_{14} = \tau_{73} = 0$  (al ser sus coeficientes no significativos) la operación queda como sigue:  $\frac{-0.9116}{1 - (-0.4752 - 0.3318 + 0.2392)} \approx -0.5814$ .

<sup>34</sup> El coeficiente se obtiene por medio de la siguiente operación:  $\frac{\sum_{j=0}^4 \tau_{1j} + \sum_{j=0}^4 \tau_{2j}}{1 - \sum_{j=1}^4 \tau_{7j}}$  (siendo los parámetros los correspondientes a la primera ecuación del sistema 3.3.6.). Como  $\tau_{10} = \tau_{11} = \tau_{13} = \tau_{14} = \tau_{21} = \tau_{22} = \tau_{24} = \tau_{73} = 0$  (al ser sus coeficientes no significativos) la operación queda como sigue:  $\frac{-0.9116 + (-81.8032 + 42.7179)}{1 - (-0.4752 - 0.3318 + 0.2392)} \approx -25.5114$ .

<sup>35</sup> El resultado se obtiene de la siguiente manera  $\left(\frac{16}{15} - 1\right) * (-25.5114) \approx -1.7007$  (donde -25.5114 es el coeficiente de la inflación de largo plazo una vez rebasado el umbral).

económico, pero en el corto plazo parece no haber captado efecto alguno. En cuanto a la *tcapecom* su coeficiente es de 0.1067<sup>36</sup>. Recordando que en el corto plazo la variable no tuvo efecto alguno sobre el crecimiento, el coeficiente parece indicar que los efectos positivos de la apertura comercial son percibidos solo en el largo plazo. Por último, la *tcgsp* da un cambio sumamente importante, debido a que en el corto plazo su efecto es positivo pero en el largo plazo cambia a negativo. Al parecer en el corto plazo el efecto que provoca el incremento en el gasto público corresponde a lo analizado por la teoría Keynesiana, en el sentido de que éste contribuye a aumentar la demanda agregada y por ende la oferta. Y en el largo plazo parece corresponder a lo mencionado por Barro (1991), acerca de que el gasto del gobierno no tiene un efecto directo sobre la productividad privada, y que disminuye el ahorro y el crecimiento a través de las distorsiones derivadas de los impuestos o de los programas de gasto gubernamental.

*Cuadro 4.6.2. Estimación de la ecuación del *slinf* de largo plazo corregida por simultaneidad.*

<i>slinf</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>tcpib</i>	-0.1552	0.0349	-4.4445	0.0000
<i>L.tcpib</i>	0.0074	0.0332	0.2226	0.8244
<i>L2.tcpib</i>	-0.0419	0.0280	-1.4976	0.1382
<i>L3.tcpib</i>	-0.0569	0.0310	-1.8338	0.0704
<i>L4.tcpib</i>	-0.0006	0.0309	-0.0194	0.9845
<i>tcm2</i>	0.0718	0.0318	2.2604	0.0265
<i>L.tcm2</i>	0.0426	0.0323	1.3193	0.1909
<i>L2.tcm2</i>	0.0451	0.0321	1.4059	0.1637
<i>L3.tcm2</i>	0.0372	0.0310	1.1989	0.2341
<i>L4.tcm2</i>	0.0573	0.0307	1.8657	0.0658
<i>L. slinf</i>	0.2393	0.1150	2.0816	0.0406
<i>L2. slinf</i>	-0.4178	0.1190	-3.5121	0.0007
<i>L3. slinf</i>	0.2745	0.1226	2.2383	0.0280
<i>L4. slinf</i>	0.2084	0.1265	1.6470	0.1035
<i>_cons</i>	-0.5397	0.2557	-2.1107	0.0190
	<i>F</i>	20.2728		
	<i>r2</i>	0.7844		

*Elaboración propia. Para corregir el problema de la simultaneidad se utilizó el procedimiento de MC2E. El factor de corrección 1.0518 fue utilizado para obtener los errores estándar estructurales de la ecuación.*

<sup>36</sup>Estos coeficientes de largo plazo se obtienen de manera similar al obtenido en la nota al pie 29.

En cuanto a la ecuación de la inflación, el cuadro 4.6.2 muestra que en su estimación de largo plazo tanto la *tcpiib* como la *tcm2* mantienen su signo con respecto al corto plazo y también su significancia estadística. La diferencia es que los resultados en términos absolutos se invirtieron, ahora el coeficiente de la tasa de crecimiento del PIB es -0.2346 y el de la tasa de crecimiento de M2 es 0.1428<sup>37</sup>. En este sentido la interpretación de dichos coeficientes es como sigue; un incremento unitario en la tasa de crecimiento económico hace caer la tasa de inflación en aproximadamente 23%, mientras que un aumento unitario en la tasa de crecimiento de M2 hace subir la inflación en alrededor de 14%. Como se puede ver los resultados de esta regresión también coinciden con lo propuesto en la teoría cuantitativa del dinero acerca de que el crecimiento económico hace caer la inflación y que la oferta monetaria la incrementa.

Llegado a este punto es posible señalar las diferencias que existen entre la presente investigación y la de Acevedo (2006) respecto de las estimaciones obtenidas en los modelos de largo plazo sobre los efectos de la inflación en el crecimiento. En primer lugar, el coeficiente de la inflación, previo al umbral, resulta ser positivo y con una magnitud de 0.2271 en Acevedo (2006), mientras que en la presente investigación es negativo y de una magnitud en términos absolutos más grande (-0.5814). Por otro lado, una vez rebasado el umbral, los resultados de Acevedo (2006) indican que la inflación afecta de manera negativa al crecimiento, presentando un coeficiente de -0.0911, mientras que en la presente investigación su efecto resulta ser negativo también pero en una cuantía mucho mayor (-25.51).

Los resultados de esta tesis en el modelo de largo plazo también pueden compararse con los resultados de Sarel (1995) e Ibarra y Trupkin (2011), debido a que éstos miden el efecto de largo plazo con una estructura de panel de datos con promedios quinquenales para diversos países. Por ejemplo, Ibarra y Trupkin (2011) estiman el umbral inflacionario para países industrializados y no industrializados en 4.1 y 19.1 por ciento respectivamente, mientras que Sarel (1995) lo estima en 8%. En el caso de Ibarra y Trupkin (2011) su umbral para países no industrializados se asemeja al encontrando en esta tesis,

---

<sup>37</sup> Los coeficientes se obtienen de manera similar al obtenido en la nota al pie 29.

mientras que el de Sarel (1995) coincide más con el encontrado por Acevedo (2006). Al parecer la coincidencia entre los umbrales de Ibarra y Trupkin (2011) y la presente investigación se debe a que México forma parte del grupo de países no industrializados. Sin embargo, cuando Ibarra y Trupkin (2011) seleccionan un grupo de países no industrializados por medio de un criterio de calidad institucional encuentran que el umbral es de 7.9%, similar al encontrado Sarel (1995) y Acevedo (2006). Otra cuestión importante a mencionar son los efectos de la inflación antes y después del umbral. En ambos casos Ibarra y Trupkin (2011) (países industrializados y no industrializados) y Sarel (1995) no encuentran efectos estadísticamente significativos previo al umbral. Mientras que si los encuentran una vez rebasado éste, siendo negativos en ambos casos. Sin embargo, con el modelo que toma la muestra de países con calidad institucional Ibarra y Trupkin encuentran que la inflación tiene efectos significativos antes y después del umbral y que son positivos y negativos respectivamente, como también lo reporta Acevedo (2006).

## CONCLUSIONES.

La presente tesis aborda la temática sobre la relación entre el crecimiento económico y la inflación en México. Dicha relación ha sido modelada teóricamente con la intención de establecer vínculos de largo plazo desde perspectivas diferentes, es decir, desde la visión de un efecto unidireccional que corre de la inflación hacia el crecimiento y de la visión de un efecto contrario como lo establece la teoría cuantitativa del dinero. Aunado a esto, desde la primera de las perspectivas (o visión) han sido desarrollados tres tipos diferentes de efectos que, bajo ciertos supuestos, la inflación tendría sobre el crecimiento; siendo el primero de ellos positivo como en el modelo de Tobin (1965), el segundo nulo como el modelo de Sidrausi (1967), y el tercero negativo como en el modelo *Cash-In-Advance*. Por otro lado, desde la misma perspectiva, la literatura empírica ha encontrado efectos nulos, negativos, y umbrales de inflación que, de acuerdo con diferentes autores, cambian el efecto que la misma tiene sobre el crecimiento. Y, desde la perspectiva de simultaneidad entre ambas variables, no existen muchos trabajos y los que existen no encuentran un efecto causal bidireccional.

Propiamente en México el crecimiento económico ha pasado por tres etapas diferentes desde la segunda mitad del siglo pasado a la fecha. La primera de éstas, correspondiente a la época de oro (de 1931 a 1981), fue la más dinámica del país debido a que durante ella se alcanzaron altas tasas de crecimiento agregado y per cápita de alrededor de 6 y 3 por ciento respectivamente. La segunda, correspondiente a la década perdida (de 1982 a 1988), fue la más devastadora de la economía mexicana, siendo que en ésta se alcanzó apenas un crecimiento promedio de 0.36% en términos agregados y ni que decir en términos per cápita donde se decreció a niveles de -1.66%. Y por último, la etapa de recuperación con crisis recurrentes (de 1989 a la fecha) donde la tasa de crecimiento ha sido de alrededor de 2.70% en términos agregados y de 1.14% en términos per cápita.

Por otro lado, la inflación también ha tenido cambios importantes desde la segunda mitad del siglo pasado a nuestros días. Por ejemplo, de 1961 a 1988 la inflación se insertó en un proceso de crecimiento constante siendo que ésta aumentaba alrededor de 3.83 por ciento año tras año. Es también en este periodo que se obtuvieron las tasas de inflación más

altas, de alrededor de 131 y 114 por ciento durante los años 1987 y 1988 respectivamente. Sin embargo, de 1989 a la fecha la inflación comenzó a descender de manera importante, incentivándose el proceso por la autonomía del Banco Central y por la adopción de objetivos de inflación que a partir del año 1999 han buscado mantener la estabilidad de los precios y las expectativas de sobre los mismos en el país.

En la presente tesis, al ser una investigación que abarca el periodo 1993-2017, podría decirse que ésta se desarrolla en un contexto donde existe cierta estabilidad de precios y un crecimiento moderado aunque insuficiente de la economía.

Entrando en detalle sobre los resultados de la tesis se encontró evidencia empírica en torno a un umbral inflacionario y de la existencia de simultaneidad entre la inflación y el crecimiento económico. En el corto plazo se observó que si bien previo al umbral de 14.7% la inflación no tiene un efecto negativo estadísticamente significativo sobre el crecimiento, ésta si lo tiene y de una magnitud muy importante una vez rebasado dicho umbral.

Otro hallazgo encontrado es que la tasa de crecimiento del producto afecta de manera negativa a la inflación, siendo esto coincidente con lo que apunta Banxico acerca de que la escasez de oferta en bienes y servicios, presiona al alza la inflación (y viceversa) en el corto plazo. En suma, en éste plazo existe un efecto unidireccional que corre del crecimiento a la inflación, pero además un efecto bidireccional cuando se rebasa el umbral. Comparando con Acevedo (2006) pueden encontrarse algunas coincidencias y discrepancias. Por ejemplo, en su modelo estima un umbral de 8.1% de inflación y encuentra que la misma afecta positivamente al crecimiento cuando se encuentra por debajo del mismo y negativamente cuando lo rebasa; mientras que ésta tesis muestra un umbral de 14.7%, un efecto nulo previo al umbral y un efecto negativo mucho más grande al rebasarlo.

En cuanto al largo plazo se encontró que la inflación afecta negativamente al crecimiento en ambos lados del umbral. Previo al 14.7% la inflación afecta de manera negativa al crecimiento de manera moderada, siendo que un incremento en ésta de 4 a 5 implicaría una caída aproximada de -0.14 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento del PIB. Además, dicho efecto negativo es menor conforme aumenta la inflación, un incremento

en ésta de 9 a 10 generaría una caída aproximada de -0.06 puntos porcentuales en el crecimiento. Sin embargo, una vez rebasado el umbral el efecto que la inflación ejerce es muy nocivo para la economía, demostrándose que un incremento en ésta de 15 a 16 generaría un impacto negativo aproximado de -1.70 puntos porcentuales en el crecimiento. También, al igual que sucede con el efecto de la misma previo al umbral, ese impacto se reduce a medida que la inflación aumenta, ya que un incremento en ésta de 19 a 20 generaría una reducción aproximada de -1.34 puntos porcentuales en el crecimiento.

Otro hallazgo relevante es que, en el largo plazo existe un efecto bidireccional entre la inflación y el crecimiento incluso en ambos lados del umbral, debido a que un aumento unitario en el crecimiento del PIB afecta de manera negativa a la inflación en aproximadamente 23%. Comparando nuevamente con Acevedo (2006), en su modelo de largo plazo estima que el efecto de la inflación sobre el crecimiento por debajo y por arriba del umbral mantiene su signo variando únicamente la magnitud de los coeficientes estimados, marcando así diferencias respecto a ésta investigación donde se encuentra que la inflación lo afecta negativamente hacia ambos lados del umbral. Por otro lado, también se encuentran diferencias con los trabajos de Sarel (1996) e Ibarra y Trupkin (2011), ya que el primero estima en el largo plazo un umbral de 8% y el segundo uno de 4.1% para países industrializados y de 19.1% para países no industrializados. En cuanto al efecto de la inflación hacia ambos lados del umbral, Sarel (1996) no coincide con la presente al estimar que previo a éste no existe efecto sobre el crecimiento, mientras que coincide en que al rebasarlo el efecto es negativo. A la vez, Ibarra y Trupkin coinciden con el efecto negativo una vez rebasado el umbral, pero discrepan con el efecto por debajo del mismo estimando un coeficiente positivo.

Finalmente, los resultados de esta tesis son congruentes con las predicciones establecidas en los modelos teóricos de *Cash in Advance* y la teoría cuantitativa del dinero, dado que se vio que el efecto de la inflación sobre el crecimiento es negativo a cualquier tasa en largo plazo y a su vez que el efecto del crecimiento sobre la inflación también es negativo en el mismo plazo. En relación a la hipótesis propuesta se concluye que existe un umbral de inflación, que existe un efecto simultáneo entre ambas variables y que existe un efecto negativo de la inflación hacia el crecimiento una vez rebasado del umbral. Sin

embardo, y contrario a lo esperado, el efecto de la inflación sobre el crecimiento previo al umbral es nulo en el corto plazo y es negativo en el largo plazo.

## Bibliografía.

Acevedo F., E. (2006). Inflación y crecimiento económico en México: una relación no lineal. *Economía Mexicana. Nueva época*, 2(XV), 199-249. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32315202>

Ball, L. (1993). What causes inflation?. *Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review*. Recuperado de <http://www.philadelphiafed.org/research-and-data/publications/business-review/1993/brma931b.pdf>

Banxico. (1996). Informe Anual 1995. Recuperado por <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos/anual/%7BA7188884-E289-28A7-A856-9B83EF078AAF%7D.pdf>

Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407–443. <https://doi.org/10.2307/2937943>

Bruno, M. y Easterly, W. (1995). Inflation crises and long-run growth. *NBER Working Paper* No. 5209. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w5209.pdf>

Chaturvedi, V., Kumar, B., y Dholakia, R. H. (2009). Inter-relationship between Economic Growth, Savings and Inflation in Asia. *Journal of International Economic Studies*, (23), 1–22. Recuperado de <http://www.hosei.ac.jp/hikaku2/jies.htm>

Dabus, C. y Viego, V. (2003). Inflación, precios relativos y crecimiento: Evidencia de América Latina. *Estudios de Economía Aplicada*, 1(21), 91-107. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30121105>

De Gregorio, J. (1991). The effects of inflation on economic growth: Lessons from Latin America. *IMF Working Paper*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/4863502\\_The\\_Effects\\_of\\_Inflationon\\_Economic\\_Growth\\_Lessons\\_From\\_Latin\\_America](https://www.researchgate.net/publication/4863502_The_Effects_of_Inflationon_Economic_Growth_Lessons_From_Latin_America)

Dinh T., S. (2015). Threshold effects of inflation on growth in the ASEAN-5 countries: A Panel Smooth Transition Regression approach. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 38(20), 41-48. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360738598005>

Ghosh, A. y Phillips S. (1998). Warning: Inflation may be harmful to your growth. *IMF Staff Papers*, 45(4). Recuperado de <https://www.imf.org/external/Pubs/FT/staffp/1998/12-98/pdf/ghosh.pdf>

Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5ta Ed.). McGrawHill. México, D.F.

Ibarra, R. y Trupkin D. (2011). The relationship between inflation and growth: A Panel Smooth Transition Regression approach for developed and developing countries. *Working paper series of the Central Bank of Uruguay*. Recuperado de <http://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Documentos%20de%20Trabajo/6.2011.pdf>

Judson, R. y Orphanides, A. (1996). Inflation, volatility and growth. *Board of Governors of the Federal Reserve System*. Recuperado de <https://www.federalreserve.gov/pubs/feds/1996/199619/199619pap.pdf>

Mankiw, N. G. (2014). *Macroeconomía* (8va Ed.). Antoni Bosch. Barcelona, España.

Moreno, J. C. (1998). México: crecimiento económico y restricción de la balanza de pagos. *Comercio Exterior*, 48(6), 478-487. Recuperado por <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/347/5/RCE5.pdf>

Moreno, Rivas y Villareal (2014). Inflación y crecimiento económico. *Investigación Económica*, 290(LXXIII), 3-23. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60137748001>

Munir, Q., Mansur, K. y Furuoka F. (2009). Inflation and Economic Growth in Malaysia. A Threshold approach. *ASEAN Economic Bulletin*, 2(26), 180-193. Recuperado de <http://ras.colef.mx:2065/stable/pdf/41317057.pdf?refreqid=excelsior:abb93a6bf99b3f05e269218317ddd3e4>

Pérez L., O. (2014). Relación no lineal entre la inflación y crecimiento económico: La experiencia de México. *Revista Latinoamericana de Economía*, 177(45), 141-167. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11830741007>

Pinto, J., y Faria, J. R. (1994). Money and growth: from a quasi-neoclassical standpoint. *RBE Rio de Janeiro*, 48(4). Recuperado de <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/download/623/7975>

Sala-i-Martin, X. X. (1997). I just ran two million regressions. *The American Economic Review*, 87(2), 178-183. Recuperado de [http://www.ecostat.unical.it/aiello/didattica/economia\\_Crescita/CRESCITA/CRESCITA\\_Sala-i-Martin-AER-1997.pdf](http://www.ecostat.unical.it/aiello/didattica/economia_Crescita/CRESCITA/CRESCITA_Sala-i-Martin-AER-1997.pdf)

Sarel, M. (1995). Nonlinear effects of inflation on economic growth. *IMF Working Paper*. Recuperado de <https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=770086120101091014126091103073108102065019000017052006005122125020029023117000104012104071016116104067012068072049010079090103027123118074100089100095107120003125002113025101010070095068027006093&EXT=pdf>

Schwartz, M. J. y Pérez L., A. (2000). Crecimiento económico e inflación: el caso de México. *Economía Mexicana. Nueva época*, 2(IX), 165-188. Recuperado de [http://www.economiamexicana.cide.edu/num\\_anteriores/IX-2/03\\_MOISES\\_SCHWARTZ\\_165-188.pdf](http://www.economiamexicana.cide.edu/num_anteriores/IX-2/03_MOISES_SCHWARTZ_165-188.pdf)

Serletis, A. (2007). *The Demand for Money: Theoretical and Empirical Approaches* (2da Edición). Springer. New York, USA.

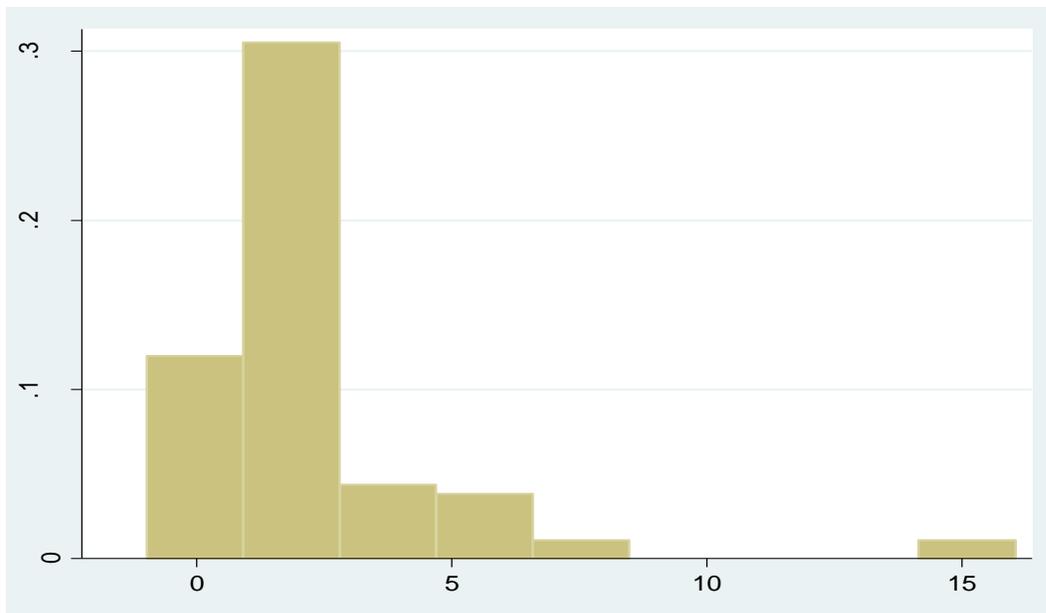
Sidrauski, M. (1967). Rational Choice and Patterns of Growth in a Monetary Economy. *The American Economic Review*, 57(2), 534–544. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1821653>

Stockman, A. C. (1981). Anticipated inflation and the capital stock in a cash-in-advance economy. *Journal of Monetary Economics*, 8, 387–393. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(81\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(81)90018-0)

Tobin, J. (1965). Money and Economic Growth. *Econometrica*, 33(4), 671–684. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1910352>

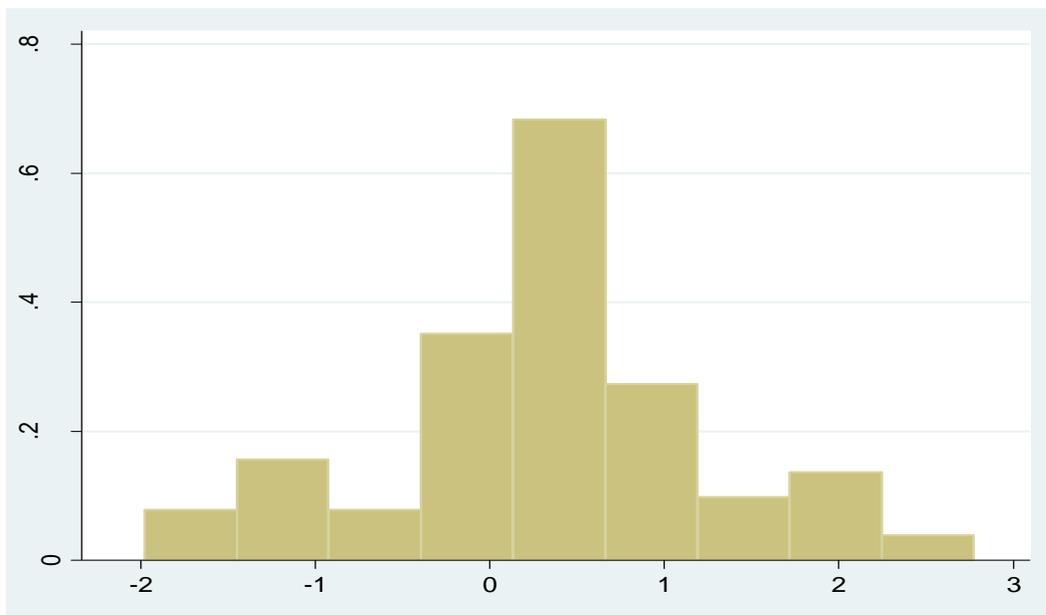
## ANEXOS.

*Gráfica A.1. Distribución de la tasa de inflación trimestral de México.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfica A.2. Distribución de la transformación semilogarítmica de la tasa de inflación trimestral de México.*



*Fuente: Elaboración propia.*

Cuadro A.1. Estimación de la ecuación reducida de corto plazo para la *tpib*.

<i>tcpib</i>	Coeficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>dif_slinf</i>	-36.8716	20.7120	-1.7802	0.0784
<i>tcifb</i>	0.1543	0.0255	6.0432	0.0000
<i>tcti</i>	-0.0674	0.0559	-1.2047	0.2315
<i>tcapecom</i>	0.0775	0.0434	1.7880	0.0771
<i>tcgsp</i>	0.0257	0.0033	7.7809	0.0000
<i>tcm2</i>	0.0772	0.0720	1.0720	0.2866
<i>_cons</i>	-0.7703	0.3525	-2.1854	0.0315
	<i>F</i>	38.2654		
	<i>r2</i>	0.7184		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.2. Estimación de la ecuación reducida de corto plazo para el *slinf*.

<i>slinf</i>	Coeficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>dif_slinf</i>	24.6278	7.8044	3.1556	0.0022
<i>tcifb</i>	-0.0111	0.0096	-1.1498	0.2533
<i>tcti</i>	-0.0008	0.0211	-0.0361	0.9712
<i>tcapecom</i>	0.0253	0.0163	1.5501	0.1246
<i>tcgsp</i>	-0.0051	0.0012	-4.1048	0.0001
<i>tcm2</i>	0.2087	0.0271	7.6893	0.0000
<i>_cons</i>	-0.3241	0.1328	-2.4398	0.0167
	<i>F</i>	18.0793		
	<i>r2</i>	0.5465		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3. Prueba de heterocedasticidad y correlación serial de primer orden para la ecuación de *tcpib* de corto plazo.

<i>Breusch-Pagan/Cook-Weisberg prueba para heterocedasticidad</i>	
<i>chi2 (1)</i>	<i>Prob&gt;chi2</i>
0.0100	0.9386
<i>Ho: Varianza constante</i>	
<i>Prueba Durbin-Watson</i>	
<i>Estadístico d (7, 97)</i>	
2.6012	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4. Prueba de heterocedasticidad y correlación serial de primer orden para la ecuación de inf de corto plazo.

<i>Breusch-Pagan/Cook-Weisberg prueba para heterocedasticidad</i>	
<i>chi2 (1)</i>	<i>Prob&gt;chi2</i>
0.10	0.7535
<i>Ho: Varianza constante</i>	
<i>Prueba Durbin-Watson</i>	
<i>Estadístico d (3, 97)</i>	
1.7271	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.5. Estimación de la ecuación reducida de largo plazo para la tpiib.

<i>tcpib</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>T-Student</i>	<i>P-Valor</i>
<i>dif_slinf</i>	-82.0840	21.5850	-3.8028	0.0004
<i>L.dif_slinf</i>	-12.1891	29.0396	-0.4197	0.6763
<i>L2.dif_slinf</i>	33.8216	31.7814	1.0642	0.2920
<i>L3.dif_slinf</i>	38.2073	23.5441	1.6228	0.1105
<i>L4.dif_slinf</i>	9.4708	17.5703	0.5390	0.5921
<i>tcifb</i>	0.1113	0.0233	4.7702	0.0000
<i>L.tcifb</i>	0.0137	0.0313	0.4398	0.6619
<i>L2.tcifb</i>	0.0453	0.0366	1.2379	0.2211
<i>L3.tcifb</i>	0.0384	0.0365	1.0511	0.2979
<i>L4.tcifb</i>	-0.0236	0.0306	-0.7729	0.4430
<i>tcti</i>	-0.0858	0.0429	-1.9992	0.0506
<i>L.tcti</i>	0.0692	0.0482	1.4372	0.1564
<i>L2.tcti</i>	-0.0144	0.0529	-0.2713	0.7872
<i>L3.tcti</i>	0.0210	0.0495	0.4232	0.6738
<i>L4.tcti</i>	-0.0155	0.0470	-0.3295	0.7430
<i>tcapecom</i>	0.0668	0.0413	1.6174	0.1116
<i>L.tcapecom</i>	0.0619	0.0486	1.2743	0.2080
<i>L2.tcapecom</i>	0.0914	0.0515	1.7764	0.0813
<i>L3.tcapecom</i>	0.0043	0.0495	0.0876	0.9306
<i>L4.tcapecom</i>	0.0173	0.0373	0.4640	0.6445
<i>tcgsp</i>	0.0184	0.0239	0.7682	0.4457
<i>L.tcgsp</i>	-0.0386	0.0171	-2.2639	0.0276
<i>L2.tcgsp</i>	-0.0332	0.0182	-1.8277	0.0731
<i>L3.tcgsp</i>	-0.0349	0.0184	-1.8943	0.0636
<i>L4.tcgsp</i>	-0.0416	0.0243	-1.7098	0.0930
<i>tcm2</i>	-0.0027	0.0911	-0.0294	0.9766
<i>L.tcm2</i>	0.0828	0.0902	0.9186	0.3624
<i>L2.tcm2</i>	0.0628	0.0992	0.6332	0.5293

<i>L3.tcm2</i>	0.0421	0.0918	0.4588	0.6482
<i>L4.tcm2</i>	0.0767	0.0878	0.8734	0.3863
<i>L.tcpib</i>	-0.4977	0.1294	-3.8447	0.0003
<i>L2.tcpib</i>	-0.3254	0.1467	-2.2191	0.0307
<i>L3.tcpib</i>	-0.1724	0.1301	-1.3254	0.1906
<i>L4.tcpib</i>	0.2356	0.1060	2.2222	0.0305
<i>L.slinf</i>	-0.1125	0.3159	-0.3563	0.7230
<i>L2.slinf</i>	-1.0661	0.3018	-3.5322	0.0009
<i>L3.slinf</i>	-0.2263	0.3351	-0.6752	0.5025
<i>L4.slinf</i>	0.2466	0.3544	0.6959	0.4895
<i>_cons</i>	3.6578	2.2778	1.6059	0.1141
	<i>F</i>	24.5007		
	<i>r2</i>	0.9452		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.6. Estimación de la ecuación reducida de largo plazo para el *slinf*.

<i>slinf</i>	Coeficiente	Error Estándar	T-Student	P-Valor
<i>dif_slinf</i>	23.9358	8.9372	2.6782	0.0098
<i>L.dif_slinf</i>	25.0458	12.0238	2.0830	0.0420
<i>L2.dif_slinf</i>	18.4014	13.1590	1.3984	0.1677
<i>L3.dif_slinf</i>	-6.8123	9.7484	-0.6988	0.4877
<i>L4.dif_slinf</i>	-2.5259	7.2749	-0.3472	0.7298
<i>tcifb</i>	-0.0180	0.0097	-1.8594	0.0684
<i>L.tcifb</i>	-0.0381	0.0129	-2.9444	0.0048
<i>L2.tcifb</i>	-0.0208	0.0151	-1.3767	0.1743
<i>L3.tcifb</i>	-0.0092	0.0151	-0.6076	0.5460
<i>L4.tcifb</i>	-0.0128	0.0127	-1.0072	0.3183
<i>tcti</i>	-0.0221	0.0178	-1.2449	0.2185
<i>L.tcti</i>	0.0122	0.0199	0.6091	0.5450
<i>L2.tcti</i>	-0.0134	0.0219	-0.6109	0.5438
<i>L3.tcti</i>	0.0185	0.0205	0.9031	0.3705
<i>L4.tcti</i>	-0.0118	0.0195	-0.6058	0.5472
<i>tcapecom</i>	0.0169	0.0171	0.9903	0.3264
<i>L.tcapecom</i>	0.0170	0.0201	0.8443	0.4022
<i>L2.tcapecom</i>	-0.0083	0.0213	-0.3880	0.6995
<i>L3.tcapecom</i>	-0.0018	0.0205	-0.0869	0.9311
<i>L4.tcapecom</i>	0.0132	0.0154	0.8573	0.3951
<i>tcgsp</i>	0.0006	0.0099	0.0652	0.9483
<i>L.tcgsp</i>	0.0177	0.0071	2.5105	0.0151
<i>L2.tcgsp</i>	0.0174	0.0075	2.3079	0.0249
<i>L3.tcgsp</i>	0.0156	0.0076	2.0539	0.0448
<i>L4.tcgsp</i>	0.0122	0.0101	1.2103	0.2314

<i>tcm2</i>	0.0223	0.0377	0.5919	0.5564
<i>L.tcm2</i>	0.0410	0.0373	1.0978	0.2772
<i>L2.tcm2</i>	0.0566	0.0411	1.3778	0.1740
<i>L3.tcm2</i>	0.0401	0.0380	1.0538	0.2967
<i>L4.tcm2</i>	0.0627	0.0363	1.7264	0.0900
<i>L.tcpib</i>	0.1450	0.0536	2.7056	0.0091
<i>L2.tcpib</i>	0.1190	0.0607	1.9590	0.0553
<i>L3.tcpib</i>	0.0351	0.0539	0.6522	0.5170
<i>L4.tcpib</i>	0.0056	0.0439	0.1267	0.8996
<i>L.slinf</i>	-0.0430	0.1308	-0.3285	0.7438
<i>L2.slinf</i>	-0.2245	0.1250	-1.7961	0.0781
<i>L3.slinf</i>	0.3383	0.1388	2.4380	0.0181
<i>L4.slinf</i>	0.2907	0.1467	1.9814	0.0526
<i>_cons</i>	-2.6945	0.9431	-2.8570	0.0061
	<i>F</i>	12.0790		
	<i>r2</i>	0.8947		

Fuente: Elaboración propia.