

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y RELACIONES INTERNACIONALES
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS



TESIS

**POLÍTICA MONETARIA DE OBJETIVO DE INFLACIÓN: INCERTIDUMBRE DE LA
INFLACIÓN Y DESEMPEÑO ECONÓMICO EN MÉXICO**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS

PRESENTA:

DOMICIO CANO ESPINOSA

PROFESOR ASESOR:

DR. RAMÓN A. CASTILLO PONCE

TIJUANA, BC.

AGOSTO DE 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, pues es él quien me da la oportunidad de tenerme con vida y poder alcanzar mis metas.

Agradezco a mis padres Heybis Espinosa y Domicio Cano porque sé que desde la distancia me brindan su apoyo incondicional en todas las decisiones que tomo, aunque algunas no sean de su agrado.

A mi director de tesis, el Dr. Ramón Castillo, por su valioso aporte a este documento, sus enseñanzas y el tiempo dedicado a la elaboración del mismo. A mis sinodales, el Dr. Juan Manuel Ocegueda y el Dr. Rogelio Varela, por sus comentarios y críticas constructivas, las cuales fortalecieron esta investigación. Agradezco a mis lectores externos; el Dr. Marco Martínez del Angel y Dr. Rolando Valdez por los comentarios que fortalecieron el documento.

También, agradezco al equipo de Coordinación de Posgrado por todo su apoyo administrativo.

Finalmente, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por su apoyo económico, el cual me permitió sufragar mi estadía en este maravilloso país.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Doctorado en Ciencias Económicas

“Política Monetaria de Objetivo de Inflación: Incertidumbre de la inflación y Desempeño Económico en México”

Tesista: Domicio Cano

Director: Dr. Ramón Amadeo Castillo Ponce

RESUMEN

Esta tesis examina las relaciones entre inflación y desempeño económico e inflación e incertidumbre inflacionaria a través de dos modelos econométricos, un modelo GARCH en media (GARCH-M) y un modelo GARCH bivariado en Media (BMGARCH-M) para estimar la incertidumbre nominal y su impacto en el desempeño económico, con datos mensuales para México en el periodo 1995-2019. Se encuentra una relación positiva entre la inflación pasada y la incertidumbre sobre el futuro de los precios para el periodo del estudio. Este resultado indica que la disminución en los precios a partir de 1990 redujo las consecuencias negativas de la incertidumbre de inflación. Adicional, la hipótesis de Friedman (1977) sobre el efecto de la incertidumbre como pernicioso para el desempeño económico recibe un fuerte apoyo en esta tesis. Este resultado se traduce una relación negativa entre la inflación y el producto. Finalmente, no se encuentra evidencia que la incertidumbre de inflación se reduce a partir de la adopción de la política de Objetivos de inflación, sin embargo, en el cumplimiento de las acciones que engloban el régimen de Objetivos de Inflación, se demuestra que México ha mantenido un control adecuado y ha sabido conducir sus políticas hacia la consecución del objetivo inflación.

Palabras clave: Inflación, Incertidumbre inflacionaria, desempeño económico, GARCH-M, MGARCH.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Doctorado en Ciencias Económicas

“Inflation targeting in Mexico; Inflation uncertainty and Economic Performance”

Tesista: Domicio Cano

Director: Dr. Ramón Amadeo Castillo Ponce

ABSTRACT

This thesis examines the relationships between inflation and economic performance and inflation and inflationary uncertainty through two econometric models, a GARCH model in mean (GARCH-M) and a GARCH model bivariate in Mean (BMGARCH-M) to estimate the nominal uncertainty and its impact on economic performance, with monthly data for Mexico in the period 1995-2019. A positive relationship is found between past inflation and uncertainty about future prices for the study period. This result indicates that the decrease in prices from 1990 reduced the negative consequences of inflation uncertainty. Additionally, Friedman's (1977) hypothesis on the effect of uncertainty as detrimental to economic performance receives strong support in this thesis. This result translates into a negative relationship between inflation and output. Finally, there is no evidence that inflation uncertainty is reduced after the adoption of the inflation targeting policy, however, in compliance with the actions that encompass the inflation targeting regime, it is shown that Mexico has maintained adequate control and has managed to steer its policies towards achieving the inflation target.

Keywords: inflation, inflation uncertainty, economic performance, GARCH, MGARCH.

ÍNDICE

Capítulo I. Introducción.....	6
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Justificación	16
1.3. Objetivo General	17
1.4. Objetivos específicos.....	17
1.5. Preguntas de Investigación	18
1.6. Hipótesis	18
Capítulo II. Revisión de la literatura y aspectos teóricos.....	19
2.1. Relación inflación-incertidumbre	30
2.2. Bancos Centrales y relación incertidumbre-inflación	36
2.3. Efectos de la incertidumbre de la inflación sobre el desempeño económico	42
Capítulo III. Marco de Referencia	45
3.1. Medida de volatilidad no condicional como medida de incertidumbre	45
3.2. Medidas de incertidumbre basado en encuestas	48
3.3. La volatilidad condicional de la inflación como medida de incertidumbre	50
Capítulo IV. Marco Metodológico.....	60
4.1. Modelo GARCH en media para inflación	60
4.2. Un modelo VAR-GARCH bivariado (VAR-BMGARCH-M) para la inflación y el producto.....	64
Capítulo V. Análisis exploratorio y resultados econométricos	69
5.1.Efectos de la incertidumbre sobre la inflación y el desempeño económico.....	74
Capítulo VI. Conclusiones.....	85
Referencias.....	95

Capítulo I. Introducción

Adoptar un objetivo de inflación ha sido el último esquema de política monetaria del Banco de México (Banxico), una vez que decidió abandonar el tipo de cambio como ancla nominal en 1994. Esto a partir de la creciente adhesión de países como Nueva Zelanda, Canadá entre otros que adoptaron este régimen y empezaron a notar un desempeño económico destacable.

Poniendo en contexto el esquema; se trata del compromiso por alcanzar un objetivo de inflación que ha sido previamente anunciado al público. El horizonte establecido ha sido típicamente a mediano plazo. Investigadores, hacedores de política, entre otros han afirmado que este ejercicio de definir un objetivo formal para la inflación incrementará la credibilidad y disminuirá la persistencia de la inflación al anclar las expectativas de inflación a la luz de los choques a los que constantemente está sometida esta variable.

Esta política de objetivo de inflación puede tener efectos importantes si es capaz de reducir la incertidumbre de inflación y la persistencia de los choques de inflación. No obstante, dirigir un objetivo de inflación no es un proceso sencillo. Dentro de la concepción del Nuevo Consenso Macroeconómico (NCM), corriente económica que crea el objetivo de inflación, un Banco Central debe tener constante rendición de cuentas, es decir, informar sobre los movimientos y el rumbo en la conducción de la política monetaria. Adicional, un compromiso por conseguir el objetivo de inflación decretado dentro del periodo establecido. Finalmente, transparencia la cual está ligada a la rendición de cuentas y legitimidad. La independencia entre el rol del gobierno y sus políticas y la conducción de las políticas del Banco Central, son fundamentales para el manejo de los instrumentos con los que dispone la autoridad Central.

Todas estas condiciones nos llevan a pensar que este régimen para la estabilidad de precios es más complicado de lo que parece cuando se lleva a la práctica. Lo que queda establecido es que la propuesta del NCM de adoptar un objetivo de inflación fue motivada por la convicción de que una mayor inflación es perjudicial para el crecimiento económico.

Antes del surgimiento de este modelo económico (NCM), numerosos estudios se dirigieron a conocer los efectos de la inflación sobre el producto, los cuales generaron opiniones divididas a nivel teórico y empírico. En primer lugar, los estudios de Fisher (1926), Phillips (1958), Mundell (1963), Tobin (1965), Lucas (1973), Alberro (1981), Ball, Mankiw y Romer (1988), entre otros, plantearon una relación positiva entre la inflación y el producto. El argumento obedece a los modelos de oferta y demanda agregada en el que la expansión de la demanda va acompañada de mayores niveles de inflación y producción. Con los episodios de elevada inflación de los años 1970 y 1980, la opinión giró en torno a defender que la inflación es perjudicial para el crecimiento económico. Entre los autores que mantuvieron esta idea estaban Friedman (1977), Stockman (1981), Cooley y Hansen (1989), Jones y Manuelli (1995) y Gomme (1993). En general, el razonamiento señala a la inflación como reductora de la capacidad de adquisición de bienes de consumo y de capital. Esto último conlleva a un menor ritmo de crecimiento de la economía.

Ahora bien, con el surgimiento del NCM que crea la política de objetivos de inflación, Canadá y Nueva Zelanda son los primeros países en adoptar este esquema en 1990 y se comienza a notar un debilitamiento en el trade-off entre inflación y producto. Ante este escenario aparecen los estudios Fischer (1993), Sarel (1996), Judson y Orphanides (1996), Bruno y Easterly (1998), Ghosh y Phillips (1998), Burdekin, Denzau, Keil, Thitihep y Willet (2004), que proponen una relación no lineal de los efectos de estas dos variables. Principalmente, reconocen que la inflación

afecta negativamente el producto, pero proponen un umbral en el cual la inflación tiene un efecto ligeramente positivo y en algunos casos, significativo.

Conviene señalar que, aunque este proyecto de investigación no busca establecer una relación trade-off entre inflación y crecimiento, la misma se expone indirectamente, pues como menciona Ball et al. (1988), tanto la inflación promedio y el crecimiento promedio, así como sus varianzas imponen alteraciones en el trade-off de estas variables, contradiciendo de esta forma la teoría clásica de Lucas (1973) quien demostró que solo la varianza de los precios modifican la relación entre inflación y crecimiento y no sus variables en niveles. Afirmó que es esta varianza la que afecta la incertidumbre que enfrentan los agentes económicos. Del mismo modo, Judson y Orphanides (1996) demostraron que tanto la volatilidad como el nivel de la inflación condicionan el ritmo de crecimiento de la economía. Aducen que la volatilidad de la inflación sirve como una medida de la incertidumbre macroeconómica.

Es evidente entonces, el efecto de la inflación sobre el desempeño económico a través de la incertidumbre de la inflación. Friedman (1977) argumenta que un aumento de la inflación conduce una mayor incertidumbre sobre la inflación futura afectando la efectividad de los precios a través de una mala asignación de los recursos. Su idea iba dirigida a que altas tasas de inflación producen inestabilidad del producto como resultado de un uso ineficiente de los recursos de las empresas a la incertidumbre en la toma de decisiones y que esto pudiera generar desempleo.

Además, que incrementos en la incertidumbre de inflación reduce la efectividad de los precios relativos en coordinación con las acciones económicas al hacer más difícil distinguir entre cambios en los precios relativos y nominales, lo que podría afectar adversamente la actividad económica real. Manifestó “mientras más incertidumbre de inflación haya, mayor es la dificultad para extraer las señales de los precios relativos sobre los precios absolutos...al extremo el sistema

de precios absolutos se convierte casi al menos inútil...los agentes se reordenarían ya sea a una moneda alternativa o a una permuta, lo que llevaría a efectos desastrosos de productividad” Friedman 1977 p.467.

En un país con alta inflación, se dificulta el uso de instrumentos de política monetaria de la Autoridad Central, convirtiendo a la sociedad en “mente inflacionista” como resultado de las inestabilidades políticas. También, la pérdida de bienestar de la sociedad medido por el excedente del consumidor fue señalado como posibles implicaciones de la relación inflación-incertidumbre. Las distorsiones que produce la incertidumbre de la inflación en el sistema económico afectan negativamente la eficiencia de asignación de recursos y el nivel de actividad real. También, el escenario de estanflación de los 70 reflejó “temporalmente” las desviaciones a una curva de Phillips Vertical debido a una mayor incertidumbre de la inflación (Friedman, 1977).

A partir de esa concepción, esta tesis propone aportar evidencia del efecto de la inflación sobre la incertidumbre de la inflación y a su vez sobre el desempeño económico de México para el periodo 1995-2019. Como este periodo abarca el régimen de objetivos de inflación, es de interés conocer si este esquema ha disminuido la incertidumbre sobre el futuro de la inflación. De manera específica las preguntas que guían esta investigación son:

1. ¿Cuál es la relación que existe entre la inflación y la incertidumbre de inflación?
2. ¿Cuál es la relación que existe entre incertidumbre de la inflación y desempeño económico?
3. ¿En qué medida la política de objetivo de inflación ha contribuido en la incertidumbre de la inflación?

Estas preguntas además se derivan de la controversia que existe respecto a dos posturas: La primera y la que ha motivado a la mayoría de los países a acogerse en este marco de referencia es el consenso entre economistas de que un ambiente de baja inflación permite anclar las expectativas

de inflación lo cual resulta beneficioso para el crecimiento y la estabilidad económica. La segunda, se desprende del señalamiento de la incertidumbre como el resultado o como una característica que define a cualquier ambiente de política monetaria (Greenspan, 2004). De manera análoga, la heterogeneidad entre los países y las distintas técnicas econométricas de las cuales se apoyan los economistas y hacedores de política, han originado resultados divididos que han despertado el interés por entender el efecto que producen las variables que aquí se plantean.

Los resultados son de gran importancia y tienen implicaciones sobre la elaboración de política. Es decir, la puesta de marcha del modelo de objetivos de inflación ha sido predicado como un esquema que permitiría controlar los efectos de la inflación sobre el crecimiento y la eficiencia económica. Siendo así, esta tesis expone que existe una relación positiva entre la inflación y la incertidumbre de la inflación y que a su vez una mayor incertidumbre de la inflación restringe el crecimiento económico. Esto quiere decir, se plantea una relación positiva entre la inflación y desempleo, lo que se aleja del señalamiento de la Curva de Phillips Tradicional.

Se reconoce también que este señalamiento pudiera generar dudas al lector, pues, al plantear una relación positiva entre inflación y desempleo, se expresa una relación negativa entre inflación y crecimiento, sin embargo, como menciona Mackinnon (1973) una mayor inflación induce a los individuos a economizar sobre la tenencia de dinero real, pero, desde que el dinero es usado para consumo y como un bien de inversión, la compra real y la producción de estos bienes cae cuando disminuye la tenencia de dinero. A una tasa de inflación más alta, el dinero es más costoso de tener. La inflación actúa como un impuesto a la inversión incluso en la ausencia de impuestos implícitos. También, la inflación puede interactuar con los impuestos explícitos para reducir la inversión (Feldstein, 1981). Para Jones y Manuelli (1995) si la tasa de inflación afecta las decisiones de inversión, entonces, se deduce que cambiar la tasa de expansión monetaria tiene

efectos de crecimiento. Esto último, ante un ambiente de expansión monetaria. Una explicación más simple que establece Fischer (1993) es que no hay argumentos para mantener tasas de inflación altas. Es decir, un gobierno que esté produciendo inflación es un gobierno que ha perdido el control. Además, Todos los gobiernos anuncian que apuntan a una inflación baja y, por lo tanto, se puede esperar que cambie la situación macroeconómica en cualquier economía de inflación media o alta.

Este ultimo razonamiento obedece a los modelos no lineales que establecen un quiebre estructural en el cual la inflación pasa de tener un efecto positivo a uno negativo sobre el crecimiento económico. Esta tesis además sigue el trabajo de Grier y Grier (2006) quien demostró un efecto negativo de la incertidumbre de inflación sobre el crecimiento, utilizando un Modelo GARCH en media aumentado para el caso de México, apoyando el señalamiento de Friedman (1977) el cual se ha expuesto en esta sección y que queda planteado en el capítulo 2. Su trabajo solo abarcó el periodo 1972 a 2001. A diferencia de ellos, el análisis cubre el periodo de objetivo de inflación, por ende, se extiende la muestra hasta el año 2019. De esta manera, se verifica si la relación se mantiene ante la adopción de este esquema de política monetaria.

Esta investigación está motivada por lo siguiente:

- La intención latente anunciada por el Banco Central de relajar la política monetaria a consecuencia de una tendencia a la baja de las proyecciones de crecimiento económico y una inflación subyacente reacia a entrar dentro de la banda del 3%.
- Aportar evidencia empírica a la literatura sobre la relación entre incertidumbre de inflación y crecimiento económico para economías con objetivos de inflación ya que como menciona Blanchard, Dell’Ariccia y Mauro (2010) lo que entendemos sobre la relación entre estas dos variables es escaso principalmente en economías con inflación baja y estable.

Es importante resaltar que la incertidumbre es una variable generada a través de modelos, es decir, no existe una variable propia de incertidumbre. A lo largo del tiempo se han empleado variables proxy que permitan capturar mejor el efecto de la incertidumbre sobre las variables macroeconómicas. Una práctica muy estudiada en los 70s y 80s fue utilizar como proxy de la incertidumbre de inflación la volatilidad no condicional de la inflación observada. El primero en utilizar esta técnica fue Okun (1971) con una muestra de 17 países industriales para el periodo 1951 -1958. Años más tarde Fischer (1981) aborda el estudio utilizando la tasa de inflación promedio y su respectiva desviación estándar como medida de incertidumbre.

Otra técnica empleada fueron las encuestas de pronósticos de inflación. Se emplean dos técnicas en esta modalidad: la primera consiste en obtener la varianza del pronóstico de inflación entre las respuestas de los individuos sobre la inflación esperada futura. En este caso, la incertidumbre será alta o baja dependiendo de las expectativas que los participantes de la encuesta tengan sobre el futuro de la inflación. La segunda técnica consiste en obtener el promedio de los intervalos de confianza del pronóstico de inflación. Las encuestas más utilizadas con esta metodología son la encuesta Livingston de pronosticadores económicos profesionales y la Encuesta de los Hogares del Centro de Investigación de Encuestas (SRC) de la Universidad de Michigan. Algunos autores que emplearon esta metodología son Cukierman y Wachtel (1979), Holland (1995), Zarnowitz y Lambros (1987), entre otros.

La tercera técnica que se emplea y la cual se utiliza en esta tesis está basada en la volatilidad condicional como medida de incertidumbre. Se estima la incertidumbre de la inflación con una medida de la varianza condicional generada por los modelos de Heterocedasticidad Condicional Generalizada Autorregresiva (GARCH) por sus siglas en inglés. El pionero en utilizar esta técnica fue Engle (1982) quien estima la incertidumbre de la inflación de Reino Unido y en 1983 para la

economía de Estados Unidos. Posteriormente Bollerslev, Engle y Wooldridge (1988) amplían el método para estudios de análisis multivariantes sobre volatilidad de distintas variables simultáneamente. Como mostró Pagan (1984), el uso de esta técnica es más eficiente que el usar las medidas de encuestas o la desviación estándar no condicional. La razón es que estas dos últimas requieren una estimación en dos pasos, mientras los modelos GARCH permiten una estimación simultánea de la media y la varianza de la inflación junto con otras variables de interés. Este enfoque ha sido aplicado por Grier y Perry (1998), Grier, Henry, Olekalns y Shields (2004), Bredin y Fountas (2005), Grier y Perry (2000) entre otros. Esta técnica queda desarrollada en el capítulo tres de este documento.

Este proyecto está organizado de la siguiente manera: en el capítulo 1 se expone el planteamiento del problema, las hipótesis que dirigen esta investigación y la justificación del proyecto. Siguiendo en el capítulo 2 se presenta una revisión de la literatura que aborda los efectos y causas de la incertidumbre así como los efectos sobre la inflación y el desempeño económico. En el capítulo 3 se destacan los principales trabajos y las técnicas utilizadas para medir la incertidumbre. El capítulo 4 expone la metodología econométrica utilizada. En el capítulo 5 se realiza un análisis exploratorio y los resultados econométricos. Finalmente, en el capítulo 6 se exponen las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

1.1.Planteamiento del Problema

A lo largo del tiempo se ha discutido si la inflación es dañina, útil o indiferente al crecimiento económico; si la eliminación de ésta debe venir antes o después de una alta tasa de crecimiento económico; también, si la misma está ligada a las fases de crisis sufrida por algunos países en el pasado. En las naciones en vías de desarrollo, el interés sobre la dinámica del nivel de precios tomó importancia a partir de mediados de la década de los setenta, en gran medida como respuesta a los periodos hiperinflacionarios que varias economías sufrieron entonces (Baer, 1967).

En México, luego de las distintas crisis que ha sufrido su economía, el estudio de la inflación se ha vuelto un hecho constante, esto con el fin de conocer los costos asociados a este flagelo económico. Un posible costo asociado como lo ha manifestado Friedman (1977) y Ball (1990) es que una mayor inflación crea mayor incertidumbre. También, años más tarde se han desarrollado modelos económicos en los que se plantea que una mayor incertidumbre genera mayor inflación.

A consecuencia de lo anterior, el Banco de México decidió adoptar un esquema de objetivos de inflación (OI) el cual fue concebido como un modelo que fomentaría el crecimiento económico y mantendría la inflación baja y estable (Hernández, 2015). En general, el modelo reconoce que la inflación alta y volátil es perjudicial para el crecimiento económico y conlleva costos de bienestar. Sin embargo, la forma en cómo la inflación y su incertidumbre determinan conjuntamente el crecimiento económico sigue siendo una pregunta que merece mayor investigación. La variable clave es la volatilidad de la inflación, medida de la incertidumbre económica. En el trabajo de Judson y Orphanides (1996), con una muestra de 142 países, encuentra que una inflación alta es perjudicial para el crecimiento y su volatilidad está asociada con un bajo

crecimiento a todos los niveles de inflación. Para Fischer (1993) la estabilidad macroeconómica sugiere que la incertidumbre puede afectar el crecimiento así: la incertidumbre macroeconómica inducida por las políticas reduce la eficiencia del mecanismo de precios, como en la contribución clásica de Lucas (1973). Se puede esperar que esta incertidumbre, asociada a una alta inflación o inestabilidad del presupuesto o de la cuenta corriente, reduzca el nivel de productividad. También el énfasis que hace este autor y la mayoría que postulan una relación negativa entre el trade-off sobre la inversión como principal variable afectada en un marco de incertidumbre, tiende a mermar la adquisición de activos y afectar el crecimiento.

Desde 1995 el Banco de México ha perseguido objetivos implícitos de inflación y, desde entonces la reducción de la inflación ha pasado según datos de esta entidad Central de un 52% en 1995 a 3.5% en promedio para el año 2019. Los resultados han sido contundentes tanto para México como para los demás países que han adoptado este esquema de política de monetaria. Esto como una de las hipótesis que explica la reducción de las tasas de inflación en este periodo. Autores como Ball y Sheridan (2003); Mishkin y Schmidt-Hebbel (2007) han propuesto como hipótesis alternativa que ha habido una desinflación global producto y que en ese mismo periodo (1995-2019), los países experimentaron una mayor apertura comercial y financiera, lo que trajo una reducción de precios producto del aumento de la oferta y la disminución de la demanda. Estos autores llegan a estos resultados al comparar a grupos de países que adoptaron el esquema de OI contra aquellos países que no lo adoptaron.

Si bien se reconoce el esfuerzo de la autoridad Central en el control de inflación, no se puede dejar de lado que han sido escasas las ocasiones en que esta entidad ha podido llevar a la inflación a su tasa objetivo la cual es del 3% o incluso lograr mantenerla dentro del rango de

holgura establecido; +/- 1%. A manera de contexto, según informes del Banxico 2018, para finales de 2017 esta variable alcanzó tasas del 6.59% versus una tasa de crecimiento promedio de 2% a partir de 2001 y que ha venido en descenso desde el 2018. En gran medida estos choques han sido motivados por la constante volatilidad del tipo de cambio el cual para el ultimo trimestre de 2016 alcanzó valores de 21.90 pesos por dólar y que en el 2019 ha mantenido un rango de 18.57 y 19.80 pesos por dólar (Banco de México, 2017, 2019).

Por las fluctuaciones drásticas en el comportamiento de la inflación, esto es, periodos de elevada inflación seguidos de periodos de estabilización monetaria, la economía mexicana representa un caso importante para el análisis empírico de la naturaleza de la relación entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria; concretamente, se analiza si existe una retroalimentación mutua de estas dos variables a lo largo de los últimos años.

1.2. Justificación

Esta investigación es conveniente porque permite aportar evidencia empírica actualizada sobre la relación que guarda la inflación sobre la incertidumbre de la inflación y sobre el crecimiento económico. De esta forma, se podrá contar con un cálculo actualizado de como interactúan estas variables en el tiempo, precisamente en el periodo en el que México ha dirigido esfuerzos por contener la inflación y fomentar el crecimiento económico (1995-2019).

La investigación tiene relevancia social dado que el contexto de incertidumbre que envuelve la política monetaria y la economía global, repercuten sobre las expectativas del público y hace más difícil la conducción de los objetivos del Banco de México. Recordemos que en la práctica es difícil predecir con exactitud el curso que tomará la senda inflacionista, por lo cual,

tener un entendimiento de los efectos de la incertidumbre apoyará la credibilidad que ha mantenido el Banco Central y mejorará la planificación del sector privado.

Asimismo, tiene relevancia metodológica, pues propone una técnica de vectores autorregresivos combinada con modelos de heterocedasticidad condicional, la cual permite interactuar las variables de forma simultánea para conocer si existe un efecto “feedback” entre ellas. También, este proyecto abona al estudio de constante investigación sobre la efectividad del esquema de OI del Banco de México, en este caso dedicándonos a conocer si ha disminuido la incertidumbre de la inflación con la adopción de este esquema, siendo esto un campo poco explorado y lo que revivió las teorías sobre inflación y crecimiento económico, a partir de los cambios en la conducción de la política monetaria de muchos países en los últimos años. Esta tesis se refiere a los cambios en la relación mostrada en los últimos años (negativa), incluso a la manifestación de una posible relación no lineal que surge con los cambios en los niveles de inflación desde los 90 hasta nuestros días.

1.3.Objetivo General

El objetivo General de esta investigación es:

Evaluar el efecto que produce la inflación sobre la incertidumbre de la inflación y el desempeño económico para México.

1.4.Objetivos específicos

Los objetivos específicos que dirigen esta investigación son:

- Establecer coeficientes que muestren el efecto de la inflación sobre la incertidumbre de la inflación y el desempeño económico.

- Determinar si se ha reducido la incertidumbre de la inflación con la adopción del objetivo de inflación del Banco de México.

1.5.Preguntas de Investigación

¿Cuál es la relación que existe entre la inflación y la incertidumbre de inflación?

¿Cuál es la relación que existe entre incertidumbre de la inflación y desempeño económico?

¿En qué medida la política de objetivo de inflación ha contribuido en la incertidumbre de la inflación?

1.6.Hipótesis

Con base en los objetivos y preguntas planteados anteriormente se desprenden las siguientes hipótesis:

H1: Existe una relación directa y significativa entre la inflación y la incertidumbre de inflación.

H2: Existe una relación negativa y significativa entre la incertidumbre de la inflación y el desempeño económico.

H3. La política de objetivos de inflación ha disminuido la incertidumbre de la inflación.

Capítulo 2. Revisión de la literatura y aspectos teóricos

El objetivo de inflación ha sido promovido como un medio para bajar el nivel, las expectativas y la incertidumbre alrededor de la inflación. Este esquema ha sido la piedra angular de la Nueva Síntesis Neoclásica o Nuevo Consenso Macroeconómico; corriente económica que propuso este esquema de Política Monetaria (Woodford, 2009). En este paradigma, los tipos de cambio fijo fueron sustituidos por regímenes cambiarios de flotación; los límites a las tasas de interés fueron removidos; se descartaron las restricciones a los flujos internacionales de capital; y se desreguló, casi por completo, el sistema financiero (Rosas Rojas, 2019). En 1990 se empezó a adoptar este régimen y consecutivamente muchas economías empezaron a copiar este modelo de política monetaria, motivados principalmente por las fallas en los objetivos implementados previamente; principalmente los objetivos monetarios y/o de tipo de cambio.

Desde entonces, la conducción de la macroeconomía ha sido dominado por la mayoría de los países por el NCM; caracterizado básicamente por tres ecuaciones: una curva de demanda agregada del tipo IS, una curva de Phillips con inflación, y una regla de política de tasa de interés, a menudo referida como regla de Taylor (Bernanke y Mishkin (1997); B. Bernanke et al. (2001); Svensson (2001); Gavin (2003); Bernanke y Woodford (2005)). Esta última sustenta el marco de política monetaria, denominado OI, y sostiene que la tasa de interés influye en el nivel de actividad económica (vía demanda agregada), lo que, a su vez, puede influir en la tasa de inflación. La política monetaria tiene un solo objetivo, la estabilidad de la inflación; y un solo instrumento, la tasa de interés, y puesto que el régimen de tipo de cambio es flexible, la autoridad monetaria no tiene metas intermedias ni realiza intervenciones en los mercados cambiarios (Svensson, 2001).

Este apartado se enfoca en resaltar las principales contribuciones teóricas que muestran la interacción dinámica entre inflación, incertidumbre de inflación y desempeño económico, la cual se ha puesto en evidencia en las economías actualmente, principalmente por las bajas tasas de inflación que presentan en la actualidad.

Es necesario establecer que las relaciones entre dichas variables quedaron propuestas en la teoría que aborda el trade-off entre inflación y producto y las relaciones encontradas van desde una relación positiva, negativa a cero efectos de trade-off. Como punto de partida, Fischer (1926), estableció una relación negativa entre la variación de los precios y la tasa de desempleo, lo cual se puede entender como una asociación positiva entre la inflación y el crecimiento de la economía. Para el Reino Unido, Lucas (1973) Phillips (1958) realiza un estudio estadístico que comprendía el periodo 1861-1913, 1913-1948, 1948-1957. Llega a resultados similares a los de Fischer (1926).

En la misma línea Mundell (1963) elabora un modelo para establecer la relación entre inflación y tasa de interés real. Para este autor, cuando la inflación es alta, las personas se ven obligadas a incrementar su ahorro al ver reducidas sus riquezas. Esta acción impacta sobre las tasas de interés al reducirla y de esta manera se incentiva la acumulación de capital. Este mecanismo acelera el ritmo de crecimiento de la economía lo que se traduce en una relación positiva entre la inflación y el producto.

Según Mundell las fluctuaciones previsibles son las que tienen efectos reales sobre la economía. Es decir, cuando se espera que los precios suban, la tasa de interés monetaria sube menos que la tasa de inflación, lo que impulsa un auge de la inversión y una aceleración del crecimiento. Por el contrario, cuando se espera que termine una subida de precios, se produce una caída del mercado de valores, un aumento de la tasa de interés real y una desaceleración del crecimiento.

En una propuesta distinta a los modelos neoclásicos no-monetarios de crecimiento, Tobin (1965) discute el rol de los factores monetarios en el grado de intensidad del capital de una economía. En su estudio, demuestra que la inflación tiene un efecto positivo sobre la acumulación del capital y que conducía a la economía hacia un estado estacionario con un mayor nivel de capital per cápita. Tobin consideraba que la mayoría de los modelos no-monetarios no contemplan la elección de portafolio, activo fundamental al establecer que la inflación reduce el retorno de dinero y desalienta la tenencia de este. Esta situación genera que los agentes económicos adquieran mayores niveles de capital físico dentro de sus portafolios.

De la mayoría de los autores que se sumaron en plantear una relación positiva entre inflación y producto, Phillips (1958) fue el que motivó algunos estudios. Lucas (1973) intentó demostrar empíricamente el hallazgo de este autor. Utilizó una muestra de 18 países para el periodo comprendido entre 1951 y 1967 con el fin de analizar la relación entre inflación y crecimiento económico. Lucas no se interesó por explicar los movimientos en el nivel de producción y de precios dentro de un país determinado, sino más bien ver si los términos de "trade-off" entre la inflación y el producto varían entre países en la forma prevista por la teoría de la tasa natural.

Este autor demostró que no había una asociación positiva entre la tasa promedio de la inflación y la tasa promedio de crecimiento. Sin embargo, planteó un modelo con información imperfecta en el que el producto de una economía sí se ve alentado por la inflación si los agentes económicos no son capaces de distinguir los movimientos en los precios relativos de aquellos que provienen sólo del nivel general de precios. Dicho de otra forma, la asociación positiva de los cambios de precio y la producción surge porque los proveedores malinterpretan los movimientos generales de precios con los cambios de precios relativos. Este señalamiento es de gran importancia, pues es el que retoma Friedman (1977) cuando sugiere que la incertidumbre de la

inflación se afecta por las imprecisiones de los agentes económicos sobre los cambios de precios. Según Lucas, la tasa de inflación promedio no aumentará la producción promedio y cuanto mayor sea la varianza de los precios, menos favorable será el trade-off observado. Alberro (1981) confirma los hallazgos de Lucas al ampliar la muestra a 48 países. Para este autor, los países con shocks exógenos muy fluctuantes tendrán una Curva Phillips más vertical a medida que sus habitantes agudicen sus instrumentos para diferenciar entre shocks reales y nominales.

Un punto de discusión que siguió después del postulado de Lucas (1973) fue el papel de la varianza de los precios en el trade-off inflación-producto. Ball et al (1988) bajo un enfoque Neokeynesiano, consideran que tanto el nivel promedio de precios como la varianza de los choques nominales modifican la relación entre la inflación y crecimiento. Punto contrario al de Lucas en el que la inflación promedio es irrelevante para explicar las modificaciones que sufre la relación entre inflación y crecimiento, porque sólo la varianza de los choques aleatorios afecta la incertidumbre que enfrentan los agentes económicos.

El mecanismo se da la siguiente forma; un aumento en la tasa promedio de inflación hace que las empresas ajusten los precios con más frecuencia para mantenerse al día con el nivel de precios en aumento. A su vez, cambios de precios más frecuentes implican que los precios se ajustan más rápidamente a los choques nominales y, por lo tanto, los choques tienen efectos reales menores. En el trabajo de Ball et al (1988) se dejan establecidas las diferencias sobre el efecto de la inflación en el trade-off de inflación -crecimiento entre los Modelos Keynesianos y Nuevos Clásicos. En primer lugar, las teorías de rigideces nominales predicen que la alta inflación hace que la curva de Phillips sea más pronunciada. En el modelo de información imperfecta de Lucas, la inflación promedio es irrelevante para la trade-off entre producción e inflación, porque solo las varianzas de las variables aleatorias, no las medias, afectan la incertidumbre que enfrentan los

agentes. En segundo lugar, en las teorías clásicas, una gran variación de los choques de precios relativos aumenta los efectos reales de los choques nominales, porque aumenta la proporción de estos choques que los agentes perciben erróneamente como reales. En las Keynesianas, una gran variación de los choques idiosincrásicos, como una gran variación de los choques agregados, conduce a cambios de precios más frecuentes y, por lo tanto, reduce los efectos de los choques nominales.

Un autor que no encontró evidencia entre inflación y crecimiento fue Sidrauski (1967). Este autor realiza una crítica al modelo de Tobin (1965) al considerar que por ser modelos no-monetarios, ignoran la estructura monetaria y solo se enfocan en variables reales. Para Sidrauski, un incremento en la inflación no incide sobre el acervo de capital en el estado estacionario y, por tanto, el crecimiento y el nivel del producto no se ven afectados en forma alguna. Bajo los supuestos de Sidrauski, la maximización de la utilidad de los agentes económicos implica la selección endógena de la tasa de ahorro de la economía, mientras que en la investigación de Tobin se supone que el ahorro es una proporción fija del ingreso.

A partir de los años 70 y 80 muchas economías empezaron a afrontar periodos de severa inflación la cual estuvo acompañada de crisis macroeconómicas y de balanza de pagos Sarel (1996). Como resultado, emergió un grupo de autores que plantearon una relación negativa entre inflación y crecimiento económico. Uno de ellos fue Stockman (1981) quien planteó que, debido a que el dinero se usa de forma complementaria al capital para financiar proyectos de inversión, un incremento en la inflación merma la capacidad de adquisición no sólo de bienes de consumo, sino también de bienes de capital, y esto último conlleva un menor ritmo de expansión de la producción. El documento examina el efecto de la inflación anticipada sobre el acervo de capital en estado estacionario en una economía en la que el dinero se introduce a través de una restricción

de transacciones del tipo de anticipo de efectivo en lugar de hacerlo directamente en las funciones de utilidad de los individuos. Los efectos negativos de la inflación sobre el stock de capital también implican claramente que el consumo y la utilidad se reducen por una mayor inflación. Estas posturas de una relación negativa en el trade-off apoya los postulados de Friedman (1977).

La interpretación de esta relación se da a través de la tenencia de dinero. Es decir, una mayor inflación induce a los individuos a economizar sobre la tenencia de dinero real, pero, desde que el dinero es usado para consumo y como un bien de inversión, la compra real y la producción cae de estos bienes cuando disminuye la tenencia de este. La inflación actúa como un impuesto a la inversión incluso en la ausencia de impuestos implícitos. También, la inflación puede interactuar con los impuestos explícitos para reducir la inversión (Feldstein 1981).

Cooley y Hansen (1981), al analizar los efectos de la inflación sobre la forma como los agentes económicos toman sus decisiones para determinar las horas que dedican al trabajo y al ocio, encontraron que la inflación es perjudicial para el crecimiento. El argumento de Cooley y Hansen gira en torno al menor rendimiento generado por el trabajo cuando aumenta la inflación, lo cual induce a que los individuos sustituyan cantidades de trabajo por más horas de ocio.

Años más tarde, con la implementación del esquema de objetivos de inflación y las reducidas tasas de inflación presentadas en varios países, Gomme (1993) se interesa por conocer los costos de bienestar en un ambiente de tasas moderadas y la importancia del ocio laboral en la evaluación de políticas públicas. Su modelo predice que los costos de bienestar son pequeños porque los efectos de la tasa de crecimiento son pequeños, los costos de menor tasa son relativamente pequeños y el aumento del ocio tiende a compensar los costos de un menor crecimiento y consumo. Dado que el modelo predice pequeños efectos de la tasa de crecimiento, los costos de bienestar asociados serán menos dramáticos que los observados en Lucas (1988).

Al igual que Gomme (1993), Jones y Manuelli (1995) indican que el incremento en el índice general de precios afecta negativamente al crecimiento económico. Para este autor, las distorsiones generadas por una política fiscal expansiva constituyen el mecanismo mediante el cual la inflación perjudica el ritmo de crecimiento de la economía, ya que al haber un impuesto efectivo mayor sobre los ingresos provenientes del capital se desalienta la acumulación de este factor. Sin embargo, en ambas referencias la magnitud del efecto negativo de la inflación sobre el crecimiento es muy pequeña. Este autor contradice a Tobin (1965) y su argumento sobre el aumento de la tasa de crecimiento de la oferta monetaria da como resultado una mayor inflación, pues considera que la inflación afecta las decisiones de inversión, y cambiar la tasa de expansión monetaria tiene efectos sobre el crecimiento.

Es notable entonces, como la mayoría de las posturas de una relación negativa entre la inflación y el crecimiento se da a través de la inversión y sobre el costo de la tenencia de dinero. También, en la mayoría de ellos, se deja establecido que las afectaciones del trade-off pudieran originarse a través de la varianza de la inflación o la volatilidad. Esos estudios plantearon que la incertidumbre de los agentes económicos ocurre por la mala interpretación de los choques nominales.

Otro punto notable es que tanto los estudios que postulan una relación positiva como negativa, se referían a una asociación lineal. En las últimas décadas, las investigaciones se han enfocado en conocer si existe una relación no lineal entre el trade-off de inflación y crecimiento. Dicho de otra manera, en que punto la relación entre estas dos variables pasa de ser positiva a negativa, o si existe un umbral de inflación. Esto como resultado de los bajos niveles de inflación reportados por los países y por la adopción constante del esquema de objetivos de inflación por alguno de ellos.

En esta línea de investigación se encuentra el estudio de Fischer (1993) quien utilizó datos Panel de 101 países para el periodo 1969-1989. Encuentra que la inflación el déficit fiscal y las distorsiones en los mercados cambiarios afectan negativamente al crecimiento. Además, postuló que la inflación inhibe la expansión económica porque reduce tanto la acumulación de capital como el crecimiento de la productividad.

Este autor establece dos canales por los que se da esta relación: la inflación reduce el crecimiento al reducir la inversión y el crecimiento de la productividad como ya se mencionó; Los déficits presupuestarios también reducen tanto la acumulación de capital como el crecimiento de la productividad. Al ser así, considera que la inflación es el reflejo de la capacidad de del gobierno para administrar la economía. Es en este punto donde la incertidumbre se vuelve un factor relevante al ser la razón de la búsqueda de estabilidad macroeconómica. Menor incertidumbre garantizará una economía mas estable.

Fischer recalca que existen dos canales sobre los cuales la incertidumbre afecta el crecimiento: Primero, la incertidumbre macroeconómica inducida por las políticas reduce la eficiencia del mecanismo de precios, como en la contribución clásica de Lucas (1973). Se puede esperar que esta incertidumbre, asociada a una alta inflación o inestabilidad del presupuesto o de la cuenta corriente, reduzca el nivel de productividad y, en contextos donde la reasignación de factores es parte del proceso de crecimiento, también la tasa de incremento de la productividad. En segundo lugar, la incertidumbre temporal sobre la macroeconomía tiende a reducir la tasa de inversión, ya que los inversores potenciales esperan la resolución de la incertidumbre antes de comprometerse (Pindyck y Solimano, 1993). Este canal sugiere que la inversión sería menor en momentos en que la incertidumbre es alta y, por lo tanto, su presencia debería ser más notoria en la serie temporal que los datos transversales. La fuga de capitales, que probablemente aumentará

con la inestabilidad interna, proporciona otro mecanismo mediante el cual la incertidumbre macroeconómica reduce la inversión en la economía nacional.

Sarel (1996) se interesó por conocer la posibilidad de efectos no lineales de la inflación sobre el crecimiento económico. Encuentra evidencia de una ruptura estructural significativa en la función que relaciona el crecimiento económico con la inflación. Se estima que la ruptura se produce cuando la tasa de inflación es del 8 por ciento. Por debajo de esa tasa, la inflación no tiene ningún efecto sobre el crecimiento, o incluso puede tener un efecto ligeramente positivo. Sin embargo, cuando la tasa de inflación está por encima del 8 por ciento, el efecto estimado de la inflación sobre las tasas de crecimiento es significativo, robusto y extremadamente poderoso. Este autor apoya y sugiere a los Bancos Centrales independientes mantener niveles bajos de inflación. Así, cuando la inflación es baja, no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento, incluso puede ser ligeramente positivo. Pero cuando la inflación es alta, tiene un poderoso efecto negativo sobre el crecimiento.

Motivado por Sarel, Judson y Orphanides (1999) reexaminan la relación entre inflación, volatilidad y crecimiento por un periodo de 30 años a 142 países. Obtuvieron un umbral inflacionario similar al de Sarel al dividir la muestra de países en tres grupos de acuerdo con el nivel de inflación, estos autores encontraron que la inflación y el crecimiento están relacionados de forma negativa sólo cuando las tasas de inflación son mayores a 10%. A niveles de inflación inferiores la relación es positiva, pero deja de ser estadísticamente significativa. Asimismo, Judson y Orphanides demostraron que tanto la volatilidad como el nivel de inflación condicionan el ritmo de crecimiento de la economía, es decir, que incluso niveles bajos de inflación pueden ser perjudiciales para el desenvolvimiento macroeconómico si los precios cambian permanentemente de forma acelerada.

En una investigación similar Bruno y Easterly (1998) analizaron el comportamiento del crecimiento económico alrededor de las crisis inflacionarias, las cuales están definidas como periodos en los que los países experimentan tasas de inflación superiores a 40%. El resultado general de esta investigación establece una relación no lineal entre la inflación y el ritmo de expansión del producto cuando ésta se ubica alrededor de 40%, ya que mientras el crecimiento económico per cápita disminuye 2.4 puntos porcentuales previamente a la crisis, una vez que ésta finaliza el crecimiento se acelera 3.3 puntos porcentuales a pesar de estar en niveles inflacionarios superiores.

El resultado de Judson y Orphanides (1999) fue apoyado por Ghosh y Phillips (1998) al analizar mediante árboles binarios recursivos un panel de 145 países para el periodo 1960-1990. En general, encuentran una relación negativa y significativa entre inflación y crecimiento económico. Específicamente, A tasas de inflación muy bajas (alrededor del 2-3 por ciento anual, o menos), la inflación y el crecimiento están correlacionados positivamente. De lo contrario, la inflación y el crecimiento están correlacionados negativamente, pero la relación es convexa, de modo que la disminución del crecimiento asociada con un aumento del 10% al 20% de inflación es mucho mayor que la asociada con el paso del 40% al 50% de inflación.

Un dato importante en la investigación de estos autores es la consecuencia a corto plazo de una rápida desinflación. A partir de tasas de inflación superiores al 6%, solo las desinflaciones más drásticas (al menos reducir a la mitad la tasa de inflación en un solo año) se asocian con cualquier impacto negativo en el crecimiento (que a su vez) se compensa en gran medida por el mayor crecimiento asociado con el nuevo menor nivel de inflación). Estos autores apoyan el uso de una medida de volatilidad para evaluar los efectos de la inflación. Al hacer más difícil para los agentes

económicos discernir y responder a los cambios en los precios relativos, se podría esperar que la volatilidad de la inflación afecte negativamente el crecimiento.

En un estudio para países en desarrollo y economías industriales Burdekin et al. (2004) encuentran una relación no lineal de los efectos de la inflación sobre el crecimiento. Si bien a menudo se supone que la inflación no perjudica significativamente el crecimiento en los países en desarrollo hasta el rango del 20% al 40%, encuentran que el umbral está dentro de un dígito. Específicamente, la inflación tiene un efecto positivo y significativo hasta que se alcanza el umbral de 3%. Sugieren que el límite inferior de metas de inflación en los países en desarrollo no debe fijarse por debajo del 3%.

Khan y Senhadji (2001) encuentran exactamente lo contrario. Calculan el umbral entre el 1% y el 3% para los países industrializados y entre el 7% y el 11% para los países en desarrollo. Tanto sus estimaciones como el ancho de sus bandas de confianza aumentan cuando utilizan datos anuales, en lugar de las medidas promedio de cinco años que es el enfoque principal de su artículo. Una posible interpretación es que no solo la inflación alta, sino también la deflación es mala para el crecimiento.

En fin, aunque los autores planteados en esta sección abordan distintas posturas sobre el efecto de la inflación sobre el crecimiento, la mayoría coinciden en que la inclusión de medidas de volatilidad de la inflación es importante porque determinan el trade-off entre ambas variables en niveles. También, con estos artículos se sentaron las bases para la elaboración de teorías que abordan el concepto de incertidumbre de inflación, determinadas por diversas técnicas las cuales se expondrán en el siguiente capítulo. A continuación, se pretende reforzar la relación entre inflación e incertidumbre tomando factores instituciones y económicos.

2.1. Relación inflación-incertidumbre

La incertidumbre sobre la evolución futura de la inflación presenta dos tipos de consecuencias económicas: en primer lugar, provoca que las empresas y los consumidores tomen decisiones económicas que difieren de aquellas que habrían adoptado en un contexto de certidumbre. A esto se le conoce como efecto ex ante, ya que las decisiones prevén el futuro incremento de precios; el segundo efecto se presenta después de que las decisiones han sido tomadas, es decir, son efectos ex post, los cuales tienen lugar cuando el incremento en los precios difiere de lo que se había esperado. Cuando la incertidumbre de la inflación es mayor, los individuos adversos al riesgo intentarán recortar la duración de sus contratos, con el fin de reducir el riesgo de pérdida de bienestar causado por las desviaciones la inflación actual de la esperada. Los contratos serán mayor frecuentemente negociados desviando recursos económicos de usos más eficientes para destinarlos a los procesos de contratación (Golob, 1994).

Para este autor, si bien las consecuencias de la incertidumbre inflacionaria son fácilmente identificables, es más complejo explicar por qué esta se incrementa con la inflación. La explicación más llamativa se relaciona con una respuesta de política monetaria ante la inflación, pues cuando la inflación es baja, los responsables de dicha política tratan de mantenerla baja. Así, en la medida en que la política monetaria sea exitosa en el control de la inflación, es muy probable que la inflación se mantenga estable y en bajos niveles. Sin embargo, cuando se presenta un incremento en los precios, los responsables de la política monetaria son más propensos a adoptar políticas antiinflacionarias; pero estas políticas, en su esfuerzo por reducir la tasa de inflación, elevan la variabilidad inflacionaria.

Dentro de los autores que han planteado un vínculo teórico entre la inflación, incertidumbre y su relación con el desempeño económico está Okun (1971) quien manifiesta una relación

positiva entre la inflación y la incertidumbre de la inflación. Al aplicar un simple análisis estadístico este autor encuentra que países con mayores tasas de inflación generalmente tuvieron una inflación más variable. Así, interpretó la variabilidad de la inflación como un indicador de mayor incertidumbre.

Friedman (1977) señaló que altas tasas de inflación están típicamente asociadas con una mayor incertidumbre en los pronósticos, traducándose en pérdidas para agentes económicos adversos al riesgo. Su idea iba dirigida a que altas tasas de inflación producen inestabilidad del producto como resultado de un uso ineficiente de los recursos de las empresas a la incertidumbre en la toma de decisiones y que esto pudiera generar desempleo.

Afirmó que incrementos en la incertidumbre de inflación reducen la efectividad de los precios relativos en coordinación con las acciones económicas al hacer más difícil distinguir entre cambios en los precios relativos y nominales lo que podría afectar adversamente la actividad económica real. Friedman (1977, pp. 467) manifestó “mientras más incertidumbre de inflación haya, mayor es la dificultad para extraer las señales de los precios relativos sobre los precios absolutos...al extremo el sistema de precios absolutos se convierte casi al menos inútil...los agentes se reordenarían ya sea a una moneda alternativa o a una permuta, lo que llevaría a efectos desastrosos de productividad”

Las distorsiones que produce la incertidumbre de la inflación en el sistema económico afectan negativamente la eficiencia de asignación de recursos y el nivel de actividad real. Friedman argumentó que el escenario de estanflación de los 70s reflejó “temporalmente” las desviaciones a una curva de Phillips Vertical debido a una mayor incertidumbre de la inflación.

También, identificó que, en un país con alta inflación, se dificulta el uso de instrumentos de política monetaria de la Autoridad Central, convirtiendo a la sociedad en “mente inflacionista”

como resultado de las inestabilidades políticas. También, la pérdida de bienestar de la sociedad medido por el excedente del consumidor fue señalado como posibles implicaciones de la relación inflación-incertidumbre. Se debe destacar que los planteamientos de Friedman motivaron a varios autores en la elaboración de modelos teóricos que dieran formalidad a sus señalamientos.

Años más tarde, Ball (1992) apoyado en los planteamientos de Friedman (1977) y Okum (1971) sobre la relación inflación-incertidumbre de la inflación, elabora un modelo de función de pérdida del Banco Central. El autor se apoya en los modelos Barro y Gordon (1983) de juego repetitivo entre la FED y el público y el modelo de Canzoneri (1985) que introduce choques exógenos que hacen que el equilibrio de inflación baja se rompa ocasionalmente. Es decir, la economía alterna en periodos de alta y baja inflación. También, basados en Alesina (1987) captura la incertidumbre de política asumiendo que existen dos “hacedores de políticas” que alternan en el poder estocásticamente: Un “hacedor de política” conservador (C) que intentará reducir la inflación al considerarla costosa para la economía y un hacedor de política liberal (L) que cree que la inflación es menos costosa.

Para este autor, al hacedor de política conservador no le gusta la inflación y tratará de mantenerla baja y cuando esta sea alta, él tratará de desinflar. En contraste al hacedor de política liberal le interesa mantener la inflación baja, pero está tentado a crear choques que generen inflación temporal, pues le teme a una recesión.

Las funciones de pérdida del hacedor de política liberal incluyen tanto la inflación como el desempleo, mientras que la función del hacedor de política conservador incluye solamente la inflación:

$$Z_T^L = (U_t - U_o)^2 + \alpha \pi_t^2$$

$$Z_t^C = \pi_t^2$$

Donde, U_t es el actual desempleo, U_o es el desempleo socialmente optimo, π es la tasa de inflación y α es un parámetro de gusto.

Ball (1992) supone la siguiente secuencia de eventos: en el inicio del periodo el público forma expectativas racionales de inflación, luego el hacedor de política determina la inflación objetivo al minimizar el valor presente esperado de la función de pérdida, colocando igual ponderación sobre todos los periodos cuando esta en el poder o no. Así, el Banco Central no tiene control perfecto de la inflación.

Bajo este plano, cuando la inflación es baja, el público tiene certidumbre sobre los precios futuros y el futuro de la política debido a que ambos hacedores de políticas tratarán de mantenerla baja. Con la elaboración de dos modelos los cuales, toman en cuenta tanto el nivel de la inflación como los costos de la incertidumbre, se crea una paradoja: “La postura conservadora para abatir la inflación crea incertidumbre la cual aumenta con los esfuerzos por desinflar”. Este resultado se deriva de la concepción de Canzoneri (1985) sobre que los Bancos Centrales no controlan la inflación perfectamente. En cada periodo eligen una tasa de inflación objetivo π^* . Con probabilidad q un choque a la inflación hará que se desvíe del objetivo. Es decir

$\pi_t = \pi_t^*$	con probabilidad $1 - q$
$\pi_t = \pi_t^* + \varepsilon_t$	con probabilidad q

Donde π_t es la tasa de inflación en el periodo t y π_t^* y es la tasa de inflación objetivo. Aún cuando el modelo supone que los individuos mantienen expectativas racionales, no conocen el parámetro ε , por ende, no pueden decir si el intento de la inflación es intencional. Si la inflación

causa incertidumbre pueden haber costos significativos como un mayor riesgo en los acuerdos nominales de largo plazo (Fischer y Modigliani, 1978).

Autores como Logue y Willett (1976) y Fischer y Modigliani (1978) sentaron bases teóricas sobre la relación inflación-incertidumbre. Para el primer autor, la variabilidad de la inflación está ligada a la impredecibilidad, por ende, las medidas de varianza de la inflación promedio, capturan de mejor manera los efectos de ambas variables. De esta manera el vínculo es esperado por lo siguiente:

- Mayores tasas de inflación generan una política financiera menos estable ya que los gobiernos tratan de controlar la inflación.
- Cualquier decisión de inversión hará necesario separar el componente de inflación de los rendimientos nominales futuros.

Dado este vínculo, los cálculos de una tasa óptima deben ser revisados para tomar en cuenta estos costos asociados a la inflación. En el estudio, el autor predice con una muestra que abarca países industrializados, Latinoamericanos, Medianamente industrializados y relativamente industrializados que la relación inflación-incertidumbre está ligada a altas o bajas tasas de inflación y que la relación se minimiza a tasas de inflación moderada. Señala la existencia de una zona óptima de inflación en la cual los costos de la incertidumbre son minimizados. Sus hallazgos demuestran que el valor está entre 2% a 4 %.

Para el segundo autor, la incertidumbre de inflación está ligada a los cambios en la forma de hacer contratos por parte de las empresas. La fuente del efecto se origina de la necesidad de tomar decisiones sin conocer el futuro de los precios. El aporte principal que realiza Fisher and Modigliani (1978) es un cuadro donde describe los efectos reales de la inflación y entre ellos incluye la incertidumbre de inflación. La naturaleza directa del efecto de incertidumbre sobre la

inflación es la renuncia para hacer compromisos futuros sin conocimiento de precios, ausencia de activos seguros, acortamiento de contratos nominales.

De manera indirecta, comprende los cambios en la acumulación de activos y el aumento de los costos de transacción de hacer contratos frecuentes a partir de la incertidumbre lo que afecta la planificación. Para estos autores, los gobiernos típicamente anuncian programas de especialización poco realistas cuando la tasa de inflación aumenta, lo que genera incertidumbre sobre el futuro de los precios y lleva a las empresas a hacer uso de contratos indexados en el mercado laboral. En el mercado de activos, los aumentos de precios reducen la seguridad de los activos nominales, pero aumenta el precio relativo de los activos reales.

Holland (1993) expone otra hipótesis; para él la relación entre inflación e incertidumbre de inflación se da a partir la incertidumbre de los pronósticos sobre el impacto del crecimiento del dinero sobre el precio. Para este autor los agentes son racionales, sin embargo, no conocen cuando cada precio se ajustará a los cambios de demanda. En su modelo los precios están representados por un componente de stock de dinero y un parámetro que representa los precios rezagados. Dado el valor esperado de una inflación o deflación, las empresas tendrán una mayor incertidumbre. Al ser los precios motivados por la cantidad de dinero, una caída de este responderá a una caída en los precios. Haciendo una comparación de la encuentra Livingston y una medida del error como resultado de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios, el autor demuestra que, si el futuro de los precios es impredecible, aunque la tendencia del dinero esté pronosticada, tenderá haber una relación positiva entre la tasa de inflación y su incertidumbre.

2.2. Bancos Centrales y relación incertidumbre-inflación

De los señalamientos de la sección anterior surgieron líneas teóricas que destacaron el papel de los Bancos Centrales en la formación de incertidumbre. Esta se da sobre el futuro de los precios y el futuro de la política monetaria. Autores que aportaron en este sentido están Cukierman y Meltzer (1986), y Orphanides y Williams (2004).

Cukierman & Meltzer (1986) parte de un modelo repetitivo entre la FED o Banco Central y el público, donde el hacedor de política maximiza su función objetivo. Explora las condiciones sobre las cuales la credibilidad imperfecta y la ambigüedad son preferibles por el hacedor de política en la formulación de sus objetivos. La FED o el Banco Central entiende que los individuos monitorean sus acciones usando los reportes actuales sobre oferta de dinero para predecir políticas futuras, al igual que los autores anteriormente planteados, supone que el público forma expectativas racionales.

Su hipótesis va dirigida a que el gobierno percibe que su oportunidad de estar en el poder depende de su nivel de actividad económica y de la inflación. No obstante, el hacedor de política no necesariamente escoge el más eficiente procedimiento de control disponible, pues se aprovecha de la información asimétrica. Demuestran que el hacedor de política escoge el nivel de ambigüedad eligiendo la calidad de control monetario. Esto se conoce como un comportamiento oportunista para el control de la inflación. También, el hacedor de política tiene más información disponible de la que el público mantiene, es decir, el Banco Central sabe que el público pronostica el crecimiento monetario y la inflación y de esta forma puede calcular los efectos de un choque sorpresa de inflación.

Como resultado, a partir de las fallas en los cálculos sobre la inflación actual y la esperada, se origina un sesgo inflacionario que logra estimular la economía, siendo este el fin que persigue la Autoridad Central. De igual forma, provoca que la percepción del público sobre el futuro de la política monetaria sea cambiante en el tiempo. Es aquí, donde la credibilidad se ve afectada, al ser entendida como la velocidad en la cual el público interpreta que los cambios de política son adoptados.

Nótese como un cambio en la incertidumbre es percibida por los cambios en la apreciación del público sobre el Banco Central y como mencionan Cukierman y Meltzer (1986) y Cukierman (1986) la credibilidad de los anuncios de política monetaria. Es decir, la credibilidad promedio es reducida conforme los individuos noten que la política está experimentando grandes cambios. Es este señalamiento el que ha llevado realizar estudios empíricos y ha generado discrepancias sobre la incertidumbre implícita que caracteriza a cualquier política monetaria. También, como se reiteró en párrafos anteriores, el control monetario y/o de inflación por parte del Banco Central es imperfecto, lo que genera diferencias entre las tasas actuales y las tasas objetivos.

Cukierman (1986) destaca que los modelos teóricos que se han elaborado para entender el comportamiento de los Bancos Centrales, comprenden dos enfoques. Primero, la función objetivo del Banco Central es interpretada como una función de bienestar social. En esta, las desviaciones de empleo de su tasa natural están relacionadas a inflación no-anticipada. También, el Banco Central elige un tasa de crecimiento de dinero y de inflación que maximice el bienestar social. Finalmente, el público entiende el comportamiento del Banco Central y forma sus expectativas de inflación acorde a ello. En este punto, el autor, desarrolla una matriz de pagos esperados del público y del Banco, con información perfecta. La interacción entre ambos (BC y público) genera

un comportamiento de tipo “dilema del prisionero”, pues el BC tiene incentivos para crear inflación a fin de incrementar el empleo. Sin embargo, como el público conoce los pagos y-el incentivo- espera que haya una inflación positiva.

En el segundo enfoque, la función objetivo del hacedor de política es interpretada como una función de política. Aquí, la autoridad monetaria tiene un incentivo para incrementar la actividad económica pero quiere controlar la inflación a través del tiempo. Dentro de esta disyuntiva el hacedor de política del BC conoce que las decisiones que tome en función del empleo y la inflación, influenciarán la formación de expectativas e incertidumbre. Además, el hacedor de política debe predecir su propia incertidumbre sobre el futuro cuando elige el nivel de inflación o dinero, debido a los choques externos y las presiones de grupos y/o instituciones.

Haciendo énfasis en las propuestas de Friedman (1977) y elaborando un modelo similar al de Barro-Gordon (1983), Devereux (1989) modeliza la relación existente entre inflación, incertidumbre inflacionaria y producto en términos de que un hacedor de política del Banco Central tiene incentivo a un equilibrio discrecional. La “discreción” es interpretada por el público como una falta de compromiso y como resultado crea excesiva inflación. En ese punto es como se crea la incertidumbre sobre el futuro de la inflación. El modelo predice una relación positiva entre inflación, incertidumbre del producto y de la inflación.

Esta interpretación se genera a través del grado de indexación salarial de la economía. Mientras menos sea el grado de indexación, mayor será el incentivo del Banco Central de crear inflación sorpresa, por lo tanto, aumentará la media de inflación. En el modelo, el autor reconoce que si el Banco Central trabaja bajo reglas en lugar de “discreción” los beneficios en favor de la reducción del nivel de inflación serían mayores, pero, pero no afectarían la variabilidad de la

inflación. Es de recordar que la variabilidad es tomada como un elemento impredecible. La relación de la inflación con la varianza o incertidumbre del producto se crea a partir un choque en la oferta que estimula la media de la inflación y el producto. Esta variabilidad es entendida como una inestabilidad económica y es tomada como un costo asociado a la inflación. A diferencia del vínculo de Friedman (1977); Ball (1990) y Cukierman y Meltzer (1986), el modelo de Deveraux implica una relación entre la inflación y la incertidumbre de la inflación no causal, es decir, depende principalmente de los choques reales (incertidumbre del producto).

Buscando una explicación a la existencia del trade-off entre las varianzas de la inflación y el producto Taylor (1994) define que la desviación del trade-off ocurre por el ajuste lento de los precios, la posición en la que se encuentre la economía y lo alejada que se encuentre del producto potencial. Dada esta situación el efecto de la variabilidad de la inflación sería perjudicial en el desempeño económico. Su contribución está ligada la eficiencia de la política monetaria de los últimos años y como choques en la inflación o producto afectan la varianza de estas variables.

El autor desarrolla un modelo en el que el producto depende de la tasa de interés, la inflación responde a las desviaciones del producto de su potencial y la política monetaria fija la tasa de interés de corto plazo dadas las desviaciones de la inflación de su objetivo y del producto de su potencial. A partir de esta situación, es como interactúan estas variables y originan variabilidades, es decir, dado el enfoque que la política monetaria le asigne a las desviaciones del producto de su potencial, se generarán menores variabilidades del producto pero mayores variabilidades en la inflación. En fin, la conclusión del autor es “Debido al trade-off, mantener una inflación estable, resultará en mayores fluctuaciones en el producto real y el desempleo”. Taylor (1994)

Esta postura fue apoyada por Ball (1995) pues considera que los formuladores de políticas deben centrarse en determinar como sus políticas afectan las varianzas de ambas variables (inflación y producto). Por otro lado, su crítica gira en torno a que el modelo de Taylor (1994) aún cuando deja establecida la relación entre las varianzas de estas variables, no contempla los efectos de la incertidumbre sobre el futuro de la política monetaria y que hacen (en algunos casos) difícil los procesos de ajustes tras un choque a la variable.

Este efecto de la incertidumbre si fue captado en el modelo de Fuhrer (1997) quien establece lo que se denomina como “frontera de política óptima” la cual favorece la conducción de la política monetaria para el trade-off entre las varianzas de la inflación y producto la cual se complica cuando la desviación estandar de una de estas variables cae por debajo del 2%. Una política monetaria óptima es aquella que logra disminuir las variabilidades de los objetivos de la FED o Banco Central. La frontera está determinada por el grado de racionalidad de los individuos sobre las acciones de la política monetaria. Sus conclusiones están apegadas a los hallazgos de Taylor (1994) sobre el trade-off a partir de la focalización de objetivos de política.

Otro autor que plantea cómo el rumbo de la política monetaria puede determinar la incertidumbre es Orphanides y Williams (2004) quienes hacen énfasis en el supuesto de conocimiento imperfecto de los agentes sobre la autoridad monetaria y la formación de las expectativas racionales. Al igual que Cukierman and Meltzer (1986), afirman que el proceso generador de expectativas puede determinar el éxito o fracaso de la política monetaria y por ende, aumentar la persistencia de la inflación y distorciona el trade-off entre inflación y producto.

A partir de varios modelos en los cuales contempla: el conocimiento imperfecto, el conocimiento perfecto y el uso de objetivos de inflación, demuestra que el uso de objetivos de

inflación es útil porque mejora las técnicas de pronósticos de los agentes económicos, por ende, la formación de expectativas. No obstante, existe un factor de incertidumbre sobre la inflación y la política, pues, al definir un objetivos de inflación, en la práctica puede no ser una tarea fácil.

A pesar de ello, señala que es una herramienta eficaz para lograr la estabilidad del producto y de la inflación, siempre y cuando se establezcan comunicaciones efectivas y explícitas sobre los objetivos de los Bancos Centrales. Solo así se mitigará la influencia de conocimiento imperfecto de la economía. En este sentido, Backus y Driffill (1985) proponen que los hacedores de política están convencidos que el control de la inflación es un indicador del desempeño de los gobiernos, por ende, a toda costa minimizan su incertidumbre a partir de política antinflacionarias. Para este autor, el logro de una política antinflacionaria depende del grado de autonomía, ya que este factor hace a la política más creíble y menos costosa.

Como se puede notar, estos últimos autores han propuesto modelos económicos que juzgan a favor de la política de objetivo de inflación como un medio para reducir la incertidumbre sobre los precios. A pesar de esto, son enfáticos en señalar que aún con la existencia de estos regímenes de objetivo de inflación, existen componentes de incertidumbre sobre la propia economía, sobre el futuro de la política, sobre los choques externos en condiciones de disturbios internacionales, entre otros, que repercuten en el nivel de precios y consecutivamente sobre la inflación. Esto es lo que se ha conocido en la literatura como el “*sesgo de inflación*” (Cukierman y Gerlach, 2003).

Esta situación, aunado a la información asimétrica e incompleta que se presentó en párrafos anteriores, se refieren a una relación que va en sentido de la incertidumbre de inflación a la inflación y no viceversa y que la relación se deriva de las acciones de políticas, la eficacia con que

se realizan, el interés que persiga el Banco Central, es decir, estabilidad de precios, crecimiento económico, etc y el grado de independencia de la autoridad Central.

2.3. Efectos de la incertidumbre de la inflación sobre el desempeño económico

Al igual que la relación entre inflación y su incertidumbre no es unánime, la relación que ejerce la **incertidumbre de la inflación sobre el desempeño económico** no es clara. Las contribuciones de Friedman (1977); Devereux (1989); Furhrer (1997) y Taylor (1994) son un punto de referencia de esta relación y quedó abordado en el apartado anterior. Una postura inicial fue la de Friedman (1977), primero al establecer que existe un vínculo positivo entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria. Al ser así, destacó que existe un efecto negativo de la incertidumbre de inflación sobre el producto. Esto como resultado de una asignación ineficiente de los recursos por parte de las empresas en la coordinación económica. Para el autor, las fallas en los pronósticos por parte de los agentes económicos, los lleva a una mala planificación económica, pues les impide conocer ¿cuánto producir?, ¿cómo producir? de una manera eficiente. Contrario a la inclinación de Friedman, Dotsey y Sarte (2000) propuso un efecto positivo de esta relación planteado a través de la inversión. Para este autor la incertidumbre de la inflación afecta positivamente al producto a través del ahorro por precaución. Como consecuencia de limitaciones en el mercado crediticio (en algunos países) este autor, elabora un modelo con dos casos de esquina: En el primero existe una restricción al consumo y en el segundo una restricción tanto en el consumo como en la inversión.

En ambos escenarios, la volatilidad de la inflación tiene un efecto positivo sobre el crecimiento, pero en el segundo es más pronunciada ya que, dado un choque en el crecimiento de dinero las familias no pueden sustituir consumo por inversión para evitar inflación. Estas suposiciones son elaboradas bajo el supuesto de crecimiento determinístico del dinero en le

primero escenario, pero comportamiento estocástico monetario en el segundo. Nótese que este autor, basa sus conjeturas sobre los mercados financieros y el crecimiento de dinero.

Otro punto de vista alternativo, que nos conduciría a una relación negativa entre incertidumbre de la inflación y el desempeño económico a través de la inversión es Pindyck (1991), al considerar que bajo condiciones de incertidumbre, las empresas tienden a esperar por invertir lo que genera un alto costo de oportunidad que es adherido al valor del proyecto. También, esta situación genera una volatilidad sobre las acciones de las empresas que se traduce en un riesgo de inversión contrayendo la misma y por ende afectando el desempeño económico.

Es así como los empresarios deben contar con técnicas de probabilidad y pronósticos más complejos en la toma de decisiones, donde se incorpora un parámetro de incertidumbre el cual generará un valor presente neto sujeto de inversión dadas las condiciones vigentes en la economía. En otro escenario, bajo una oportunidad de inversión y las mismas condiciones de incertidumbre, la firma podría aumentar su valor de oportunidad, pero disminuiría la cantidad a invertir precisamente por la situación planteada en el párrafo anterior.

Sobre estos modelos y los autores planteados en este capítulo, también ha quedado implícita la relación que existe en la *incertidumbre de inflación y la incertidumbre del producto*. a partir de una transmisión de volatilidades. Al respecto, Fuhrer (1997) demuestra que existe una frontera de variación entre ambas incertidumbres. Esta frontera implica que se produce un incremento en la varianza del producto cuando la autoridad monetaria intenta hacer más pequeña la varianza de la inflación y viceversa. Esto es interpretado como una relación negativa entre ambas incertidumbres. Taylor (1994) interpreta una relación similar, pero reconoce que las varianzas o incertidumbres de la inflación tiende a ser más ligera pues, regresa a su nivel objetivo de forma más rápida que lo haría un choque que afecte la incertidumbre del producto. Devereux (1989) por otra

parte, ha sustentado un efecto de la incertidumbre del producto sobre la inflación a través de la indexación salarial.

Una situación que hay que resaltar es que, si bien los enfoques presentados han evidenciado una relación entre la inflación, crecimiento y sus respectivas incertidumbres, también han señalado que el efecto de las incertidumbres sobre las variables en niveles depende de la magnitud de los choques. Así los demuestran Devereux (1989) y Cukierman and Meltzer (1986). También, los constantes cambios en las mediciones econométricas, es decir, las técnicas empleadas para evidenciar una posible relación han cambiado a lo largo de los años. Esto genera por otro lado, la discrepancia en las conclusiones de los autores y es lo que mantiene vigente el debate.

Las distintas modificaciones a la técnica junto con la técnica que se utilizará en esta tesis son presentadas en el siguiente capítulo.

Capítulo 3. Marco de Referencia

Aunque los modelos teóricos plantean la existencia de un vínculo entre el nivel y la incertidumbre de la inflación, la evidencia empírica no es concluyente. Una explicación puede ser producto de diferencias entre países en las condiciones básicas que generan inflación, o en definiciones y metodologías distintas para medir la incertidumbre. Por eso es complicado generalizar sobre la relación entre estas dos variables fuera del contexto de un modelo dado o una economía específica.

La evidencia también se ha referido al orden temporal de la relación, es decir, en que sentido se conduce la relación. Es importante resaltar que la incertidumbre es una variable generada en modelos, es decir, no existe una variable referida a la incertidumbre. A pesar de esto, con los avances econométricos ha sido posible obtener una variable que represente de mejor manera los efectos de la incertidumbre sobre los variables macroeconómicas.

En esta ocasión se realiza una revisión de la principal evidencia empírica existente la cual ha sido la referencia para este proyecto de investigación. Para un análisis más comprensible se decidió clasificar la evidencia por las distintas medidas de incertidumbre que se han usado en el tiempo; comenzando con los estudios que utilizaron la volatilidad no condicional como medida de incertidumbre, seguido por los estudios que se han apoyado en las encuestas sobre expectativas como incertidumbre y culminando con los estudios más actuales que utilizan la volatilidad condicional como medida de incertidumbre.

3.1. Medida de volatilidad no condicional como medida de incertidumbre

Una practica muy estudiada en los 70s y 80s fue utilizar como proxy de la incertidumbre de inflación la varianza no condicional de la inflación observada. El primero que utiliza esta técnica

fue Okun (1971) quien con una muestra de 17 países industriales para el periodo 1951 -1958, encuentra una correlación positiva entre la tasa de inflación promedio y su variabilidad. Okun (1971) abona al estudio al sostener que un incremento en la incertidumbre reduce la capacidad informativa de los precios e impide la negociación de contratos de largo plazo incidiendo de forma negativa en el crecimiento económico.

Evidencia entre países también realizan Logue y Willet (1976), Logue y Sweeney (1981) y Taylor (1981) quienes apoyan los hallazgos de Okun (1971). Esta evidencia sentó las bases para siguientes estudios, principalmente, por la preocupación de la relación entre estas variables con resultados de corte transversal y series de tiempo. Los análisis de corte transversal suponían homogeneidad entre los países de la muestra y dentro de los países, condición que es cuestionable. Fischer (1981) y Katsimbris (1985) usan la tasa de inflación promedio y su correspondiente desviación estándar como medida de incertidumbre. Fischer (1981) encuentra un vínculo entre la inflación y su incertidumbre, mientras que Katsimbris (1985) no encuentra esta relación para la mayoría de los países utilizados en el estudio.

El uso de la variabilidad de la inflación como proxy de la incertidumbre ha sido fuertemente cuestionado. Driffill et al., (1990) señaló que el hecho que una inflación sea variable no significa que será impredecible; variabilidad e incertidumbres son propiedades distintas. Dicho de otro modo, una alta variabilidad de la inflación conllevaría a una mayor incertidumbre solo si los agentes económicos no distinguen la información relevante para predecir el incremento de la variabilidad. Si los agentes gozan de suficiente información para anticipar los cambios de la política monetaria, aunque la varianza no condicional de la inflación incremente, la incertidumbre

acompañada será pequeña. Es precisamente la parte impredecible de la inflación la que afecta la eficiencia del sistema económico.

Para el estudio de la incertidumbre de la inflación se han empleado diferentes trabajos los cuales han hecho uso de diversas técnicas. Unas de las primeras técnicas fue la utilizada por Cecchetti & Ehrmann (1999), y Ditmar et al (1999), quienes usan la desviación de la inflación de su objetivo como cálculo de la incertidumbre.

Años más tarde, Clark (1997) aporta evidencia a la creciente relación negativa entre inflación y crecimiento. Apoyado en el modelo de Mankiw, Romer and Weil (1992) quienes retoman el Modelo de Solow (1956) lo adapta para incluir los efectos de la inflación y de esta forma estimar la relación inflación-producto. En la ecuación introduce la inflación medida por el índice de precios al consumidor y la incertidumbre la cual es medida como la desviación estándar de la inflación de la media. El estudio contempla subperiodos debido a la limitante de datos, y abarca 1960-1985, 1950-1970. Demuestran que la relación es sensible al periodo de estudio y el tratamiento de las variables, a la especificación de la regresión.

Johnson (2003) emplea otra técnica donde mide la desviación estándar de la inflación observada y la pronosticada. Toma el nivel esperado de la inflación y lo compara con el nivel actual pronosticado. La diferencia entre ambos índices es tomada como la expectativa de inflación. Para un periodo de cinco años y una muestra de cinco países (Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Suecia y Reino Unido) demuestra que la puesta en marcha del régimen de IT redujo la expectativa de inflación en toda la muestra excepto en Reino Unido, donde el efecto es mínimo.

En un trabajo más amplio Grier y Tullock (1989) realizan un análisis de datos agrupados (pooled) para 113 países con el fin de conocer regularidades del crecimiento post-guerra. Entre

otras variables macroeconómicas utilizan la desviación estándar de la inflación como medida de incertidumbre con el fin de confirmar la hipótesis de Friedman (1977). Para la muestra de países de la OCDE no encuentra evidencia de una relación positiva entre inflación, su incertidumbre y el crecimiento del producto.

El efecto negativo de la inflación es encontrado para la muestra de países de África y para países de América pero solo al 10% de significancia. Resultados significativos pero en ese mismo orden encuentran Judson & Orphanides (1999) quienes aplicando un regresión agrupada (MCO agrupados) para 142 países, sostienen que una alta inflación es perjudicial para el crecimiento, y su volatilidad esta asociada con un bajo crecimiento a todos los niveles de inflación. Para niveles de inflación superior a 10% la inflación está negativamente correlacionada.

3.2. Medidas de incertidumbre basado en encuestas

Además de las medidas de volatilidad, las encuestas han sido a menudo usadas como proxy de la incertidumbre de la inflación. Cuando se usan datos de encuestas hay dos maneras de construir un proxy de incertidumbre de la inflación. La primera consiste en obtener la varianza del pronóstico de inflación entre las respuestas de los individuos sobre la inflación esperada. La incertidumbre será alta o baja dependiendo de las expectativas que los participantes de la encuesta tengan sobre el futuro de la inflación.

Estudios que han usado esta metodología corresponden a investigaciones en Estados Unidos de América. Las encuestas utilizadas son: La encuesta Livingston de pronosticadores económicos profesionales y la Encuesta de los Hogares del Centro de Investigación de Encuestas

(SRC) de la Universidad de Michigan. Los estudios bajo este enfoque han encontrado una relación positiva entre la inflación y la incertidumbre inflación.

A pesar de los resultados obtenidos bajo esta técnica, los mismos han sido considerados como no confiables debido a la percepción subjetiva del encuestado. El acceso a la información disponible de cada persona, o una opinión no objetiva sobre el futuro de la inflación, pueden sesgar los resultados. No obstante, a continuación, se expondrán algunos estudios que han hecho uso de esta técnica. Uno de ellos fue Evans y Wachtel (1993) quienes hacen un estudio de las encuestas antes descritas y muestran que los datos sobre las expectativas de inflación de estas encuestas tiene características similares.

En otro sentido, Cukierman & Wachtel (1979) elaboran un modelo a partir del planteado por Barro (1976). Postulan de que las personas en diferentes mercados tienen diferentes puntos de vistas sobre futuro de la inflación debido a que están expuestos a diferente información. Utilizan la varianza de la inflación esperada obtenido de la encuesta Livingtons y la SRC (mencionada en el párrafo anterior). Sus resultados demuestran que el grado en el que las personas difieren de su pronóstico de la inflación aumentara la incertidumbre macroeconómica sobre la tasa de inflación. Dicho de otra forma, aunque las expectativas son racionales, difieren entre mercados.

Holland (1995) retoma los planteamientos de los autores anteriores y se plantea la pregunta: ¿un incremento en la tasa de inflación causa un incremento en la incertidumbre de inflación? Si la respuesta es Sí, esto es parte de los costos de inflación. Utiliza la encuesta Livingston y la SRC de la Universidad de Michigan. Para la primera, la incertidumbre es tomada como la desviación estándar a 6 y 12 meses del pronóstico del CPI. Para la segunda encuesta la incertidumbre es tomada como la desviación estándar a 12 meses en la tasa de cambio de precios. Demuestra que la

incertidumbre de la inflación es parte de los costos de la inflación, es decir, existe una causalidad en el sentido de Granger Inflación-incertidumbre de Inflación. Una posible explicación es que las personas no están seguras sobre el comportamiento de la FED de asumir el costo de contener la inflación o de la política que implementará.

La segunda forma o enfoque utilizado como proxy de incertidumbre de la inflación a partir de las encuestas lo plantea Zarnowitz y Lambros (1987). Estos autores señalan que el uso de un proxy de incertidumbre basados en la desviación estándar de los pronósticos de la inflación solo contempla una medida de la heterogeneidad de los pronósticos de los individuos. En su lugar, utilizan la incertidumbre del promedio de los intervalos de confianza del pronóstico de inflación. El encuestado que mantenga un intervalo de confianza más amplio se presume su incertidumbre sobre la inflación será mayor y viceversa.

Zarnowitz y Lambros (1987) realizan el estudio con datos de la Encuesta de Pronosticadores Profesionales (SPF) ASA-NBER, la cual en adición a señalar el pronóstico de cada individuo solicita que el encuestado coloque una probabilidad a su pronóstico. La evidencia encontrada sugiere una relación positiva entre la inflación y la incertidumbre de inflación. Esta evidencia fue apoyada por Giordani y Söderlind (2003) quienes reexaminaron las propiedades estadísticas de la encuesta SPF en el periodo 1969-1999 llegan a resultados similares.

3.3. La volatilidad condicional de la inflación como medida de incertidumbre

Series financieras y económicas, tales como el tipo de cambio, rendimientos de acciones, entre otras son reconocidas por exhibir patrones de comportamiento particulares a lo largo de un periodo. Estos patrones deben ser identificados para una correcta especificación de los modelos econométricos y de sus estimaciones. Una característica de los modelos de clase ARCH

(Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva) es que toman en cuenta la volatilidad agrupada (Clustering) de la serie y los efectos apalancamientos (Leverage) (Boffelli y Urga, 2016).

Estos modelos definen la volatilidad de la inflación como la varianza condicional un paso adelante la cual ha sido ampliamente utilizada como proxy de la incertidumbre de la inflación.

La volatilidad agrupada es definida como una tendencia de largos cambios en una serie, sean estos de cualquier signo (positivos o negativos), que luego están acompañados de una tendencia de pequeños cambios agrupados. Dicho de otra forma, la serie muestra patrones de correlación de su nivel actual (t) con su nivel seguidamente que lo antecede ($t - 1$).

Engle (1982) propuso que la autocorrelación en volatilidad puede ser modelizada de la siguiente manera:

$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2.$	(4.1)
---	-------

La ecuación (4.1) representa un ARCH (q), ya que permite a la varianza condicional h_t^2 depender del error al cuadrado regazado q periodos. Es común encontrar en la literatura la representación de la varianza en h_t que en la forma original σ_t^2 . El modelo consta de una ecuación de la media condicional la cual denota cómo la variable dependiente varía en el tiempo y puede tomar la forma que el investigador decida:

$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} y_{t-p} + \sum_{j=1}^q \alpha_{2j} \varepsilon_{t-j}$	(4.2)
--	-------

La ecuación (4.2) representa una proceso ARMA (p,q) que permite a la variable depender de su propio valor rezagado y del término del error rezagado (Brooks, 2014). Ya que se trata de la varianza condicional, su valor debe ser estrictamente positivo. Años más tarde, Engle y Bollerslev (1986) destacaron que los modelos ARCH (q) presentaban dificultades, pues deja a criterio del investigador la elección los rezagos (q). También, la restricción de no-negatividad pudiera ser violada, pues dada la cantidad de parámetros del modelo, alguno de estos podría tener un valor estimado negativo. Ante esta situación, el autor propuso el siguiente modelo:

$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} h_{t-p}^2 + \sum_{j=1}^q \alpha_{2j} \varepsilon_{t-q}^2.$	(4.3)
---	-------

La ecuación (4.3) representa un GARCH (p, q) (Heterocedasticidad Condicional General Autorregresiva) en el cual hay p rezagos de la varianza condicional y q rezagos del término de error al cuadrado. Note que el modelo GARCH puede ser expresado en la forma de un modelo ARMA para la varianza condicional. Restricciones del modelo: con el fin de asegurar una varianza condicional positiva se supone que los parámetros α_{1i} y α_{2j} son positivos. De igual forma se impone tener una varianza no estacionaria la cual debe cumplir:

$\sum_{i=1}^p \alpha_{1i} + \sum_{j=1}^q \alpha_{2j} < 1$	(4.4)
---	-------

Es decir, la suma de los parámetros en la ecuación debe ser menor a 1. En consecuencia, un modelo GARCH es definido como una función del pasado de la varianza condicional y del término del error al cuadrado pasado. También, si la suma de ambos coeficientes es cercana a 1, es un indicador de una volatilidad altamente persistente. La mayoría de la evidencia empírica

existente estiman un GARCH (1,1), pues como menciona Engle y Bollerslev (1986), no hay evidencia de que un GARCH (2,2) sea superior o mejore el ajuste de los datos. Es decir, son raras las series que deben ser estimadas con esta última especificación. La especificación GARCH (1,1) tiene la siguiente forma:

$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-1}^2$	(4.5)
--	-------

La ecuación (4.5) define a la varianza condicional como una medida de incertidumbre de la inflación. Desde el desarrollo del modelo GARCH, un gran número de extensiones al modelo se han realizado. Las razones que obligaron a proponer nuevos modelos yacen de la violación del supuesto de no negatividad de los parámetros del modelo. También, debido a que los modelos GARCH no toman en cuenta los efectos apalancamiento (Leverage). Por último, el modelo no toma en cuenta ningún efecto de retroalimentación entre la ecuación de la media y la ecuación de la varianza. Una forma de operacionalizar esto último es por medio de un modelo GARCH en media o GARCH-M, modelo propuesto por Engle et al., (1987). Estos autores, sugirieron que la varianza condicional puede estar incluida en la ecuación de la media así:

$y_t = \mu + \delta h_{t-1} + u_t$	(4.6)
$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-1}^2$	(4.7)

Donde $u_t \sim N(0, h_t^2)$. El parámetro δ representa la varianza condicional y es tomada en algunos modelos de finanzas como el indicador de riesgo. En series económicas, este parámetro representa el efecto de la incertidumbre inflacionaria sobre el valor promedio de la inflación

(Cukierman & Meltzer, 1986). En algunas representaciones empíricas, el término de la varianza es tomado contemporáneo h_t en lugar de rezagado.

Esta técnica fue puesta en práctica por Engle (1982); (1983). En 1982 presenta la propuesta de modelizar la inflación de Reino Unido para el periodo 1958:2 a 1977:2. Con datos de logaritmo del índice trimestral CPI y la tasa de salario desarrollan una comparación entre mínimo cuadrados ordinarios MCO y luego un ARCH. Sus resultados demuestran errores estándar menores con el modelo ARCH, por ende, una mejor utilidad y mejora en los modelos de pronósticos de varianzas.

Un año más tarde replica el estudio para la economía de Estados Unidos. Para el periodo 1947:4 a 1979:4 aplican el modelo ARCH a 3 variables: El índice de precios al consumidor (CPI), el índice de precios al productor (PPI) Y el deflactor del producto nacional bruto (GNP). Como variables independientes usan el cambio en la oferta monetaria, el cambio en salarios, el cambio en el deflactor de importaciones. Entre sus resultados no encuentran evidencia de la hipótesis de Friedman sobre una mayor varianza está asociada con una mayor inflación. Identifican que la varianza de la inflación en los 70s fue ligeramente mayor que los 60s, pero ambas fueron menos que los 40s y 50s. Concluyen que, aunque fue alta en los 70 fue predecible basada en la información disponible, es decir la varianza no incrementó.

Evidencia para un grupo de países aportan Berument y Yuksel (2007) quienes utilizan para el estudio 5 países desarrollados (Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Suecia y Reino Unido) y 4 países en desarrollo (Brasil, Chile, Colombia, Sur África). El análisis se basa en determinar la efectividad de la implementación del régimen de objetivos de inflación (OI). Principalmente, sus resultados mostraron que la el régimen OI reduce la volatilidad pero solo para algunos países de la muestra. Bollerslev (1986) mejora la técnica y se apoya en el plantenamiento

de Engle (1982) sobre ARCH. Con datos para el periodo 1948:2 a 1983:4. utiliza como variable el deflactor del GNP como inflación en diferencia del logaritmo para Estados Unidos. Demuestran que un GARCH(1,1) proporciona mejor ajuste que un ARCH(8) como lo plantearon Engle and Kraft (1982). Grier y Grier (1998) plantean modelos GARCH en media (GARCH-M) para el analisis de la inflación en México para el periodo 1960-1997. Los datos corresponden al índice de precios al consumidor (INPC) que reporta el Fondo Monetario Internacional (FMI). Encuentran evidencia a favor de la hipótesis de Friedman (1977) y Ball (1990) sobre la relación directa de la tasa de inflación y la incertidumbre de la inflación. También encuentran evidencia a favor de Holland (1995) y Grier and Perry (1998), sobre el papel estabilizador del Banco Central (BC).

Motivado por los costos que genera la incertidumbre de inflación sobre la inflación Grier & Perry (1998) confirma las hipótesis de Friedman (1977) y Ball (1990). Con datos que comprenden de 1948 a 1993 utiliza un modelo GARCH y Causalidad de Granger entre inflación e incertidumbre inflacionaria. La muestra de países comprende los de la G7 (Alemania, Japón, Reino Unido, Canadá, Italia y Francia). Sus resultados sostienen que la inflación aumenta significativamente la incertidumbre inflacionaria como lo predijo Friedman (1977) y Ball (1990).

También aportan evidencia sobre el sentido de la causalidad indicando que hay débil causalidad de la incertidumbre de inflación hacia inflación. Específicamente en tres países (EE. UU., Reino Unido y Alemania) el aumento de la incertidumbre inflacionaria disminuye la inflación, mientras que en Japón y Francia el aumento de la incertidumbre inflacionaria aumenta la inflación. Para los casos de USA y Alemania sugieren el comportamiento estabilizador que enfatizó Holland (1995) y oportunisticos como lo demostró Cuckierman & Meltzer (1986), esto debido al aumento del producto. Resultados mixtos también encontró Fountas Fountas (2010) para una muestra de 22 países industriales con datos anuales del CPI y el PIB. Encuentran

evidencia de la hipótesis de Cukierman y Meltzer en la mayoría de los casos. Encuentran que la incertidumbre de inflación parece no afectar el crecimiento.

Otra modalidad es emplear un procedimiento en 2 pasos el cual consiste en emplear un GARCH y con la varianza pronosticada realizar una prueba de causalidad de Granger. Karahan (2012) toman la inflación como la diferencia del logaritmo del índice de precios al consumidor para el periodo 2002 a 2011 para Turkía. Encuentran una relación de causalidad en el sentido de Granger sobre la incertidumbre. Esto confirma la hipótesis de Friedman -Ball. Resultados similares encuentra Sharaf (2015) al estimar un ARMA(4,4)-GARCH (1,1) para el periodo 1974-2015 para Egipto.

Una restricción al modelo GARCH estándar, es que supone una respuesta simétrica de la incertidumbre de inflación a los choques de la inflación. Sin embargo, esto en la realidad no ocurre en cierta forma. Una extensión que propuso Nelson (1991) fue estimar un modelo GARCH que tome en cuenta los posibles efectos asimétricos de la incertidumbre de la inflación a los posibles choques de la inflación sean estos positivos o negativos.

Entre algunos autores que han empleado esta técnica econométrica están Bello y Gomez (2007) para el periodo: 1974-2006 para Nicaragua. Utilizan como variable inflación el logaritmo del CPI ajustado por el método x-12 ARIMA. Argumentan que los shocks positivos de la tasa de inflación son considerados aumentos de precios del petróleo no esperado por lo tanto el signo esperado es positivo. Encuentran una inflación de baja persistencia debido a : dependencia de la inflación a los precios externos, mecanismos de indexación de precios vinculados al tipo de cambio y menor disposición de ajustar los precios por parte de los productores. Además comprueban hipótesis de Friedman-ball y Cukierman y Metzler y se demuestra asimetría a los choques positivos mas que a los choques negativos.

En ese orden de hallazgos Epaphra (2017) se interesa por estudiar la volatilidad del tipo de cambio y los efectos asimétricos. Con datos que abarcan de enero de 2009 a julio 2015. Concluyen que la volatilidad del tipo de cambio es bastante persistente, además, de una correlación del tipo de cambio con la información previa de la propia variable.

Evans (1991) para el periodo 1960:1 a 1988:8 con datos mensuales del índice de precios al consumidor CPI- all urban consumer utiliza 3 medidas de incertidumbre de inflación: (1) la varianza condicional de la inflación, (2) la varianza de la inflación esperada y (3) la varianza de la inflación de equilibrio. Encuentra que las medidas de inflación son de dinámicas y bastante diferentes y la medida 1 y la 2 no presentan en el corto plazo relación con el nivel de inflación. En el largo plazo aparentemente se mueve en el mismo nivel del nivel de inflación. Concluyen que el vínculo entre inflación y su incertidumbre es fuerte.

En la actualidad, una técnica que ha sido ampliamente utilizada es el uso de modelos GARCH multivariados (MGARCH). Estos modelos permiten una estimación de ecuaciones simultáneas y brindan un efecto de retroalimentación de la incertidumbre de la inflación junto con otras variables de interés. A diferencia de las series financieras en las que el interés se centra en la ecuación de la varianza, para series económicas el interés se da en la ecuación de la media. En otras palabras, el atractivo es conocer los efectos de la varianza (incertidumbre) sobre la ecuación de la media.

La evidencia reportada sobre el uso de modelos MGARCH es muy variada, principalmente por las distintas especificaciones que se emplean en las estimaciones. Grier & Perry (2000) por ejemplo, intenta confirmar 4 hipótesis referentes al efecto de la incertidumbre de la inflación y el producto sobre el producto y la inflación. Las hipótesis de Friedman (1977), Cuckierman & Meltzer (1986), Deveraux (1989) y Black (1982). Las variables que utilizan para Estados Unidos

estudio son el índice de precios al productor como medida de inflación, el índice de producción industrial como medida de crecimiento. Sus resultados confirman que la inflación crea persistencia de la incertidumbre con un coeficiente 0.77 que demuestra una persistencia de la inflación. Para la muestra completa no se encuentra evidencia de las hipótesis de Cuckierman & Meltzer (1986), Devereux (1989). También, la incertidumbre de inflación tiene mayor impacto sobre la inflación que la incertidumbre del producto sobre el producto

Grier et al., (2004) emplean un MGARCH de respuesta asimétrica con datos del índice de precios al productor desestacionalizados para Estados Unidos. El periodo comprende de abril de 1947 a octubre 2000. La técnica utilizada, es una representación matricial propuesta por Engle y Kroner (1995) quienes la llamaron “BEKK”. Su mejora con respecto a otros modelos de esta clase es que la representación de la matriz de estimación garantiza que es definida positiva para todos los valores y además, se tienen menos parámetros para estimar en comparación con las representaciones tradicionales. Adicional, emplean un modelo VARMA, y un modelo GARCH en media. Al igual que el modelo EGARCH consideran una inflación mayor a la esperada como una mala noticia (bad news) por lo tanto su signo debe ser positivo para sostener la condición de asimetría. Demuestran que un aumento en la incertidumbre del crecimiento esta asociado con un significativo mas bajo crecimiento promedio. Además una correlación negativa entre incertidumbre de inflación con mas bajo crecimiento y mas baja inflación promedio y evidencia de un efecto asimétrico a las respuestas positivas o negativas de igual magnitud .

Para Brasil Vale (2005) para periodo: 1975-2001 utilizan como variable de inflación al IPC y como variable de crecimiento del producto utilizan el índice de producción industrial (IPI). Encuentran evidencia de un comportamiento estabilizador del Banco Central como lo sostienen

Cuckierman & Meltzer (1986). Además, una relación negativa entre la incertidumbre de la inflación y el crecimiento del producto.

De manera análoga Grier & Grier (2006) emplean esta técnica en un estudio para México en vista del incremento en el mercado exportador hacia USA y por ser un gran país en desarrollo con una gran experiencia en el rango inflacionario. Con datos estacionalizados mensuales de 1972:01 a 2001:12. utilizan el índice precios al consumidor como medida de inflación, el índice de producción industrial, el índice de producción industrial de USA, el precio del petróleo como variables adicionales. En el diseño de la investigación, emplean variables dummies para controlar los efectos PRE y POS elecciones en ese periodo. Entre otros resultados, Encuentran que la incertidumbre de la inflación reduce el crecimiento del producto, mientras que el efecto directo de la inflación promedio en el producto es realmente positivo y significativo.

Motivados en esta última investigación, Perrotini y Rodríguez (2012) diseñan un modelo VAR, un GARCH en media y un GARCH multivariado BEKK con datos anuales de la inflación y el crecimiento económico de México para el periodo 1929-2006. Toman como medida de inflación la primera diferencia de la inflación. Y la diferencia del logaritmo del PIB como crecimiento. Dentro de sus hallazgos determinan que la posibilidad de que la inflación determine al crecimiento económico es más endeble para el horizonte de largo plazo en México. Igualmente, no encuentran evidencia para México del cumplimiento de la hipótesis de Cuckierman-Meltzer en el horizonte de tiempo analizado y un consistente efecto de la hipótesis de estabilización de Holland (1995). En ese sentido, Ramey y Ramey (1995) quienes aportan evidencia sobre la relación entre volatilidad del producto y el producto. Con datos para 92 países y una submuestra de países de la OCDE, encuentran que una mayor volatilidad tiende a disminuir el crecimiento. Un valor negativo y significativo confirmará esta hipótesis.

Capítulo 4. Marco Metodológico

4.1. Modelo GARCH en media para inflación

Tomando en cuenta los procedimientos que plantea la literatura sobre el estudio de la relación entre inflación y su incertidumbre se puede modelizar como un proceso autorregresivo de media móvil ARMA (p, q) de la siguiente forma:

$\pi_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \alpha_{j-q} + \varepsilon_t$	(4.8)
--	-------

Donde π_t es el nivel de inflación al tiempo t , p es el número de rezagos, ε_t son los residuales del modelo al tiempo t . Se supone que el término del error tiene media 0 y varianza tiempo variante de h_t^2 . La muestra que se utiliza para el estudio abarca el periodo de 1995:01 a 2019:12. La variable que se toma como inflación en la siguiente:

Variable	Indicador	Definición/operacionalización	Literatura relacionada
Diferencia mensual del logaritmo del INPC anualizada	Inflación	Es un indicador económico global cuya finalidad es la de medir, a través del tiempo, la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares del país.	(Grier y Grier, 1998); (Grier y Grier, 2006); (Perrotini y Rodríguez, 2012)

La longitud de los rezagos óptimos (p, q) son determinados por el criterio Bayesiano de Schwartz (BIC) y el criterio de información de Akaike (AIC), los cuales son expresados como:

$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2k}{T}$	(4.9)
$SBIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{k}{T} \ln T$	(4.10)

Donde $\hat{\sigma}^2$ es la suma de residuos al cuadrado, (T) es el número de observaciones y (k) es el número de parámetros estimados. Antes de modelizar la incertidumbre es necesario estimar la ecuación (4.7), y determinar si existe un efecto de heterocedasticidad autorregresiva (ARCH) y si los residuales presentan autocorrelación. Esto se realiza con la prueba propuesta por Engle (1982) de multiplicador de Lagrange (LM) para la existencia de efecto ARCH. La prueba Ljung-Box Q-test y la prueba Breusch-Godfrey son usadas para determinar si los residuales presentan autocorrelación.

La prueba LM involucra correr una regresión mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de los residuales que resultan de la media condicional junto con un intercepto y los residuos rezagados así:

$\hat{\varepsilon}_t^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i \hat{\varepsilon}_{t-i}^2 + v_t$	(4.11)
--	--------

La prueba LM mantiene la hipótesis nula conjunta de que todos los coeficientes de los rezagos de los residuos al cuadrado son estadísticamente diferentes de 0.

El modelo empleado para estimar la incertidumbre de inflación para el periodo de estudio corresponde a un GARCH el cual es presentado en forma general así:

$\pi_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-p} + \sum_{j=1}^q \beta_j \alpha_{j-q} + \varepsilon_t$	(4.12)
$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1}^2$	(4.13)

La ecuación (4.12) es una representación autorregresiva del promedio condicional de la inflación. La ecuación (4.13) es una representación ARMA (1,1) de la varianza condicional. Para estimar un modelo GARCH y siguiendo los procedimientos de Grier and Grier (1998) es necesario realizar las pruebas de autocorrelación de la tasa de inflación para elegir el valor de los rezagos en la ecuación (4.12) y elegir la forma correcta de la prueba de raíz unitaria Dickey y Fuller aumentada. Segundo, se tiene que determinar si la tasa de inflación posee raíz unitaria.

Para conocer la relación entre inflación y su incertidumbre se debe reescribir la ecuación (4.12) de tal forma que se pueda incluir la varianza condicional de la inflación como variable explicativa, quedando así representado un modelo ARMA (p, q)-GARCH (1,1)-M:

$\pi_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \pi_{t-p} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{j-q} + \gamma_1 \sqrt{h_t} + \varepsilon_t$	(4.14)
$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1}^2 + \alpha_3 \pi_{t-1}$	(4.15)

De esta forma se puede tener un sistema de ecuaciones simultáneas que incluya el efecto la incertidumbre sobre la inflación y el efecto de la inflación sobre la incertidumbre. En la ecuación

(4.15) se estima la varianza condicional de la inflación, incluyendo el rezago de la inflación como variable explicativa. Así, se puede contrastar la primera hipótesis de este proyecto de investigación. Si el parámetro α_3 es positivo y significativo, es evidencia de una relación directa entre inflación e incertidumbre inflacionaria. Los parámetros α_1 y α_2 determinarán la persistencia que ha presentado la inflación para el periodo de estudio. También, bajo este sistema de ecuaciones se pueden probar las hipótesis teóricas de Cuckierman y Meltzer (1986) si el valor de $\gamma_1 > 0$, se estaría comprobando que el Banco Central podría actuar sobre la tasa de inflación de manera oportunista pues los agentes no conocen si el choque de inflación es generado por la autoridad monetaria o por choques de la oferta. Por el contrario, si el signo de $\gamma_1 < 0$, es evidencia a favor de la hipótesis teórica de Holland (1995) y Grier y Perry (1998) quienes sostienen que el banco central puede actuar de una manera estabilizadora. También, si el valor de α_3 es positivo, arrojaría evidencia a favor de la hipótesis de Friedman (1977).

Igualmente, para capturar el efecto de la entrada del régimen de objetivos de inflación (IT) se incluye una variable binaria en la ecuación de la varianza, la cual toma el valor de 1 para el periodo de adopción del régimen y 0 para antes de la adopción del IT. Esto con el objetivo de conocer si existe una disminución exógena en la varianza condicional. El modelo quedaría representado así:

$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_3^d d_t$	(4.16)
---	--------

Esta tesis se basa en el informe del Banxico en el 2002, donde informaron oficialmente a partir de diciembre de 2003 la intención de adoptar el Régimen de Objetivos de inflación. Es decir, se reconoce que la adopción del régimen ocurre a partir de 2004. Por lo cual, la variable binaria tendrá

un valor de 1 a partir de 2004 y de 0 antes del año mencionado. En la ecuación (4.16) el parámetro α_3^d se espera que sea negativo y significativo para dar validez a nuestra tercera hipótesis.

4.2. Un modelo VAR-GARCH bivariado (VAR-BMGARCH-M) para la inflación y el producto.

En esta sección se describe la estrategia empírica para comprobar la hipótesis número dos de este proyecto de investigación. Antes de llegar a nuestro modelo final, el cual es un VAR-BGARCH-M es necesario indicar que el mismo es un enfoque que consta de un modelo de vector autorregresivos (VAR) y un modelo GARCH bivariado en media o (BGARCH-M). Primero se introducirá el marco de referencia de los modelos de vectores autorregresivos (VAR).

Los modelos de vectores autorregresivos fueron popularizados por Sims (1980) como una forma natural de generalizar los modelos autorregresivos univariados. Un modelo VAR es un sistema de regresión que permite resumir una función lineal de las variables de interés, la cual puede ser matricialmente representado como:

$B\mathbf{y}_t = \mathbf{C} + \Gamma_1\mathbf{y}_{t-1} + \Gamma_2\mathbf{y}_{t-2} + \dots + \Gamma_p\mathbf{y}_{t-p} + \epsilon_p$	4.17
--	------

El vector $\mathbf{y}_t$ incluye un indicador escalar de la inflación y el producto. La flexibilidad de este sistema es que permite modelizar el componente de media móvil y transformar el modelo en una versión ARMA, el cual es conocido como VARMA. La elección de los rezagos óptimos que acompañan el sistema de ecuaciones es obtenida a partir de los criterios de selección de rezagos Schwartz (SBC) y Akaike (AIC), los cuales en su versión multivariada son definidos como:

$MAIC = \log \hat{\Sigma} + 2k'/T$	4.18
$MSBIC = \log \hat{\Sigma} + \frac{k'}{T} \log(T)$	4.19

Donde $\hat{\Sigma}$ es la matriz de varianzas y covarianzas de los residuales, T es el número de observaciones y k' es el número total de regresores en todas las ecuaciones el cual debe ser igual a $p^2k + p$ para p ecuaciones en el sistema VAR, cada uno con k rezagos de las p variables, más el término constante en cada ecuación. La elección del número de rezagos es la que minimiza el valor del criterio de información (Brooks, 2014).

Para completar el modelo se necesita especificar la forma funcional para la evolución de la varianza condicional denotada por H_t . La usual suposición de los modelos VAR es que esta varianza condicional es invariante en el tiempo. En la práctica esa suposición es frecuentemente rechazada. Los datos sugieren varianza condicional agrupada, de la cual los modelos GARCH son particularmente útiles para capturar. Engle y Kroner (1995) propuso una forma general de un GARCH multivariado que permite estimar la varianza condicional y la cual es representada como:

$H_t = C_0^* C_0^* + A_{11}^* \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} A_{11}^* + B_{11}^* H_{t-1} B_{11}^*$	4.20
--	------

Donde:

$C_0^* = \begin{bmatrix} c_{11}^* & c_{12}^* \\ 0 & c_{22}^* \end{bmatrix}; A_{11}^* = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^* & \alpha_{12}^* \\ \alpha_{21}^* & \alpha_{22}^* \end{bmatrix}; B_{11}^* = \begin{bmatrix} \beta_{11}^* & \beta_{12}^* \\ \beta_{21}^* & \beta_{22}^* \end{bmatrix}$	4.21
---	------

Esta especificación representa un modelo BEKK. La parametrización garantiza una varianza H_t positiva definida para todos los valores de ϵ_t en la muestra. El parámetro C representa la constante y es una matriz triangular inferior A y B son una matriz nxn. Este modelo es el mayormente usado por académicos e investigadores por la bondad en la estimación de interacciones más complicadas y por la posibilidad de obtener efectos derramamiento “spillover” entre las varianzas de las series. Autores que han usado esta especificación son: Brooks y Henry (2000), Brooks et al. (2002), Grier et al (2004) y para el caso de México Domínguez y Perrotini (2009).

Para examinar los efectos de la incertidumbre de la inflación sobre el producto es necesario incluir la varianza condicional en la ecuación de la media de nuestro modelo VAR especificado en los párrafos anteriores. La ecuación quedaría representada de la siguiente forma:

$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \Gamma_i Y_{t-i} + \Psi \sqrt{h_t} + \epsilon_t$	4.22
$\epsilon_t \sim (0, H_t)$	4.23

Donde

$Y_t = \begin{bmatrix} y_t \\ \pi_t \end{bmatrix}; \epsilon_t = \begin{bmatrix} \epsilon_{y,t} \\ \epsilon_{\pi,t} \end{bmatrix}; \sqrt{h_t} = \begin{bmatrix} \sqrt{h_{y,t}} \\ \sqrt{h_{\pi,t}} \end{bmatrix}; \mu = \begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_{\pi} \end{bmatrix}; \Gamma_i = \begin{bmatrix} \Gamma_{11}^{(i)} & \Gamma_{12}^{(i)} \\ \Gamma_{21}^{(i)} & \Gamma_{22}^{(i)} \end{bmatrix};$ $\Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} \\ \psi_{21} & \psi_{22} \end{bmatrix}$	4.24
--	------

Este modelo fue propuesto por Grier et. al (2004), Elder (2004) y Bredin y Fountas (2009), aplicado para la economía de Estados Unidos y para una muestra de países de la Unión Europea.

La ecuación anterior da la especificación que se usará para la media de la inflación (π_t) y para el producto (y_t). En la especificación también se utiliza la desviación estándar de la inflación y el producto la cual es obtenida por la raíz cuadrada de la varianza condicional estimada por el modelo GARCH. Esto último es apoyado en las investigaciones de los autores antes mencionados y para evitar problemas de convergencia en la estimación.

Al igual que en la sección anterior, la muestra que se utiliza para el estudio corresponde al periodo 1995-2019 y las variables que se emplean como medida de inflación y producto son las siguientes:

Variable	Indicador	Definición/operacionalización	Literatura relacionada
Diferencia mensual del logaritmo del INPC anualizada	Inflación	Es un indicador económico global cuya finalidad es la de medir, a través del tiempo, la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares del país.	(Grier y Grier, 1998); (Grier y Grier, 2006);
Índice de Producción Industrial	Producto	Es un conjunto de indicadores de precios con el objetivo de medir las variaciones de los precios de los bienes y servicios que se producen en el país para el consumo interno y para la exportación.	(Perrotini y Rodríguez, 2012)

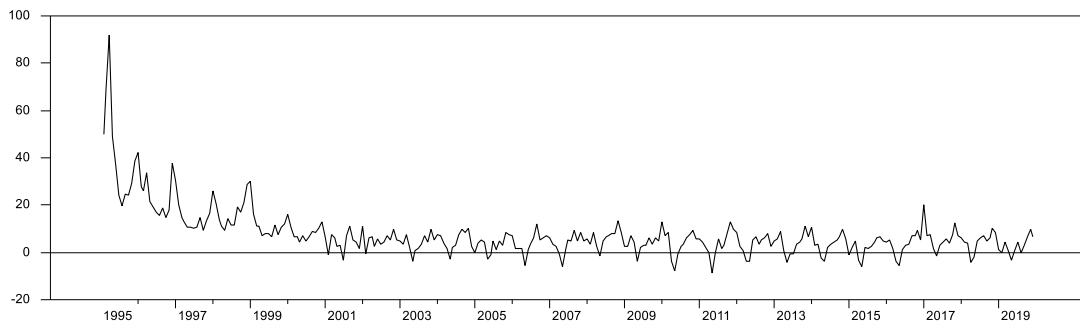
En este sistema de ecuaciones si el valor del parámetro ψ_{12} es negativo y significativo, se estaría confirmando nuestra hipótesis No. 2 sobre la relación negativa entre incertidumbre de la inflación y el producto. Es importante que esta hipótesis fue planteada por Friedman (1977) y Okun (1971).

Adicional, la especificación nos permite contrastar distintas hipótesis teóricas de los efectos de la incertidumbre de la inflación y el producto sobre las propias variables así: Un valor positivo y significativo sobre el parámetro ψ_{11} arrojaría evidencia a favor de los argumentos de Fischer (1987) de un efecto positivo de la volatilidad de la inflación sobre desempeño económico. El valor positivo del parámetro ψ_{21} estaría demostrando evidencia a favor de Devereux (1989) sobre un efecto positivo de la incertidumbre o volatilidad real sobre el promedio de la inflación. Por último, las consideraciones teóricas de Cukierman y Meltzer (1986) y Cukierman (1992) conducen a un efecto positivo de la incertidumbre de la inflación sobre la propia inflación. Al contrario, Holland (1995) propone una relación negativa de la incertidumbre de la inflación sobre la inflación promedio. Estas dos últimas hipótesis se contrastan con el parámetro ψ_{22} .

Capítulo 5. Análisis exploratorio y resultados econométricos

Mantener la inflación baja, estable y predecible ha sido el objetivo final de la política monetaria que persigue el Banxico desde finales del 2003 oficialmente. Este esfuerzo evidentemente ha traído resultados en la reducción de la *inflación*, la cual es medida por la diferencia mensual del logaritmo del INPC anualizada $\pi = \log(INPC_t/INPC_{t-1}) * 1200$. En la gráfica 1 se observa que a partir de la adopción del tipo de cambio flexible en 1995 y la adopción de la inflación como ancla nominal esta variable comienza a mostrar una tendencia descendente y una estabilidad más notoria a partir del 2003.

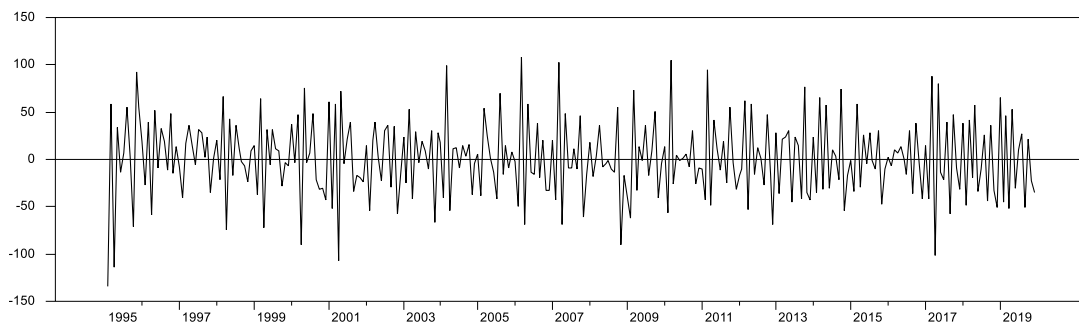
Lo contrario ocurre con la variable *producto* la cual es medida como la diferencia mensual del logaritmo del Índice de Producción Industrial (IPI) anualizados $\pi = \log(IPI_t/IPI_{t-1}) * 1200$. En la gráfica 2 se muestra un comportamiento distinto a la inflación, el cual ha tenido episodios de alta volatilidad acentuada a partir de 2001. Ambas variables manifiestan un comportamiento heterocedástico que las hace candidatas para un estudio de efectos ARCH tal como se ha propuesto en la sección anterior.



Gráfica 1. Tasa de Inflación

A pesar del análisis visual de las series en estudio, es necesario verificar si las series tienen efecto ARCH y si presentan autocorrelación en sus residuales. Para ello se reporta en el cuadro 1

los resultados de las pruebas aplicadas. Tanto la inflación y el producto presentan un sesgo positivo que es reportado por la prueba Skewness e indica la simetría de la distribución de las series alrededor de la muestra. También, las series presentan un exceso de curtosis que demuestran que las series distan de tener un comportamiento normal. Esto último es confirmado por el estadístico Jarque-Bera el cual rechaza la hipótesis nula de normalidad al 1% de significancia. Los valores de la prueba Ljung y Box (1978) aplicados a los residuos y a los residuos al cuadrado, confirman que las series presentan autocorrelación y heterocedasticidad condicional.



Gráfica 2. Tasa de crecimiento del producto

Con el fin de confirmar si las series transformadas presentan raíz unitaria se realizaron las pruebas de Dickey y Fuller (1979) y Kwiatkowski et al., (1992) cuyos resultados muestran que las mismas no presentan raíz unitaria y por lo tanto son $I(0)$. Ambas pruebas fueron aplicadas con distintas especificaciones (con intercepto μ y con tendencia τ) arrojando los mismos resultados. Una vez confirmados estos requisitos para la estimación de un modelo ARCH y especificada la ecuación en el capítulo anterior, se presentan los resultados de la estimación de un modelo GARCH en media (GARCH-M) apoyados en los trabajos de Engle (1983), Kontonikas (2004), Miles (2008), Berument (2007), Sharaf (2015).

Como se manifestó en el capítulo anterior, esta metodología permite probar de manera simultánea las hipótesis planteadas. En la primera ecuación se incorpora la raíz cuadrada de la

incertidumbre inflacionaria; es decir, se provee a la media de una secuencia que depende de su propia desviación estándar condicional mientras que la ecuación de la varianza se le agrega la inflación rezagada un periodo y una variable binaria que captura el efecto de entrada del régimen de objetivo de inflación.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos

	Media	Varianza	Skewness	Excess kurtosis	Normalidad Jarque-Bera
Y	1.1687	1631.6062	-0.0134	0.2489	0.7808 [0.6767]
π	7.7455	107.1632	3.5114	19.9706	5583.2050 [0.0000]

Pruebas de raíz unitaria y estacionariedad

	ADF (τ)	ADF (μ)	ADF	PP (τ)	PP	KPSS (τ)	KPSS μ
Y	-34.338	-34.253	-34.253	-38.519	-37.729	0.0340	0.1510
π	-6.5074	-5.8763	-5.876	-5.985	-5.396	0.4010	1.0500
5% C.V.	-3.4263	-1.650	-2.878	-3.428	-2.878	0.1460	0.4630

Pruebas de correlación serial y efectos ARCH

	Q (4)	Q (12)	Q^2 (4)	Q^2 (12)	ARCH (4)
Y	137.0060 [0.0000]	357.4350 [0.0000]	30.2050 [0.0000]	64.1970 [0.0000]	45.5590 [0.0000]
π	455.2050 [0.0000]	910.9010 [0.0000]	227.8380 [0.0000]	315.2100 [0.0000]	195.102 [0.0000]

Nota: Elaboración propia. Los niveles de significancia están reportados en corchetes.

En esta primera parte solo se reportan los resultados del modelo de inflación únicamente, ya que en la siguiente sección se elabora un modelo GARCH multivariado para estimar los efectos de la incertidumbre de la inflación sobre el desempeño económico. El cuadro 2 presenta un modelo de inflación utilizando 13 rezagos de la inflación como variables explicativas y una variable que representa nuestra medida de incertidumbre la cual es tomada de la ecuación de la varianza, apoyados en el trabajo de Grier et al. (2004). Igualmente, se reportan los valores de los estadísticos Ljung-Box sobre los residuos y los residuos al cuadrado indicando que el modelo ha removido los

problemas de correlación serial y efectos ARCH. La estimación del modelo se hace utilizando el método de cuasi-máxima verosimilitud propuesto por Bollerslev y Wooldridge (1992) cuya técnica corrige los errores estándar ante la presencia de errores no normales.

Cuadro 2. Estimación de GARCH-M

Ecuación de la media					
$\pi_t = 1.13$	$+ 0.4290\pi_{t-1}$	$- 0.0803\pi_{t-2}$	$+ 0.0063\pi_{t-3}$	$+ 0.0048\pi_{t-4}$	$- 0.0271\pi_{t-5} - 0.1284\pi_{t-6}$
(0.7224)	(0.0529)	(0.0545)	(0.0520)	(0.0616)	(0.0582) (0.0517)
	$+ 0.0790\pi_{t-7}$	$- 0.0044\pi_{t-8}$	$+ 0.0618\pi_{t-9}$	$+ 0.0710\pi_{t-10}$	$- 0.0441\pi_{t-11} + 0.447\pi_{t-12}$
	(0.0703)	(0.0592)	(0.0712)	(0.0677)	(0.0529) (0.0546)
			$- 0.1437\pi_{t-13}$	$+ 0.1086\sqrt{h_t}$	$+ \varepsilon_t$
			(0.0577)	(0.3219)	
Ecuación de la varianza GARCH (1,1)					
	$h_t = 0.8667$	$- 0.0482\varepsilon_{t-1}^2$	$+ 0.7715h_{t-1}$	$+ 0.4059\pi_{t-1}$	$- 0.0952d_t$
	(1.0351)	(0.0125)	(0.0888)	(0.0849)	(0.6166)
Pruebas de correlación serial y efectos ARCH					
π_t	Q (4)	Q (12)	$Q^2(4)$	$Q^2(12)$	Log-Likelihood
	0.4310 [0.9798]	2.9970 [0.9955]	2.8500 [0.5832]	8.5500 [0.7407]	-736.75

Nota. Elaboración propia. Errores estándar reportados en paréntesis y significancia en corchetes.

Los resultados muestran una fuerte evidencia de la hipótesis de Friedman (1977) y Ball (1992) sobre la relación positiva entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria. Dicho de otra forma, una mayor inflación conllevará a una mayor incertidumbre sobre la inflación futura y viceversa. El valor del coeficiente es 0.40 y un estadístico t de 4.77. Grier and Grier (1998) realizaron un estudio similar para el periodo 1960-1997 encontrando un coeficiente de 2.79. Este dato podría interpretarse como un debilitamiento de la relación entre estas dos variables aún cuando se siga manteniendo en el tiempo.

Referente al efecto de la incertidumbre de la inflación sobre la inflación el modelo arroja un coeficiente de 0.10, el cual es positivo pero no significativo. Recordemos que un coeficiente

positivo es evidencia a favor de Cukierman y Meltzer (1986) sobre el comportamiento oportunístico del Banco Central en el control de inflación. Por el contrario, un signo negativo se traduce en una evidencia a favor de la idea de Holland (1995) y Grier and Grier (1998) sobre el papel estabilizador del Banco Central. Es decir, una mayor incertidumbre de la inflación lleva al Banco de México a comportarse de una manera estabilizadora. Este coeficiente es menor al encontrado por Grier y Grier (1998) lo que podría entenderse como menor efecto de la incertidumbre de la inflación sobre la inflación.

Respecto a la entrada del régimen de objetivos de inflación los resultados evidencian un coeficiente de -0.09 el cual resultó no significativo. Como un ejercicio adicional, se realizaron regresiones donde se aplicó la variable binaria en distintos meses del 2004, desde Enero a diciembre. Esto con el fin de conocer si el signo de coeficiente es sensible a los meses del año. Los resultados mostraron coeficientes significativos en los meses de enero, marzo, abril, mayo y junio. De igual manera se observa que el coeficiente va disminuyendo conforme transcurren los meses.

Cuadro 3. Coeficientes de variable binaria por mes (enero-diciembre)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
-11.983	-12.703	-12.341	-11.959	-9.883	-7.071	-6.603	-1.578	-9.408	-12.102	-13.388	-2.432
(1.0553)	(15.3036)	(4.7741)	(3.6363)	(1.9939)	(4.2928)	(5.0313)	(13.7739)	(17.6977)	(11.7375)	(10.8462)	(20.9173)

Nota. Elaboración propia. Errores estándar reportados en paréntesis.

Este resultado pudiera ser contradictorio sin embargo, como señala Engle (1983) una menor inflación no siempre puede ir acompañado de una menor varianza. También, como se ha planteado en secciones anteriores, conducir una política que logre el objetivo de inflación no es una tarea sencilla, por ende, el no conseguir tal objetivo numérico planteado, la incertidumbre se vuelve un

factor de riesgo que podría acompañar la inflación. Finalmente aunque la política de objetivos de inflación ha sido útil para anclar las expectativas de inflación no hay evidencia contundente de un efecto sobre la varianza esperada además de un efecto indirecto de bajar la inflación (Johnson, 2002). En la sección se analiza gráficamente la inflación junto con su medida de incertidumbre.

5.1.Efectos de la incertidumbre sobre la inflación y el desempeño económico

En esta sección se presentan los resultados del modelo GARCH bivariado en media (BGARCH-M) que permite conocer los efectos de la incertidumbre sobre la inflación y el desempeño económico. Al igual que en el modelo anterior, para la estimación de este modelo es necesario conocer si las series a estimar presentan correlación y heterocedasticidad en los residuos. Los resultados están disponibles en el cuadro 1 y muestran que existe correlación serial y efectos ARCH lo que demuestra que la varianza de la inflación y el producto no son constantes en el tiempo.

Como se indicó en el capítulo anterior, se utilizaron los criterios de información de Akaike (AIC) y Schwartz (SBC) para la selección de los rezagos óptimos en el modelo VAR. El modelo fue estimado utilizando 12 rezagos en la ecuación de la media¹. La estimación del modelo se hace utilizando el método de cuasi-máxima verosimilitud propuesto por Bollerslev y Wooldridge (1992).

Para la estimación se realizaron algunas pruebas para garantizar una correcta especificación del modelo las cuales se describen a continuación: existe una significativa heterocedasticidad condicional en los datos. La homocedasticidad requiere que los coeficientes de la matriz A_{11}^* y

¹ Se realizaron otras estimaciones utilizando menos rezagos, sin embargo, el modelo no aprobó las pruebas de correlación serial ni efectos ARCH de Ljung-Box.

B_{11}^* sean conjuntamente no significativos, sin embargo, nuestra prueba muestra que ambas matrices son conjuntamente significativas al 1%. Segundo, la hipótesis de una covarianza diagonal requiere que los elementos diagonales de las matrices A_{11}^* y B_{11}^* sean no significativos. En nuestro modelo la prueba resulta significativa al 1% lo que significa que el rezago de la varianza y del error al cuadrado de la inflación (o el producto) tienden a afectar la varianza condicional de la otra variable (inflación o producto). Por último, la significancia conjunta de los coeficientes de la matriz Ψ indican la presencia de efectos GARCH en media (GARCH-M).

Como se explicó en el capítulo anterior, con este modelo se pretende contrastar los efectos de la incertidumbre de la inflación y el producto sobre la inflación y el producto. Siguiendo a Grier y Grier (2006) Se realiza un análisis de los parámetros de la inflación rezagada en ecuación de la media. Primero, se puede notar que los coeficientes de la inflación en la ecuación del producto resultaron algunos significativos y de signo positivo y en otros casos positivos, pero no significativos. Los coeficientes de la variable producto en la ecuación de inflación resultaron en su mayoría significativos y de signo negativos y su valor va disminuyendo con la distancia, haciendo que el efecto de un choque se vaya suavizando con los rezagos. En la ecuación de la inflación (cuadro 4), los coeficientes resultaron en su mayoría pequeños, positivos y algunos negativos, significativos en algunos casos. Los efectos de la inflación sobre inflación solo resultan significativos en el primero, noveno y doceavo rezago con signo positivos. En resumen, estos efectos, aunque sean de corto plazo, demuestran que la respuesta a los choques de ambas variables es dinámica y oscilante en su mayoría.

Una interpretación que hace Grier y Grier (2006) corresponde al análisis de los coeficientes en conjunto. En este caso, la suma de los coeficientes de la inflación en la ecuación del producto

es de 0.99 lo que se traduce un efecto positivo y significativo como grupo de la inflación sobre el producto. Si se resta este efecto al valor del coeficiente de la incertidumbre de inflación (-2.34) da como resultado **-1.35**. Es decir, el efecto de la inflación sobre el producto es la suma del efecto agrupado de la inflación rezagada más el efecto de la incertidumbre de la inflación. Siendo así, es como nuestro modelo predice un efecto negativo indirecto de la inflación sobre el desempeño económico a través de su incertidumbre.

El cuadro 3 resume las hipótesis a contrastar y el signo esperado de los coeficientes de la matriz Ψ . El parámetro ψ_{11} arrojó un coeficiente de signo positivo, un valor de 0.37 y un t estadístico de 1.00, el cual no es significativo a ningún nivel de significancia. Bajo este escenario no se apoya la hipótesis de Black (1982) sobre una relación positiva entre la incertidumbre del producto sobre el desempeño económico.

Cuadro 3. Hipótesis teóricas

Hipótesis teóricas	Signo del efecto	parámetro
Incetidumbre de la inflación afecta la inflación		
Cukierman y Meltzer (1986)	+	ψ_{22}
Holland (1995)	-	
Incetidumbre de la inflación afecta al producto		
Friedman (1977)	-	ψ_{12}
Dotsey y Sarte (2000)	+	
Incetidumbre del producto afecta la inflación		
Devereux (1989), Cukierman y Gerlach (2003)	+	ψ_{21}
Taylor y Cukierman y Meltzer (1986)	-	
Incetidumbre del producto afecta el producto		
Modelos de Ciclos económicos	Cero	ψ_{11}
Keynes (1936), Bernanke (1983) Woodford (1990), Pindyck (1991), Ramey y Ramey (1991)	-	
Black (1982), Blackburn (1999)	+	

Nota. Elaboración propia.

El parámetro ψ_{12} arrojó un valor de -2.34 y un t estadístico de -1.82 lo que permite confirmar la hipótesis de Friedman (1977) y Okun (1971) sobre los efectos perjudiciales de la incertidumbre de la inflación sobre el desempeño económico. Este efecto considera que, cuando aumenta la incertidumbre sobre la inflación también aumenta el riesgo asociado con las ganancias de las empresas lo que dilata la inversión y como consecuencia reduce el desempeño económico. Este resultado además confirma la segunda hipótesis de este proyecto de investigación. Con este hallazgo se estaría apoyando la postura del Banxico junto con la del NCM sobre el papel primordial para el control de la inflación y reducir la incertidumbre de la misma. Este resultado coincide con el encontrado por Grier et al. (2004) para el caso de la economía de USA.

El parámetro ψ_{21} referente al efecto de la incertidumbre del producto sobre la inflación arrojó un valor de -0.16 lo cual no apoya los argumentos de Devereux (1989) y se muestra en favor de la hipótesis de Cukierman y Meltzer (1986). Por último, el parámetro ψ_{22} sobre la relación entre la incertidumbre de inflación sobre inflación promedio evidencia un valor de 0.93 positivo y significativo al 10%.

Cuadro 4. Modelo GARCH bivariado en Media

Ecuación de la media condicional										
$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \Gamma_i Y_{t-i} + \Psi \sqrt{h_t} + \epsilon_t$										
$Y_t = \begin{bmatrix} y_t \\ \pi_t \end{bmatrix}; \epsilon_t = \begin{bmatrix} \epsilon_{y,t} \\ \epsilon_{\pi,t} \end{bmatrix}; \sqrt{h_t} = \begin{bmatrix} \sqrt{h_{y,t}} \\ \sqrt{h_{\pi,t}} \end{bmatrix}; \mu = \begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_{\pi} \end{bmatrix}; \Gamma_i = \begin{bmatrix} \Gamma_{11}^{(i)} & \Gamma_{12}^{(i)} \\ \Gamma_{21}^{(i)} & \Gamma_{22}^{(i)} \end{bmatrix}; \Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} \\ \psi_{21} & \psi_{22} \end{bmatrix}$										
$\mu = \begin{bmatrix} -2.9457 \\ (8.3020) \\ 2.1046 \\ (2.1455) \end{bmatrix}$	$\Gamma_1 = \begin{bmatrix} -0.6883 & -0.9253 \\ (0.0582) & (0.5332) \\ -0.0097 & 0.4399 \\ (0.0080) & (0.0423) \end{bmatrix}$	$\Gamma_2 = \begin{bmatrix} -0.2761 & 0.4708 \\ (0.0520) & (0.6553) \\ -0.0231 & -0.0968 \\ (0.0085) & (0.0670) \end{bmatrix}$	$\Gamma_3 = \begin{bmatrix} -0.1001 & -0.7251 \\ (0.0625) & (1.0202) \\ -0.0098 & -0.0340 \\ (0.0089) & (0.0861) \end{bmatrix}$	$\Gamma_4 = \begin{bmatrix} -0.1250 & 1.2577 \\ (0.0570) & (0.8729) \\ 0.0174 & -0.0218 \\ (0.0056) & (0.0857) \end{bmatrix}$						
	$\Gamma_5 = \begin{bmatrix} -0.0311 & -0.5764 \\ (0.0763) & (0.5460) \\ 0.0211 & -0.0265 \\ (0.0072) & (0.0795) \end{bmatrix}$	$\Gamma_6 = \begin{bmatrix} 0.0714 & 0.0575 \\ (0.0361) & (0.2183) \\ 0.0239 & -0.0965 \\ (0.0048) & (0.0698) \end{bmatrix}$	$\Gamma_7 = \begin{bmatrix} 0.0696 & 1.0078 \\ (0.0896) & (0.4640) \\ 0.0166 & 0.1123 \\ (0.0052) & (0.0838) \end{bmatrix}$							
	$\Gamma_8 = \begin{bmatrix} -0.0719 & 0.6112 \\ (0.0691) & (0.4159) \\ 0.0385 & 0.0277 \\ (0.0064) & (0.0660) \end{bmatrix}$	$\Gamma_9 = \begin{bmatrix} -0.1504 & 0.5372 \\ (0.0470) & (0.3927) \\ 0.0126 & 0.1201 \\ (0.0059) & (0.0373) \end{bmatrix}$	$\Gamma_{10} = \begin{bmatrix} -0.1106 & 0.0038 \\ (0.0689) & (0.1371) \\ 0.0003 & -0.0204 \\ (0.0059) & (0.0360) \end{bmatrix}$							
	$\Gamma_{11} = \begin{bmatrix} -0.1176 & -0.7438 \\ (0.0580) & (0.2451) \\ -0.0173 & 0.0414 \\ (0.0084) & (0.0294) \end{bmatrix}$		$\Gamma_{12} = \begin{bmatrix} 0.3349 & 0.0239 \\ (0.0580) & (0.3077) \\ -0.0060 & 0.2136 \\ (0.0076) & (0.0356) \end{bmatrix}$							
	$\Psi = \begin{bmatrix} 0.3711 & -2.3480 \\ (0.3683) & (1.2900) \\ -0.1618 & 0.9352 \\ (0.0940) & (0.4800) \end{bmatrix}$									
Diagnóstico de los residuales										
	Media	Varianza	Q (4)	Q ² (4)	Q(12)	Q ² (12)				
$\epsilon_{1,t}$	-0.0363	0.9994	1.2510 [0.8696]	3.3450 [0.5019]	6.1230 [0.9097]	13.6340 [0.3246]				
$\epsilon_{2,t}$	0.0123	1.0069	5.4330 [0.2456]	2.1330 [0.7113]	10.972 [0.5313]	7.691 [0.8088]				

Nota. Elaboración propia. Los niveles de significancia estan reportados en corchetes. Errores estándar en paréntesis

Este resultado contradice nuestro hallazgo reportado en la estimación de la sección anterior. En su lugar muestra evidencia del argumento de Cukierman y Meltzer (1986), quienes asocian la relación de la incertidumbre de la inflación sobre la inflación debido a las fallas en los pronósticos del futuro de la inflación y a la percepción que tiene el público sobre el futuro de la política monetaria para el control de la inflación.

Cuadro 4. (continuación).

Estructura de varianza y covarianza condicional		
$H_t = C_0' C_0^* + A_{11}' \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' A_{11}^* + B_{11}' H_{t-1} B_{11}^*$		
$C_0^* = \begin{bmatrix} c_{11}^* & c_{12}^* \\ 0 & c_{22}^* \end{bmatrix}; A_{11}^* = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^* & \alpha_{12}^* \\ \alpha_{21}^* & \alpha_{22}^* \end{bmatrix}; B_{11}^* = \begin{bmatrix} \beta_{11}^* & \beta_{12}^* \\ \beta_{21}^* & \beta_{22}^* \end{bmatrix}$		
$C_0^* = \begin{bmatrix} 16.2635 & -0.2045 \\ (1.3629) & (0.8924) \\ 0 & 1.2456 \\ & (1.8317) \end{bmatrix}$		$A_{11}^* = \begin{bmatrix} 0.7189 & -0.0484 \\ (0.1533) & (0.0178) \\ -0.0769 & 0.2018 \\ (1.5477) & (0.2753) \end{bmatrix}$
	$B_{11}^* = \begin{bmatrix} -0.0810 & -0.0862 \\ (0.2012) & (0.0580) \\ 1.1659 & 0.5010 \\ (1.1674) & (0.2919) \end{bmatrix}$	
Prueba de especificación		
No GARCH	$H_0: \alpha_{ij} = \beta_{ij} = 0$ para todo i, j	[0.0000]
No GARCH-M	$H_0: \psi_{ij} = 0$ para todo i, j	[0.0000]
Diagonal GARCH	$H_0: \alpha_{12}^* = \alpha_{21}^* = \beta_{12}^* = \beta_{21}^* = 0$	[0.0000]

Una herramienta útil en la estimación de modelos GARCH y que fue usada en Engle (1982) es graficar la varianza condicional junto con la variable de interés. La utilidad de este ejercicio es poder contrastar el comportamiento de la variable en niveles a lo largo del tiempo y determinar si el efecto de la incertidumbre (medido por la varianza) mantiene la misma tendencia histórica. En esta ocasión se ofrece una comparación de la desviación estándar de la inflación y el producto junto con sus propias series en niveles. La desviación estándar es estimada desde 1996 debido a

los rezados que se utilizaron en la estimación del modelo GARCH. En el caso de la tasa de inflación, se observa que la desviación estándar documenta muy bien los periodos de crisis que ha sufrido la economía mexicana durante el periodo de estudio; la desaceleración de 2001 que produjo una mayor incertidumbre sobre el futuro de los precios y crisis de 2008 que marcó su máxima desviación estándar en la muestra del estudio.

Se puede observar que en algunos periodos la desviación estándar no obedece a un incremento o una disminución, es decir, en el 2017 se mostró una disminución de la tasa de inflación, sin embargo, en ese periodo la desviación estándar de la inflación marcó un pico positivo. Esto se puede otorgar a que, en algunos periodos, la impredecibilidad de la inflación juega un papel

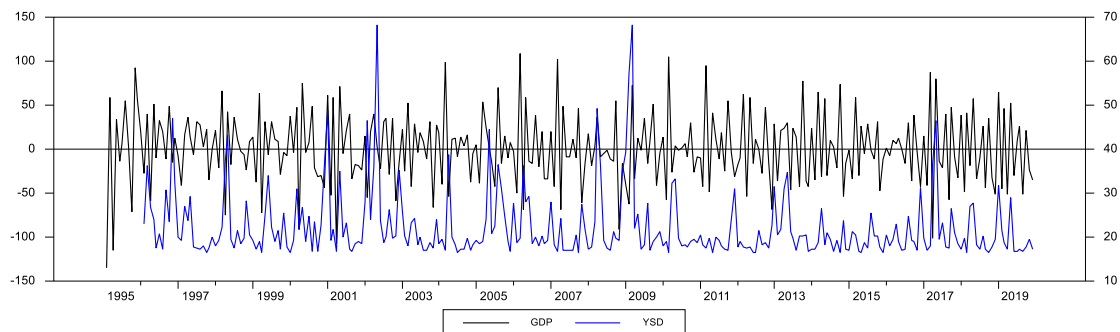


Grafico 3. Tasa de crecimiento mensual del producto y desviación estándar estimada GARCH

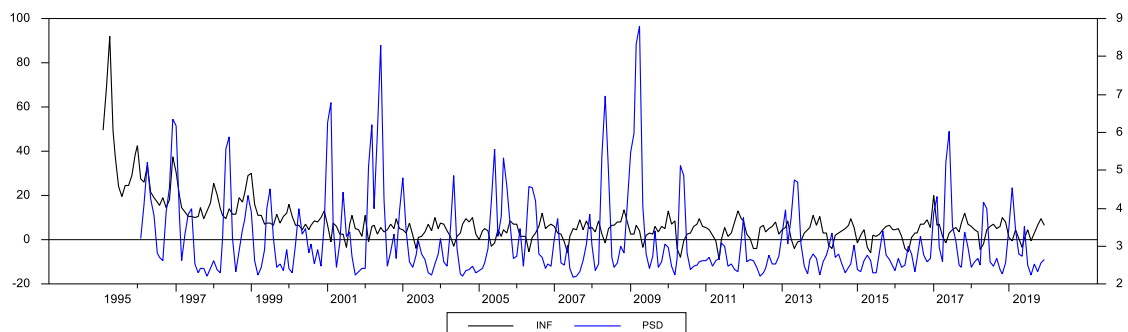


Grafico 4. Tasa de crecimiento mensual de la inflación y desviación estándar estimada GARCH.

importante en la incertidumbre y como consecuencia en las expectativas sobre el futuro de la inflación. Por el lado del producto se observa el mismo patrón que la inflación; una mayor desviación estándar en el año 2001 y 2008. A partir de 2009 hasta el 2017 se observa un periodo de menor volatilidad seguido de un mayor pico a partir de 2017. En conclusión, contrario a la inflación, las perspectivas del crecimiento parecen tener un efecto sobre su desviación estándar ya que a partir de 2010 se muestra un comportamiento menos volátil del crecimiento.

Discusión de los resultados (GARCH -M y BMGARCH-M)

En los modelos GARCH es común representar la persistencia de la inflación como la resultante del error rezagado al cuadrado y la varianza rezagada (cuadro 2). En nuestra muestra de estudio, se observa que la mayor parte del periodo está representada por la política de objetivos de inflación del Banco de México lo que pudiera explicar un valor de 0.73 como la persistencia de la inflación. Estos resultados se consideran como una moderada persistencia de la inflación. Para Taylor (2000) cuando la persistencia es moderada puede ser porque cuando la inflación es baja los productores y distribuidores perciben los cambios en precios como poco persistentes, por lo cual tienen menor disposición a ajustar los precios; caso contrario ocurre cuando es alta.

El no rechazo de la hipótesis de Friedman (1977)- Ball (1992) denotado en el cuadro 2 es de suma importancia ya que se estaría validando el argumento que plantea el Nuevo Consenso Macroeconómico (NCM) sobre el control de la inflación como el único objetivo que debe perseguir la autoridad monetaria. Este planteamiento es precisamente el que ha originado el debate sobre la adopción de OI por parte de los países. Es decir, en el tiempo se evidencia una disminución de la inflación lo que se traduce en un éxito de la política, sin embargo, es cuestionable el

desempeño del producto a partir en ese mismo periodo. Precisamente porque la concepción de estabilizar la inflación garantizaría o favorecería el crecimiento económico Fisher (1993).

El resultado que se muestra sobre el parámetro de la incertidumbre en la ecuación de la media no resultó significativo. Aunque el coeficiente resulta menor al encontrado en el estudio de Grier y Grier (1998), no nos permite abonar a las aportaciones de Holland (1995). Este autor se refería al papel estabilizador del Banco Central.

En un último aspecto, el resultado de la variable binaria que captura la entrada en vigor del régimen de OI pudiera ser cuestionable. El modelo arrojó un coeficiente negativo, lo cual pudiera indicaría que la medida de control de inflación ha favorecido en la reducción de la incertidumbre, sin embargo, el coeficiente no es significativo, lo que indica que, en esta tesis, no existe evidencia de que la puesta en marcha de este régimen ha disminuido la incertidumbre. Lo que, si se puede respaldar en esta investigación, como un valor agregado, es el hecho de que la incertidumbre de la inflación mantuvo un efecto negativo los primeros meses que fue puesta en marcha. Este comentario surge al aplicar al modelo variables binarias mensuales en el año 2004. Sobre este resultado se podría pensar la incertidumbre de la inflación es un costo que se atribuye a la inflación de manera oscilatoria, es decir, depende del nivel de inflación promedio y de las expectativas que tenga el público.

Los resultados obtenidos en el segundo modelo (BGARCH-M) del cuadro 4 ayudan a esclarecer la relación que pudiera tener la incertidumbre sobre la inflación y el producto cuyos resultados han sido mixtos en la literatura. Autores como Grier y Grier (2006) demuestran que existen una relación positiva entre ambas variables y sus respectivas incertidumbres mientras que autores como Bredin y Fountas (2005) que no apoyan esta relación. Es de interés de interés conocer

esta relación ya que ambas variables deben ser estudiadas juntas por la relación sistémica entre ellas.

A pesar de que el coeficiente que muestra la relación entre la incertidumbre de la inflación y el producto resultó positivo, el mismo no es significativo. Esta falta de significancia pudiera estar explicada por el periodo de estudio que contempla este proyecto de investigación. Este hallazgo coincide con el reportado por Grier y Perry (2000) para Estados Unidos en el periodo 1948-1996.

Sobre la relación de la incertidumbre de la inflación sobre el producto se encuentra una relación negativa. Es decir, una mayor incertidumbre de la inflación disminuye el crecimiento. Esta posición es importante pues reafirma el argumento de Friedman (1977) sobre el riesgo asociado el cual se deriva de la teoría de la irreversibilidad de la inversión y que implica que ante un aumento de la incertidumbre debería retrasar la inversión y como consecuencia el crecimiento. Estos hallazgos son consistentes con los reportados por Grier et al. (2004), Grier y Perry (2000). También, la relación encontrada no debe ser descartada pues la magnitud del coeficiente es de -2.34. Esto quiere decir que el efecto no es pequeño y puede traer repercusiones sobre el crecimiento. Ante esto, nuestro resultado se conduce en favor de la adopción del régimen de OI pues el mismo trata de mitigar los efectos adversos de la inflación al considerar la incertidumbre como uno de ellos.

La relación entre la incertidumbre del producto sobre la inflación puede ser cuestionable, sin embargo, la relación es apenas marginal. Una explicación podría estar ligada a la frontera de varianza entre ambas incertidumbres (inflación y producto). Bajo el enfoque de Cukierman y Meltzer (1986) una mayor incertidumbre del producto reduce la incertidumbre de la inflación y por ende de la inflación promedio. Esta frontera implica que se produce un incremento en la

varianza del producto cuando la autoridad monetaria intenta hacer más pequeña la varianza de la inflación y viceversa. Este resultado ha resultado no significativo en autores como Grier y Perry (2000) y Grier et al. (2004).

Finalmente, la relación de incertidumbre de la inflación sobre la inflación dista de la encontrada en el modelo univariado realizado en la primera parte de este capítulo. anterior. En esta ocasión los resultados arrojan un coeficiente positivo de 0.50 el cual se puede interpretar como una relación positiva entre ambas variables. Este hallazgo corresponde al planteamiento teórico de Cukierman (1992) Cukierman y Meltzer (1986) y es consistente con lo encontrado por Bredin y Fountas (2005), Grier y Grier (1998) y contrario a los hallazgos de Grier et al (2004). Este resultado más que estar vinculado a la versión de Cukierman y Meltzer sobre la inflación sorprende que llevan a cabo Bancos Centrales para obtener ganancias sobre el crecimiento del producto, se puede explicar por la efectividad del control de la inflación. Recordemos que, durante la muestra de estudio, han existido periodos en los que el Banxico no ha logrado llevar la inflación a su objetivo. Siendo así, la incapacidad de los agentes de anticiparse al curso de la inflación genera esa incertidumbre que conduce a una relación positiva. Por otro lado, como mencionan Cukierman y Meltzer la velocidad en la que los agentes se convencen de que las políticas para el control son adecuadas determinan la incertidumbre que está ligada al costo de controlar la inflación.

Capítulo 6. Conclusiones

El propósito de esta tesis fue proveer un análisis sobre la interacción entre la inflación, la incertidumbre inflacionaria y el desempeño económico. Esta área de la literatura tiene una importante implicación en la política monetaria, dados los cambios en la conducción de esta a partir de 1990. Desde entonces, los objetivos de inflación (explícitos o implícitos) se han convertido en el régimen de política monetaria predominante de los Bancos Centrales. Comparado con los periodos inflacionarios de los 70, la inflación se redujo tanto en promedio como en su volatilidad, mermando los costos asociados a una inflación alta y volátil (Sarel, 1996).

En México, siendo nuestro campo de estudio, la inflación comenzó a mostrar un descenso notable a partir de 1995 y en 2001 se logra una estabilidad de precios, concibiéndose como el único objetivo del Banco de México. La adopción de este régimen monetario se proyectó como un medio que garantizaría el crecimiento económico, de acuerdo con el Nuevo Consenso Macroeconómico.

La importancia de realizar este estudio radica en el escaso conocimiento sobre la vigencia de la relación inflación-producto para economías con tasas de inflación moderadas. Es decir, se planteó por un grupo de autores como Fischer (1926), Phillips (1958), Mundell (1963), Tobin (1965), Lucas (1973), Alberro (1981) Ball et al (1988), entre otros que existe una relación positiva entre inflación y crecimiento. Seguidamente, surgió otro clúster de autores dentro de los que se destacaron Friedman (1977), Stockman (1981), Cooley y Hansen (1981), Jones y Manuelli (1995), Gomme (1993). quienes abogaban por la existencia de una relación negativa de trade-off entre ambas variables, como resultado de los episodios de elevada inflación y el desorden macroeconómico de los años 70. Años más tarde, surge una corriente que postulan que la relación entre inflación y crecimiento es no lineal; Fischer (1993), Sarel (1996), Judson y Orphanides

(1999), Bruno y Easterly (1998), Ghosh y Phillips (1998), Burdekin et al (2000), son algunos de los autores que expusieron esta relación. Para ellos, existe un umbral de inflación bajo el cual la relación pasa de ser positiva a negativa. Estos estudios surgieron como respuesta a las bajas tasas de inflación global presentadas desde los años 90.

Esta tesis hizo alusión a estos autores y a sus postulados, porque con ellos emerge un debate sobre el papel que juega la varianza de los precios en la relación trade-off inflación-producto, indistintamente de la relación que planteaban (positiva, negativa, no lineal). Por ejemplo, Para Lucas (1973) solo la varianza de los precios son los que inciden en la relación inflación-producto. Por el contrario, para Ball et al (1998), Friedman (1977), Fischer (1993), Jones y Manuelli (1995) entre otros, plantearon que tanto las variables en niveles como sus varianzas contribuyen en la relación trade-off de las variables en referencia. En el capítulo dos se realizó una revisión de estas teorías y sus hallazgos.

Este proyecto de investigación estuvo motivado por estos avances teóricos planteados y por los desarrollos en materia inflacionaria en México, planteándonos como objetivo general: Investigar la prevalencia en la relación de la inflación con la incertidumbre inflacionaria y si estas variables influyen sobre el desempeño económico en México. Además, se apoyó en el trabajo de Grier y Grier (2006) quien realiza el estudio para el caso de México y demuestra una relación positiva entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria y que esta, incide negativamente sobre el crecimiento de México. Sus datos solo abarcan hasta el 2001 y su estudio no se encarga de evaluar si la adopción del OI contribuye a disminuir la incertidumbre inflacionaria.

La técnica que propuso este documento está basada en Grier y Grier (2006) y Elder (2004). Se trata de un modelo VAR-GARCH bivariado en media que permite examinar el efecto nominal de la incertidumbre sobre la inflación promedio y el desempeño económico. El efecto es robusto

a varias especificaciones tales como la medida de inflación y producto, así como el número de rezagos en el modelo VAR. Además, es un enfoque de ecuación simultánea que crea el proxy de incertidumbre medida como la varianza condicional no anticipada de los choques tanto para la serie de inflación y desempeño económico.

Se utilizó la serie del Índice Nacional de Precios del Consumidor como variable de inflación y el Índice de Producción Industrial como variable de desempeño económico. Esto tomando como referencia la mayoría de los estudios que han desarrollado esta técnica. También, al ser modelos de heterocedasticidad autorregresivas, se hace necesario el uso de un mayor número de observaciones que refleje un comportamiento heterocedástico y la existencia de efectos de volatilidad agrupada o efecto de apalancamiento.

Ahora se presentan los hallazgos y las implicaciones de política:

- Se encuentra una relación positiva entre la inflación pasada y la incertidumbre sobre el futuro de los precios para el periodo del estudio. Este resultado indica que la disminución en los precios a partir de 1990 redujo las consecuencias negativas de la incertidumbre de inflación. Además, este resultado platea a la incertidumbre de la inflación como un costo de la inflación. Una mayor incertidumbre implica una mayor negociación de los contratos nominales, al debilitar la tarea de los agentes económicos de distinguir entre cambios en los precios relativos o nominales, afectando de esta manera la actividad económica real Friedman (1977). Con estos resultados no se rechaza nuestra hipótesis 1 (H1).
- Adicional, como se esperaba, el señalamiento de Friedman sobre el efecto de la incertidumbre como pernicioso para el desempeño económico recibe un fuerte apoyo en esta tesis. Este resultado se traduce una relación negativa entre la inflación y el producto. Al comparar el efecto agrupado de los coeficientes de inflación en la ecuación del producto

y el efecto de la incertidumbre de la inflación, se evidencia un efecto mayor de la incertidumbre de inflación. Al ser así, que el efecto negativo de la inflación sobre el desempeño económico se da a través de la incertidumbre o volatilidades. Este hallazgo plantea el no rechazo de la hipótesis 2 (H2) de este proyecto de investigación.

- También, no se encuentra evidencia que la incertidumbre de inflación se reduce a partir de la adopción de la política de Objetivos de inflación. Con esto, esta tesis no está indicando que el esfuerzo del Banxico por controlar la inflación no haya sido exitoso en el periodo de estudio, pues los estadísticos descriptivos y la relación directa sobre ambos modelos confirman una relación positiva entre ambas variables. Al contrario, solo se reconoce que la incertidumbre de la inflación está relacionada a la inflación, pero no se admite la política de OI como un determinante de la reducción de la incertidumbre inflacionaria.

Se encuentra evidencia sobre la acción anticipada del Banco Central a los cambios en el grado de incertidumbre que rodea a la inflación. Es decir, tanto en el modelo univariado en media como en el multivariado, una mayor incertidumbre de la inflación conduce a una mayor inflación, tal y como lo afirma Cukierman y Meltzer (1986). Al incluir la variable producto, el efecto de la incertidumbre de la inflación sobre la inflación es positivo, apoyando el argumento de Cukierman y Meltzer (1986). Lo anterior, confirma la crítica constante sobre las metodologías utilizadas para medir volatilidades como variable de incertidumbre. Estos resultados también los encuentra Bredin y Fountas (2005) con datos para 14 países de la Unión Europea. Estos autores aducen sensibilidad de sus resultados al enfoque metodológico y el periodo analizado (1962-2003).

Adicional, no se apoya la hipótesis de Black (1982) sobre una relación positiva entre la incertidumbre del producto sobre el desempeño económico. De este modo, no se encuentra evidencia sobre el efecto positivo o negativo de la incertidumbre del crecimiento sobre el

crecimiento económico. Por otro lado, se encuentra evidencia de un efecto negativo de la incertidumbre del crecimiento sobre la inflación. Este hallazgo se muestra a favor del argumento de Cukierman y Meltzer (1986).

Implicaciones teóricas y políticas

Los hallazgos arriba presentados tienen importantes implicaciones teóricas. Primero, se muestra evidencia sobre la NO generalización de los resultados sobre la aplicación de Objetivos de inflación. Los resultados sobre la disminución de la incertidumbre que reporta Rosas (2019) para una muestra de países de Latinoamérica divididos entre los que adoptaron OI y otros que no adoptaron, demuestran que en una economía como Bolivia la cual no ha adoptado OI también ha reducido su incertidumbre inflacionaria. Dicho de otra forma, no existe una evidencia contundente de que el esquema OI sea efectivo para reducir la incertidumbre de inflación.

Segundo, los resultados sugieren que, en la búsqueda de estabilidad macroeconómica para una región, los formuladores de políticas deben identificar con claridad que la volatilidad de la inflación aumenta la incertidumbre sobre el futuro, lo que resulta en una disminución de la confianza en las predicciones implícitas en los contratos nominales y un aumento asociado en la preferencia de liquidez de los agentes, que es seguida de una menor inversión y un lento crecimiento económico. Esto implica que países con alta inflación deben buscar tasas inflación bajas, con el fin de reducir las consecuencias negativas de la incertidumbre.

Para el caso de México, estos resultados difieren con los de Rosas y López (2018), quienes encuentran cumplimiento de la hipótesis de Holland (1995) sobre el comportamiento estabilizador del Banxico ante la inflación. De igual forma, corroboran el cumplimiento de la hipótesis de Friedman-Ball, sobre la relación positiva entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria. Estos

resultados fueron obtenidos utilizando modelos de heterocedasticidad univariados SARMA-GARCH, GJR-GARCH y E-GARCH-M.

En un estudio más reciente, pero utilizando una metodología univariada, Rosas (2019) utiliza un modelo GJR-GARCH-M para el periodo 1960-2018 en seis economías latinoamericanas. Encuentran el cumplimiento de la hipótesis de Cukierman-Meltzer (1986) para México y la hipótesis Friedman-Ball. Encuentran contrario a esta tesis que la incertidumbre disminuyó en economías que implementaron el OI. En esa línea de investigación Rosas (2020) realiza un estudio para el periodo 1984-2019, aplicando un modelo de correlación constante GARCH bivariado asimétrico y una prueba de causalidad con el enfoque Toda-Yamamoto. Comprueban el cumplimiento de la hipótesis Friedman-Ball, la hipótesis de Holland y la presencia de un efecto Tobin en la economía mexicana.

En el trabajo de Hartmann y Roestel (2013) el efecto de la inflación sobre el producto aparece más pronunciado en economías que colocan un mayor énfasis en el mantener inflación baja. Sin embargo, el efecto de la incertidumbre de la inflación sobre el crecimiento del producto parece mantenerse indistintamente del régimen monetario. En este estudio, solo se demuestra que la relación de efecto va de la incertidumbre de la inflación sobre el desempeño económico y no viceversa. También, que no existe un efecto spillover entre la incertidumbre de la inflación y la del producto.

En general estos hallazgos secundan el planteamiento de Fisher (1993) en relación con el énfasis habitual en la estabilidad del marco macroeconómico (más que en su propiciación para el crecimiento). Este autor sugiere que la principal razón por la que los factores macroeconómicos son importantes para el crecimiento es la incertidumbre. Hay dos canales principales a través de los cuales la incertidumbre podría afectar el crecimiento. Primero, la incertidumbre

macroeconómica inducida por las políticas reduce la eficiencia del mecanismo de precios, como en la contribución clásica de Lucas (1973). Se puede esperar que esta incertidumbre, asociada a un choque de inflación, inestabilidad del presupuesto, de la cuenta corriente, reduzca el nivel de productividad. En segundo lugar, la incertidumbre temporal sobre la macroeconomía tiende a reducir la tasa de inversión, ya que los inversores potenciales esperan la resolución de la incertidumbre antes de comprometerse (Pindyck y Solimano, 1993).

Es así como esta tesis otorga valor a la incertidumbre en especial dentro de un marco donde la política monetaria se ha enmarcado en controlar la inflación. Numerosos estudios se han dedicado a destarar las bondades de este régimen de política; por ejemplo, reducir las expectativas de inflación. La velocidad en la cual las expectativas se ajustan depende de la fe del público en la habilidad del Banco Central de llevar a cabo la política.

Al contrario, y como desventajas de este esquema (OI) propuestas por Fisher (1993); no hay control absoluto del nivel de precios porque el rezago entre las condiciones monetarias y la inflación, las mismas son muchas e inciertas. Un segundo problema potencial es que el comportamiento lento de los precios obliga a la política monetaria a reaccionar a los pronósticos de inflación, no a la inflación actual. A pesar de esto, es difícil determinar si la meta de inflación ha sido exitosa en un momento en que la mayoría de los países han experimentado poca o ninguna presión inflacionaria. La verdadera prueba de la política se produce cuando cualquiera de los Bancos Centrales (Banxico en nuestro caso) se enfrenta a un shock de precios interno independiente. Lo que ha quedado demostrado en el trabajo de Dittmar et al., (1999) es que el Banco Central que se centra en el estado de la economía real el uso de un régimen de objetivos de inflación conducirá a una mayor incertidumbre. Esto al considerar que el éxito de las economías que han implementado el OI se debe al esfuerzo dedicado a cumplir la meta dejando de lado otros

objetivos. Solo así se logrará una menor variabilidad de los precios y una menor solución. Dicho de otra manera, los bancos deben concentrarse más en las expectativas de las personas sobre la inflación de largo plazo y dedicarse a otros objetivos en el corto plazo como la economía real.

Recomendaciones de Política Monetaria.

Antes de realizar algunas recomendaciones en materia de Política monetaria es importante destacar algunos conceptos del marco de Objetivos de Inflación que impera en México. Se trata de un nuevo consenso a favor de la tesis de que un banco central (BC) autónomo que utiliza la tasa de interés como instrumento de la política monetaria puede alcanzar la estabilidad de precios mediante una meta de inflación (Álvarez et al., 2001; Woodford, 2003). Esta estrategia, se asevera, elimina el “sesgo inflacionario” -del Banco Central- descrito por Kydland y Prescott (1977).

También puede definirse como una aceptación de la hipótesis de endogeneidad del dinero, toda vez que implica el abandono de aquella otra que afirma que el BC puede controlar exógenamente la oferta monetaria del sistema, proposición sostenida por la mayoría de los autores de la escuela neoclásica. La novedad de esta teoría consiste al menos en cinco aspectos.

- En primer término, provee un marco preciso de política monetaria, el régimen de meta de inflación: el BC anuncia objetivos oficiales (cuantitativos o rangos) de tasa de inflación (de precios).
- Segundo, la política monetaria está sujeta a reglas, estrictas o flexibles (si se permite un grado razonable de discreción), dependiendo de diferentes arreglos institucionales: en este aspecto la visión predominante es una regla con “discreción restringida” (Bernanke et al., 1999).
- Tercero, la tasa de interés es el único instrumento de la política, estabiliza la inflación y equilibra oferta y demanda agregada. Cuarto, el MIO es operado por un BC independiente

cuya única preocupación es la tasa de inflación y quinto, se considera que el impacto de la política monetaria en objetivos distintos a la estabilidad de precios no es relevante.

Sea como fuere, el nuevo paradigma de consenso monetario ha desplazado el foco del debate sobre política monetaria de las expectativas de inflación de corto plazo a las expectativas inflacionarias de largo plazo, hacia los objetivos de inflación de largo plazo. Dicho esto, al igual que en otras partes del mundo, específicamente en Latinoamérica, el desempeño del Banco de México y sus acciones parecen gozar de la aceptación de público y de los actores institucionales locales.

La noción de credibilidad que prevalece en el Banxico y en sus políticas es fundamental porque la capacidad de las autoridades monetarias para lograr sus objetivos futuros depende de las expectativas inflacionarias del público. Estas expectativas inflacionarias dependen, a su vez, de la evaluación que haga el público de la credibilidad de los actores de la política monetaria Cukierman (1986).

Esta tesis ratifica que, en el cumplimiento de las acciones que engloban el régimen de Objetivos de Inflación, México ha mantenido un control adecuado y ha sabido conducir sus políticas hacia la consecución del objetivo inflación. Lo que revela este documento, además, es que la solución no es dejar de lado los objetivos de inflación por los efectos nocivos para el desempeño económico. Lo que se debe plantear es la elaboración de políticas que combatan los otros flagelos económicos que existen en el país, por ejemplo; promover el empleo y la estabilidad de precios. Dicho de otro modo, concebir la política monetaria en un sentido más amplio y entrelazado con la economía donde se pueda crecer e incorporar valor agregado.

En este sentido, esta tesis cree en que se debe buscar una “estrategia de desarrollo” que contemple como alternativa no solo aminorar y eliminar, tanto la inflación como todas aquellas rigideces que se presentan en las economías. Si solo se busca eliminar la subida de precios, la

estrategia que se debe seguir tiene que encaminarse en la búsqueda de la disminución y eliminación de las rigideces surgidas al interior de la economía. El remedio no se encuentra al interior de los mecanismos monetarios, inclusive, el utilizar estos bajo su forma contractiva llegar a atentar contra la sociedad y son generadores de presiones inflacionarias. Sería bueno plantearse si es conveniente que el Banco Central se fije otros objetivos macroeconómicos sin llegar a afectar su transparencia y credibilidad, es decir, objetivo de crecimiento que coadyuben a obtener un mejor desempeño económico.

Finalmente, este documento deja algunas cuestiones para futuras investigaciones. En primer lugar, no contempló ninguna prueba sobre los umbrales que pudieran ayudar a estimar los parámetros en los cuales se pudiese determinar la incidencia de la inflación sobre el crecimiento económico, lo cual abonaría a los estudios sobre la relación no lineal de la inflación que abordan autores que se mencionaron en capítulos anteriores. En segundo lugar, se debe profundizar en el estudio entre el tipo de cambio real, su variabilidad y la relación con el comercio internacional. Así se podría validar si la elasticidad de las exportaciones e importaciones pudiera verse afectada por la incertidumbre del tipo de cambio. En tercer lugar, se podría ampliar el estudio tomando como referencia los conceptos que integran la canasta del INPC, los grupos y subgrupos para conocer en qué medida la incertidumbre sobre estos rubros pudieran afectar la inflación y el desempeño económico.

Referencias

- Alberro, J. (1981). The Lucas hypothesis on the Phillips Curve: Further international evidence. *Journal of Monetary Economics*, 7(2), 239–250. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(81\)90045-3](https://doi.org/10.1016/0304-3932(81)90045-3)
- Backus, D., y Driffill, J. (1985). Inflation and Reputation. *The American Economic Review*, 75(3), 530–538. JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/1814819>
- Baer, W. (1967). The Inflation Controversy in Latin America: A Survey. *Latin American Research Review*, 2(2), 3–25. <https://www.jstor.org/stable/2502252>
- Ball, L. (1990). *Why Does High Inflation Raise Inflation Uncertainty?* (Working Paper Núm. 3224; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w3224>
- Ball, L. (1995). Disinflation with imperfect credibility. *Journal of Monetary Economics*, 35(1), 5–23. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(94\)01166-8](https://doi.org/10.1016/0304-3932(94)01166-8)
- Ball, L., Mankiw, N. G., y Romer, D. (1988). The New Keynesian Economics and the Output-Inflation Trade-off. *Brookings Papers on Economic Activity*, 19(1), 1–82. https://econpapers.repec.org/article/binbpeajo/v_3a19_3ay_3a1988_3ai_3a1988-1_3ap_3a1-82.htm
- Ball, L., y Sheridan, N. (2003). *Does Inflation Targeting Matter?* (Núm. w9577; p. w9577). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w9577>
- Banco de México. (2017). *Compilación de Informes Trimestrales Correspondientes al Año 2017* (pp. 1–392) [Anual]. Banco de México. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7B9AFC07A9-8815-9C56-BAE7-A20162AA0E56%7D.pdf>
- Banco de México. (2019). *Compilación de Informes Trimestrales Correspondientes al Año 2019* (pp. 1–392) [Anual]. Banco de México. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anuales/%7BE7EB840F-C4E6-9253-205E-9D7A71BBF101%7D.pdf>

Barro, R., y Gordon, D. (1983). *A Positive Theory of Monetary Policy in a Natural-Rate Model* (NBER Working Paper Núm. 0807). National Bureau of Economic Research, Inc.

<https://econpapers.repec.org/paper/nbrnberwo/0807.htm>

Bello, E. O., y Gómez, Ó. (2007). Inflación e incertidumbre inflacionaria en Nicaragua: Una aplicación usando un modelo. *Monetaria*, XXX(3), 243–263.

https://econpapers.repec.org/article/cmlmoneta/v_3axxx_3ay_3a2007_3ai_3a3_3ap_3a243-263.htm

Bernanke, B., Laubach, Thomas, Mishkin, Frederic, y Posen, Adam (Eds.). (2001). *Inflation targeting: Lessons from the international experience* (1. paperback print). Princeton Univ. Press.

Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment. *The Quarterly Journal of Economics*, 98(1), 85–106. <https://doi.org/10.2307/1885568>

Bernanke, B. S., y Mishkin, F. S. (1997). Inflation Targeting: A New Framework for Monetary Policy? *The Journal of Economic Perspectives*, 11(2), 97–116.

<https://www.jstor.org/stable/2138238>

Bernanke, B., Woodford, M., y National Bureau of Economic Research (Eds.). (2005). *The inflation-targeting debate*. University of Chicago Press.

Berument, H., y Yuksel, E. (2007). Effects of adopting inflation targeting regimes on inflation variability. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 375(1), 265–273.

<https://doi.org/10.1016/j.physa.2006.08.047>

Black, F. (1982). *General Equilibrium and Business Cycles* (Working Paper Núm. 950; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w0950>

Blanchard, O., Dell’ariccia, G., y Mauro, P. (2010). Rethinking Macroeconomic Policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1), 199–215. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2010.00334.x>

Boffelli, S., y Urga, G. (2016). *Financial econometrics using Stata* (First edition). Stata Press.

Bollerslev, T., Engle, R. F., y Wooldridge, J. M. (1988). A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances. *Journal of Political Economy*, 96(1), 116–131.

<https://www.jstor.org/stable/1830713>

Bollerslev, T., y Wooldridge, J. M. (1992). Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time-varying covariances. *Econometric Reviews*, 11(2), 143–172.

<https://doi.org/10.1080/07474939208800229>

Bredin, D., y Fountas, S. (2005). *Macroeconomic Uncertainty and Performance in the European Union and Implications for the Objectives of Monetary Policy*. 23.

Bredin, D., y Fountas, S. (2009). Macroeconomic uncertainty and performance in the European Union. *Journal of International Money and Finance*, 28(6), 972–986.

<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2008.09.003>

Brooks, C. (2014). *Introductory econometrics for finance*.

<http://www.vlebooks.com/vleweb/product/openreader?id=none&isbn=9781139898829>

Brooks, C., y Henry, Ó. T. (2000). Linear and non-linear transmission of equity return volatility: Evidence from the US, Japan, and Australia. *Economic Modelling*, 17(4), 497–513.

[https://doi.org/10.1016/S0264-9993\(99\)00035-8](https://doi.org/10.1016/S0264-9993(99)00035-8)

Brooks, C., Henry, Ó. T., y Persaud, G. (2002). The Effect of Asymmetries on Optimal Hedge Ratios. *The Journal of Business*, 75(2), 333–352. <https://doi.org/10.1086/338484>

Bruno, M., y Easterly, W. (1998). Inflation crises and long-run growth. *Journal of Monetary Economics*, 41(1), 3–26.

https://econpapers.repec.org/article/eeemoneco/v_3a41_3ay_3a1998_3ai_3a1_3ap_3a3-26.htm

Burdekin, R. C. K., Denzau, A. T., Keil, M. W., Sitthiyot, T., y Willett, T. D. (2004). When does inflation hurt economic growth? Different nonlinearities for different economies. *Journal of Macroeconomics*, 26(3), 519–532. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2003.03.005>

Clark, T. E. (1997). Cross-Country Evidence on Long-Run Growth and Inflation. *Economic Inquiry*, 35(1), 70–81. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1997.tb01895.x>

Cooley, T. F., y Hansen, G. D. (1989). The Inflation Tax in a Real Business Cycle Model. *American Economic Review*, 79(4), 733–748.

<https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v79y1989i4p733-48.html>

Cukierman, A. (1986). Central bank behavior and credibility: Some recent theoretical developments. *Federal Reserve Bank of St. Louis*, May 5–17.

<https://ideas.repec.org/a/fip/fedlrv/y1986imayp5-17.html>

Cukierman, A., y Gerlach, S. (2003). The inflation bias revisited: Theory and some international evidence. *The Manchester School*, 71(5), 541–565. <https://doi.org/10.1111/1467-9957.00366>

Cukierman, A., y Meltzer, A. (1986). A Theory of Ambiguity, Credibility, and Inflation under Discretion and Asymmetric Information. *Econometrica*, 54(5), 1099–1128.

https://econpapers.repec.org/article/ecmemetrp/v_3a54_3ay_3a1986_3ai_3a5_3ap_3a1099-1128.htm

Cukierman, A., y Wachtel, P. (1979). Differential Inflationary Expectations and the Variability of the Rate of Inflation: Theory and Evidence. *American Economic Review*, 69(4), 595–609.

https://econpapers.repec.org/article/aeaecrev/v_3a69_3ay_3a1979_3ai_3a4_3ap_3a595-609.htm

Dickey, D. A., y Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431.

<https://doi.org/10.2307/2286348>

Dittmar, R., Gavin, W. T., y Kydland, F. E. (1999). Price-level uncertainty and inflation targeting. *Review*, 81(Jul), 23–34. [https://ideas.repec.org/a/fip/fedlrv/y1999ijulp23-](https://ideas.repec.org/a/fip/fedlrv/y1999ijulp23-34nv.81no.4.html)

[34nv.81no.4.html](https://ideas.repec.org/a/fip/fedlrv/y1999ijulp23-34nv.81no.4.html)

Dotsey, M., y Sarte, P. D. (2000). Inflation uncertainty and growth in a cash-in-advance economy. *Journal of Monetary Economics*, 45(3), 631–655. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(00\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(00)00005-2)

- Driffill, J., Mizon, G. E., y Ulph, A. (1990). Chapter 19 Costs of inflation. En *Handbook of Monetary Economics* (Vol. 2, pp. 1013–1066). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1573-4498\(05\)80026-8](https://doi.org/10.1016/S1573-4498(05)80026-8)
- Elder, J. (2004). Another Perspective on the Effects of Inflation Uncertainty. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(5), 911–928. <https://www.jstor.org/stable/3839140>
- Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007. https://econpapers.repec.org/article/ecmemetrp/v_3a50_3ay_3a1982_3ai_3a4_3ap_3a987-1007.htm
- Engle, R. F. (1983). Estimates of the Variance of U. S. Inflation Based upon the ARCH Model. *Journal of Money, Credit and Banking*, 15(3), 286–301. <https://doi.org/10.2307/1992480>
- Engle, R. F., y Bollerslev, T. (1986). Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric Reviews*, 5(1), 1–50. <https://doi.org/10.1080/07474938608800095>
- Engle, R. F., y Kroner, K. F. (1995). Multivariate Simultaneous Generalized Arch. *Econometric Theory*, 11(1), 122–150. <https://www.jstor.org/stable/3532933>
- Engle, R. F., Lilien, D. M., y Robins, R. P. (1987). Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model. *Econometrica*, 55(2), 391–407. <https://doi.org/10.2307/1913242>
- Epaphra, M. (2017). Modeling Exchange Rate Volatility: Application of the GARCH and EGARCH Models. *Journal of Mathematical Finance*, 07(01), 121–143. <https://doi.org/10.4236/jmf.2017.71007>
- Evans, M. (1991). Discovering the Link Between Inflation Rates and Inflation Uncertainty. *Journal of Money, Credit and Banking*, 23(2), 169–184. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1992775>
- Evans, M., y Wachtel, P. (1993). Inflation Regimes and the Sources of Inflation Uncertainty. *Journal of Money, Credit and Banking*, 25(3), 475–511. <https://doi.org/10.2307/2077719>

- Feldstein, M. (1981). *Inflation, Capital Taxation, and Monetary Policy* (Núm. w0680; p. w0680). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w0680>
- Fischer, S. (1981). Towards an understanding of the costs of inflation: II. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 15, 5–41. [https://doi.org/10.1016/0167-2231\(81\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0167-2231(81)90016-6)
- Fischer, S. (1993). The role of macroeconomic factors in growth. *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 485–512. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90027-D](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90027-D)
- Fischer, S., y Modigliani, F. (1978). *Towards An Understanding of the Real Effects and Costs of Inflation* (NBER Working Paper Núm. 0303). National Bureau of Economic Research, Inc. <https://econpapers.repec.org/paper/nbrnberwo/0303.htm>
- Fisher, I. (1926). I Discovered the Phillips Curve: “A Statistical Relation between Unemployment and Price Changes”. *International Labor Review*, 13(6), 785–792. <https://www.jstor.org/stable/1830534>
- Fountas, S. (2010). Inflation, inflation uncertainty and growth: Are they related? *Economic Modelling*, 27(5), 896–899. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.06.001>
- Friedman, M. (1977). Nobel Lecture: Inflation and Unemployment. *Journal of Political Economy*, 85(3), 451–472. JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/1830192>
- Fuhrer, J. C. (1997). Inflation/Output Variance Trade-Offs and Optimal Monetary Policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(2), 214–234. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2953676>
- Gavin, W. T. (2003). Inflation Targeting: Why it Works and How to Make it Work Better. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.447720>
- Ghosh, A., y Phillips, S. (1998). Warning: Inflation May Be Harmful to Your Growth. *Staff Papers - International Monetary Fund*, 45(4), 672. <https://doi.org/10.2307/3867589>
- Giordani, P., y Söderlind, P. (2003). Inflation forecast uncertainty. *European Economic Review*, 47(6), 1037–1059. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(02\)00236-2](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(02)00236-2)

Golob, J. E. (1994). Does inflation uncertainty increase with inflation? *Economic Review*, 79(Q III), 27–38. https://econpapers.repec.org/article/fipfedker/y_3a1994_3ai_3aqiii_3ap_3a27-38_3an_3av.79no.3.htm

Gomme, P. (1993). Money and growth revisited: Measuring the costs of inflation in an endogenous growth model. *Journal of Monetary Economics*, 32(1), 51–77. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90035-E](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90035-E)

Greenspan, A. (2004). Risk and Uncertainty in Monetary Policy. *American Economic Review*, 94(2), 33–40. <https://doi.org/10.1257/0002828041301551>

Grier, K. B., Henry, Ó. T., Olekalns, N., y Shields, K. (2004). The asymmetric effects of uncertainty on inflation and output growth. *Journal of Applied Econometrics*, 19(5), 551–565. <https://doi.org/10.1002/jae.763>

Grier, K. B., y Perry, M. J. (1998). On inflation and inflation uncertainty in the G7 countries. *Journal of International Money and Finance*, 17(4), 671–689. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(98\)00023-0](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(98)00023-0)

Grier, K. B., y Perry, M. J. (2000). The effects of real and nominal uncertainty on inflation and output growth: Some garch-m evidence. *Journal of Applied Econometrics*, 15(1), 45–58. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(200001/02\)15:1<45: AID-JAE542>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(200001/02)15:1<45: AID-JAE542>3.0.CO;2-K)

Grier, K. B., y Tullock, G. (1989). An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951–1980. *Journal of Monetary Economics*, 24(2), 259–276. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90006-8)

Grier, R., y Grier, K. B. (2006). On the real effects of inflation and inflation uncertainty in Mexico. *Journal of Development Economics*, 80(2), 478–500. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2005.02.002>

Grier, R. M., y Grier, K. B. (1998). INFLACIÓN E INCERTIDUMBRE INFLACIONARIA EN MÉXICO, 1960-1997. *El Trimestre Económico*, 65(259(3)), 407–426. <https://www.jstor.org/stable/20856968>

- Hartmann, M., y Roestel, J. (2013). Inflation, output, and uncertainty in the era of inflation targeting – A multi-economy view on causal linkages. *Journal of International Money and Finance*, 37, 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2013.05.011>
- Hernández, I. P. (2015). La reserva federal, la crisis y la política monetaria no convencional. *Contaduría y Administración*, 60, 250–271. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.11.001>
- Holland, A. S. (1993). Uncertain Effects of Money and the Link Between the Inflation Rate and Inflation Uncertainty. *Economic Inquiry*, 31(1), 39–51. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1993.tb00864.x>
- Holland, A. S. (1995). Inflation and Uncertainty: Tests for Temporal Ordering. *Journal of Money, Credit and Banking*, 27(3), 827–837.
https://econpapers.repec.org/article/mcbjmoncb/v_3a27_3ay_3a1995_3ai_3a3_3ap_3a827-37.htm
- Johnson, C. A. (2002). Inflation Uncertainty in Chile: Asymmetries and the News Impact Curve. *Revista de Análisis Económico – Economic Analysis Review*, 17(1), 3–20. <https://www.rae-ear.org/index.php/rae/article/view/12>
- Johnson, D. (2003). The Effect of Inflation Targets on the Level of Expected Inflation in Five Countries. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1076–1081.
<https://www.jstor.org/stable/3211828>
- Jones, L., y Manuelli, R. (1995). Growth and the effects of inflation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19(8), 1405–1428.
https://econpapers.repec.org/article/eedyncon/v_3a19_3ay_3a1995_3ai_3a8_3ap_3a1405-1428.htm
- Judson, R., y Orphanides, A. (1996). *Inflation, Volatility and Growth* (SSRN Scholarly Paper ID 3298). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=3298>
- Karahan, Ö. (2012). The Relationship between Inflation and Inflation Uncertainty: Evidence from the Turkish Economy. *Procedia Economics and Finance*, 1, 219–228.
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00026-3)

- Katsimbris, G. M. (1985). The Relationship Between the Inflation Rate, Its Variability, and Output Growth Variability: Disaggregated International Evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 17(2), 179–188. <https://doi.org/10.2307/1992332>
- Khan, M. S., y Senhadji, A. S. (2001). Threshold Effects in the Relationship between Inflation and Growth. *IMF Staff Papers*, 48(1), 1–21. <https://www.jstor.org/stable/4621658>
- Kontonikas, A. (2004). Inflation and inflation uncertainty in the United Kingdom, evidence from GARCH modelling. *Economic Modelling*, 21(3), 525–543. <https://ideas.repec.org/a/eee/ecmode/v21y2004i3p525-543.html>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., y Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54(1), 159–178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
- Ljung, G. M., y Box, G. E. P. (1978). On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, 65(2), 297–303. <https://doi.org/10.2307/2335207>
- Logue, D. E., y Sweeney, R. J. (1981). Inflation and Real Growth: Some Empirical Results: Note. *Journal of Money, Credit and Banking*, 13(4), 497–501. <https://doi.org/10.2307/1991941>
- Logue, D. E., y Willett, T. D. (1976). A Note on the Relation between the Rate and Variability of Inflation. *Economica*, 43(170), 151–158. <https://doi.org/10.2307/2553204>
- Lucas, R. (1973). Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs. *American Economic Review*, 63(3), 326–334. https://econpapers.repec.org/article/aeaecrev/v_3a63_3ay_3a1973_3ai_3a3_3ap_3a326-34.htm
- Lucas, R. E. (1988). *Models of business cycles* (Reprinted). Blackwell.
- Miles, W. (2008). Inflation targeting and monetary policy in Canada: What is the impact on inflation uncertainty? *The North American Journal of Economics and Finance*, 19(2), 235–248. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2007.09.004>
- Mishkin, F., y Schmidt-Hebbel, K. (2007). *Does Inflation Targeting Make a Difference?* (Núm. w12876; p. w12876). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w12876>

- Mundell, R. (1963). Inflation and Real Interest. *Journal of Political Economy*, 71.
https://econpapers.repec.org/article/ucpjpolec/v_3a71_3ay_3a1963_3ap_3a280.htm
- Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370. <https://doi.org/10.2307/2938260>
- Okun, A. M. (1971). The Mirage of Steady Inflation. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1971(2), 485–498. <https://doi.org/10.2307/2534234>
- Orphanides, A., y Williams, J. (2004). Imperfect Knowledge, Inflation Expectations, and Monetary Policy. En *NBER Chapters* (pp. 201–246). National Bureau of Economic Research, Inc. <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/9559.html>
- Pagan, A. (1984). Econometric Issues in the Analysis of Regressions with Generated Regressors. *International Economic Review*, 25(1), 221–247.
https://econpapers.repec.org/article/ieriecrev/v_3a25_3ay_3a1984_3ai_3a1_3ap_3a221-47.htm
- Perrotini Hernández, I., y Rodríguez Benavides, D. (2012). Inflación, Incertidumbre Inflacionaria y Crecimiento Económico en México: 1929-2009. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 7(1), 1–26. <https://doi.org/10.21919/remef.v7i1.23>
- Phillips, A. W. (1958). The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, 25(100), 283–299.
<https://doi.org/10.2307/2550759>
- Pindyck, R. S. (1991). Irreversibility, Uncertainty, and Investment. *Journal of Economic Literature*, 29, 1110–1148.
- Pindyck, R. S., y Solimano, A. (1993). *Economic Instability and Aggregate Investment* (Núm. w4380). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w4380>
- Ramey, G., y Ramey, V. (1995). Cross-Country Evidence on the Link between Volatility and Growth. *American Economic Review*, 85(5), 1138–1151.
https://econpapers.repec.org/article/aeaecrev/v_3a85_3ay_3a1995_3ai_3a5_3ap_3a1138-51.htm

- Rosas Rojas, E. (2019). Inflación e incertidumbre inflacionaria en países selectos de América Latina. *Problemas del desarrollo*, 50(198), 113–144.
<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.198.64822>
- Rosas Rojas, E. (2020). *Los efectos asimétricos de la inflación, la incertidumbre inflacionaria y el crecimiento económico en México*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.111799/109271>
- Rosas Rojas, E., y López González, T. (2018). Inflación e incertidumbre inflacionaria: La postura del Banco de México, 1969-2017. *Revista Finanzas y Política Económica*, 10(2), 349–372. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2018.10.2.6>
- Sarel, M. (1996). Nonlinear Effects of Inflation on Economic Growth. *IMF Staff Papers*, 43(1), 199–215.
https://econpapers.repec.org/article/palimfstp/v_3a43_3ay_3a1996_3ai_3a1_3ap_3a199-215.htm
- Sharaf, M. (2015). Inflation and Inflation Uncertainty Revisited: Evidence from Egypt. *Economies*, 3(3), 128–146. <https://doi.org/10.3390/economies3030128>
- Sidrauski, M. (1967). Inflation and Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 75(6), 796–810. <https://www.jstor.org/stable/1829572>
- Stockman, A. C. (1981). Anticipated inflation and the capital stock in a cash in-advance economy. *Journal of Monetary Economics*, 8(3), 387–393. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(81\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(81)90018-0)
- Svensson, L. E. O. (2001). *Reserve Bank of New Zealand Bulletin; Volume 64 No. 3, September 2001*. 64(3), 68.
- Taylor, J. B. (1981). On the relation between the variability of inflation and the average inflation rate. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 15(1), 57–85.
<https://ideas.repec.org/a/eee/crcspp/v15y1981p57-85.html>
- Tobin, J. (1965). Money and Economic Growth. *Econometrica*, 33(4), 671–684.
<https://doi.org/10.2307/1910352>

Vale, S. R. (2005). Inflation, growth, and real and nominal uncertainty: Some bivariate Garch-in-Mean evidence for Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, 59(1). <https://doi.org/10.1590/S0034-71402005000100006>

Woodford, M. (1990). Learning to Believe in Sunspots. *Econometrica*, 58(2), 277–307. <https://doi.org/10.2307/2938205>

Woodford, M. (2009). Convergence in Macroeconomics: Elements of the New Synthesis. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 1(1), 267–279. <https://doi.org/10.1257/mac.1.1.267>

Zarnowitz, V., y Lambros, L. A. (1987). Consensus and Uncertainty in Economic Prediction. *Journal of Political Economy*, 95(3), 591–621. JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/1831979>