

# DOCUMENTOS DE TRABAJO

ISSN 2409-1863  
DT 027-Julio 2013  
Banco Central de Nicaragua

## Análisis de la relación entre Inflación, Crecimiento Económico de Nicaragua durante el período 1961-2011

Fernando Arturo Saballos Montes



*Banco Central de Nicaragua*  
*Emitiendo confianza y estabilidad*

Contenido	Página
Resumen	1
1.- Introducción	2-3
1.1.- Antecedentes	3-5
1.2.- Planteamiento del problema	5-6
1.3.- Justificación del problema	6-7
1.4.- Objetivos e hipótesis	7-8
1.4.1.- Objetivo General	7
1.4.2.- Objetivos Específicos	7
1.4.3.- Hipótesis de la investigación	7-8
1.5.- Estructura	8
2.- Marco Teórico y Evidencia Empírica	8-17
2.1.- Antecedentes Teóricos: inflación y crecimiento económico	8-11
2.2.- Cointegración	11-12
2.3.- Evidencia Empírica sobre la relación inflación y crecimiento económico	12-17
2.3.1.- Estudios sobre la relación lineal inflación-crecimiento	12-14
2.3.2.- Estudios sobre la relación no lineal inflación-crecimiento	14-17
3.- Análisis Metodológico	17-20
3.1.- Especificación de los modelos econométricos	17-18
3.2.- Valoración de los modelos econométricos	18-19
3.3.- Metodología a utilizar	19-20
4.- Resultados Empíricos	20-29
4.1.- Prueba de correlación	20-21
4.2.- Pruebas de Raíz Unitaria	21
4.3.- Prueba de Causalidad de Granger	21-22
4.4.- Estimación de Corto y largo plazo de la relación inflación-crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011	22-26
4.5.- Estimación no-lineal de la relación inflación-crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011	26-29
5.- Conclusiones y recomendaciones de política económica	29-30
6.- Referencias bibliográficas	31-36
Anexo Estadístico	37-47
Cuadro A.3.2.1. Nicaragua: Variables Macroeconómicas para Estimar Modelos Econométricos 1961-2011	38
Cuadro A.4.1.1. Nicaragua: Correlaciones Parciales $d\log(\text{PIB}_t)$ , $\log(\text{inflación}_t)$ , $\log(\text{FBCF}_t/\text{PIB}_t)$ , $\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_t)$ 1961-2011	39
Cuadro A.4.2.1. Análisis de Estacionariedad de las series Prueba Aumentadas de Dickey-Fuller (ADF) y Philips-Perron (PP) 1961-2011	39
Cuadro A.4.3.1. Pruebas Estadísticas de Cointegración 1961-2011 Test de Causalidad de Granger	40
Cuadro A.4.4.1. Nicaragua: Estimación lineal de la relación Inflación-Crecimiento Económico 1961-2011 ecuación (3.1.1.)	41
Cuadro A.4.4.2. Pruebas Estadísticas de Cointegración ecuación (3.1.1.) 1961-2011	42
Cuadro A.4.4.3. Nicaragua: Relación de Largo Plazo Inflación-Crecimiento Económico Test de Johansen-Juselius (1990) para Cointegración 1961-2011	42

Gráfico A.4.4.1. Nicaragua: Relación de Largo Plazo Inflación-Crecimiento Económico Prueba de Estabilidad <i>CUSUM</i> y <i>CUSUM</i> <sup>2</sup> 1961-2011	43
Gráfico A.4.4.2. Nicaragua: Vector Autorregresivo (VAR) $\text{dlog}(\text{PIBr})$ , $\text{log}(\text{inflación})$ , $\text{log}(\text{FBCFr}/\text{PIBr})$ , $\text{log}(\text{M2A}/\text{PIBc})$ . Función Impulso Respuesta (FIR): $\text{dlog}(\text{PIBr}) - \text{log}(\text{inflación})$ 1961 – 2011	43
Gráfico A.4.5.1. Nicaragua: bondad de ajuste y suma de residuos para distintos niveles de inflación 1961-2011	44
Cuadro A.4.5.1. Nicaragua: Estimación no-lineal de la relación inflación-crecimiento económico 1961-2011 ecuación (3.1.2.)	45
Cuadro A.4.5.2. Nicaragua: Pruebas de diagnóstico de nivel óptimo de inflación 1961-2011	46
Cuadro A.4.5.3. Nicaragua: Ilustración numérica de los efectos de la inflación sobre el crecimiento	47

## ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE INFLACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO DE NICARAGUA DURANTE EL PERÍODO 1961-2011

### **Resumen:**

El autor en esta investigación analizó la relación de corto y largo plazo entre inflación y crecimiento económico y los efectos umbrales entre la inflación y el crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011. La metodología econométrica empleada fue el enfoque de cointegración de Engle-Granger (1987) en un contexto multivariante usando datos anuales. También se utilizó el test tradicional que Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990) desarrollaron para evaluar las propiedades cointegrantes de las variables en un enfoque multivariante. Los principales hallazgos de la investigación conducen: *primero*, a la presencia de una relación lineal negativa entre inflación y crecimiento económico para Nicaragua durante el período 1961-2011; y *segundo*, las estimaciones del modelo de valores umbrales sugieren un 3% como el valor umbral o punto de quiebre entre la inflación y el crecimiento económico, lo que implica que valores de inflación por encima del umbral tienen efectos considerablemente negativos sobre el crecimiento económico de Nicaragua.

### **Abstract:**

The author in this research analyzed the relationship between short and long term economic growth and inflation and threshold effects between inflation and economic growth in Nicaragua during the period 1961-2011. The econometric methodology used was the approach of Engle-Granger cointegration (1987) in a multivariate context using annual data. Test was also used traditional Johansen (1988) and Johansen and Juselius (1990) developed to assess the cointegrating properties of the variables in a multivariate approach. The main findings of the research conducted: first, the presence of a linear relationship between inflation and economic growth for Nicaragua during the period 1961-2011, and second, the model estimates suggest threshold values by 3% as the threshold value or break point between inflation and economic growth, which implies that inflation values above the threshold have considerable negative effects on economic growth of Nicaragua.

*Clasificación JEL:* C22, C52, E31, N16, O47.

*Palabras claves:* cointegración, crecimiento económico, inflación, modelos de series temporales, Nicaragua, umbral.

## 1. Introducción

Uno de los objetivos fundamentales de las políticas macroeconómicas en países desarrollados y en vías de desarrollo ha sido mantener un alto crecimiento económico con una baja inflación y estable. De esto ha surgido un amplio debate sobre la existencia y naturaleza de la relación entre inflación y crecimiento económico. Algunos economistas piensan que la estabilidad macroeconómica (baja inflación) se asocia positivamente con el crecimiento económico.

Por esto es que economistas, banqueros centrales y formuladores de políticas han hecho hincapié sobre los costos asociados con altos y variables niveles de inflación. La inflación impone externalidades negativas a la economía cuando ésta interfiere con la eficiencia de la economía. Motley (1994) sugiere que si la inflación afecta a largo plazo al producto (su nivel o tasa de crecimiento) es probable que ésta afecte a la oferta agregada más que a la demanda.

Motley (1994) afirma que la inflación puede afectar a la oferta agregada de distintas formas. Primero, la inflación puede hacer más difícil para las familias y las empresas que tomen decisiones correctas en respuestas a las señales del mercado. Cuando muchos precios del mercado se incrementan, los agentes económicos encuentran dificultades para distinguir entre los cambios en los precios relativos y los cambios en todos los niveles de precios. Esta dificultad puede interferir con las operaciones eficientes del sistema de precios y así tener un bajo crecimiento. Segundo, la inflación impone varios costos que pueden desaparecer si los precios en promedio son estables. El ejemplo familiar es el menú de costos de cambios de precios y tasas de salarios frecuentes, la búsqueda de los costos impuestos a compradores y vendedores cuando los cambios de precios son frecuentes y los costos de economizar a los poseedores de dinero que no devengan intereses. Finalmente, la inflación puede afectar las decisiones de ahorro e inversión, reduciendo las proporciones del producto destinadas para invertir y de ésta manera causar que la economía acumule menos capital físico y humano. En cambio, Howitt (1990) argumenta que, aunque la inflación sea costosa, una vez que este proceso se ha iniciado, la sociedad se beneficia de tolerar un poco de inflación, siendo esto mejor que asumir los costos necesarios para lograr la estabilidad de precios.

Entonces, algunas formulaciones teóricas han tratado de determinar si la relación entre inflación y crecimiento económico a largo plazo es lineal, no lineal, causal o no existe. Esta relación se ha formulado teóricamente como estimado empíricamente individualmente tanto para países como para grupo de países en vías de desarrollo y desarrollados. Las formulaciones de la literatura teórica predicen cuatro posibles

efectos de la inflación sobre el crecimiento económico: i) Tobin (1965) asume que el dinero es sustituto del capital originando que la inflación pueda tener efectos positivos sobre el crecimiento económico de largo plazo; ii) Stockman (1981) asume que los bajos retornos originados por altos niveles de inflación disminuyen las inversiones y el stock de capital afectando negativamente al crecimiento económico; iii) Sidrauski (1967a) asume que el dinero es superneutral y que por consiguiente la inflación no tiene efectos sobre el crecimiento del producto; y iv) nuevas formulaciones de modelos en los cuales se asume que la inflación tiene un efecto negativo sobre el nivel de crecimiento económico de largo plazo cuando se supera cierto nivel de inflación (umbral). Fischer y Modigliani (1978) sugieren la existencia de una relación negativa y no-lineal que puede existir entre la tasa de inflación y el crecimiento económico en el contexto de modelos de crecimiento endógenos.

Por eso, con ésta investigación se busca despejar las interrogantes sobre la relación que pueda existir entre inflación y crecimiento económico en el corto y largo plazo y si existe un nivel crítico sobre el cual ésta perjudica al crecimiento del producto. Obviamente, que la respuesta a estas interrogantes dependerá de la naturaleza y estructura de la economía nicaragüense, y puede variar de país a país. Particularmente, en el corto plazo, el signo de la relación entre inflación y crecimiento económico dependerá si en el país la inflación es impulsada principalmente por los *shocks de demanda* o *shocks de oferta*. Si en la economía prevalecen los *shocks de demanda*, la relación entre inflación y crecimiento probablemente resulte positiva como consecuencia de los movimientos prevalecientes a lo largo de la curva de oferta agregada. Inversamente, si los *shocks de oferta* prevalecen, la relación entre ambas variables puede resultar negativa como consecuencia de los movimientos a lo largo de la curva de demanda agregada.

### **1.1. Antecedentes**

Las causas de la inflación en Nicaragua en la década de los años sesenta y setenta (1961-1978) tuvieron un origen interno y externo, en cambio, las causas de la inflación en los años 1979-1992 fueron básicamente por cuatro desequilibrios financieros (déficit financiero del sector inversionista; desequilibrio en la compraventa de divisas; créditos de la banca comercial hacia los sectores productivos y comerciales mayores a sus recuperaciones; y gasto público excesivo), éstos desequilibrios los balanceaba el Banco Central de Nicaragua (BCN) con emisión monetaria.

Particularmente, en el período 1979-1992 el origen de la inflación en Nicaragua se calificaba como un fenómeno meramente monetario y que por lo tanto, la demanda agregada estaba basada principalmente en

el monto total de dinero existente en la economía, por lo que, al incrementarse la masa monetaria, la demanda de bienes y servicios aumentaba y al no estar acompañada de un incremento en la oferta de bienes y servicios, daba lugar al surgimiento de la inflación.

Posteriormente, en el período 1993-2011 las causas de la inflación en Nicaragua han sido básicamente un *persistente déficit fiscal* cuyo balance después de donaciones continúa siendo importante, el *déficit de la balanza comercial* que expresa nítidamente la incapacidad económica del país para sostener en el tiempo su nivel de consumo, debido a que sus ingresos (exportaciones) son inferiores a sus egresos (importaciones) por lo que Nicaragua enfrenta la imposibilidad de contar con el financiamiento permanente y de largo plazo de éste desequilibrio que se refleja en la balanza de capital, los *márgenes de comercialización y de transporte* sobre los costos de producción, la *inflación externa* derivada de los aumentos de precios del petróleo y sus derivados y los aumentos en los precios de alimentos y materias primas en el mercado mundial, las *expectativas de precios futuros* que se forman los agentes económicos debido a la memoria hiperinflacionaria, los *Costos de las quiebras bancarias* que ha significado un incremento de la Deuda Interna respaldadas con la emisión de Certificados Negociables de Inversión (CENIS) que emitiera el Banco Central de Nicaragua (BCN) e incluidas en el Presupuesto General de la República, y los *Cambios Climáticos y Desastres Naturales* que afecta la disponibilidad de bienes en cantidad y calidad suficientes para abastecer el mercado nacional y las exportaciones generando presiones sobre los precios de éstos. En este caso se encuentra un escenario mixto de las causas de la inflación, por un lado, los excesos de demanda según la teoría monetarista (desajuste entre oferta y demanda) y por otro lado, una explicación estructuralista (rigideces de la estructura productiva e imperfecciones de los mercados), ambos casos representan la combinación de características típicas de un país en vías de desarrollo con una economía pequeña y abierta, expuesta a los shocks de oferta y demanda. Entonces, tanto las variables monetarias como las variables estructurales, son importantes en explicar los procesos inflacionarios en Nicaragua.

Es por esto que en Nicaragua después de los episodios de alta inflación e hiperinflación sucedidos en los años ochenta (1979-1989) e inicios de los años noventa (1990-1994) se iniciaron procesos de Estabilización y Ajuste Estructural. En los años ochenta, el primero de los Gobiernos del Presidente José Daniel Ortega Saavedra (1984-1990) emprendió un proceso de Estabilización y Ajuste Estructural sin el apoyo financiero del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM) para lograr una desaceleración en los niveles inflacionarios y reducir la brecha interna y externa. Fundamentalmente, se pretendía la corrección del sistema de precios relativos y la búsqueda de eficiencia y productividad de los sectores económicos.

Adicionalmente, se buscaba incentivar las exportaciones, racionalizar las importaciones, y mejorar el poder adquisitivo de los trabajadores. Sin embargo, fue evidente el fracaso en el uso de los instrumentos clásicos de la política monetaria, crediticia y cambiaria (tasa de interés nominal y tipo de cambio oficial) por lo que los objetivos de la política económica se redefinieron para administrar los desequilibrios financieros bajo un esquema inflacionario. Posteriormente, en los años noventa el Gobierno de la Señora Violeta Barrios de Chamorro (1990-1996) reinicia los procesos de reformas de primera generación para *reducir la inflación y reactivar el crecimiento económico* y posteriormente las reformas de segunda generación para mantener el *control de la inflación y acelerar el crecimiento económico*.

En términos generales, los Gobiernos de Nicaragua que se han sucedido en los últimos 23 años se han propuesto el objetivo fundamental neoclásico de la política macroeconómica de corregir desequilibrios existentes y así proveer las condiciones de estabilidad adecuadas para estimular el crecimiento económico. Esto basado en la evidencia acumulada sobre los programas de ajuste estructural y su relación con el crecimiento que indicaban varias condiciones macroeconómicas necesarias para un crecimiento sostenido: inflación baja y estable, ausencia de grandes desequilibrios fiscales y de balanza de pagos, tipos de cambios realistas, y tasas de interés reales y positivas, pero moderadas.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Algunas escuelas del pensamiento económico han sostenido que la inflación afecta negativamente al crecimiento económico y de que ningún nivel de inflación favorece, en forma sostenida, a la actividad económica. Afirman, que la inflación, sobre todo cuando no es anticipada, produce incertidumbre distorsionando los mecanismos de precios y el uso de los recursos. De ahí que los bancos centrales tengan como principal objetivo mantener una inflación baja, con la seguridad de que ello promueve las condiciones para un crecimiento más sostenido de la producción, amén de que evita erosionar el poder adquisitivo del ingreso, con su consiguiente costo social. Otros economistas sostienen que lo que afecta la eficiente asignación de recursos es la varianza (incertidumbre) de los precios más que el nivel de inflación. Pero, como sucede en muchas series económicas, si la volatilidad de la inflación está asociada a su nivel, de igual manera este último afectará la asignación de recursos.

No obstante, Rivas y Balbuena (2007) sostienen que la literatura existente sobre inflación y crecimiento económico, la evidencia empírica es inconclusa con respecto a la causalidad y los efectos que una variable tiene sobre la otra. Sostienen que alguna evidencia refiere una relación positiva y otra negativa con respecto

al aumento de precios y el incremento en la actividad productiva. Esta heterogeneidad encontrada en esta relación explican que puede deberse a cuatro razones fundamentales: primero, que predominan los estudios teóricos sobre los empíricos; segundo, una heterogeneidad en técnicas econométricas y falta de rigurosidad en la especificación econométricas; tercero, se analizan grupo de países sin considerar su heterogeneidad obviando el caso de Centroamérica; y cuarto, solamente se aborda el tema de manera indirecta.

Entonces, a pesar de la gran cantidad de estudios tanto para los países desarrollados como para naciones en desarrollo, la literatura sobre la relación entre la inflación y el crecimiento económico para Nicaragua no es abundante. Debido a esto, conocer con mayor precisión los efectos de la inflación sobre el crecimiento económico en Nicaragua cobra relevancia para el diseño de la política monetaria, con un banco central cuyo objetivo es la estabilidad de precios y el normal desenvolvimiento de los pagos internos y externos.

Amén de la reformas institucionales y el establecimiento de reglas que mejoren la credibilidad de la institución monetaria y la reducción de las externalidades derivadas de la política monetaria y fiscal que se han realizado en Nicaragua a lo largo de éstos últimos años en la búsqueda de un conjunto de políticas que sean socialmente óptimas, se hace necesario y es crucial conocer las respuestas ha dos interrogantes fundamentales: ¿Cuál es la relación de corto y largo plazo entre inflación y crecimiento económico para Nicaragua? Y, ¿Cuál es valor crítico de la inflación por el que variaciones mayores de los precios deterioran el crecimiento económico?

### **1.3. Justificación del problema**

Con lo antes referido, la importancia de esta investigación tiene dos motivaciones fundamentales que la justifican: i) en los recientes desarrollos de la literatura sobre la relación entre inflación y crecimiento económico surge una aparente contradicción para las economías de países desarrollados y en vías de desarrollo. Como se ha referido, un mayor crecimiento económico y una baja inflación comúnmente suelen ser objetivos de la política económica, aunque exista una aparente contradicción. No obstante, aún hoy después de tantos estudios empíricos el efecto de la inflación sobre el producto sigue siendo un tema de controversia dentro de la literatura económica. Controversia porque las referencias teóricas plantean en algunos casos la existencia de una relación positiva entre la inflación y el crecimiento económico, en cambio otras plantean un vínculo negativo. Inclusive, la literatura económica habla de umbrales de inflación o niveles que puede tener efectos positivos al crecimiento y que sobre dicho nivel su efecto puede ser negativo; y ii) en ésta investigación se encontraran los elementos empíricos necesarios y suficientes que

respondan a las interrogantes sobre la relación entre inflación y crecimiento en el corto y largo plazo y el nivel crítico de inflación sobre el cual el producto se vería afectado negativamente.

## **1.4. Objetivos e hipótesis**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar la relación entre inflación y crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

El *primero* de los objetivos específicos consiste en estimar empíricamente la relación de corto y largo plazo entre inflación y crecimiento económico en Nicaragua durante el período 1961-2011, utilizando el enfoque de cointegración bi-etápico de Engle-Granger (1987) en un contexto multivariante con datos anuales. También se utilizará el test tradicional que Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990) desarrollaron para evaluar las propiedades cointegrantes de las variables en un enfoque multivariante. El *segundo* de los objetivos específicos radica en calcular empíricamente el valor crítico de la inflación por el cual variaciones mayores de los precios deterioran el crecimiento económico para Nicaragua durante el período 1961-2011 mediante un modelo no-lineal conocido como “*structural break effect*” desarrollado por Khand y Senhadji (2001) con algunas variantes que muestra la forma en la cual la inflación afecta al crecimiento económico para diferentes niveles inflacionarios.

### **1.4.3. Hipótesis de la investigación**

Los objetivos específicos de la investigación impone la necesidad de establecer dos hipótesis teóricas que se debe contrastar con la evidencia empírica de la investigación para su aceptación o rechazo según corresponda. La *primera* proposición se define como *hipótesis nula* para el corto y largo plazo que existe una relación negativa entre la inflación y el crecimiento económico, es decir, se contrastará la hipótesis de Friedman (1977) que establece que ciertos shocks de precios pueden generar contracciones del crecimiento económico, el cual puede observarse en países con altas tasas de inflación, en caso de rechazarse la hipótesis nula, se aceptaría la *hipótesis alterna* ó hipótesis de Phillips que establece que el crecimiento está acompañado de un mayor nivel de inflación. La *segunda* de las proposiciones (*hipótesis nula*) plantea que el crecimiento económico es estimulado por bajos niveles de inflación y estables, en cambio, es perjudicado por altos niveles de inflación. La aceptación de ésta hipótesis implicaría que existe un valor crítico de variación de precios que para niveles inferiores a éste, se estaría en presencia de una correlación positiva, marginalmente negativa o que no exista correlación que sea estadísticamente significativa o no significativa,

en cualquier caso entre inflación y crecimiento, en cambio, para valores superiores, la correlación sería negativa y estadísticamente significativa. El rechazo de ésta hipótesis conduciría a aceptarse como *hipótesis alterna* que no existe efecto “*structural break effect*” (*efecto de quiebre estructural*) en la relación inflación-crecimiento para Nicaragua.

## **1.5. Estructura**

La investigación fue estructurada con 6 secciones. La primera de las cuales es ésta introducción, antecedentes y que además incluye el planteamiento del problema, justificación del problema, objetivos, hipótesis y la estructura del trabajo. En la segunda sección se desarrolló un marco teórico y empírico donde se relacionan los referentes teóricos y los principales hallazgos de las investigaciones sobre la relación entre inflación y crecimiento económico. Luego, en la tercera sección se incluye el análisis empírico en donde se detalla la especificación de los modelos econométricos, valoración de los modelos econométricos y la metodología a utilizar en la investigación. En la sección cuarta se analiza la relación entre inflación y crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011. Las secciones quinta y sexta se ocuparon para las conclusiones y recomendaciones de política económica y las referencias bibliográficas.

## **2. Marco teórico y evidencia empírica**

Esta sección se ocupa para desarrollar los antecedentes teóricos de la relación entre inflación y crecimiento económico. También, se incluyó la evidencia empírica encontrada sobre la relación entre inflación y crecimiento económico.

### **2.1. Antecedentes teóricos: inflación y crecimiento económico**

La literatura teórica macroeconómica que analiza el efecto que tienen la inflación sobre el crecimiento económico de largo plazo es vasta y sobre la cual no existe un consenso en las escuelas del pensamiento económico, pero que es de vital importancia para todos los países desarrollados o en vías de desarrollo en el diseño de la política monetaria.

Sobre la literatura teórica se pueden diferenciar cuatro predicciones que son relevantes sobre la relación inflación-crecimiento y sobre las cuales se pueden referir los principales trabajos pioneros desde el punto de vista neoclásico a continuación.

Una expresión teórica asume que el dinero es un sustituto del capital, por lo que la inflación, al desmotivar la demanda de dinero, se alienta la acumulación de capital, por lo que finalmente la *inflación tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico*. Mundell (1963) examinó los efectos de las expectativas inflacionarias sobre la tasa de interés real y el balance monetario real en un modelo de corto plazo en el cual el stock de capital es una constante. La conclusión básica del modelo es que un incremento en la inflación causa un incremento en la tasa de interés nominal menor al incremento de la inflación, resultando en un menor stock del balance monetario real y un mayor nivel de ahorro e inversión. Mundell (1971) extendió su estudio a un modelo de largo plazo en donde incluyó el dinero en una función de producción, concluyendo igualmente, que la inflación reduce el stock de dinero real y se incrementa el stock de capital en el estado estacionario. Tobin (1965) analizó el rol de los factores monetarios en la determinación del grado de intensidad del capital haciendo uso de un modelo agregado y básico. Concluyó que cuanto más alta es la inflación, más alta es la tasa de crecimiento debido al incremento del stock de capital. Por otro lado, cuando hay aumentos de precios, el público orienta más dinero al pago de sus impuestos y al presupuesto del gobierno y menos al ahorro. Esto hace que el gobierno incremente la formación de capital con efectos positivos sobre el crecimiento económico.

Las predicciones de ambos autores (Tobin, 1965; y Mundell, 1963, 1971) se conoce como el Efecto Mundell-Tobin. Lucas (1973) analizó en un modelo agregado simple la solución ó compensación entre inflación y crecimiento bajo la hipótesis que niveles promedio del producto real no varían bajo cambios en el tiempo del patrón de comportamiento de la tasa de inflación o que existe una tasa natural del producto real. Según las pruebas del modelo para una muestra 18 países durante el período 1951-1967 se encontró que no había asociación entre la tasa promedio de crecimiento económico y la tasa promedio de inflación. No obstante, Lucas (1973) cuando formuló el modelo con información imperfecta bajo el cual el producto de la economía se ve alentado por la inflación si los agentes económicos no son capaces de distinguir los cambios en los precios relativos de aquellos que se originan en los cambios en el nivel general de precios. Con estos supuestos, los agentes económicos ofertan más bienes y mano de obra, obteniéndose un mayor crecimiento económico.

Otra corriente de pensamiento predice que la *inflación no tiene efecto alguno sobre el crecimiento económico* asumiendo que el dinero es superneutral. Sidrauski (1967a) desarrolló un modelo económico de elección racional y la senda del crecimiento en una economía monetaria. Su conclusión más importante es que en el modelo de crecimiento en el cual las familias maximizan su utilidad son la unidad económica básica del

sistema y que en el largo plazo el stock de capital de una economía es independiente de la tasa de crecimiento monetario. Esta contribución es conocida como el *Modelo Sidrauski* o modelo de optimización intertemporal en el cual los cambios en la tasa de crecimiento monetario no tienen efectos sobre el stock de capital de largo plazo. Sidrauski (1967b) desarrolló el modelo de crecimiento económico y dinero de Tobin (1965) con una tasa de ahorro constante, en el cual el equilibrio de la intensidad del capital se incrementa con la tasa de inflación dentro del modelo neoclásico de crecimiento económico agregado. No obstante, en el corto plazo bajo este modelo, un incremento en la tasa de crecimiento del dinero reduce la tasa de crecimiento del producto mientras se incrementa la tasa de inflación.

Contrario a los planteamientos anteriores, existe otra corriente de pensamiento teórico que sugiere que el dinero es un complemento del capital, con lo cual la inflación, al disuadir tanto la demanda por dinero como la acumulación de capital, resulta finalmente *perjudicial para el crecimiento económico*. Stockman (1981) presenta una economía en la cual los individuos dividen su riqueza entre dos tipos de activos (dinero y stock de capital), donde el dinero real es gastado en consumo e inversión. Con altos niveles de inflación, el consumo decrece y los incrementos de las inversiones pueden generar altos retornos. No obstante, con bajos retornos en dinero, los retornos netos son bajos. Por tanto, la inversión y el stock de capital resultan menores. Entonces, el crecimiento económico declina debido a un menor consumo, baja inversión y un stock de capital más bajo. Fischer (1983) utilizó el modelo desarrollado por Sidrauski (1967a) para verificar los efectos múltiples que origina la inflación. Fischer (1983) argumenta que la alta inflación se asocia con un bajo crecimiento porque el menor balance real reduce la eficiencia de los factores de producción y porque esto puede ser el vínculo entre las compras del gobierno y el impuesto inflacionario.

Este demostró que bajo el estado estacionario y la dinámica comparativa, la asociación entre inflación y crecimiento era negativa. Greenwood y Huffman (1987) desarrollaron el mecanismo básico trabajo–ocio. En la investigación de Greenwood y Huffman (1987), las personas tienen dinero para comprar bienes de consumo y derivar la utilidad del consumo y el ocio. Cooley y Hansen (1989) incorporan el dinero en un modelo de ciclo real de los negocios utilizando como restricción el efectivo por adelantado [por sus siglas en inglés: Cash-In-Advance (CIA)] para capturar el fenómeno monetario, pero que aplica solamente al consumo de bienes. En este modelo se estudian los efectos de la inflación sobre las decisiones de los agentes económicos en cuantas horas dedican al trabajo o al ocio. Según, Cooley y Hansen (1989) la inflación es perjudicial para el crecimiento en tanto que cuando aumenta la inflación baja el rendimiento generado por el trabajo, lo cual puede inducir a que los agentes económicos sustituyan cantidades de

trabajo por más horas de ocio de tal manera que el nivel de producto declina permanentemente cuando la tasa de inflación se incrementa.

Fischer y Modigliani (1978) analizaron los efectos de los cambios en las tasas de crecimiento monetario en el contexto de modelos de crecimiento endógenos cuando la demanda por dinero resulta de una restricción del efectivo por adelantado [por sus siglas en inglés: Cash-In-Advance (CIA)]. Estos autores sugieren que puede existir una relación negativa y no-lineal entre la tasa de inflación y el crecimiento económico bajo el contexto de modelos de crecimiento endógenos. También, expresaron que bajos niveles de inflación tienen pequeños efectos sobre el crecimiento y el bienestar independientemente de la especificación del modelo analizado.

En síntesis en la revisión teórica selectiva se demuestra que los modelos pueden ser campo para diferentes resultados con respecto a la inflación y el crecimiento. Un incremento en la inflación puede resultar en un alto producto (Efecto Mundell-Tobin) o un bajo producto (Efecto Stockman) o no cambiar el producto (Efecto Sidrauski). O, sobre la base de una relación no lineal que la inflación genere efectos negativos sobre el crecimiento, pero solamente cuando ésta supere cierto umbral de inflación por encima del cual la misma afectaría negativamente al crecimiento de largo plazo, pudiendo distinguirse entre economías desarrolladas y economías en desarrollo. No obstante, queda en evidencia la falta de consenso sobre la forma en la cual la inflación afecta el desempeño de una economía.

## 2.2. Cointegración

El concepto de cointegración fue introducido inicialmente por Granger (1981) y elaborado posteriormente por Engle y Granger (1987), Engle y Yoo (1987, 1991), Phillips y Outliaris (1990), Stock y Watson (1988), Phillips (1991) y Johansen (1998, 1991, 1994), entre otros autores.

De forma sucinta, se supone el caso de dos variables temporales integradas de orden  $d$  [sean  $X_t \sim I(d)$ , e  $Y_t \sim I(d)$ ], si realizara una combinación lineal entre ambas, probablemente dicha combinación también sea  $I(d)$ ; es decir, que si se tiene en cuenta que la regresión entre ambas variables ( $Y_t = b_0 + b_1 X_t + e_t$ ) fuera un caso especial de combinación lineal entre  $X_t$  e  $Y_t$ , los residuales, (siendo:  $e_t = Y_t - b_0 - b_1 X_t$ ), también serían  $I(d)$ . Si existiera un coeficiente en la ecuación anterior que cumpla el requisito:  $e_t \sim I(0)$ , entonces podría decirse que ambas series serían cointegradas de orden  $d$  [en forma compacta, se expresaría que:  $X_p, Y_p \sim CI(d,d)$ ].

Sin embargo, ha habido algún desarrollo sobre la extensión del concepto de cointegración que ha sido llamado multicointegración, cuando el número de variables consideradas es mayor que dos y que existe la posibilidad de tener variables con diferente orden de integración existiendo la eventualidad que cointegren. Enders (2004) en un modelo de demanda de dinero de largo plazo refiere que: *“Equilibrium theories involving nonstationary variables require the existence of a combination of the variables that is stationary”*. También, Asterious y Hall (2007) describe que existe la probabilidad de cointegración entre grupos de variables con ordenes de integración diferentes al explicar que: *“Also explains that in cases where a mix of  $I(0)$  and  $I(1)$  variables are present in the model, cointegrating relationships might exist”*.

Igualmente, Lütkepohl (2004) explica que pueden existir variables que cointegren con  $I(0)$  y  $I(1)$  según sus palabras:

*“Occasionally it is convenient to consider systems with both  $I(1)$  and  $I(0)$  variables. Thereby the concept of cointegration is extended by calling any linear combination that is  $I(0)$  a cointegration relation, although this terminology is not in the spirit of the original definition because it can happen that a linear combination of  $I(0)$  variables is called a cointegration relation.”*

### **2.3. Evidencia empírica sobre la relación inflación y crecimiento económico**

A continuación se detallan los principales estudios realizados por distintos autores sobre la relación entre inflación y crecimiento económico que han definido un marco empírico de referencia insoslayable que van desde evaluar la relación inflación-crecimiento hasta los estudios que abordan una relación no lineal (umbrales de inflación).

#### **2.3.1. Estudios sobre la relación lineal inflación-crecimiento**

Esta relación ha sido sometida a pruebas empíricas tanto para países individuales como para grupos de países, no obstante, dada la importancia y correspondencia de éste estudio la revisión empírica se centrará en los principales estudios realizados sobre la relación inflación-crecimiento para países individualmente.

Smyth (1992) utilizando los mínimos cuadrados ordinarios (mco) analizó la relación inflación-crecimiento para los Estados Unidos de América durante el período 1955-1990, encontrando una relación negativa y estadísticamente significativa. Sbordone y Kuttner (1994) utilizando la correlación simple, la prueba de causalidad de Granger y el método de variables instrumentales hallaron una relación negativa entre inflación y crecimiento para Estados Unidos de América durante el período 1947-1994. Smyth (1994) estimó una ecuación de crecimiento mediante los mínimos cuadrados ordinarios (mco) para los Estados Unidos de América para el período 1951-1992 y encontró que la inflación reducía el producto en su estado estacionario. Guerra y Dorta (1999) analizaron la relación entre inflación y crecimiento económico en Venezuela durante el período 1950-1995. Sus hallazgos aseveran que tanto la inflación como su variabilidad afectan negativamente el crecimiento económico, principalmente, debido a su incidencia sobre la inversión.

Nell (2000) encontró que la inflación tiene un impacto negativo independiente sobre el crecimiento en Sudáfrica durante el período 1960-1999. Faria y Carneiro (2001) mediante un modelo de vectores autorregresivos (VAR) encontraron para Brasil durante el período 1980-1995 que la inflación no tenía efectos negativos sobre el producto real en el largo plazo, pero que sí tenía efectos en el corto plazo. Singh y Kalirajan (2003) empleando la técnica de regresión de sección cruzada para la India durante el período 1971-1998 hallaron que incrementos de la inflación de cualquier nivel reflejaba efectos negativos sobre el crecimiento. Chowdhury y Siregar (2004) encontraron una relación bidireccional entre inflación y crecimiento para Indonesia durante el período 1950-1997, habiendo empleado un modelo bi-variado autorregresivo, la prueba de causalidad de Granger y la función impulso respuesta.

Gokal y Hanif (2004) estudiaron durante el período 1970-2003 a Fiji empleando la matriz de correlaciones y la prueba de causalidad de Granger, sus resultados le arrojaron una relación negativa débil entre inflación y crecimiento. Mejía-Reyes (2004) estimando modelos lineales y no lineales encontró para México una relación negativa durante los períodos de recesión y muy pocos efectos positivos durante los períodos de expansión. Sweidan (2004) estimó un modelo de regresión múltiple mediante los mínimos cuadrados ordinarios (mco) para Jordania durante el período 1976-2003 encontrando una relación fuertemente negativa y estadísticamente significativa entre la inflación y el crecimiento económico. Ahmed y Mortaza (2005) encontraron una relación negativa significativamente y estable en el largo plazo para Bangladesh durante el período 1981-2005 haciendo uso de la técnica de cointegración bi-etápica de Engle-Granger (1986), la prueba de cointegración de Johansen (1990) y el modelo de corrección de errores. Hodge (2006) analizó para Sudáfrica en el corto y largo plazo (1950-2002 y 1970-2003) mediante mínimos cuadrados

ordinarios (mco) la relación inflación-crecimiento. Este encontró que del mediano al largo plazo la inflación tiene un fuerte efecto negativo sobre el crecimiento.

Yilmaz (2009) mediante vectores autorregresivos (VAR) verificó para Turquía durante el período 1988-2007 que la relación entre inflación y crecimiento en el largo plazo tienen una causalidad bidireccional, en cambio, en el corto plazo la inflación tiene efectos negativos sobre el crecimiento económico. Xiao (2009) estudió la relación inflación-crecimiento para China durante el período 1978-2007. Los resultados le indicaron que en el largo plazo la inflación se relacionaba positivamente con el crecimiento bidireccionalmente. Chimobi (2010) analizó la relación entre inflación y crecimiento para Nigeria durante el período 1970-2005 haciendo uso de la técnica de cointegración Johansen-Juselius. Los resultados de la prueba le señalaron que no existía relación de cointegración entre la inflación y el crecimiento para el período dado. Datta y Mukhopadhyay (2011) estudiaron la relación inflación-crecimiento para Malaysia durante 1971-2007 y concluyen que en el corto plazo la inflación tiene efectos negativos sobre el crecimiento, por otro lado, en el largo plazo el crecimiento afectó a la inflación. La técnica econométrica empleada fue un modelo de corrección de error y vector autorregresivo, analizando la función impulso respuesta y la descomposición de la varianza.

### **2.3.2. Estudios sobre la relación no lineal inflación-crecimiento**

En éste apartado se revisa la evidencia empírica sobre la relación no lineal de la inflación y el crecimiento económico para países individuales más relevante.

Clark, Laxton y Rose (1996) mediante mínimos cuadrados no lineales encontraron una asimetría significativa en la relación inflación-producto para los Estados Unidos de América durante el período 1964-1990. Kannan y Joshi (1998) hallaron un umbral de inflación de 6% para la India durante el período 1981/82-1995/96 haciendo uso de los mínimos cuadrados ordinarios (mco). Debajo de éste umbral la inflación tiene un efecto insignificante sobre el crecimiento y por encima del mismo sus efectos son negativos. Un incremento de 1% de la inflación sobre el umbral implica una reducción en crecimiento de 0.50%. Guerra y Dorta (1999) haciendo uso de modelos no lineales identificaron para Venezuela durante el período 1950-1995 que cuando la inflación se aumenta desde bajas tasas, sus efectos sobre el crecimiento son negativos y mayores que cuando la inflación se acelera a partir de mayores niveles. Igualmente, identificaron que tasas de inflación mayores al 41% exacerbaban el impacto negativo de la inflación sobre el crecimiento del producto.

Vásquez (2003a) estudió las relaciones de umbral entre el crecimiento económico, la inflación y los shocks petroleros para Guatemala durante el período 1950-2002. Los resultados muestran la existencia de una banda de umbral anual de 1% y 13.50%. Si la inflación excede el umbral superior (13.50%), el impacto resulta fuertemente negativo sobre el crecimiento, en caso contrario, los efectos resultan moderadamente negativos o positivos. Vásquez (2003b) examinó los efectos umbrales de inflación sobre la economía de Perú durante el período 1992-2002. Sus hallazgos le permitieron sostener que la relación inflación-crecimiento se produjo a través de una banda definida por dos valores umbrales de 0.50% y 4.65%, provocando esto que la relación entre las variables tienda a revertirse de negativa a positiva de acuerdo al nivel de inflación observado. Singh y Kalirajan (2003) estudiaron la relación no lineal inflación-crecimiento para la India durante el período 1971-1998 haciendo uso de los mínimos cuadrados ordinarios (mco). Estos no encontraron ningún nivel de umbral debido a que la inflación presentó efectos negativos sobre el crecimiento a cualquier nivel de inflación. Chowdhury y Siregar (2004) haciendo uso de una especificación cuadrática y de los mínimos cuadrados ordinarios (mco) evaluaron la relación no lineal inflación-crecimiento para Indonesia durante 1950-1997, encontrando un umbral de inflación de 20.40%. Cualquier nivel de inflación sobre el umbral implicaría un descenso en la tasa de crecimiento económico para Indonesia.

Gokal y Hanif (2004) mediante una distribución de frecuencia encontraron para Fiji un umbral de 5% durante los años 1970-2003. Sobre éste nivel de umbral de inflación, la media y la mediana de la tasa de crecimiento del producto tiende a caer. Mejía-Reyes (2004) modelando la no linealidad en el crecimiento del producto para México mediante un modelo econométrico de transición suave encontró un valor umbral de la tasa de inflación anualizada de 8.30%. Sweidan (2004) mediante los mínimos cuadrados condicionales calculó un umbral de inflación de 2% para Jordania durante el período 1970-2000. Cualquier nivel por encima o por debajo de éste nivel presenta efectos negativos o positivos significativos, respectivamente, sobre el nivel de crecimiento del producto. Ahmed y Mortaza (2005) haciendo uso de los mínimos cuadrados generalizados estimaron para Bangladesh un umbral de inflación de 6% durante los años 1981-2005. Los niveles de inflación por debajo de éste no presentaron efecto alguno, pero, sobre éste los efectos sobre el crecimiento resultaron negativos y significativos.

Hussain (2005) y Mubrarik (2005) mediante los mínimos cuadrados condicionales estudiaron la no linealidad de la relación inflación-crecimiento para Pakistán durante los períodos 1970-2005 y 1970-2000, en el orden respectivo. El primero no encontró umbral de inflación alguno, en cambio, el segundo halló un

umbral de inflación de 9%. Por debajo de éste nivel los efectos de la inflación son insignificantes y sobre éste la relación es negativa y significativa causando una caída del producto de 0.08% por cada incremento de inflación igual a 1%. Sargsyan (2005) encontró un umbral de inflación de 4.50% para Armenia durante los años 1996-2004 haciendo uso de los mínimos cuadrados condicionales. Cualquier nivel inflacionario superior a éste tendría efectos negativos sobre el crecimiento del producto.

Kheir-El-Din y Abou-Ali (2008) estudiaron el efecto umbral en la relación inflación-crecimiento para Egipto durante el período 1982-2006. El umbral de inflación encontrado fue de 15% debajo del cual la inflación no tiene efectos significativos sobre el crecimiento, en cambio, cuando los niveles de inflación exceden al umbral los efectos sobre el crecimiento son negativos significativamente. Los mismos hallazgos señalan que cuando la inflación excede 1% (pasa de 15% a 16%) sobre el nivel de umbral (15%) el crecimiento del producto declina 0.68% y 0.40% de conformidad a los dos modelos de crecimiento empleados en su estimación. Munir y Mansur (2009) mediante los mínimos cuadrados condicionales con datos del período 1970-2005 para Malaysia encontraron un umbral de inflación de 3.89%. Debajo de éste nivel los efectos son positivos y significativos, inversamente, sobre éste los efectos sobre el crecimiento son negativos.

Frimpong y Oteng-Abagyie (2010) estimaron para Ghana un umbral de inflación de 11% mediante los mínimos cuadrados condicionales durante el período 1960-2008. Salami y Kelikume (2010) haciendo uso de datos anuales para dos períodos 1970-2008 y 1980-2008 y utilizando un modelo inflación-crecimiento no lineal estimaron para Nigeria un umbral de inflación de 8% y 7%, en correspondencia para cada período evaluado. Iqbal y Nawaz (2010) encontraron una relación no lineal entre inflación y crecimiento para Pakistán durante el período 1961-2008. Estos hallaron dos umbrales de inflación de 6% y 11% dando lugar a la existencia de tres categorías de inflación (inflación baja, moderada y alta inflación). Los efectos de tasas de inflación sobre el crecimiento bajo el primer umbral son insignificantes y positivos, las tasas de inflación moderadas (entre los dos umbrales: 6%-11%), tiene efectos negativos y fuertemente significativos sobre el crecimiento, y las altas tasas de inflación (sobre el umbral: 11%), el impacto sobre el crecimiento es marginal, pero sigue siendo significativo estadísticamente.

Risso y Sánchez (2010) analizaron el efecto umbral de inflación sobre el crecimiento económico de México para los años 1970-2007. El valor del umbral encontrado fue 9%, y que niveles de inflación sobre éste implicaría un impacto negativo sobre el crecimiento económico de México. Hasanov (2011) examinó el

efecto de umbral de inflación sobre el crecimiento económico en Azerbayán durante el período 2000-2009 haciendo uso de los mínimos cuadrados ordinario (mco) y mínimos cuadrados en dos etapas (mc2e). El nivel de umbral de inflación para el crecimiento fue de 13%. Debajo de éste umbral los efectos de la inflación sobre el crecimiento son positivos y estadísticamente significativos. Sobre éste umbral, la inflación tiene efectos negativos sobre el crecimiento económico. Mohanty, Chakraborty, Das y John (2011) examinaron la existencia del efecto umbral en la relación inflación-crecimiento para la India haciendo uso de datos trimestrales (1996/97-2010/11). Los resultados les indicaron claramente un umbral de inflación que se ubicaba entre 4% y 5.50% y que sobre el cual la inflación retardaba el crecimiento económico, en cambio, debajo de ésta la relación era positiva y estadísticamente significativa.

### 3. Análisis metodológico

#### 3.1. Especificación de los modelos econométricos

La especificación econométrica para evaluar la relación entre inflación y crecimiento económico en Nicaragua para el período 1961-2011 será:

*ecuación (3.1.1.)*

$$d\log(\text{PIBr}_t) = a_0 + \beta_1 \log(\text{inflación}_t) + \beta_2 \log(\text{FBCFr}_t/\text{PIBr}_t) + \beta_3 \log(\text{M2A}_t/\text{PIBc}_t) + v_t$$

$$\beta_1, \beta_3 < 0; \beta_2 > 0$$

La ecuación econométrica ha estimar para calcular la no linealidad en la relación entre inflación y crecimiento económico de Nicaragua para el período 1961-2011 a continuación se detalla:

*ecuación (3.1.2.)*

$$d\log(\text{PIBr}_t) = \chi_0 + \gamma_1(1 - DD) * \log(\text{inflación}_t) + \gamma_2 DD * [\log(\text{inflación}_t) - \gamma_3 \log(\text{inflación}_t^*)] + \dots$$

$$\dots + \gamma_4 \log(\text{FBCFr}_t/\text{PIBr}_t) + \gamma_5 \log(\text{M2A}_t/\text{PIBc}_t) + \xi_t$$

$$\gamma_5 < 0; \gamma_4 > 0$$

$$DD = \begin{cases} 1 & \text{Si } \text{inflación}_t > \text{inflación}_t^* \\ 0 & \text{Si } \text{inflación}_t \leq \text{inflación}_t^* \end{cases}; \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$$

Donde:

$dlog(PIBr_t)$ :	Crecimiento Anual Promedio del Producto Interno Bruto Real expresado en millones de dólares del año 2000.
$log(inflación_t)$ :	Logaritmo natural de la Tasa de Inflación.
$log(FBCFr_t/PIBr_t)$ :	Logaritmo natural de la proporción de la Formación Bruta de Capital Fijo con respecto al Producto Interno Bruto Real ambos expresados en millones de dólares del año 2000.
$log(M2A_t/PIBc_t)$ :	Logaritmo natural de la proporción del Agregado Monetario Ampliado del Sistema Financiero Nacional con respecto al Producto Interno Bruto ambos en millones de córdobas corrientes.
$inflación_t^*$ :	Umbral de inflación.
$v_t, \xi_t; \sigma_t; \omega_t, \varepsilon_t, \tau_t$ :	Término de error.

### 3.2. Valoración de los modelos econométricos

Los datos para estimar la relación entre inflación y crecimiento económico en Nicaragua para el período 1961-2011 fueron obtenidos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Central de Nicaragua (BCN) presentados en el anexo A.3.2.1. La base de datos comprende medidas anuales de las siguientes variables:

$PIBr_t$ :	Producto Interno Bruto Real expresado en millones de dólares del año 2000.
$PIBc_t$ :	Producto Interno Bruto (en córdobas corrientes).
$FBCFr_t$ :	Formación Bruta de Capital Fijo expresado en millones de dólares del año 2000 utilizada como variable proxy del capital.
$inflación_t$ :	Tasa de Variación Anual Acumulada del Índice de Precios al Consumidor Nacional (en porcentaje).
$M2A_t$ :	Agregado Monetario Ampliado del Sistema Financiero Nacional (en córdobas corrientes) como variable proxy de la oferta monetaria.

Con el objeto de eliminar parcialmente la fuerte asimetría encontrada en la distribución de la inflación producto del período de alta inflación y particularmente la hiperinflación observada en los años 1985-1991, se decidió hacer uso de una transformación logarítmica natural de la tasa de inflación [ $\log(\text{inflación}_t)$ ] tal y como lo sugiere Sarel (1995). Aunque, el uso de la transformación logarítmica natural no está definida para valores negativos, ésta transformación fue posible debido a que se observaron tasas de inflación positivas, en caso contrario se hubiera recurrido a una transformación logarítmica natural diferente.

### 3.3. Metodología a utilizar

En ésta investigación se hará uso de modelos econométricos con aplicación empírica para rechazar o aceptar las hipótesis teóricas planteadas en la investigación (sección 1.4). El proceso de comprobación de las hipótesis obliga a que los modelos especificados deban tener una relación con los datos descrito en el anexo que satisfagan los requisitos estadísticos correspondientes y que permitan ser utilizados en el proceso de la verificación teórico-empírico.

En términos generales se utilizará la metodología econométrica de cointegración bi-etápica de Engle-Granger (1987) en un contexto multivariante usando datos anuales, la cual asume a priori que existe un solo vector de cointegración en el modelo, en el caso de ésta investigación ya ha sido definido por la teoría económica y la evidencia empírica en la relación funcional ha estimar para el corto y largo plazo. Igualmente, se utilizará el test tradicional que Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990) desarrollaron para evaluar las propiedades cointegrantes de las variables en un enfoque multivariante para determinar el número de vectores de cointegración con respecto a los resultados obtenidos con la metodología econométrica empleada bajo el enfoque de cointegración de Engle-Granger (1987) la cual asume a priori que existe un solo vector de cointegración en el modelo, en el caso de ésta investigación ya ha sido definido por la teoría económica y la evidencia empírica en cada relación funcional ha estimar para el largo plazo.

Bajo ésta metodología de estimación econométrica se agotaran las siguientes etapas: en una *primera etapa*, se realizarán las pruebas de raíz unitaria para verificar si las variables son estacionarias o no en los casos que corresponda y se realizará el contraste de Causalidad de Granger. En la *segunda etapa*, se procederá a estimar la relación funcional de largo plazo mediante los mínimos cuadrados ordinarios (mco) de la ecuación 3.1.1. Luego, en una *tercera etapa* se evaluará en términos generales la prueba de cointegración de los residuos y el Durbin-Watson de la Regresión de Cointegración (CRDW) mediante las pruebas de hipótesis de acuerdo a los valores críticos sugeridos por Sargan y Barghava (1983) y Engle-Yoo (1987) para la ecuación 3.1.1. En

la *cuarta etapa* si la serie de residuos resultaran  $I(0)$ , entonces se interpretara que existe una relación de largo plazo entre las variables analizadas, por lo que se procederá entonces a estimar la relación de corto plazo para el caso de la ecuación 3.1.1. La *quinta etapa* se utilizará para realizar el test tradicional que Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990) desarrollaron para evaluar las propiedades cointegrantes de las variables bajo un enfoque multivariante, por medio de la prueba de la Traza y el Máximo Valor Propio que determinan el número de vectores de cointegración para la ecuación ha estimar.

Sabiendo que ha las variables utilizadas para calcular la relación de corto y largo plazo (ecuación 3.1.1.) se le practicaron las pruebas de raíz unitaria y la prueba de causalidad a lo Granger, la estimación de la no-linealidad en la relación inflación-crecimiento mediante la ecuación 3.1.2., conllevará: *primero*, estimar bajo los mínimos cuadrados ordinarios (mco) el modelo econométrico para distintos niveles de inflación (1%, 2%, 3%, ...100%), *segundo*, se seleccionará el umbral de inflación que maximice la bondad de ajuste ( $R^2$  *ajustado*) de las distintas estimaciones o en su defecto, aquel que minimice la suma de los residuos al cuadrado (*SRC*), *tercero*, se efectuarán las mismas estimaciones para los similares niveles de umbral de inflación bajo los mínimos cuadrados en dos etapas (mc2e) para validar los resultados obtenidos mediante los mínimos cuadrados ordinarios (mco), es decir, que se verifique el nivel de umbral óptimo obtenido con ésta técnica bajo el mismo principio de seleccionar éste nivel con la estimación que maximice o minimice la bondad de ajuste ( $R^2$  *ajustado*) ó la suma de los residuos al cuadrado (*SRC*), respectivamente.

## 4. Resultados Empíricos

### 4.1. Prueba de Correlación

La matriz de correlaciones<sup>1</sup> parciales presentadas en el Cuadro A.4.1.1., conduce a contrastar los resultados empíricos de la literatura con los resultados encontrados para Nicaragua durante el período 1961-2011 de la siguiente manera:

i) El logaritmo natural de la tasa de inflación:  $[\log(\text{inflación})]$  presenta una correlación lineal negativa con la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto:  $[d\log(\text{PIBr})]$  que es estadísticamente significativa al 0.01, éste resultado coincide con la mayoría de los trabajos empíricos que sugieren una relación negativa entre inflación y crecimiento económico; ii) el logaritmo natural de la proporción de la Formación Bruta de

---

<sup>1</sup> Se analizaron las correlaciones entre inflación y crecimiento para niveles de inflación anual baja ( $0\% < \text{inflación} < 10\%$ ), moderada ( $10\% \leq \text{inflación} < 26\%$ ), alta ( $26\% \leq \text{inflación} < 215\%$ ) y extrema ( $\text{inflación} \geq 215\%$ ) con 27, 15, 5 y 7 datos anuales en el orden respectivo, obteniéndose correlaciones negativas bajas, moderadas y altas en los dos últimos casos estadísticamente significativas.

Capital Fijo con respecto al Producto Interno Bruto Real ambos expresados en millones de dólares del año 2000:  $[\log(FBCFr_t/PIBr_t)]$  se correlaciona positivamente con el crecimiento económico, cuya relación es estadísticamente significativa al nivel del 0.01; iii) el logaritmo natural de la proporción del Agregado Monetario Ampliado del Sistema Financiero Nacional con respecto al Producto Interno Bruto ambos en córdobas corrientes:  $[\log(M2A_t/PIBc_t)]$  y la tasa de crecimiento el Producto Interno Bruto:  $[d\log(PIBr_t)]$  presenta una correlación negativa y estadísticamente significativa al 0.05; iv) el logaritmo natural de la proporción del Agregado Monetario Ampliado del Sistema Financiero Nacional con respecto al Producto Interno Bruto ambos en córdobas corrientes:  $[\log(M2A_t/PIBc_t)]$  se correlaciona positivamente con el logaritmo natural de la tasa de inflación:  $[\log(inflación_t)]$  y el logaritmo natural de la proporción de la Formación Bruta de Capital Fijo con respecto al Producto Interno Bruto Real ambos expresados en millones de dólares del año 2000:  $[\log(FBCFr_t/PIBr_t)]$  con significancia estadística de 0.01 y 0.05, respectivamente; y v) la asociación entre el logaritmo natural de la proporción de la Formación Bruta de Capital Fijo con respecto al Producto Interno Bruto Real ambos expresados en millones de dólares del año 2000:  $[\log(FBCFr_t/PIBr_t)]$  y el logaritmo natural de la tasa de inflación:  $[\log(inflación_t)]$  resultó positiva, pero sin significancia estadística.

#### 4.2. Pruebas de Raíz Unitaria

Las Pruebas Aumentada de Dickey-Fuller (ADF) y Phillips-Perron (PP) relacionadas con las variables del modelo a estimar son reportadas en el Cuadro A.4.2.1. Definitivamente, la tasa de crecimiento económico del Producto Interno Bruto:  $[d\log(PIBr_t)]$  y el logaritmo del ratio de la formación bruta de capital fijo con respecto al producto  $[\log(FBCFr_t/PIBr_t)]$  resultaron ser estacionarias  $I(0)$ , en cambio, el logaritmo de la tasa de inflación  $[\log(inflación_t)]$  y el logaritmo natural de la proporción del Agregado Monetario Ampliado del Sistema Financiero Nacional con respecto al Producto Interno Bruto expresado en córdobas corrientes  $[\log(M2A_t/PIBc_t)]$  resultaron ser no estacionarias, por lo que son integradas de orden  $I(1)$ .

#### 4.3. Prueba de Causalidad de Granger

Siguiendo la tesis de Granger (1969) y Sims (1980), según la cual las variables que son cointegrantes deben de reflejar una relación de causalidad en alguna dirección, podemos distinguir tres casos a saber: 1.- Causalidad Unidireccional. 2.- Causalidad bidireccional. 3.- Independencia Causal. La causalidad en el sentido de Granger asume que los valores retardados de una variable,  $x_t$ , tienen algún poder explicativo en una regresión de una variable,  $y_t$ , en los valores retardados de  $y_t$  y  $x_t$ .

Entonces, se puede asumir que la causalidad en el sentido de Granger parte de la premisa que el futuro no necesariamente es causado por el presente o el pasado, en consecuencia, la prueba se basará en contrastar la hipótesis de no causalidad entre cada par de variables que se incluyan en el modelo a estimar. Usualmente, se utiliza el estadístico F de Wald el cual se distribuye como una  $\chi^2$  que permite rechazar la hipótesis nula cuando su valor calculado es mayor al valor crítico.

La prueba de causalidad a lo Granger con un retardo presentada en el Cuadro A.4.3.1., permite aceptar la hipótesis nula de no causalidad en la relación existente entre las variables:  $\log(\text{inflación})$ - $[d\log(\text{PIBr})]$ ;  $\log(M2A_i/\text{PIBc}_i)$ - $[d\log(\text{PIBr})]$ ;  $\log(FBCFr_i/\text{PIBr}_i)$ - $\log(\text{inflación})$ ; y  $\log(M2A_i/\text{PIBc}_i)$ -  $\log(FBCFr_i/\text{PIBr}_i)$ , existiendo una independencia causal puesto que la probabilidad asociada al estadístico F es mayor que el nivel de significancia al 0.05, por lo que los valores de los coeficientes retardados son estadísticamente iguales a cero. Igualmente, se puede rechazar la hipótesis nula que sostiene que  $\log(FBCFr_i/\text{PIBr}_i)$  no causa a lo Granger a  $[d\log(\text{PIBr})]$ , pero se acepta la hipótesis nula cuando  $[d\log(\text{PIBr})]$  no causa a lo Granger a  $\log(FBCFr_i/\text{PIBr}_i)$ , por lo que se estaría en presencia de una causalidad unidireccional a lo Granger.

Contrariamente, se rechaza la hipótesis nula cuando el  $[\log(M2A_i/\text{PIBc}_i)]$  no causa a  $[\log(\text{inflación})]$  y cuando  $[\log(\text{inflación})]$  no causa  $[\log(M2A_i/\text{PIBc}_i)]$  debido a que los coeficientes estimados de las variables retardadas son estadísticamente diferentes de cero, existiendo en consecuencia, una causalidad bidireccional (retroalimentación entre  $[\log(M2A_i/\text{PIBc}_i)]$  y  $[\log(\text{inflación})]$ ).

Dado estos resultados, se concluye que la variable endógena  $[d\log(\text{PIBr})]$  no causa en el sentido de Granger a las variables exógenas o explicativas a ser utilizadas en la ecuación que relaciona la inflación y el crecimiento económico (3.1.1.) y la ecuación que prueba la no linealidad de la relación entre éstas variables (3.1.2.).

#### **4.4. Estimación de corto y largo plazo de la relación inflación-crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011**

Con los resultados anteriores, se debe buscar empíricamente una relación de corto y largo plazo que sea estable entre la inflación y el crecimiento económico en Nicaragua durante el período 1961-2011 y que determine el signo y la significancia estadística para contrastarlo con la evidencia encontrada en otros estudios. Por esto, desde el punto de vista empírico interesa contrastar la hipótesis nula que establece que

para el corto y largo plazo existe una relación negativa entre inflación y crecimiento económico para Nicaragua durante el período 1961-2011 planteada en la sección 1.4.3., y cuya validación se realizara mediante la ecuación 3.1.1.

Mediante el método desarrollado por Engle-Granger (1987)<sup>2</sup> aplicando los mínimos cuadrados ordinarios (mco) se estimó la relación de corto y largo plazo (ver Cuadro A.4.4.1.) de los cuales se debe decir: *Primero*, todos los coeficientes de la relación de largo plazo resultaron estadísticamente significativos al nivel del 1%, confirmando la relación negativa existente entre la inflación y el crecimiento económico (-0.011431)<sup>3</sup>. Esto implica que cuando la tasa de inflación se incrementa en un punto porcentual, el Producto Interno Bruto (PIB) decrecerá en 0.01 punto porcentual. *Segundo*, en el modelo de corto plazo todos los coeficientes resultaron estadísticamente significativos al nivel del 1%, excepto el coeficiente del intercepto. Nuevamente, la relación negativa entre inflación y crecimiento económico se mantiene (-0.008054) aunque, la significancia estadística es del 10%. No obstante, esto denota que en el corto plazo, el efecto de la inflación sobre el crecimiento del producto es marginal. *Tercero*, la relación entre el capital como proporción del producto y el crecimiento económico resultó positiva en el corto y largo plazo como la teoría económica lo predice y fue estadísticamente significativo al nivel del 1%. *Cuarto*, en la relación de corto plazo, el mecanismo de corrección de error (*emc<sub>i</sub>*) resultó con el signo esperado (negativo) y con un valor estadísticamente significativo (1%). Esto indica que el 77.57% de la discrepancia entre el valor actual y el valor de equilibrio de la tasa de crecimiento económico se corrige en un año. *Quinto*, las estimaciones bajo la metodología de Johansen y Juselius (1990) arroja coeficientes cointegrados normalizados con magnitudes similares a los obtenidos bajo la metodología bi-etápica de Engle-Granger (1987).

En el Cuadro A.4.4.2., se presentan los resultados de las pruebas de cointegración de los residuos de la estimación bi-etápica (Engle-Granger) y el estadístico de *Durbin Watson de la Regresión de Cointegración (CRDW)*<sup>4</sup>. Los resultados indican que los residuos son integrados de orden cero,  $I(0)$ . Igualmente, la prueba del estadístico *CRDW* permite rechazar la hipótesis nula de no cointegración al ser el valor estimado mayor que el valor crítico de dicho estadístico, por tanto, se acepta la hipótesis alterna de que las variables

---

<sup>2</sup> Guisán (2002) afirma que el enfoque Engle-Granger tiene un mayor interés para la economía, a pesar de sus limitaciones, pues tiene en cuenta la existencia de relación contemporánea entre las variables.

<sup>3</sup> Utilizar la transformación logarítmica de la tasa de inflación en virtud de la tasa de inflación como variable explicativa se justifica en virtud de que redujo la fuerte asimetría en la distribución de la inflación originando esto mejores resultados econométricos de la ecuación 3.1.1.

<sup>4</sup> Para que haya cointegración, dos o más series integradas han de tener la propiedad de que una combinación lineal de ellas sea estacionaria.

cointegran. Igualmente, la inspección gráfica de los residuos estimados de la relación de largo plazo, señalan que los mismos se mueven alrededor de la media, varianza y covarianza, indicando entonces, la existencia de estacionariedad. Esto, confirma la existencia de una relación estable de largo plazo entre las variables del modelo, en consecuencia, se verifica la existencia de una relación estable en el largo plazo entre la inflación y el crecimiento económico.

Se realizó el análisis secuencial de cointegración propuesto por Johansen y Juselius (1990) cuyos estadísticos para contrastar el orden de integración son: la *Prueba de la Traza* (trace test) y la del *Máximo Valor Propio* (Max-eigenvalue test). En el análisis de cointegración que se realizó a la función del crecimiento económico que incluyó cuatro variables:  $[d\log(\text{PIBr}_t)]$ ,  $[\log(\text{inflación}_t)]$ ,  $[\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIBr}_t)]$  y  $[\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_t)]$  debe esperarse que se obtengan máximo tres relaciones de cointegración entre las variables. Los resultados para la prueba de Cointegración de Johansen y Juselius (1990) en la ecuación de cointegración se puede observar en el Cuadro A.4.4.3.

De acuerdo al análisis univariante de estacionariedad, en la especificación de la prueba de cointegración se eligió el supuesto 2 donde el nivel de los datos no tienen tendencia determinística, pero la ecuación de cointegración tiene intercepto y el Vector Autorregresivo (VAR) no tiene intercepto. La selección del retardo óptimo se basó en el criterio de información de Schwarz (SC) el cual señaló que éste fuera 1.

El estadístico de la Traza (*Trace test*) revela la existencia de una relación de cointegración al nivel del 1% y dos relaciones de cointegración al nivel del 5% y 10% según los valores de probabilidades de *MacKinnon-Haug-Michelis* (1999). Con el estadístico del Máximo Valor Propio (*Maximum Eigenvalue test*) se acepta la hipótesis alterna de dos vectores de cointegración al nivel del 10% debido a que el valor del estadístico  $21.94917 > 20.05014$ . Cuando se consideran los valores críticos al nivel del 1% y 5% no se encuentran ecuaciones de cointegración. Se debe señalar que la prueba de cointegración de Johansen y Juselius (1990) considera la existencia de múltiples relaciones de cointegración. Sin embargo, bajo la metodología de Engle-Granger (1987) que ha sido utilizada en ésta investigación se ha asumido la existencia de un solo vector de cointegración basado en la teoría económica y la evidencia empírica que han definido los fundamentos de causalidad entre el Crecimiento del Producto Interno Bruto  $[d\log(\text{PIBr}_t)]$ , el logaritmo de la tasa de inflación  $[\log(\text{inflación}_t)]$ , el logaritmo del ratio de la formación bruta de capital fijo con respecto al Producto Interno Bruto  $[\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIBr}_t)]$  como proxy del capital expresados en dólares constantes del año 2000 y el logaritmo natural de la proporción del Agregado Monetario Ampliado del Sistema Financiero

Nacional con respecto al Producto Interno Bruto expresado en córdobas corrientes  $[\log(M2A_t/PIB_t)]$  y la primera como variable proxy de la oferta monetaria.

En la evaluación econométrica del modelo estimado mediante el contraste de hipótesis estructural no se evaluó su capacidad predictiva debido a que el mismo no tenía por objeto pronosticar el crecimiento económico de Nicaragua, sino que se pretendía hallar una relación estable econométricamente entre la variable endógena y las variables exógenas, es por esto que únicamente se evaluó la estabilidad de los parámetros estimados.

Bajo la hipótesis de permanencia estructural se asume que los valores de los parámetros permanecen constantes a lo largo del período de estimación, para verificar lo anterior, la prueba CUSUM utiliza la suma acumulada de los residuos normalizados bajo la hipótesis nula (ausencia de cambio estructural), por lo tanto, el contraste se lleva a cabo mediante el análisis gráfico de la evolución de éstos y la prueba CUSUM<sup>2</sup> que es el estadístico que resulta del cociente de la suma de los residuos normalizados y la suma de los residuos al cuadrado. Los resultados de ambas pruebas son favorables al modelo estimado debido a que en ningún caso se puede rechazar la hipótesis nula de estabilidad estructural al 5%, por tanto, en términos generales se puede afirmar que el modelo es estable. En el Gráfico A.4.4.1., se puede apreciar el comportamiento del modelo econométrico dentro de las bandas de confianza.

Para complementar el análisis precedente y determinar el tiempo de respuesta del crecimiento económico ante un shocks de la inflación y viceversa, se utilizó la técnica de vectores autorregresivos irrestrictos con un impulso de la innovación (residuos) de la ecuación correspondiente y una transformación de Cholesky.

Los resultados de la función impulso respuesta<sup>5</sup> indican que la respuesta del crecimiento económico a los shocks de inflación<sup>6</sup> inicialmente es positiva, luego negativa y finalmente positiva para desvanecerse aproximadamente en 42 años teniendo sus mayores efectos en los primeros 25 años. En las relaciones económicas también la inflación responde negativamente a impulsos del crecimiento en un proceso que se retroalimenta continuamente, por esto, visto en forma inversa, un shocks del crecimiento económico sobre

---

<sup>5</sup> La función impulso-respuesta separa los determinantes de las variables endógenas dentro de los shocks o identifica innovaciones con variables específicas. Entonces, traza el efecto corriente y valores futuros de las variables endógenas ante un “shock” de una desviación estándar a las innovaciones (variables estocásticas).

<sup>6</sup> Para apreciar mejor la gráfica de la función impulso-respuesta únicamente se desplegaron las variables de mayor interés como  $d\log(PIBr_t)$  y  $\log(inflación_t)$ .

la inflación tendría su impacto inmediatamente, pero éstos se diluyen gradualmente a lo largo de 42 años (ver Gráfico A.4.4.2).

#### **4.5. Estimación no-lineal de la relación inflación-crecimiento económico de Nicaragua durante el período 1961-2011**

En el Gráfico A.4.5.1., se presentan los resultados de las estimaciones no-lineales de la ecuación 3.1.2. Cada punto graficado representa la bondad de ajuste de cada estimación asociada a cada  $R^2$  *Adjustado* (medido en el segundo eje de la ordenada) y a un *umbral de inflación*<sup>7</sup> (medido en el eje de la abcisa). Según estos resultados, cuando el umbral es 3%, el  $R^2$  *Adjustado* alcanza su nivel máximo, es decir, que el crecimiento económico máximo se alcanza cuando la tasa de inflación es de 3%. En forma análoga, en la misma gráfica se representan la suma de los residuos al cuadrado estimados (medido en el primero de los ejes de las ordenadas) para cada uno de los niveles de inflación calculados. Se observa, que cuando la suma de los residuos al cuadrado son 0.085437 se obtiene el umbral de de inflación (3%) que maximiza el crecimiento económico.

Los resultados de las estimaciones econométricas de la ecuación 3.1.2., están contenidas en el Cuadro A.4.5.1. Estos confirman lo siguiente: *primero*, que el umbral se sitúa a bajos niveles inflacionario de un dígito; *segundo*, que a bajos niveles de inflación la relación entre inflación y crecimiento es marginal (-0.007607), aunque, es estadísticamente significativa; y *tercero*, cuando se pasa el umbral de inflación (3%), el efecto de ésta sobre el crecimiento es claramente negativo (-0.043508). Estos resultados se encuentran dentro del rango de bandas de umbrales estimados por Vásquez (2003a y 2003b) para Guatemala (1.0%-13.50%) y Perú (0.50%-4.65%) y Burdekin, Denzau, Keil, Sitthiyot y Willett (2000) quienes encuentran un umbral de inflación (3%) debajo del cual el efecto de la inflación sobre el crecimiento es positivo. En este estudio para naciones industrializadas y no industrializadas encontró tres umbrales de inflación (3%, 50% y 102%) para los países en vías de desarrollo. Señalando, que cuando la inflación se sitúa entre el 3% y 50% y entre 50% y 102%, los efectos de la inflación sobre el crecimiento económico son negativos y significativos en el primero de los casos y negativo y no significativo en el segundo caso para los países en vías de desarrollo. En las estimaciones del umbral óptimo se evaluó la posibilidad de descomponer el ciclo y la tendencia del producto, para verificar en las estimaciones de umbral la probabilidad de que la inflación

---

<sup>7</sup> Se llama *umbral de inflación*, al nivel de inflación óptimo, a la tasa de inflación que se debe alcanzar para obtener un crecimiento sostenido, es decir a la tasa de inflación, a partir de la cual, la relación inflación-crecimiento se torna *claramente negativa y significativa*.

fuera anticíclica con respecto al nivel de la actividad económica, pero los resultados no fueron satisfactorios.

Las pruebas de diagnóstico empleadas en la estimación de la ecuación 3.1.2., de ésta investigación fueron dos: primero, se realizaron las pruebas para los residuos (normalidad, correlación y heteroscedasticidad) y la prueba de estabilidad del modelo (CUSUM y CUSUM<sup>2</sup>); y segundo, se realizó la prueba de los mínimos cuadrados en dos etapas (mc2e).

La prueba realizada a los residuos señala que están normalmente distribuidos debido a que el Jarque-Bera (JB) fue 0.081714 y que la probabilidad de obtener tal estadístico bajo el supuesto de normalidad es de 96%. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis de que los términos de error estén normalmente distribuidos. La prueba de correlación serial Breusch-Godfrey (LM) para un retardo indicó la ausencia de correlación serial en los residuos. La detección de la heteroscedasticidad (cuando la varianza de las perturbaciones no es constante a lo largo de las observaciones) fue realizada mediante el contraste de White<sup>8</sup> incorporando el producto cruzado dos a dos en la regresión auxiliar (residuos al cuadrado en función de las variables explicativas y los productos cruzados de las mismas) y sin su incorporación. En ambos casos se rechaza la hipótesis de homoscedasticidad debido ha que la probabilidad de rechazar esa hipótesis siendo cierta es menor al 5% (0.05). Los resultados de éstas pruebas se pueden apreciar en el Cuadro A.4.5.2.

Sin embargo, la presencia de heteroscedasticidad (cuando la varianza de las perturbaciones no es constante a lo largo de las observaciones en un modelo econométrico) no es un problema que invalide un modelo como se pregunta Gujarati (2004) ¿Cuándo debería causar preocupación el problema de la heteroscedasticidad? La respuesta se encuentra en Mankiw (1999): “La heteroscedasticidad jamás ha sido una razón para desechar un modelo, que de otra forma sería adecuado.” Igualmente, Fox (1997) citado por Gujarati (2004) expresa que:

“(…) una varianza de error desigual vale la pena corregirla sólo cuando el problema resulta severo.

---

<sup>8</sup> La prueba de White es la prueba más general para detectar la heteroscedasticidad en los modelos de regresión lineal. No precisa de una especificación concreta de la heteroscedasticidad bajo la alternativa.

El impacto de una varianza de error no constante sobre la eficiencia de un estimador de mínimos cuadrados ordinarios y sobre la validez de la inferencia de mínimo cuadrado depende de diversos factores, incluyendo el tamaño de la muestra, el grado de variación en  $\sigma_i^2$ , la configuración de los valores X (es decir, la regresora) y de la relación entre la varianza de error y las X. Por consiguiente, no es posible desarrollar conclusiones generales respecto al daño producido por la heteroscedasticidad.”

La segunda prueba de diagnóstico adoptado en la estimación de la ecuación 3.1.2., en este estudio es la técnica de los mínimos cuadrados en dos etapas (mc2e). El propósito de ésta prueba es verificar el posible sesgo de una mala especificación que podría existir como resultado de la estimación del umbral mediante los mínimos cuadrados ordinarios (mco). Este error de especificación podría resultar por la exclusión de otras variables importantes que determinan el crecimiento. Entonces, se decidió estimar nuevamente la ecuación 3.1.2., mediante los mínimos cuadrados en dos etapas (mc2e)<sup>9</sup> para similares niveles de umbral de inflación, es decir, que se verificó el nivel de umbral óptimo obtenido con ésta técnica bajo el mismo principio de seleccionar éste nivel con la estimación que maximice o minimice la bondad de ajuste ( $R^2$  ajustado) ó la suma de los residuos al cuadrado (SRC), respectivamente.

Para analizar la posible endogeneidad, se consideraron como variables instrumentales<sup>10</sup>:  $d\log(\text{PIBr}_t)$ ,  $(1-DD)*\log(\text{inflación}_t)$ ,  $DD*[\log(\text{inflación})-\log(\text{inflación}^*)]$ ,  $\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIBr}_{t-1})$  y  $\log(\text{M2A}_t/\text{PIBc}_{t-1})$ . Estos resultados se incorporaron el Cuadro A.4.5.1., y sugieren, igualmente, que el nivel de umbral de inflación óptimo es el 3%. La comparación de ambos modelos (mco y mc2e) indican el mismo nivel de umbral de inflación óptimo y los valores de sus coeficientes son similares.

Habiendo identificado exactamente el punto de quiebre en la relación inflación-crecimiento, se hace necesario conocer la cuantificación de los efectos de la inflación sobre el crecimiento económico de Nicaragua sobre la base de la ecuación estimada (3.1.2.). El Cuadro A.4.5.3., ilustra los efectos sobre el crecimiento que se experimenta bajo incrementos graduales de tasas de inflación sobre el umbral de

---

<sup>9</sup> Para analizar la posible endogeneidad, se consideraron como variables instrumentales:  $d\log(\text{PIBr}_t)$ ,  $\log(\text{inflabaja}_t)$ ,  $\text{Exceso}$ ,  $\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIBr}_{t-1})$  y  $\log(\text{M2A}_t/\text{PIBc}_{t-1})$ .

<sup>10</sup> Estas variables instrumentales son válidas debido a que el término de error de la ecuación 3.1.2., no resultó auto-correlacionado. Se asume la independencia de los residuos de todas las corridas de la ecuación 3.1.2., dado que el  $DW$  resultó con un valor entre 1.5 y 2.5 y que la prueba Breusch-Godfrey rechazó la auto-correlación para todas sus estimaciones.

inflación (3%). Se puede observar que un incremento de inflación de 3% a 6% (el doble) el crecimiento se reduce en -3.02%. Si el incremento de la inflación fuera 10 veces el valor del umbral (30%) los efectos sobre el crecimiento resultarían altamente negativos (-10.02%). En sentido inverso, una reducción en la tasa de inflación anual de 30% a 10% podría incrementarse la tasa de crecimiento del producto en 4.78%.

Las implicaciones de política económica sobre la base de lo anterior conllevan que se haga necesario mantener la tasa de inflación bajo el nivel de umbral para Nicaragua, y que esto permita un crecimiento económico sostenible en el largo plazo. Esto se hace necesario dado el largo historial de los procesos de alta e hiperinflación que alcanzaron hasta niveles de 14,378.15% en el año 1988 y una tasa de inflación promedio de 622.91% para el período 1961-2011. En otras palabras, estos resultados son esenciales para la formulación de la política monetaria, dado que el Banco Central de Nicaragua (BCN) tiene como objetivo implícito un nivel de inflación de un solo dígito en las dos últimas décadas, sin que necesariamente se dirija al punto óptimo sobre el cual la inflación se vuelva perjudicial para el crecimiento económico.

## **5. Conclusiones y recomendaciones de política económica**

Haciendo uso de la metodología de cointegración bi-etápica de Engle-Granger (EG) se logró obtener una relación estable de largo plazo entre el Crecimiento del Producto Interno Bruto [ $dlog(PIBr_t)$ ], el logaritmo de la inflación [ $log(inflación_t)$ ], el logaritmo del ratio de la formación bruta de capital fijo al producto [ $log(FBCFr_t/PIBr_t)$ ] y el logaritmo del ratio M2A al producto [ $log(M2A_t/PIBc_t)$ ]. Se encontró que la inflación es débilmente exógena al modelo, lo cual contribuyó a realizar inferencias estadísticas. De esta manera se verificó la hipótesis de la existencia de una relación negativa entre inflación y crecimiento económico para Nicaragua durante el período 1961-2011, aceptándose la proposición de Friedman que estableció que ciertos shocks de precios pueden generar contracciones al crecimiento económico, el cual se observase en países con altas tasas de inflación. Los coeficientes estimados del logaritmo de la inflación para el corto y largo plazo fueron -0.008054 y -0.011431, respectivamente, contrastando la segunda magnitud con la obtenida bajo la metodología propuesta por Soren Johansen (-0.022293). Asimismo, en la relación de corto plazo, el mecanismo de corrección de error ( $emc_t$ ) resultó con el signo esperado (negativo) y con un valor estadísticamente significativo. Esto indicó que el 77.57% de la discrepancia entre el valor actual y el valor de equilibrio de la tasa de crecimiento económico se corrige en un año. El análisis de cointegración demostró que un aumento de la tasa de inflación de 10 puntos porcentuales produciría una disminución de 2.63% en Producto Interno Bruto (PIB) real de Nicaragua para el período de estudio analizado (1961-2011).

Igualmente, los resultados empíricos sugieren que existe un valor crítico de 3% estadísticamente significativo de la inflación por el cual variaciones mayores de los precios deterioran el crecimiento económico para Nicaragua y que debajo de este umbral la relación es marginalmente negativa, pero estadísticamente significativa. Similarmente, del análisis de cointegración se deriva que un nivel de inflación que supere el 3% y se sitúe en un 10% provocaría una caída del producto de -5.24%.

La relación encontrada entre inflación y crecimiento económico resultó negativa confirmando que son los shocks de oferta los que prevalecen como consecuencia de los movimientos a lo largo de la curva de demanda agregada. Sauma y Sánchez (2011) señalan que cuando los shocks externos suceden en una coyuntura de crisis económica en la que impera el desempleo y la informalidad y caen los ingresos y se han restringido las opciones de financiamiento externos, emerge un dilema: si mientras se mantiene la cobertura del gasto público social, es posible que el impacto adverso del shock sobre la pobreza no se compense, y más bien podría intensificarse, debido a la contracción en el empleo que puede generar la reducción de la inversión. En este sentido Kaminsky, Reinhart y Végh (2004) indican que la política fiscal y la política monetaria en naciones en vías de desarrollo han sido procíclica, lo que ha generado un mayor nivel de desempleo y de informalidad aumentándose con esto la vulnerabilidad económica y social según la evidencia empírica demostrada por Sauma y Sánchez (2011). Esto hace que los formuladores de política económica deban actuar con mucha cautela (bajo margen de maniobra), debido a que un manejo cuidadoso de la política monetaria puede aumentar el crecimiento económico, pero a su vez, se hace necesario el manejo de una política fiscal que procure una mejor distribución de los ingresos y en general la implementación de una política contracíclica que amortigüe los efectos negativos de los shocks de oferta que enfrenta el país.

Aghion, Barro y Marinescu (2006) y Aghion y Howitt (2005) demuestran que la articulación de las políticas económicas anticíclicas puede influir directamente en el crecimiento económico de largo plazo. Observan que cuando existe una capacidad limitada de las empresas para financiar sus inversiones, bajo el escenario de una desaceleración económica, obligaría a éstas a reducir sus inversiones, afectando negativamente al crecimiento económico en el largo plazo. En cambio, si el gobierno tuviera un margen fiscal que le permita aumentar el gasto público, disminuir los impuestos, subvencionar la inversión de las empresas de largo plazo o relajar la política monetaria, se podrían reducir las repercusiones negativas de la desaceleración económica sobre la inversión y el crecimiento económico de largo plazo.

## 6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, E., (2006), Inflación y crecimiento económico en México, 2006, economía mexicana NUEVA EPOCA, vol XXV, (2), pp.199-249.
- Aghion, P., Barro, R., y Marinescu, I. (2006): “*Cyclical budgetary policies: their determinants and effects on growth*,” preliminary and incomplete.
- Aghion, P. y Howitt, P. (2005): “Appropriate growth policy: a unifying framework,” The 2005 Joseph Schumpeter Lecture, to be delivered to the 20th Annual Congress of the European Economic Association, Amsterdam, August 25, 2005.
- Asteriou D., and S.G. Hall, (2007), Applied Econometrics: A Modern Approach. Palgrave Macmillan.
- Banco Central de Nicaragua, (1988), La Lógica de las Medidas de Políticas Económicas Impulsadas desde Febrero de 1988, Banco Central de Nicaragua (BCN), Managua, Nicaragua.
- Bårssen, G., Eitrhein, Ø., Jansen, E.S., and Nymoen, R., (2004), The Econometrics of Macroeconomic Modelling, Draft Version, Enero 21.
- Berument, H., Inamlink, A., and Olgun, H., (2008), Inflation and Growth: Positive or Negative Relationship?, Journal of Applied Sciences 8 (2), pp.192-204.
- Bittencourt, M., (2010), Inflation and Economic Growth in Latin America: Some Panel Time-Series Evidence, 2010, Department of Economics Working Papers Series, University of Pretoria, Working Papers: 2010-11, pp.1-21.
- Blanchard, O., (2004), Macroeconomía (2ª Edición)., 2004, Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Burdekin, R.C.K., Denzau, A.T., Keil, M.W., Sitthiyot, T., and Willett, T.D. (2000) When Does Inflation Hurt Economic Growth? Different Nonlinearities for Different Economies, Claremont McKenna College and Claremont Graduate School, Working Papers in Economics.
- Bustelo, P. (2003), Desarrollo Económico: del Consenso al Post-Consenso de Washington y más allá, Departamento de Economía Aplicada, Universidad Complutense de Madrid.
- Cabrera, O., (2005), El papel de la eficiencia económica y el cambio técnico en el desenvolvimiento económico centroamericano, 2005, Departamento de Investigación Económica y Financiera, Banco Central de Reserva de El Salvador.
- Charezma, W., y D. Deadman, 1999, New Directions in Econometric Practice. General to Specific Modeling, Cointegration and Vector Autorregresion, editor Edward Elgar. Publicación limitada, University Press, Cambridge.
- Chye, F. T., (2008), Inflation and Economic Growth in ASEAN-5, Japan and South Korea, Faculty of Economics & Administration, University of Malaya, Kuala Lumpur.

- Cardoso y A. Fishlow (1989). "Latin America Economic Development: 1950-1980". Documento de trabajo NBER, N° 3161.
- Castro-Leal, F., (2012), Crecimiento Inclusivo, Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES), No. 11, *Serie de Estudios Especiales*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Modelos Econométricos para los países de Centroamérica, LC/MEX/L.581.
- Dabus, C., y Viego, V., (2003), Inflación, Precios Relativos y Crecimiento: Evidencia de América Latina, Asociación de Economía Aplicada, Estudios de Economía Aplicada, Vol. 21-I, pp.91-107.
- De Franco, M., (2008), Inflación, Salarios y Ciclo Económico en Nicaragua, Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES), Serie de Estudios Especiales, No. 4, pp. 1-58.
- De Gregorio, J., (1996), Inflación, Crecimiento y Bancos Centrales: Teoría y Evidencia Empírica, Estudios Públicos 62, pp.29-76.
- Dornbusch, R., Fischer, S., y Startz, R., (2002), Macroeconomía (Octava Edición), 2002, Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- Dorrance, G.S. (1963) The Effect of Inflation on Economic Development, IMF Staff Papers, Vol.10, pp.269-284.
- Drukker, D., Gomis-Porqueras, P., and Hernández-Verme, P., (2005), Threshold Effects in The Relationship Between Inflation and Growth: A New Panel-Data Approach, Proceeding of The 11th International Conference on Panel Data, Febrero 2005.
- Dowla, A. (1994), Non-nested hypothesis testing of theories of inflation in Latin America, *Journal of International Development*, Volume 6, Issue 3, pages 259-273, Mayo/Junio 1994.
- Edwards, S., (1983), The Short-Run Relation Between Inflation and Growth In Latin América, NEBER Working Paper No. 1065, pp. 1-15.
- Enders, W. (2004), Applied Econometric Time Serie, John Wiley & Sons, Inc., N.Y., USA.
- Engle, R., Granger, C.W.J., (1987), CO-INTEGRATION AND ERROR CORRECTION: REPRESENTATION, ESTIMATION, AND TESTING, *ECONOMETRICA*, Vol. 55, pp. 251-276.
- Engle, R., Yoo, B. S., (1987), FORECASTING AND TESTING IN CO-INTEGRATED SYSTEMS, University of California, San Diego, CA 92093, USA.
- Espinoza, R., Leon, H., y Prasad, A., (2010) Estimating The Inflation-Growth Nexus-A Smooth Transition Model, IMF Working Paper, WP/10/76.

- Ffrench-Davis, R. (2007), El Contexto de las Privatizaciones y la Situación Actual, Entre el Consenso de Washington y el crecimiento con equidad, *Revista Nueva Sociedad*, No. 207, enero-febrero 2007, pp. 46-62.
- Frisch, H. (1988), *Teorías de la Inflación*, Alianza. Madrid, España.
- Fischer, S. (1996), Why Are Central Banks Pursuing Long-Run Price Stability?, *International Monetary Fund (IMF)*, pp. 7-34.
- Fischer, S., and Modigliani, F. (1978) TOWARDS AN UNDERSTANDING OF THE REAL EFFECTS AND COSTS OF INFLATION, National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 303.
- Gillman, M., Harris, M., and Mátyás, L., (2002), Inflation and Growth: Some Theory and Evidence. *Central European University, Department of Economics; Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research, the University of Melbourne, and Central European University, Department of Economics; and Central European University, Department of Economics, and University of Paris XII, Erudite.*
- \_\_\_\_\_, (2001), The Negative Inflation-Growth Effect: Theory and Evidence, *Melbourne Institute*, Working Paper No. 12/01. *Central European University, Department of Economics; Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research, the University of Melbourne, and Central European University, Department of Economics; and Central European University, Department of Economics, and University of Paris XII, Erudite.*
- Gokal, V., and Hanif, S., (2004), Relation Between Inflation and Economic Growth, (1998), Economics Department, *Reserve Bank of Fiji*, Working Paper, 2004/4, pp.1-51.
- Gordon, J. R. (1990), The Phillips Curve Now and Then, *NEBER WORKING PAPER SERIES*, Working Paper No. 3393.
- Granger, C.W.J. (1981), "Some Properties of Time Series and Their Use in conometric Model Specification", *Journal of Econometrics* 16, 121-130.
- Guerra, J., y Dorta, M., (1999), Efectos de la inflación sobre el crecimiento económico de Venezuela, 1999, *Series Documentos de Trabajo*, Gerencia de Investigaciones Económicas, Banco Central de Venezuela, pp.1-31.
- Howitt, P. (1990), "Zero Inflation as a Long-Term Target for Monetary Policy," in *Zero Inflation: The Goal of Price Stability*, Richard G. Lipsey, ed. C. D. Howe Institute, 1990.
- Imai, H., (1997), OUTPUT-INFLATION TRADEOFF IN CHINA, *The Developing Economies*, XXXV-2 (June 1997): pp. 111-41.
- International Monetary Fund, (1991), Nicaragua Stand-By Arrangement, EBS/91/157 Supplement 1 Confidential, Septiembre 25, 1991.

- Intriligator, M. D., and Bodkin, R. G., (1996), *Econometric Models, Techniques, and Applications*, Second Edition, Prentice-Hall, Inc., USA.
- Iqbal, N., and Nawaz, S., ( ), *Investment, Inflation and Economic Growth Nexus*.
- Jafari, A. S. & Gholizadeh, S. K. (s.f.), *Inflation and Economic Growth in Developing Countries: New Evidence*, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
- Jha, R. and Dang, T. (2011), *Inflation variability and the relationship between inflation and growth*, Australian South Asia Research Centre, Working Paper 2011/08.
- Johansen, S. (2004), *COINTEGRATION: AN OVERVIEW*, Department of Applied Mathematics and Statistics, University of Copenhagen, Noviembre, 2004.
- Johansen, S. (1995), A statistical analysis of cointegration for I(2) variables. *Econometric Theory*, 11, 25-59.
- Johansen, S. (1994), The Role of the Constant and Linear Terms in Cointegration Analysis of Non-Stationary Variables". *Econometric Reviews* 13, 205-230.
- Johansen, S. (1991): "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models". *Econometrica*, vol. 59, pp. 1551-1580.
- Johansen, S., and Katerine J. (1990), Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to The Demand for Money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 52, pp. 169-210.
- Johansen, S. (1988): "Statistical analysis of cointegrating vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 12, pp. 231-254.
- Kaminsky, G., Reinhart, C., y Végh, C. (2004), WHEN IT RAINS, IT POURS: PROCYCLICAL CAPITAL FLOWS AND MACROECONOMIC POLICIES, NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, Working Paper 10780. Septiembre 2004, pp. 1-58.
- Kennedy, P. (1997), *A Guide to Econometrics*, Third Edition, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, USA.
- Khan, M.S., y Sendhadji, A.S. (2001), Threshold Effects in the Relationship Between Inflation and Growth, *IMF Staff Papers* Vol. 48, No. 1.
- Kremer, S., Bick, A., y Nautz, D. (2011), *Inflation and Growth: New Evidence From a Dynamic Panel Threshold Analysis*, Free University Berlin y Goethe-University Frankfurt, Germany.
- Larraín, F., y Sachs, F., (2002), *Macroeconomía en la economía global (segunda edición)*, 202, Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, S.A.
- Levine, R. y D. Renelt (1992). "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions". *American Economic Review*, Vol. 82, No. 4 (Sep., 1992), pp. 942-963.

- Lütkepohl, H. (2004), *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (Editor with Markus Kätzig).
- Mallik, G., and Chowdhury, A., (2001), INFLATION AND ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM FOUR SOUTH ASIAN COUNTRIES, *Asia-Pacific Development Journal*, Vol. 8, No. 1.
- McCandlles Jr., G.T. y Weber, W.E. (1995), Some Monetary Facts, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* Vol. 19, No. 3, Summer 1995, pp. 2-11.
- Mendes, J. (2006), El Banco Mundial y la reforma del Estado: ¿más allá del Consenso de Washington?
- Meza, H., (1979), Políticas Económicas en Materia de Inflación y Desempleo: El Caso de Nicaragua, preparado para el Seminario “Eduardo Contreras” sobre Temas Sindicales y Económicos organizado por la Central Sandinista de Trabajadores (CST), Secretaría Consejo Superior del Sistema Financiero y la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones.
- Motley, B. (1994), *Growth and Inflation: A Cross-Country Study*, CEPR, Federal Reserve Bank of San Francisco, Stanford, CA.
- Ochoa, M., y Orellana R., W. (2002), Una Aproximación No Lineal a la Relación Inflación-Crecimiento Económico: Un Estudio Para América Latina, VII Reunión de Investigadores de Bancos Centrales del Continente Americano, Guatemala.
- Omay, T., Aluftekin, N. and Karadagli, Ece C., (2009), The relationship between output growth and inflation: Evidence from Turkey, Cankaya University Department of Economics, Cankaya University Department of Economics, Cankaya University Department of Economics.
- Philip, O., (2010), Inflation and Economic Growth in Nigeria, *Journal of Sustainable Development*, Vol. 3 (2), pp. 159-166.
- Phillips, P.C.B. (1991), "Optimal Inference in Cointegrated Systems", *Econometrica* 59, pp. 283-306.
- Phillips, P.C.B. and S.Ouliaris (1990): "Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration", *Econometrica* 58, pp. 165-193.
- Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1981), *Econometric Models and Economic Forecasts*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc. USA.
- Ramírez, N., (1998), *ECONOMIA Y POPULISMO Ilusión y Realidad en América Latina*, Segunda Edición, Banco Central de Nicaragua, Impresiones y Troqueles, S.A.
- Ramírez, N., (1993), *Política Económica en Centroamérica: Lecciones y Perspectivas*, INCAE/CINDE, San José, 1993.
- Rivas, J. C., y Balbuena, F., (2007), *Inflación y crecimiento económico en Centroamérica, 1980-2006: un enfoque econométrico*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Rodríguez, T. (2002), Los Programas de Ajuste Estructural: El Caso de Nicaragua, *Revista de Fomento Social*, 57 (2002), 653-681.
- Sarel, M. (1995). "Nonlinear Effects of Inflation on Economic Growth". Documento de Trabajo WP/95/56 del FMI.
- Schwödiauer, G., Komarov, V., and Iryna Akimova, I., (2006), Central Bank Independence, Accountability and Transparency: The Case of Ukraine, FEMM Working Paper Series, No. 30, December 2006, pp.4-5.
- Sauma, P., y Sánchez, M.V. (2011), Análisis comparativo de las implicaciones de la política macroeconómica, los choques externos y los sistemas de protección social en la pobreza y la desigualdad en siete países de América Latina, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Colección Documentos de Proyectos. Enero 2011, pp. 1-66.
- Secretaría Ejecutiva Consejo Monetario Centroamericano, (2003), Determinantes del Crecimiento Económico en Centroamérica y República Dominicana.
- Stiglitz, J. E. (2004), El Consenso Post-Consenso de Washington, The Initiative for Policy Dialogue, pp. 1-20.
- Stock, J.H. and M.W. Watson (1988), "Testing for Common Trends", *Journal of the American Statistical Association* 83, pp. 1097-1107.
- Thirlwall, A.P. and C.A. Barton (1971). "Inflation and Growth: The International Evidence." *Banca Nazionale del lavoro Quarterly Review*, Vol. 98: 263-275.
- Vázquez C., A.L. (2003a) Relaciones de umbrales entre el crecimiento económico, la inflación y los shocks petroleros: evidencia para la economía guatemalteca, 1950-2002. XV Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central Doctor Manuel Noriega Morales, Edición 2003-2004, Banca Central No. 47, pp. 69-112.
- \_\_\_\_\_(2003b) Umbrales de inflación y crecimiento económico en el Perú: Predicción e inferencia en un contexto de estabilidad macroeconómica, 1992-2002. Concurso de Investigación para Jóvenes Economistas 200-2003 del Banco Central de Reserva del Perú, pp. 1-30.

## Anexo Estadístico

## A.3.2.1.

## Nicaragua: Variables Macroeconómicas para Estimar Modelos Económicos

1961-2011

Años	Tasa de Inflación	PIB		FBCF	M 2A
		millones de dólares	millones de córdobas	millones de dólares	millones de córdobas
		del 2000	corrientes	del 2000	corrientes
1961	0.30	1,722.61	2,526.90	256.54	303.00
1962	0.50	1,910.21	2,783.00	335.31	382.40
1963	0.80	2,117.78	3,075.60	367.55	448.60
1964	4.70	2,365.53	3,590.30	504.08	538.30
1965	2.90	2,590.84	3,965.80	586.88	649.60
1966	3.30	2,676.38	4,246.70	652.77	722.30
1967	2.10	2,862.91	4,600.20	658.70	751.80
1968	6.10	2,901.35	4,871.30	552.98	750.70
1969	1.50	3,082.33	5,235.80	643.92	780.30
1970	3.10	3,124.06	5,436.10	652.22	890.00
1971	1.90	3,227.30	5,786.00	673.92	1,000.80
1972	1.30	3,298.97	6,165.90	621.20	1,359.20
1973	27.00	3,510.66	7,655.00	827.32	1,912.50
1974	13.30	4,008.91	10,646.30	1,035.94	2,165.70
1975	7.54	4,002.77	11,133.00	975.80	2,185.20
1976	2.81	4,211.29	12,935.10	1,021.82	2,812.80
1977	11.40	4,563.71	15,679.00	1,355.40	2,976.20
1978	4.57	4,205.97	14,994.90	751.35	2,835.90
1979	48.18	3,092.28	14,514.60	263.56	4,426.30
1980	35.30	3,234.89	20,798.80	664.76	6,946.10
1981	23.41	3,408.39	24,482.90	1,064.22	8,852.90
1982	25.26	3,380.56	28,349.40	859.33	10,654.20
1983	31.07	3,536.51	32,920.10	899.71	16,541.40
1984	35.45	3,481.13	45,030.00	919.42	28,886.40
1985	219.46	3,339.03	115,404.10	929.68	71,122.80
1986	681.63	3,305.07	435,742.30	873.18	241,263.30
1987	911.22	3,281.72	2695,849.60	881.97	1610,375.50
1988	14,315.78	2,873.15	323,624.90	775.84	186,694.60
1989	4,708.99	2,823.21	15273,849.08	635.12	4466,746.80
1990	7,485.24	2,821.73	1159031,973.97	583.66	320478,854.70
1991	2,945.02	2,816.36	7,220.61	534.03	1,069.90
1992	23.67	2,827.24	8,963.99	629.39	1,369.40
1993	20.39	2,816.16	10,749.46	593.59	1,575.20
1994	7.77	2,910.15	20,008.37	687.05	2,398.70
1995	10.94	3,082.19	24,029.33	722.67	2,820.90
1996	11.62	3,277.73	28,008.72	812.86	3,533.60
1997	9.22	3,407.75	31,967.05	909.52	5,035.60
1998	13.05	3,534.24	37,804.51	974.54	5,885.60
1999	11.21	3,782.89	44,197.77	1,322.92	7,385.90
2000	9.60	3,938.07	49,951.95	1,176.45	7,206.46
2001	4.84	4,054.66	55,155.33	1,112.57	24,244.10
2002	3.87	4,085.23	57,376.33	1,042.74	26,595.80
2003	6.48	4,188.21	61,958.51	1,048.96	30,025.90
2004	9.26	4,410.69	71,155.55	1,119.56	34,166.60
2005	9.58	4,599.58	81,524.37	1,230.79	38,738.90
2006	9.45	4,779.11	91,897.03	1,274.29	42,994.80
2007	16.88	4,929.67	104,456.39	1,374.87	50,679.82
2008	13.77	5,088.63	123,442.45	1,489.20	53,760.10
2009	0.93	5,007.00	126,386.19	1,120.00	59,344.40
2010	7.00	5,150.80	140,751.68	1,082.00	72,359.20
2011	7.95	5,382.58	163,640.62	1,190.20	80,877.19

## Fuente:

- Tasa de Inflación, PIB en córdobas corrientes y M 2A en córdobas corrientes fueron obtenidos del Banco Central de Nicaragua.

- PIB y FBCF en millones de dólares del 2000 fueron obtenidos de América Latina y el Caribe Series históricas de estadísticas económicas 1950-2008 de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y completada la serie para los años 2009-2011 con datos de la CEPAL.

Cuadro A.4.1.1.  
Nicaragua: Correlaciones Parciales  $d\log(\text{PIBR}_t)$ ,  $\log(\text{inflación}_t)$ ,  
 $\log(\text{FB C Fr}_t/\text{PIBR}_t)$ ,  $\log(\text{M 2 A}_t/\text{PIB C}_t)$   
1961 - 2011

	$d\log(\text{PIBR}_t)$	$\log(\text{inflación}_t)$	$\log(\text{FB C Fr}_t/\text{PIBR}_t)$	$\log(\text{M 2 A}_t/\text{PIB C}_t)$
$d\log(\text{PIBR}_t)$	1			
$\log(\text{inflación}_t)$	-0.440***	1		
$\log(\text{FB C Fr}_t/\text{PIBR}_t)$	0.436***	0.158	1	
$\log(\text{M 2 A}_t/\text{PIB C}_t)$	-0.328**	0.378***	0.284**	1

Fuente: Cálculos del autor.

\*\*\*Significativo al 1%

\*\*Significativo al 5%

Cuadro A.4.2.1.  
Análisis de Estacionariedad de las series  
Pruebas Aumentada de Dickey-Fuller (ADF) y Phillips-Perron (PP)  
1961-2011

Variable	ADF			PP		
	SCST	CCST	CCCT	SCST	CCST	CCCT
	<i>En Nivel</i>					
$d\log(\text{PIBR}_t)$	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
$\log(\text{inflación}_t)$	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
$\log(\text{FB C Fr}_t/\text{PIBR}_t)$	I(1)	I(0)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)
$\log(\text{M 2 A}_t/\text{PIB C}_t)$	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
	<i>En Primeras Diferencias</i>					
$dd\log(\text{PIBR}_t)$	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
$d\log(\text{inflación}_t)$	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
$d\log(\text{FB C Fr}_t/\text{PIBR}_t)$	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
$d\log(\text{M 2 A}_t/\text{PIB C}_t)$	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)

Fuente: Cálculos del autor.

SCST: Sin Constante y Sin Tendencia

CCST: Con Constante y Sin Tendencia

CCCT: Con Constante y Con Tendencia

Cuadro A.4.3.1.  
Pruebas Estadísticas de Cointegración  
1961 - 2011  
Test de Causalidad de Granger

Hipótesis nula	Observaciones	F-statistic	Probability
$\log(\text{inflación}_t)$ does not Granger Cause $d\log(\text{PIB}_{r_t})$	50	2.05841	0.15799
$d\log(\text{PIB}_{r_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{inflación}_t)$		1.39358	0.24374
$\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIB}_{r_t})$ does not Granger Cause $d\log(\text{PIB}_{r_t})$	50	5.57302	0.02244
$d\log(\text{PIB}_{r_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIB}_{r_t})$		0.03977	0.84279
$\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_{c_t})$ does not Granger Cause $d\log(\text{PIB}_{r_t})$	50	1.39486	0.24353
$d\log(\text{PIB}_{r_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_{c_t})$		0.04156	0.83934
$\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIB}_{c_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{inflación}_t)$	50	0.00027	0.98687
$\log(\text{inflación}_t)$ does not Granger Cause $\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIB}_{r_t})$		0.27752	0.60081
$\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_{c_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{inflación}_t)$	50	7.08531	0.0106
$\log(\text{inflación}_t)$ does not Granger Cause $\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_{c_t})$		7.57886	0.00837
$\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_{c_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIB}_{r_t})$	50	1.35711	0.24992
$\log(\text{FBCFr}_t/\text{PIB}_{r_t})$ does not Granger Cause $\log(\text{M2A}_t/\text{PIB}_{c_t})$		0.03587	0.85061

Fuente: Cálculos del autor

## Cuadro A.4.4.1.

Nicaragua: Estimación lineal de la relación  
Inflación - Crecimiento Económico

1961 - 2011

ecuación (3.1.1.)

Variables	Metodología Engle-Granger		Metodología J-J (1990)
	Largo Plazo	Corto Plazo	Largo Plazo
C	0.261874*** (5.616014)	-0.00094 (-0.17419)	0.281848 (0.05244)
$\log(\text{inflación}_t)$	-0.011431*** (-3.833204)		-0.022293 (-0.00342)
$d\log(\text{inflación}_t)$		-0.008054* (-1.88246)	
$\log(\text{BCFR}_t/\text{PIBR}_t)$	0.179957*** (5.866342)		0.1487931 (0.03730)
$d\log(\text{BCFR}_t/\text{PIBR}_t)$		0.272022*** (10.9128)	
$\log(\text{M2A}_t/\text{PIBc}_t)$	-0.040793*** (-3.168211)		-0.017332 (-0.01461)
$d\log(\text{M2A}_t/\text{PIBc}_t)$		-0.070704*** (-3.068068)	
$emc_{t-1}$		-0.775744*** (-6.207505)	
$R^2$ ajustado	0.523525	0.763104	
F-statistic	19.31243	40.46049	
CRDW	1.398346	1.824361	
Prob	0.000000	0.000000	
Período	1961 - 2011	1962 - 2011	1961 - 2011
Observaciones	51	50	51

Fuente: Cálculos del autor.

\*\*\*: Significativo al nivel de 0.01

\*: Significativo al nivel de 0.10

J-J: Jobansen-Juselius

Nota: En la metodología Engle-Granger (1987) t-statistic entre paréntesis y en J-J (1990) errores estándar entre paréntesis.

*Cuadro A.4.4.2.*  
*Pruebas Estadísticas de Cointegración*  
*ecuación (3.1.1.)*  
*1961-2011*

Prueba Formal	Valores	Representación gráfica
Número de Variables	4	
Tamaño de la Muestra	51	
ADF Calculado	-5.255629	
ADF Crítico*	-3.98	
CRDW Calculado	1.398346	
CRDW Crítico**	1.05	

Fuente: Cálculos del autor.

\*:Valores críticos de Engle-Yoo (1987).

\*\* : Valores crítico de Sargan y Bhargava (1983).

Cuadro A.4.4.3.  
Nicaragua: Relación de Largo Plazo Inflación - Crecimiento Económico  
Test de Johansen-Juselius (1990) para Cointegración  
1961 - 2011

Hipótesis Nula	Hipótesis Alternativa	Estadístico	Valores Críticos					
			10%	Prob.**	5%	Prob.**	1%	Prob.**
<i>Test de la Traza</i>								
$r = 0$	$r \geq 1$	62.24175	50.52532	0.0079	54.07904	0.0079	61.26692	0.0079
$r \leq 1$	$r = 2$	35.13323	32.26837	0.0507	35.19275	0.0507	41.19504	0.0507
$r \leq 2$	$r = 3$	13.18406	17.98038	0.3493	20.26184	0.3493	25.07811	0.3493
<i>Test del Máximo Valor Propio</i>								
$r = 0$	$r = 1$	27.10852	26.12122	0.0763	28.58808	0.0763	33.73292	0.0763
$r \leq 1$	$r = 2$	21.94917	20.05014	0.0559	22.29962	0.0559	27.06783	0.0559
$r \leq 2$	$r = 3$	8.329042	13.9059	0.5089	15.89210	0.5089	20.16121	0.5089

Fuente: Cálculos del autor.

Nota: Los resultados presentados están basados en datos a nivel sin tendencia determinística, pero la ecuación de cointegración tiene intercepto y el VAR no tiene intercepto con un retardo óptimo según el test estadístico Schwarz information (SC).

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Gráfico A.4.4.1.  
 Nicaragua: Relación de Largo Plazo Inflación - Crecimiento Económico  
 Prueba de Estabilidad del Modelo  $CUSUM$  y  $CUSUM^2$   
 1961 - 2011

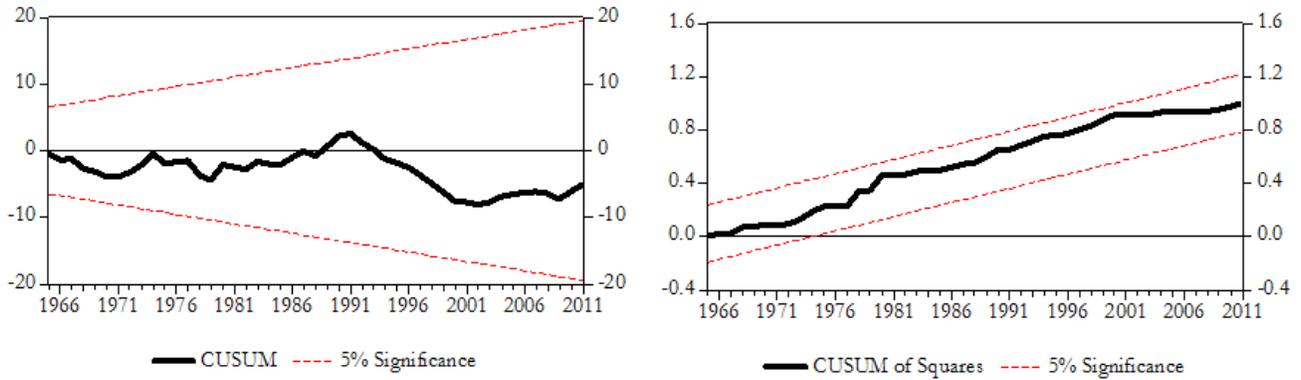


Gráfico A.4.4.2.  
 Nicaragua: Vector Autorregresivo (VAR)  $dlog(PIBr)$ ,  $log(inflación)$ ,  
 $log(FBCFr/PIBr)$ ,  $log(M2A/PIBc)$ .  
 Función Impulso Respuesta (FIR):  $dlog(PIBr) - log(inflación)$   
 1961 - 2011

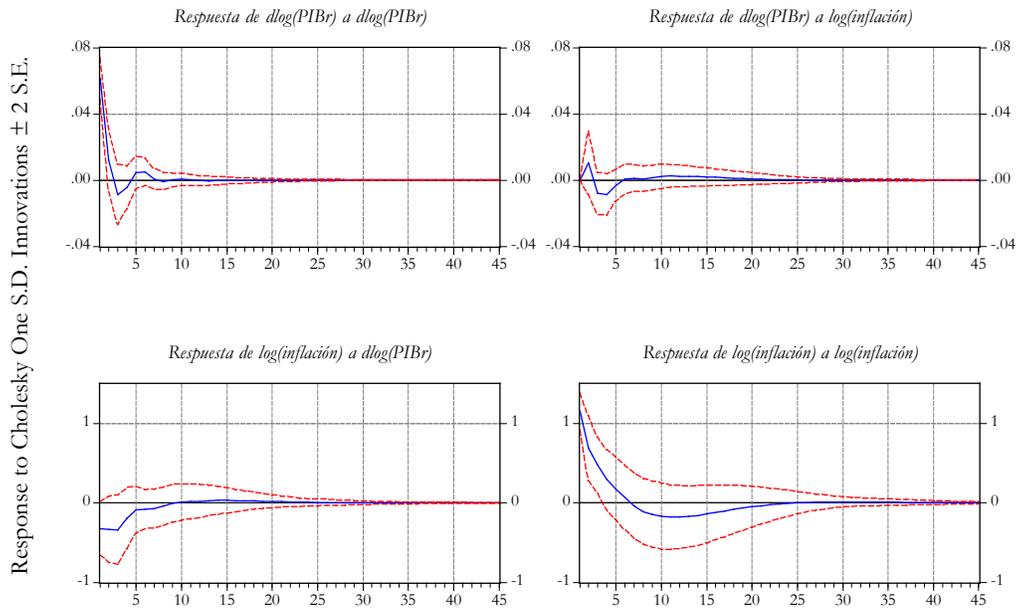
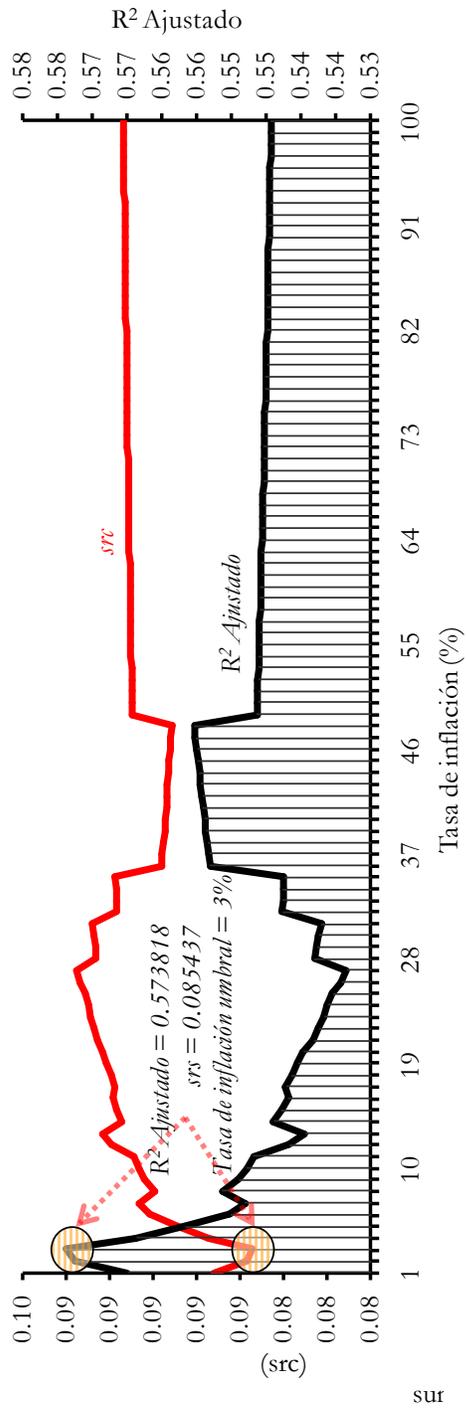


Gráfico A.4.5.1.  
 Nicaragua: bondad de ajuste y suma de residuos para distintos niveles de inflación  
 1961 - 2011



sur

## Cuadro A.4.5.1.

Nicaragua: Estimación no-lineal de la relación  
inflación - crecimiento económico

1961 - 2011

ecuación (3.1.2.)

V ariables	M C O	M C 2E
C	0.290795*** (6.383163)	0.405009*** (6.809747)
(1-D D )*log(inflación <sub>t</sub> )	-0.007607** (-2.530641)	-0.00651* (-1.927913)
D D *[log(inflación <sub>t</sub> )-log(inflación* <sub>t</sub> )]	-0.043508*** (-2.829425)	-0.060722*** (-2.843916)
log (F B C F r <sub>t</sub> / P I B r <sub>t</sub> ) <sub>t</sub>	0.211353*** (6.709962)	0.301225*** (7.269575)
log (M 2 A <sub>t</sub> / P I B c <sub>t</sub> ) <sub>t</sub>	-0.039778*** (-3.258047)	-0.047923*** (-3.272147)
R <sup>2</sup> ajustado	0.573818	0.49188
F-statistic	17.83021	18.54754
D W	1.633745	1.40329
Prob	0.000000	0.000000
Período	1961 - 2011	1962 - 2011
O bservaciones	51	50

Fuente: Cálculos del autor.

\*\*\*: Significativo al nivel de 0.01

\*\*: Significativo al nivel de 0.05

\*: Significativo al nivel de 0.10

M C O : M í n i m o s C u a d r a d o s O r d i n a r i o s

M C 2E : M í n i m o s C u a d r a d o s e n D o s E t a p a s

Cuadro A.4.5.2.  
 Nicaragua: Pruebas de diagnóstico de nivel óptimo de inflación  
 1961 - 2011

Ecuación	Prueba para:	Estadístico	Conclusión
3.1.2.  $\pi_{umbral} = 3\%$	1. Normalidad (Prueba JB)	P = 0.959967	<i>Residuos normalmente distribuidos.</i>
	2. Correlación serial (Prueba LM)	P = 0.227988	<i>Sin correlación serial</i>
	3. Heteroscedasticidad White (término cruzado) White (sin término cruzado)	P = 0.018612 P = 0.049694	<i>Heteroscedasticidad</i>
	4. Estabilidad CUSUM CUSUM Square	Dentro de las bandas.	<i>Estable</i>

*Fuente: Estimaciones del autor.*

Cuadro A.4.5.3

Nicaragua: Ilustración numérica de los efectos de la inflación sobre el crecimiento

<i>Nivel de inflación</i>	<i>Efecto en el crecimiento</i>
<i>Umbral = 3%</i>	
4%	-1.25
5%	-2.22
6%	-3.02
7%	-3.69
8%	-4.27
9%	-4.78
10%	-5.24
11%	-5.65
12%	-6.03
13%	-6.38
14%	-6.70
15%	-7.00
16%	-7.28
17%	-7.55
18%	-7.80
19%	-8.03
20%	-8.25
21%	-8.47
22%	-8.67
23%	-8.86
24%	-9.05
25%	-9.22
26%	-9.40
27%	-9.56
28%	-9.72
29%	-9.87
30%	-10.02

*Fuente: Cálculos del autor sobre la base de la ecuación 3.1.2.*

