

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**“EFECTOS DE LOS CHOQUES DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN LOS
CICLOS ECONÓMICOS EN MÉXICO 1980-2006. UNA APLICACIÓN VAR
ESTRUCTURAL CON EL MÉTODO DE BLANCHARD Y QUAH”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

JONATHAN BRUNO MÉNDEZ MÉNDEZ

ASESOR: DR. ARMANDO SÁNCHEZ VARGAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2008

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mis padres por todo su apoyo.

A mis hermanos y Píkíns (sobrina).

A mis abuelas (Mary y Tete).

A mi familia en general, sobre todo a Chris, Toñito, Momy, Edgar, Elí, Bere, Mac, Napo e Iván.

A mis hermanos de batalla: Marlon, Tríní, Oscar y Pepe.

A los demás que me han acompañado, temiendo como siempre omitir nombres: Prima Norte, Efedra, Guglìx, Elí, Marco, Coatza, Macho, Alejandro, Sinaí, Baúl-Baj, Saúl, Oscar Vivanco, Pedro, Liz, Laura, Nelly, Ceci, Sofí, Vane, Ángel, Charles, Cacho, Aurelio, Dante, Nohemí, Lupita, George (alucinación colectiva), Claudia (bar), Topanga, Mónica, Gurrumina, Gerard, Mike, Janette, Lennín (porro), Nachito.

A mis profesores, especialmente al Dr. Julio López, Dr. Armando Sánchez Vargas y Mtro. Bernardo Hernández Cruz.

Fundamentalmente a Dulce C. Lara, por dar su apoyo al límite.

Índice

Introducción	1
1. Ciclo Económico: concepto, sus fases y su medición	8
1.1. Concepto	9
1.2. Fases del ciclo económico	13
1.3. Herramientas para la obtención del ciclo y su análisis	15
2. Teorías sobre ciclo económico y su clasificación	17
2.1. Clasificación de las teorías sobre ciclo económico	17
2.1.1. Teorías que conciben las causas del ciclo como endógenas ...	19
2.1.2. Teorías que conciben las causas del ciclo como exógenas	21
2.2. Teorías sobre ciclos económicos	23
2.2.1. Slutsky y Frisch	23
2.2.2. Modelos de multiplicador y acelerador de Harrod, Samuelson y Hicks	24
2.2.3. Modelos no lineales de Kalecki, Kaldor y Goodwin	25
2.2.4. El ciclo económico según Mitchell	27
2.2.5. El modelo de Klein	29
2.2.6. Las expectativas racionales en modelos del ciclo económico ...	30
2.2.7. El enfoque del ciclo económico real	32

3. Hechos Estilizados.....	35
3.1. Antecedentes.....	35
3.2. Evolución de las variables del modelo	37
4. Metodología econométrica.....	49
4.1. SVAR Ó VAR estructural	49
4.2. Clasificación de los modelos SVAR o VAR estructural	49
4.3. Metodología SVAR o VAR estructural	50
4.4. Funciones de Impulso –Respuesta	55
4.5. Descomposición de la varianza	57
4.6. Metodología SVAR tipo Blanchard y Quah.....	59
4.7. Modelo Econométrico	66
5. Resultados de la estimación	71
5.1. Análisis de impulso-respuesta	73
5.2. Análisis de la descomposición de la varianza	79
6. Conclusiones.....	85
Anexo.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	105

Introducción

El objetivo principal de esta tesis es presentar la importancia de los choques que determinan el comportamiento del ciclo económico en México en el periodo 1980-2006.

Existe una gran cantidad de investigaciones enfocadas a determinar el comportamiento cíclico de la actividad económica de México. Tales investigaciones se han encaminado a explicar la influencia de choques que se manifiestan en cambios en el comportamiento de las variables de la oferta y/o de la demanda agregada, los cuales determinan dicho comportamiento cíclico.

Teóricamente, no existe un consenso sobre la importancia de los choques de la oferta y la demanda en la explicación del crecimiento de corto y de largo plazo de la producción. Esto difiere según las condiciones de cada sociedad en su dinámica económica. Dentro de este contexto, las escuelas del pensamiento económico difieren respecto a dar un mayor peso en importancia a los choques en las variables para explicar los movimientos en el producto, así como a sus efectos temporales, esto se observará a mayor detalle en el capítulo 2, en la parte referente a las *Teorías sobre los ciclos económicos*.

La escuela neoclásica determina que sólo los choques en las variables de la oferta tienen efectos en el producto, puesto que los choques de las variables de la demanda, en cambio, no tienen dichos efectos debido a la flexibilidad de precios y salarios. Mientras que, las escuelas derivadas del keynesianismo

postulan que existen elementos estructurales en la economía que generan rigideces en los ajustes del mercado, lo cual implica que existan efectos en el producto debido a choques de las variables de la demanda. Sin embargo, tales efectos de los choques de la demanda son de corto plazo, ya que se espera que los precios se vayan ajustando en la economía. En el largo plazo, ambas escuelas coinciden. Ya que, una vez ajustados los precios, sólo los choques por parte de la oferta pueden afectar al producto¹.

Por lo tanto, la hipótesis que se demuestra es que sólo los choques de la oferta, relacionados con la producción y los precios del petróleo afectan el crecimiento de largo plazo de la economía, y estos choques son los mayores determinantes de la variabilidad de la producción. Sin embargo, los altibajos de la economía, también han sido influenciados por los choques de la demanda (asociados a la política fiscal y monetaria) alejando así al producto de su potencial. Por lo tanto, se espera que las variables de demanda también tengan efectos sobre el crecimiento de la economía pero únicamente transitorios.

Para determinar la naturaleza de los choques de oferta y demanda se utilizará la metodología econométrica VAR estructural tipo Blanchard y Quah (1989). Este modelo introduce restricciones de largo plazo en el sistema para determinar los efectos que tienen cada una de las variables. Para la construcción del modelo se utilizaron series trimestrales en el período 1980-2006. Las variables utilizadas en el modelo son: el logaritmo del PIB real a

¹ ZUCCARDI Huertas, *Crecimiento y ciclos económicos. Efectos de los choques de oferta y demanda en el crecimiento colombiano*, Archivos de Economía, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Estudios Económicos, Documento 187, 2002, pág.1.

precios de 1993, el logaritmo de los precios promedio del petróleo a precios de 1993, la tasa de inflación y el logaritmo de la tasa de interés real.

Existen varios trabajos que realizan este tipo de metodología para determinar el comportamiento de los ciclos económicos:

Blanchard y Quah (1989) realizaron esta metodología basándose en la descomposición de los componentes temporales y permanentes del producto sugerido por Beveridge y Nelson (1981) para Estados Unidos. Utilizaron series trimestrales del desempleo y el producto en el periodo 1950-1987. Utilizando el producto en diferencias. Dentro de los resultados obtenidos encontraron que los choques provenientes del producto son los generadores de largo plazo del ciclo económico, mientras que los choques relativos a la demanda generan únicamente efectos de corto plazo sobre la actividad económica.

Shapiro y Watson (1989). Utilizando la metodología propuesta por Blanchard y Quah, realizaron un modelo con restricciones de largo plazo para determinar la fuente de las fluctuaciones del ciclo económico en Estados Unidos. El periodo analizado es 1951-1987. Las series trimestrales utilizadas son: horas trabajadas, producto, inflación, la tasa nominal de interés y los precios reales del petróleo. Los resultados obtenidos fueron que los choques provenientes de la oferta son los que determinan los movimientos de largo plazo en el producto, mientras que los choques provenientes de la demanda determinan los movimientos cortos del ciclo económico.

En uno de los primeros trabajos latinoamericanos (Colombia), Gaviria y Uribe (1993) utilizaron datos trimestrales del crecimiento del PIB real, el crecimiento de la oferta laboral, la variación de la inflación, la tasa de interés real de captación *ex post* y el precio real externo del café, entre el primer trimestre de 1976 y el primer trimestre de 1992. El principal supuesto que permitió identificar la restricción de largo plazo era que sólo los choques de oferta (choques tecnológicos y de oferta laboral) y del precio del café pueden tener efectos de largo plazo sobre el producto.

Por otro lado, también para Colombia, Restrepo (1997) estimó tres sistemas VAR estructural que incluían las siguientes variables trimestrales: variación del PIB real, variación de la tasa de cambio real, variación de los saldos reales de dinero, variación de M1, inflación y tasa de interés real de captación *ex post*. Usó información trimestral para el período 1977-1996. La restricción de largo plazo era la siguiente: los factores de demanda o nominales no tienen efecto de largo plazo sobre el producto. Restrepo encontró que los choques de oferta eran los principales factores de fluctuación del producto en plazos de 10 o más trimestres. Ello indicaba que en el largo plazo, el crecimiento no se generaba mediante choques de gasto o de oferta monetaria, sino por cambios en las condiciones de oferta.

Arango (1998), estimó un modelo VAR estructural para la economía colombiana relacionando el cambio en el PIB real anual y la tasa de inflación anual, para el período 1950-1994. Supuso que los choques nominales no afectaban el producto en el largo plazo, y encontró que el principal factor de fluctuación del PIB eran los choques de oferta. A pesar de sus resultados,

encontró los siguientes problemas en su estimación: primero, la importancia relativa de los choques de oferta y de los nominales permanece constante a través del tiempo. Segundo, los choques de oferta explicaban una proporción aparentemente demasiado alta de los cambios en la inflación.

Misas y López (1998) replicaron el trabajo realizado por Blanchard y Quah (1989), con la información para Colombia. Estimaron un VAR estructural que incluía las siguientes variables trimestrales: tasa de crecimiento del PIB real y la tasa de desempleo. Para el período 1980-1996, encontraron que el factor dominante de fluctuación del PIB era el choque de oferta.

Misas y Posada (2000) estimaron un VAR estructural con el fin de estudiar el comportamiento del PIB durante el siglo XX. Se utilizaron series anuales de los términos de intercambio, el PIB, el gasto público y la base monetaria, entre 1925 y 1997. En este documento se supuso que la economía colombiana es pequeña y abierta, lo que hacía que no tuviera el suficiente poder comercial para afectar los precios de los bienes exportados e importados. Así, supuso que en el largo plazo sólo los choques de términos de intercambio y de oferta tienen efecto sobre el PIB. Encontraron que un choque positivo de producto tenía la mayor importancia en las fluctuaciones económicas, mientras que un choque positivo de términos de intercambio tenía efectos positivos permanentes sobre el gasto público.

Finalmente, Misas y López (2001) estimaron un único sistema VAR estructural con el fin de calcular las brechas para el producto y la tasa de desempleo, para el período comprendido entre el primer trimestre de 1981 y el tercer trimestre

de 2000. Utilizaron las variables IPC, PIB, tasa de desempleo y capacidad utilizada de la industria. En este trabajo consideraron la existencia de cuatro tipos de choques: i) un choque de "IS" relacionado con movimientos en preferencias, política fiscal, etc.; ii) un choque tecnológico asociado con cambios en la productividad de los factores de la producción; iii) un choque de desempleo que reflejaba cambios en los factores de producción; y iv) un choque de "LM" relacionado con cambios en la demanda y oferta de dinero, lo mismo que con la velocidad de circulación.

Zuccardi Huertas (2002) busca determinar la importancia de los choques de oferta y demanda agregadas en las fluctuaciones y el crecimiento de largo plazo del PIB trimestral, entre el primer trimestre de 1982 y el segundo trimestre de 2001. Sin embargo, a diferencia de los trabajos previos, este se enfoca en el análisis del desempeño de la producción entre 1998 y 2001, período en el cual la actividad económica en Colombia mostró una gran variabilidad y debilidad nunca antes observada en setenta años.

El modelo realizado en este trabajo supone que el logaritmo del PIB es la variable asociada a los choques de oferta, el logaritmo de los precios del petróleo están asociadas a un choque exógeno la cual tiene efectos permanentes sobre el producto². Las variables inflación y el logaritmo de la tasa de interés real son los choques asociados a la demanda.

² SHAPIRO, M y M. W. Watson, *Sources of Business Cycle Fluctuations*, NBER Macroeconomic Annual. MIT press. 3, 1988, págs.111-156.

La estructura de este trabajo es la siguiente: en el primer capítulo se revisa el concepto de ciclo económico, las fases del ciclo económico y su medición. En el segundo capítulo se exploran algunas teorías de ciclo económico y su clasificación. El tercer capítulo presenta la evolución temporal de las variables incluidas en el modelo econométrico en el período en cuestión. El cuarto capítulo expone la técnica VAR estructural en general y plantea el modelo utilizado con las restricciones de largo plazo sugeridas. El quinto capítulo expresa los resultados obtenidos, el análisis de impulso-respuesta y la descomposición de la varianza. El sexto capítulo presenta las conclusiones del trabajo.

Es necesario enfatizar que este trabajo es, sobre todo, una aplicación econométrica con una metodología no muy revisada en el país, no encontré en la literatura relacionada ningún trabajo aplicado al caso mexicano. Esto implica que esta tesis puede ser de gran beneficio a futuras investigaciones que busquen una mayor profundidad en el tema.

Este trabajo de investigación no pretende hacer un estudio profundo sobre la teoría de ciclos económicos. Únicamente presenta una metodología alternativa que sirve para la identificación de choques de largo y de corto plazo en el ciclo económico mexicano. Los errores que éste trabajo presente son exclusivamente responsabilidad del autor.

1. Ciclo Económico: Concepto, sus fases y su medición.

Uno de los problemas que más han interesado a los economistas en todos los tiempos han sido las causas de las fluctuaciones económicas. La actividad económica se encuentra sometida a una gran variedad de movimientos, algunos de las cuales son claramente definibles, lo que permite clasificarlos de manera sistemática. Al lado de éstas hay una multitud de cambios inciertos, no clasificables e imprecisos, que llamados factores accidentales, como son los derivados de fenómenos climáticos y de cambios políticos imprevistos. Es decir, las variaciones de la actividad económica pueden agruparse en dos grandes categorías: *cambios no recurrentes* y *fluctuaciones recurrentes*.

El conocimiento y estudio de los movimientos de la actividad económica se hace a partir de la recolección sistemática de datos, en las series de tiempo o agrupación cronológica de información sobre una variable económica concreta. El tratamiento estadístico de estas series temporales permite lograr la definición matemática del ciclo económico, entendido como la alternancia de sucesos prósperos y adversos en el transcurso de la vida económica. El estudio de los ciclos económicos nace de las preocupaciones por las fluctuaciones de la economía, intrínsecas a la actividad económica, por el interés en conocer las razones de las crisis y las grandes depresiones y por la necesidad de implementar medidas de política económica efectiva y acertada.

1.1 Concepto

El estudio de los ciclos, por su naturaleza, remite de forma inmediata a conceptos como las fluctuaciones, las crisis y la coyuntura, y también ha dado origen a herramientas de análisis económico y empresarial como lo son, los ciclos de referencia y los sistemas de previsión como los indicadores líderes.

En su acepción más simple, el ciclo económico es el patrón o perfil más o menos regular de la expansión (recuperación) y contracción (recesión) de la actividad económica en torno a la senda de crecimiento de la tendencia. En un punto máximo del ciclo, la actividad económica es elevada con relación a la tendencia, y en un fondo cíclico, se alcanza el punto mínimo de la actividad económica. El horizonte de la tendencia del producto es el camino que éste seguiría si los factores de producción estuvieran empleados en su totalidad (Dornbusch y Fischer, 1994).

De acuerdo con algunos autores, no se puede hablar del ciclo económico como fenómeno real, sino como una construcción teórica. Algunos autores dicen que lo que sí existe son cientos de series de datos que pueden ser recogidos sistemáticamente, los cuales están provistos de significación estadística y se mueven cíclicamente. Aunque sus movimientos no coinciden, el tratamiento estadístico de estas series temporales permite lograr la definición matemática del ciclo e identificar que algunas variables suben antes, otras después, y hay algunas que suben cuando las otras bajan; esto permite clasificarlas como

adelantadas, rezagadas o coincidentes, dando paso a la posibilidad de la construcción de sistemas de indicadores líderes que ayudan a prever el comportamiento de una economía¹.

El deseo de entender las causas de las fluctuaciones económicas ha ido creciendo en importancia a través del tiempo, por esta razón diversas teorías han intentado explicar estos fenómenos.

El análisis estadístico de las fluctuaciones ha permitido reconocer su recurrencia y su periodicidad. La característica de recurrencia ha cobrado mayor relevancia y ha desplazado el concepto de periodicidad porque hace más flexible la noción de movimiento o dinámica a través del tiempo y expresa todos y cada uno de los cambios y movimientos en la economía.

Las fluctuaciones son claramente definibles, lo que permite clasificarlas de manera sistemática y son, en su naturaleza, un concepto muy amplio. Algunas de éstas se limitan a un campo específico; otras, como los ciclos tienden a cubrir toda la actividad económica y a reflejar sus cambios. Las fluctuaciones se clasifican en:

- La *tendencia* representa el curso ascendente o descendente del desarrollo sostenido que se presenta en cualquier actividad en épocas relativamente largas. Es decir, corresponde al crecimiento continuo de la economía y su

¹ RUIZ Olaya, *Los ciclos económicos. Aspectos teóricos y evidencia empírica*, COLCIENCIAS, Universidad EAFIT, Medellín, 2001. Págs. 7-8.

medición se obtiene al comparar dos fases, lejanas entre sí, del desarrollo de la economía. Se le asimila con el progreso permanente.

- Las *estacionales* son las variaciones anuales en las actividades económicas que registran una frecuencia análoga a las estaciones climáticas. Se caracterizan por una periodicidad y recurrencia reconocida en el tiempo y son de naturaleza rítmica. Pueden deberse a factores de demanda o de oferta debido a fenómenos naturales o a los establecidos por la sociedad y a convenciones como las instituciones, las costumbres y las leyes o reglamentos.

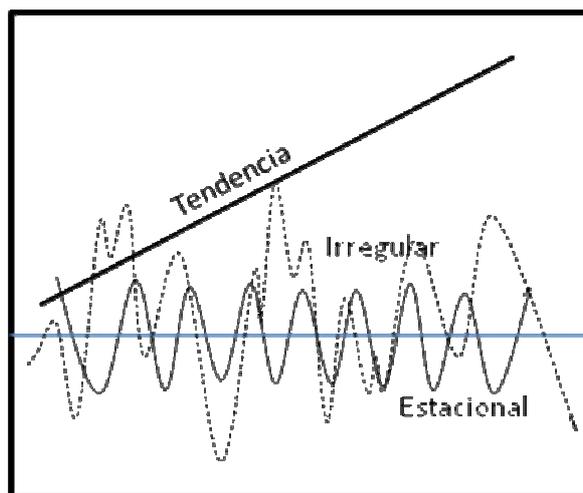
- Las *esporádicas* no son recurrentes, ni periódicas; son variaciones irregulares y no cíclicas de la actividad, debidas a la interferencia constante de toda clase de causas que afectan los negocios. Pueden considerarse como “accidentales” como son las sequías o las guerras.

- Las *cíclicas* son los movimientos ondulatorios de la actividad económica, caracterizadas por fases recurrentes de expansión y contracción en períodos plurianuales. Los ciclos no son periódicos y no poseen un ritmo fijo sino libre, su denominación obedece a que las fases de contracción y dilatación se repiten con frecuencia y en tipos similares².

De acuerdo a las definiciones anteriores, se puede llegar a concluir que los ciclos económicos no son sino un ejemplo de las diversas fluctuaciones que pueden encontrarse en las actividades de los negocios modernos.

² RUIZ Olaya, *Los ciclos económicos. Aspectos teóricos y evidencia empírica*, COLCIENCIAS, Universidad EAFIT, Medellín, 2001. págs. 8-9.

GRÁFICA 1
Fluctuaciones de la economía



Fuente: Elaboración propia

Los ciclos económicos a diferencia de las demás fluctuaciones, poseen características propias y están lejos de ser todos iguales, los detalles difieren, sus síntomas y causas siempre cambian en el tiempo y entre países, no obstante, es ampliamente aceptado que reflejan importantes regularidades. Poseen elementos formales como la recurrencia y se han definido como el espacio temporal entre dos crisis, de tal manera que éstas tienen lugar siguiendo procesos continuos de prosperidad, recesión, depresión y recuperación.

En general, los ciclos han sido definidos como las desviaciones del producto real de su tendencia. Aunque en la literatura existen varias definiciones, sus fases han sido caracterizadas de una forma única y la diferencia radica en la

concepción de la tendencia. Algunos autores la asumen como determinística y de largo plazo, es decir, asumen que la actividad sigue un movimiento continuo y prolongado en una dirección conocida y las fluctuaciones de corto plazo (oscilaciones estocásticas) alrededor de la misma son el llamado *ciclo económico*.

Existen también quienes definen el ciclo como el resultado de un proceso estocástico, por lo cual, no encuentran la forma de una separación formal entre éste y la tendencia, llegando a la conclusión de que su separación carece de sentido económico.

1.2 Fases del ciclo económico

El ciclo económico muestra fases definidas de auge (cima) y crisis (fondo), caracterizadas por puntos concretos de recesión, depresión, reactivación y expansión. La actividad económica fluctúa irregularmente en torno a una tendencia secular, mostrando los patrones del ciclo, que van desde la cima hasta al fondo y desde el fondo hasta la cima³.

El periodo de expansión ha sido definido como el de crecimiento de la actividad económica, el cual al superar el ritmo de crecimiento de su tendencia (crecimiento natural) alcanza un punto máximo de auge en el cual todos los

³ En este sentido, Shumpeter describió un modelo de duración del ciclo de acuerdo a lo establecido por diversos autores, a esto le llamo el modelo tricíclico y lo definió así:

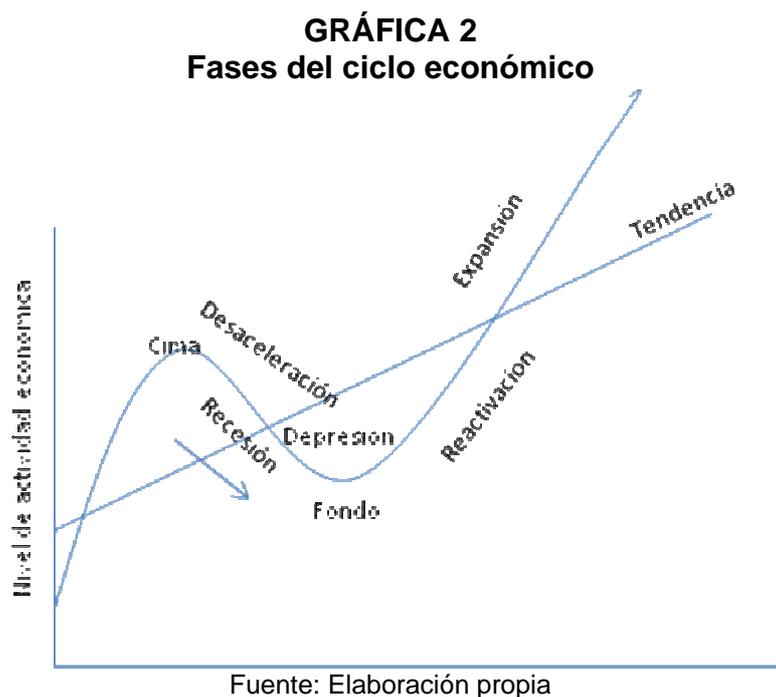
- a. Ciclo corto (Kitchin): 40 meses
- b. Ciclo Medio (Juglar): de 6 a 10 años; (Kuznets): de 14 a 22 años
- c. Ciclo Largo (Kondratieff): de 54 a 68 años

Tomados de Alfredo Erquizio Espinal en Identificación de los ciclos económicos en México, 1949-2006, México, 2007.

factores de producción estarían plenamente utilizados y la economía trabajaría con todo su potencial. En la cima, el crecimiento de la economía llega a un punto en el cual es insostenible y se genera una sobreutilización de los factores. La economía empieza a desacelerarse y el decrecimiento continuo la lleva por debajo de su tendencia, cayendo así en una fase de recesión que toca fondo.

El período en el cual la economía se encuentra por debajo de su tendencia es llamado depresión económica. A partir de allí, se crece de nuevo alcanzando los niveles acostumbrados y comenzando de nuevo periodos de reactivación y prosperidad que darán inicio al nuevo ciclo.

Si bien todos los ciclos son diferentes, se puede afirmar que existen elementos suficientes y significativos para trazar un esquema similar a la de las fases antes mencionadas.



Los ciclos económicos poseen algunas regularidades que se constituyen en factores que lo diferencian de las demás fluctuaciones. En general, se puede decir que son recurrentes, no tienen una duración fija, no son estacionales y son más largos que otras fluctuaciones.

1.3 Herramientas para la obtención del ciclo y su análisis

Las herramientas de análisis del ciclo parten del estudio de las denominadas “series de tiempo”. Una serie de tiempo es una sucesión de observaciones o agrupación cronológica de un fenómeno que es variable respecto al tiempo. El análisis de las series de tiempo consiste en la utilización de datos muestrales con propósito de hacer inferencia. Los componentes de las series de tiempo son aquellos antes mencionados y que enmarcan la dinámica económica: de tendencia, el cíclico, el estacional y la variación aleatoria.

Existen diferentes alternativas para la medición y obtención del ciclo como son la estadística y la econometría. La elección de la técnica para obtener el ciclo depende además de las características que se asuman en los componentes ciclo y tendencia. También de si se hace a través de una sola variable (i.e. la producción real) o de si se hace a partir de un conjunto de variables que simulen los movimientos de la actividad en un contexto dinámico (i.e. modelo VAR y SVAR).

En la medición del ciclo económico, muchos analistas siguen prefiriendo la utilización de la estadística descriptiva como herramienta de análisis, principalmente desde una perspectiva determinística. Esta preferencia se basa

en la premisa de que ésta se interesa por un seguimiento más puntual de la dinámica del ciclo sin imponer la restricción de que la serie cíclica obtenida sea estacionaria. Los métodos estadísticos están inscritos dentro de la visión que ve al ciclo como un movimiento ondulatorio, o desviación del equilibrio, alrededor de una tendencia de largo plazo.

Por otro lado, los métodos econométricos han jugado un papel muy importante en los últimos años, no sólo para contrastar empíricamente los resultados de la teoría, sino especialmente para servir como herramientas de predicción. Su mayor crítica ha sido que las transformaciones de las series que muchas veces exige la utilización de herramientas econométricas, hace que se pierda información sobre el comportamiento global de la variable. Dichas críticas no han sido condición suficiente ni necesaria para invalidar su utilización⁴. Es por eso que una buena estrategia ha consistido en hacer el análisis de las variables y sus relaciones con otras tal como lo indica la teoría, y después implementar metodologías más sofisticadas partiendo de las conclusiones obtenidas en el estudio teórico.

La herramienta que se utiliza en este trabajo es la econométrica. Puesto que la metodología utilizada sirve para ver la influencia de los choques sobre la actividad económica; sirve para determinar la naturaleza de los choques de oferta y demanda con relación al producto. De esta manera, se podrá corroborar la hipótesis de que los choques de oferta son de carácter permanente, mientras que los choques de demanda son de carácter transitorio.

⁴ RUIZ Olaya, *Los ciclos económicos. Aspectos teóricos y evidencia empírica*, COLCIENCIAS, Universidad EAFIT, Medellín, 2001. págs. 25-26.

2. Teorías sobre ciclo económico y su clasificación.

2.1 Clasificación de las teorías sobre ciclo económico

La literatura que existe con relación a los ciclos, gira en tres dimensiones: la que se preocupa por la naturaleza de las fluctuaciones cíclicas, los debates teóricos que buscan el fundamento de sus causas, y; la evidencia empírica que fundamenta su preocupación en la concepción de la tendencia (estocástica ó determinística).

Los estudios de las fluctuaciones cíclicas pertenecen a los campos y avances de la macro-dinámica y temas relacionados con la inflación, el dinero, las expectativas y el crecimiento. En relación a la explicación de los ciclos económicos, se han presentado varios enfoques desde los cuales se investigan distintos factores causales con respecto al fenómeno de las crisis, fenómeno que ha representado para la teoría económica un problema fundamental tanto desde su tratamiento teórico como práctico.

Las teorías sobre los ciclos se pueden agrupar:

- 1) *Por su naturaleza.* La discusión sobre su naturaleza se concentra en determinar si éste puede definirse como un movimiento exógeno o endógeno al sistema económico. Se pueden dividir a su vez en:

- i. *De naturaleza exógena*
- ii. *De naturaleza endógena*

2) *Por sus causas.* En cuanto a la causalidad existen numerosas respuestas con el fin de establecer cuáles son las causas esenciales.

Las teorías que se enfocan en sus causas se pueden agrupar, a su vez, en¹:

- a) *Las causas reales.* Se refieren básicamente a los cambios en las condiciones económicas, como los métodos de producción o los cambios en las necesidades de los bienes de consumo.
- b) *Las causas monetarias.* Se originan en las variaciones de la oferta total de dinero, son vistas desde las alteraciones en la tasa de interés y el crédito.
- c) *Las causas psicológicas.* Surgen de cambios en la actitud mental de la gente hacia las condiciones económicas.
- d) *Las causas asociadas a las variaciones del ahorro, el gasto y la inversión.*

La teoría de ciclos económicos también puede clasificarse en Teorías que conciben las causas del ciclo como endógenas y las Teorías que conciben las causas del ciclo como exógenas.

¹ ESTEY, *Tratados sobre los ciclos económicos. ("Business Cycles: Their Nature, Cause and Control")* (1941) Fondo de Cultura Económica, México. 1995

2.1.1 Teorías que conciben las causas del ciclo como endógenas

Antes de 1930 había consenso entre los economistas respecto a que los ciclos económicos tenían principalmente explicaciones endógenas que envolvían fluctuaciones recurrentes de variables interrelacionadas. Posteriormente, la gran depresión de los años 30 convenció a los teóricos que la economía no era sólo cíclica sino propensa a la depresión, y que factores como la inestabilidad de precios, beneficios, inversión y crédito eran de gran importancia para el estudio de los fenómenos cíclicos.

Las teorías que conciben las causas del ciclo como endógenas al sistema económico, sitúan el origen de los ciclos en la dinámica interna del sistema (interrelaciones y rezagos entre componentes). En general, suponen la existencia de tendencias determinísticas. Esta interpretación establece la existencia de un ciclo autosostenido, generado por desviaciones del equilibrio. Los autores de estas teorías sostienen que, como resultado de su dinámica, las economías industriales están sujetas a fluctuaciones recurrentes con ciertas regularidades que pueden ser explicadas económicamente. Sostienen que el movimiento cíclico tiene una fuerte tendencia a persistir incluso cuando no hay influencias extraordinarias, pues ven los factores exógenos como secundarios que interfieren o modifican pero no determinan su principal curso. La idea principal es que cada fase del ciclo económico lleva en sus adentros el origen que genera la próxima fase. Un auge lleva el inicio de la próxima recesión, la cual, a su vez, genera el próximo auge y, por tanto, la economía se mantiene en un ciclo autosostenido.

En este contexto, este tipo de teorías se pueden agrupar en dos grupos: 1) Las monistas y, 2) Las que ven en un sistema de un conjunto de variables el motor principal de las fluctuaciones.

Las monistas se pueden dividir en dos clases: las monetarias y las no monetarias².

- 1) *No monetarias*. Se derivan del enfoque marxista que establece que las crisis son un fenómeno inherente a la economía capitalista, y surge a raíz de las dificultades presentadas en los procesos de intercambio de mercancías en donde se dan situaciones de sobreproducción y subconsumo. Resaltan la existencia de desajustes entre el stock de capital y la cantidad de demanda de consumo, de forma que la relación entre inversión y demanda total tiene que alterarse para volver a una situación de equilibrio.
- 2) *Monetarias*. Las explicaciones monetarias ponen énfasis en los factores ligados al dinero como causantes del ciclo y destacan, particularmente, la importancia de las fluctuaciones de la tasa de interés y de la disponibilidad de fondos (crédito) en las alteraciones de la inversión en los negocios, y por tanto, de la economía.

Las teorías que explicaban los ciclos económicos a través de una sola variable fueron quedando obsoletas ante los nuevos desarrollos teóricos que tenían cada vez más en cuenta la multiplicidad de elementos generadores de los

² RUIZ Olaya, *Los ciclos económicos. Aspectos teóricos y evidencia empírica*, COLCIENCIAS, Universidad EAFIT, Medellín, 2001. págs. 15-16

movimientos en la economía. Estas explicaciones se sustentaron en las teorías del desfase temporal y el multiplicador-acelerador, que tenían en cuenta los desajustes entre la producción y las ventas (en el caso de la primera) y la relación entre el consumo la inversión y la renta (en el caso de la segunda).

2.1.2 Teorías que conciben las causas del ciclo como exógenas

Estas teorías afirman que la economía siempre está expuesta a fenómenos externos, de tal manera que la comprensión de los ciclos no puede explicarse solamente por factores endógenos. Entre las variables exógenas se incluyen las siguientes: guerras, cambios demográficos, desarrollos tecnológicos, fenómenos climáticos, intervención pública monetaria o fiscal, cambio en los precios del petróleo, ciclos de otros países, huelgas generales duraderas y los choques de expectativas.

Se trata de teorías que conciben al ciclo como el resultado de perturbaciones aleatorias que impactan al sistema económico (por el lado de la oferta), rompen su equilibrio y desencadenan una serie de fluctuaciones que tienden a disminuir con el paso del tiempo, pero que no elimina totalmente los movimientos cíclicos pues nuevos eventos aparecen y rompen otra vez el equilibrio. Es el efecto acumulativo de choques y disturbios que continuamente impactan la economía lo que produce el ciclo. Esta visión no asegura una postura de política particular sobre la cual las decisiones de política contracíclica deben apuntar; pues ésta, dependería de la naturaleza del shock que afecte la economía.

Los avances de las herramientas estadísticas y de econometría han beneficiado la aparición de estas teorías. Tienen sus orígenes en los desarrollos de Eugene Slutsky (1927) y Ragnar Frisch (1937). También encuentran gran representación en la teoría sobre las expectativas racionales (Robert Lucas) y por otro lado en la teoría de los Ciclos Económicos Reales (CER) propuesta por Edward Prescott.

La teoría de ciclos económicos reales es la más exitosa en la explicación de los ciclos como fenómeno exógeno al sistema económico. Concibe al ciclo como un proceso puramente estocástico generado por situaciones exógenas a la dinámica interna del sistema. Estos modelos fueron originalmente desarrollados para determinar cuánto de las fluctuaciones recurrentes de la actividad económica podía ser atribuido a factores reales, y más específicamente, a choques de productividad. Parten de la idea de que el cambio tecnológico es el tipo de perturbación económica más importante detrás de las fluctuaciones de la economía.

Los dos supuestos principales de los modelos del ciclo real son que el cambio tecnológico es la fuente de choques económicos y que estos choques tecnológicos se propagan en mercados perfectamente competitivos.

2.2 Teorías sobre ciclos económicos

2.2.1 Slutsky y Frisch

El tema central de los autores es la naturaleza *estocástica* del ciclo. Las economías siguen trayectorias de equilibrio, a partir de las cuales pueden alejarse temporalmente debido a *eventos aleatorios*. Toda una variedad de causas podría traducirse en choques reales sobre la economía, de modo que el debate acerca de su identificación no sería relevante. Los choques aleatorios se distribuirían de acuerdo con la función estadística normal, de modo que por lo general serían pequeños, y aproximadamente la mitad serían positivos y la otra mitad negativos (Kalecki, 1956).

Según el enfoque de Slutsky y Frisch, a partir de eventos aleatorios, la suma de una serie de oscilaciones amortiguadas definirían el patrón de movimiento de una serie económica.

Frisch abrió las puertas a un nuevo campo de investigación del ciclo económico al formalizar el *principio de aceleración* que ya había sido considerado en los escritos de Aftalion, Robertson y Clark (1917). En las tres décadas siguientes los investigadores del ciclo trabajarían sobre un dinamismo endógeno que resultaría de la interacción del multiplicador keynesiano y del principio de aceleración³. El sistema económico podría seguir cuatro trayectorias de acuerdo con los parámetros de la función de inversión, a saber, crecimiento

³ C. MILLS, *Modelling Trends and Cycles in Economic Time Series*, Palgrave texts in econometrics, 2003, págs. 4-5.

monótono, decrecimiento monótono, oscilaciones amortiguadas y oscilaciones explosivas. Tanto Frisch como Kalecki discutieron el caso de las oscilaciones amortiguadas. Y para explicar la *persistencia* de los ciclos acudieron a choques aleatorios ininterrumpidos (Kalecki, 1956).

2.2.2 Modelos de multiplicador y acelerador de Harrod, Samuelson y Hicks

Harrod, Samuelson y Hicks figuran entre los principales exponentes de modelos del ciclo económico nacidos al amparo de la tradición keynesiana. Se trataba de modelos reales del ciclo económico anclados en los conceptos de multiplicador y acelerador⁴.

El modelo de crecimiento de Harrod fue la referencia de los investigadores del ciclo entre mediados de los 30 y mediados de los 60. La relevancia de su contribución fue destacada por Hicks (1949) al señalar cómo Harrod insistió en la necesidad de estudiar el ciclo como el problema de una economía en expansión.

Samuelson (1939) realizó un trabajo acerca de las interacciones entre el análisis del multiplicador y el principio de aceleración. Su análisis partió de una función de consumo, en la cual el consumo en el período corriente dependía de un componente autónomo, y del ingreso en el período anterior. Igualmente la inversión tenía un término autónomo, y otro que hacía depender la inversión en el período corriente de la diferencia entre el consumo corriente y el consumo en

⁴ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 16

el período anterior. Esta diferencia entre los valores del consumo era la forma de incorporar el principio de aceleración. Samuelson obtuvo *ciclos regulares* para valores precisos de los parámetros de la propensión a consumir y del acelerador. Por fuera de tales valores se obtendrían oscilaciones explosivas o amortiguadas.

Hicks (1949) utilizó un modelo lineal que incorpora tanto el multiplicador como el acelerador. La función de consumo es la misma de Samuelson (1939), pero la de inversión es diferente. Además del componente autónomo, la inversión aparece como función de la variación del ingreso en el pasado⁵. Inspirado en Harrod acerca del estudio del ciclo en una tendencia ascendente, Hicks propuso una formalización en la cual la inversión autónoma se comportaría de acuerdo con una tasa de crecimiento exógena. Los ciclos evolucionarían con trayectorias explosivas alrededor de la senda correspondiente a la inversión autónoma, estrellándose contra *techos* y *pisos* que evitarían que las fluctuaciones sobrepasaran ciertos límites⁶.

2.2.3 Modelos no lineales de Kalecki, Kaldor y Goodwin

El sistema kaleckiano se expresa mediante un modelo lineal de naturaleza mixta el cual incorpora términos diferenciales y términos en diferencias. Para valores específicos de los parámetros relevantes, Kalecki (1956) obtuvo fluctuaciones cíclicas constantes. Kalecki formuló su modelo a través de argumentos no lineales para generar choques endógenos. El mecanismo del

⁵ $I_t = I_0 + \hat{a}(Y_{t-1} - Y_{t-2})$

⁶ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 17.

ciclo económico es explicado por Kalecki a partir de dos conceptos: la decisión de invertir, y el rezago temporal entre la decisión de invertir y la instalación de las inversiones. La decisión de invertir se propone como una función directa de los beneficios, e inversa del acervo de capital. El ciclo económico es producido por la interrelación entre los pedidos de bienes de inversión, su producción, la entrega de los nuevos equipos para su instalación, y el cambio del acervo de capital. De acuerdo con el autor, la causa de las crisis periódicas radica en el hecho según el cual los bienes de inversión son no sólo producidos sino capaces de producir nuevos bienes.

Nicholas Kaldor (1940) intentó mostrar las condiciones bajo las cuales el multiplicador keynesiano conjuntamente con la función de demanda de inversión, producen el ciclo económico. El autor descarta por inapropiadas las funciones *lineales* del ahorro y la inversión en relación con el ingreso. Con funciones *no lineales* se obtienen equilibrios múltiples, y sólo a ciertos niveles elevados o reducidos de la actividad económica, tales equilibrios son estables. Según Kaldor, la clave para la explicación del ciclo económico radica en que dichos equilibrios son estables sólo en el corto plazo⁷. En el largo plazo surgirán fuerzas asociadas a la acumulación de capital y el crecimiento del ingreso real que los harán inestables. Así, el ciclo económico se genera de manera endógena, sin necesidad de justificar a través de choques exógenos.

El modelo de ciclo económico propuesto por Goodwin (1951), aunque análogo a los de Samuelson y Hicks, introduce una importante innovación en la

⁷ C. MILLS, *Modelling Trends and Cycles in Economic Time Series*, Palgrave texts in econometrics, 2003, pág. 2.

interactuación del multiplicador y el acelerador. Para explicar la inversión neta el acelerador se especifica en forma no lineal. Dicho acelerador establece una dependencia indirecta entre la inversión y los cambios en la producción, de modo que cambios en la producción conducen a cambios en el capital deseado, y este resultado determina que se acumule o se desacumule capital. El modelo produce oscilaciones inherentes que se *autoreproducen*, con fases de *prosperidad* más largas que las depresiones, sin necesidad de choques aleatorios, ni de pisos o techos⁸.

2.2.4 El ciclo económico según Mitchell

El trabajo de Burns y Mitchell (1946), *Measuring Business Cycles*, ha sido considerado como el primer estudio sistemático de ciclos económicos basado en series de tiempo⁹. En su época constituyó la culminación de los esfuerzos de investigación del ciclo económico en los Estados Unidos realizados desde 1920 por el National Bureau of Economic Research (NBER). Mitchell, por su parte, dio un paso importante en su investigación del ciclo económico iniciado a comienzos del siglo con la publicación del libro *Business Cycles* (1913). La obra se interesaba por ofrecer elementos de medición estadística del ciclo, pero también se aventuró en el campo teórico, contribuyendo a la visión según la cual los ciclos son característicos de las modernas economías mercantiles. De esta manera, en cada fase del proceso económico se encuentra el *germen* de la fase siguiente.

⁸ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 17.

⁹ MEJÍA Reyes, *No linealidades y asimetrías en los ciclos económicos de México*, Documentos de Investigación, El Colegio Mexiquense, 2003, pág. 5.

Mitchell (1923)¹⁰, resume su interpretación del ciclo económico. La dinámica de la actividad económica se explica en función del lucro. Y es en búsqueda del lucro como se suceden ciclos económicos recurrentes en los cuales la crisis es seguida por la depresión, la cual a su turno precede la recuperación, y esta última se transforma en *prosperidad*, la cual engendra una nueva crisis. Así, la descripción del ciclo puede iniciarse por cualquier fase. Una vez iniciada, cada fase tiende a desarrollarse en forma *acumulativa*. En ausencia de choques externos que podrían acelerar o retardar el movimiento acumulativo, los cambios ocurrirán de manera lenta¹¹.

En su trabajo *Measuring Business Cycles* la medición del ciclo es el tema central. La obra trata básicamente sobre metodología estadística, y el seguimiento de series de tiempo a lo largo del ciclo. El paso de ciclos de las series cronológicas individuales al ciclo económico constituye el núcleo de la investigación. Los autores observan cómo al tiempo que las particularidades de las series cronológicas individuales se desvanecen, el comportamiento promedio de las mismas tiende a asemejarse en diferentes muestras de los ciclos. Igualmente destacan cómo el ciclo se caracteriza por fluctuaciones concurrentes en muchos frentes económicos, y por la tendencia de las relaciones entre los movimientos de diferentes actividades a repetirse en ciclos económicos sucesivos (Hansen, 1951).

En la literatura de la época, el énfasis descriptivo de este trabajo fue interpretado como una sustitución de la teoría que intenta explicar las causas

¹⁰ En un artículo de la NBER titulado: *Bussynes cycles and employment*

¹¹ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 20.

del ciclo, por el de una ilustración de la secuencia de eventos que lo caracterizan. Si bien algunos autores contemporáneos reconocían la importancia otorgada por Mitchell al trabajo teórico en el conjunto de su producción académica, en la obra de 1946 sobresalía el empirismo sistemático. Por tanto, fue demasiado criticado por dicho empirismo, incluso varios autores llegaron a denominar a su teoría como medición sin teoría por su empirismo.

2.2.5 El modelo de Klein

Fue Lawrence Klein (1950) quien construyó un modelo macroeconómico completo, y lo estimó econométricamente, con el propósito de estudiar el ciclo económico en los Estados Unidos. La econometría alcanzaría nuevos estándares con la implantación del enfoque probabilístico. El trabajo de Klein se convertiría en la referencia del modelaje macroeconómico de las dos décadas siguientes. Su objetivo sería el estudio de la economía con base en la teoría del empleo y del producto desarrollada en los años 30.

El modelo fue elaborado para estudiar la economía de los Estados Unidos en el periodo comprendido entre las dos guerras mundiales (1921-1941), y examinar las consecuencias de las distintas políticas económicas. El modelo econométrico de *Klein* contiene seis ecuaciones: tres identidades y tres ecuaciones de comportamiento. Las ecuaciones explicativas pertenecen al consumo, a la inversión y a los salarios privados¹².

¹² CARNERO, et. al., *El modelo Klein I y los ciclos económicos*, UNED, Departamento Economía Aplicada Cuantitativa I, pág. 3

Bajo la idea de Lawrence Klein, los modelos macroeconómicos se ubicaron en las primeras filas de la agenda de investigación macroeconómica en los 50 y 60. A fines de los 50, la teoría de Slutsky (1927) fue recogida por Adelman y Adelman (1959). Estos autores lograron producir series macroeconómicas para los Estados Unidos en la segunda posguerra, muy similares a las históricas, mediante la adición de choques aleatorios al modelo de Klein-Goldberger.

2.2.6 Las expectativas racionales en modelos del ciclo económico

En una serie de contribuciones, Edmund Phelps (1967) y Milton Friedman (1968) cuestionaron las nociones dominantes acerca de la relación entre inflación y desempleo. En términos de la llamada *curva de Phillips*, existiría un intercambio (trade-off) entre la tasa de inflación y la tasa de desempleo. De acuerdo con la crítica de Phelps y Friedman, dadas las expectativas de inflación, cualquier tasa de inflación podría ser consistente con cualquier tasa de desempleo. La interpretación original de la curva de Phillips podría reclamar validez sólo en el corto plazo¹³.

En el período de entreguerras, los modelos monetarios del ciclo económico intentaron vincular los procesos monetarios con el comportamiento de la economía real, destacando la capacidad de estos para poner en marcha las fases del ciclo. El dinero no recibió mayor acogida en los modelos macroeconómicos de los 40 y 50. Su importancia renació a partir de la obra de Friedman y Schwartz (1963) en la cual se documentan efectos causales de

¹³ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 22

la oferta monetaria y de la velocidad de circulación. Fue hasta los primeros años 70 cuando se intentó explicar el ciclo económico mediante *modelos monetarios* que incorporaban *expectativas racionales*. En modelos como el propuesto por Lucas (1973), los choques monetarios no anticipados desencadenan efectos reales. La clave reside en la existencia de información incompleta acerca del estado de la economía.

En los años setenta surgieron otros modelos monetarios del ciclo económico que incorporaban expectativas racionales, en perspectivas diferentes a la de Lucas (1973). Dos referencias centrales fueron Fisher (1977) y Taylor (1979, 1980).

En una variedad de contribuciones, autores como Lucas (1975) y Kydland y Prescott (1982) sentaron las bases de los modelos del ciclo económico según la Nueva Economía Clásica. Los ciclos económicos ya no se interpretarían como desviaciones a partir del equilibrio, sino como fluctuaciones temporales del equilibrio. Floreció entonces la expresión *enfoque de equilibrio del ciclo económico* resaltando la noción de equilibrio continuo de los mercados. También la expresión *teoría de los ciclos económicos reales* destacando la relevancia de *choques reales* por oposición a *choques monetarios*. Igualmente, *enfoque de equilibrio competitivo del ciclo económico*, descartando enfoques analíticos del ciclo que presuponen mercados imperfectos¹⁴.

¹⁴ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 27-28

2.2.7 El enfoque del ciclo económico real

El enfoque del ciclo económico real tomo como una de sus principales referencias el modelo de crecimiento de Solow. A principios de los 70, Brock y Mirman (1972) estudiaron el problema del crecimiento óptimo en una versión estocástica de dicho modelo. Y, por la misma época, Lucas abordaba el tema del análisis competitivo de economías recursivas con incertidumbre. En este contexto, el equilibrio pudo presentarse como un proceso estocástico. El equilibrio concebido en sentido físico, representando el estado de una economía en descanso, vino a ser considerado como un *anacronismo* (Prescott, 1988). Para emplear el modelo de crecimiento estocástico en el estudio de las fluctuaciones económicas, las decisiones de asignación de tiempo entre actividades mercantiles y no mercantiles, deberían ser endógenas. Así ocurre en el modelo de Kydland y Prescott (1982) considerado como paradigma de la familia de modelos del ciclo económico real.

El modelo de Kydland y Prescott podría describirse cuando ante un choque favorable sobre la tecnología, el producto aumentaría, la demanda de trabajo se expandiría, y el salario real se elevaría debido a que se eleva la productividad de los factores, trabajo y capital. Los agentes enfrentan un problema de información incompleta en relación con la magnitud de la correlación seriada entre los choques, así como en el modelo de Lucas (1973)

se carecía de información completa acerca de la magnitud del cambio en los precios relativos¹⁵.

Long y Plosser (1983) proponen un modelo de equilibrio, con expectativas racionales, para el estudio de las fluctuaciones económicas. Se supone que las preferencias son estables, y que no hay cambio tecnológico. A diferencia de Kydland y Prescott, la sustituibilidad intertemporal del tiempo libre no es crucial en la argumentación, y no se presume que los choques reales estén correlacionados¹⁶.

Frente a la perspectiva histórica de hipótesis acerca del ciclo los autores plantean un modelo que se basa en la consideración conjunta de hipótesis que serían consistentes con las teorías existentes sobre el ciclo. Tales hipótesis se relacionan tanto con las preferencias de los consumidores como con las posibilidades técnicas de producción. Los consumidores prefieren un consumo estable que encaje eventuales choques sobre la productividad. La tecnología hace posible tal capacidad de respuesta. La producción es capitalista y heterogénea, de modo que cada producto puede usarse alternativamente como bien final o como insumo. Así, un choque sobre la productividad de un sector se transmite sobre los demás sectores. De esta manera, el modelo puede reiterar una de las regularidades empíricas más destacadas del ciclo económico, a saber, que los aumentos o disminuciones de la actividad tienden

¹⁵ MEJÍA Reyes, *Ciclos económicos en México*, Documentos de Investigación, El Colegio Mexiquense, no. 68, 2002, pag. 4.

¹⁶ C. MILLS, *Modelling Trends and Cycles in Economic Time Series*, Palgrave texts in econometrics, 2003, pág. 5-6.

a producirse conjuntamente, aunque con posibles rezagos, en los diferentes sectores de la economía.¹⁷

La persistencia de las fluctuaciones en el producto de la economía es un tema central en los modelos del ciclo económico real. Nelson y Plosser (1982) utilizaron el concepto del *componente permanente* en las principales series de tiempo utilizadas por los macroeconomistas. Prescott (1986), Kydland y Prescott (1990), Hodrick y Prescott (1997) y King y Rebelo (1999) exponen la metodología de medición del ciclo económico, conocida como el filtro de Hodrick-Prescott. Algunos investigadores han cuestionado la aplicación mecánica de dicho filtro. Para efectos de la discusión del enfoque del ciclo económico real, se ha encontrado que la aplicación del filtro puede remover componentes importantes de las series de tiempo, que los economistas han considerado como elementos del ciclo. Más aún, que el uso del filtro tanto con series de tiempo simuladas como con series históricas puede revelar que en los dos casos se presentan características cíclicas similares, que no estaban necesariamente presentes en las series originales.

La omisión de la posibilidad de perturbaciones monetarias es una crítica frecuente a los modelos del ciclo económico real. A mediados de los noventa,

¹⁷ AVELLA y Ferguson, *El ciclo económico. Enfoques e ilustraciones: Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia*, Banco de la República, 2003, pág. 29-30

Kydland y Prescott (1995) reconocieron la posibilidad de incluir choques monetarios en futuros análisis del ciclo¹⁸.

¹⁸ KYDLAND, Finn y Prescott, Edward C., *The econometrics of the general equilibrium approach to business cycles*, Hoover, Kevin D; (ed) Macroeconometrics. Developments, tensions and projects. Kluwer Academic Publishers, London.

3. HECHOS ESTILIZADOS

El desarrollo económico del país puede ser estudiado, de manera general, a través del crecimiento del PIB en los años de estudio. Esta periodización se puede establecer en dos etapas que vinculan a los modelos económicos del país: El Modelo de Sustitución de Importaciones y el Modelo Neoliberal. A su vez, cada modelo está dividido en varias etapas.

3.1 Antecedentes

La economía mexicana ha sufrido transformaciones importantes en su estructura económica. Las cuales han sido el resultado de los ajustes y cambios a nivel mundial, así como de las reformas económicas y políticas aplicadas en el país desde los años ochenta.

A inicios del siglo XX México se caracterizó por tener a una población predominantemente rural. Años después los nuevos paradigmas internacionales y la necesidad de crecer y fortalecer a un México que se encontraba mermado después de su revolución. Casi fragmentado, trajo consigo un proceso de industrialización que combinó lo producido en el campo con el impulso a la producción industrial de los años 40, sin que ello significara sacrificar el apoyo al campo. Esta situación garantizó un crecimiento sostenido en el largo plazo (durante casi cuarenta años). Al mismo tiempo, con la emigración campo-ciudad y gradualmente con el surgimiento de las ciudades, la población pasó de ser rural a urbana con el paso del tiempo.

En el periodo de 1960-1970, la última fase del llamado Desarrollo Estabilizador, la economía mexicana presenta un crecimiento superior al 6% promedio anual, mismo que garantizó la expansión de la infraestructura económica con una desatención de los aspectos sociales y falta de libertades en el periodo de Gustavo Díaz Ordáz. Se mantuvo una situación estable en las cuentas internas y externas: balanza de pagos superavitaria y estabilidad de precios, derivado de la política proteccionista, de control del tipo de cambio, de subsidios en los precios y tarifas, etc. orientadas a la promoción industrial y creación de infraestructura todo lo cual generó una importante expansión de la economía. El fuerte intervencionismo del Estado constituyó el motor de la economía.

La etapa del sexenio de Luis Echeverría Álvarez, se encuentra ubicada frente a los rezagos sociales internos y la manifestación de desequilibrios externos: déficit en la creación de infraestructura de vivienda, educativa y de atención a la salud, crisis agrícola mundial, e incremento de los precios internacionales del petróleo. La participación de la inversión pública en el crecimiento de la economía (llamado intervencionismo estatal) fue mayor. El país inicia su endeudamiento externo y a nivel doméstico aparece y crece el desequilibrio fiscal.

Se paso de ser un país superavitario a uno deficitario. Aparece el desequilibrio en la balanza de pagos y el creciente del endeudamiento externo como fuente de financiamiento para el crecimiento económico. En los años 70 se incrementó en mayor medida el gasto público, ante los fuertes rezagos en inversión de infraestructura social y productiva de los 60, y se invirtió fundamentalmente en áreas de salud, educación y de vivienda.

La década de los 70, dejaba un saldo de crecientes desequilibrios estructurales donde se manifestó el agotamiento de una fase iniciada en los años 40 sustentada en el modelo de sustitución de importaciones, la cual mostró su límite en 1981, a pesar de que en ese año la economía creció 8.8%.

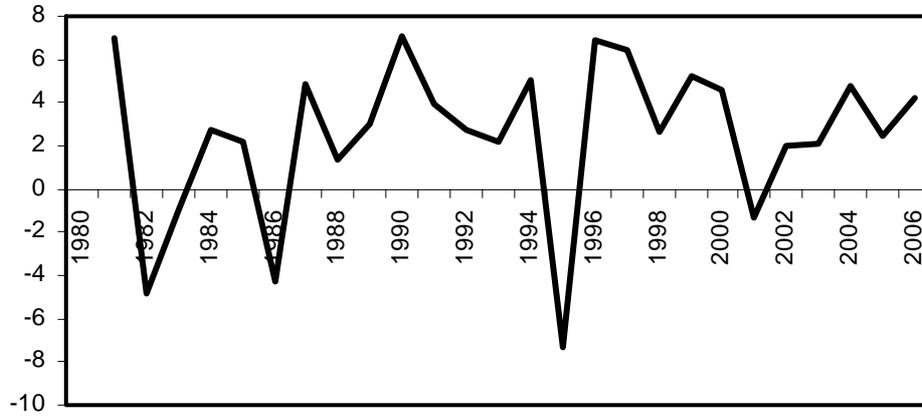
El apartado siguiente tiene como objetivo mostrar la evolución de las variables en el período en cuestión (1980-2006).

3.2 Evolución de las variables del modelo.

Durante el período 1980-2000, la economía mexicana padeció grandes fluctuaciones en sus tasas de inflación y de crecimiento del PIB, del empleo y de los salarios. Además de haber mostrado una elevada volatilidad, la tasa media de inflación fue alta, mientras que el crecimiento promedio del PIB, el empleo y los salarios reales resultaron, por contraste, bajos. En dicho lapso pueden identificarse tres crisis (1982-1983, 1986-1987, 1995) y cinco períodos de desaceleración del crecimiento del PIB (1981, 1984-1985, 1988, 1992-1993, 1998). La inflación aumentó con respecto a sus niveles previos en los períodos 1981-1983, 1986-1987, 1990, 1995 y 1998¹.

¹ MESSMACHER, Políticas de Estabilización en México, 1982-2000, Documento del Banco de México, 2004, pág. 356

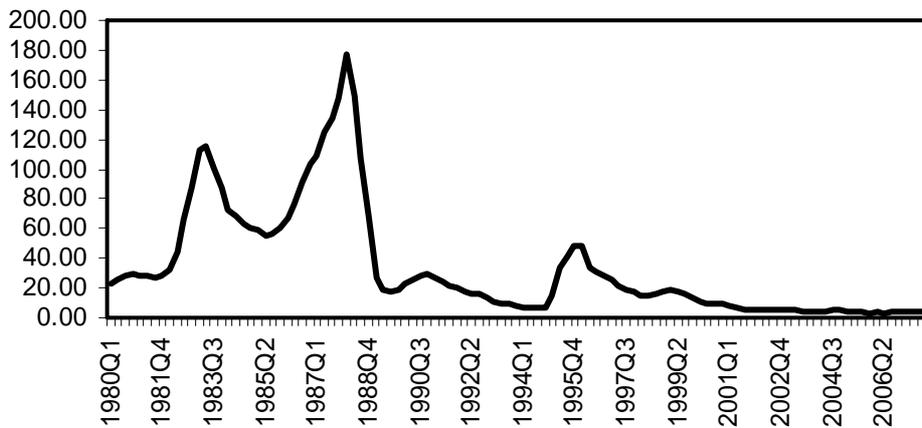
GRÁFICA 3
Crecimiento del PIB



Fuente: Elaborado en base a los datos publicados por INEGI

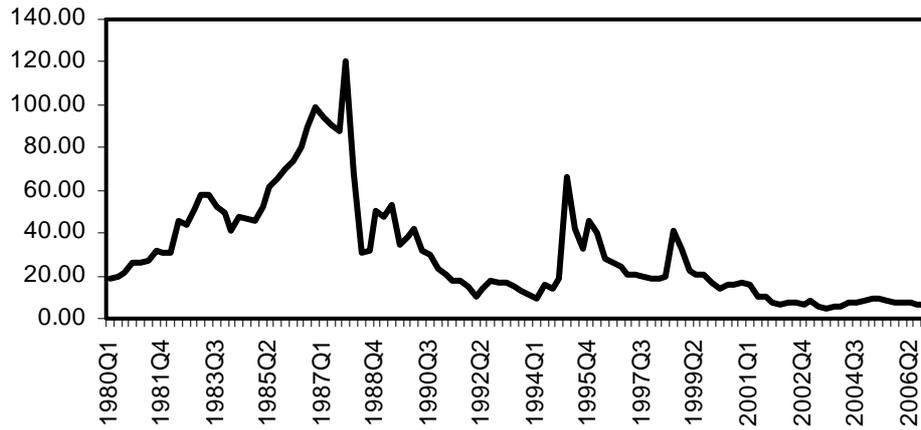
GRÁFICA 4
Inflación

Inflación



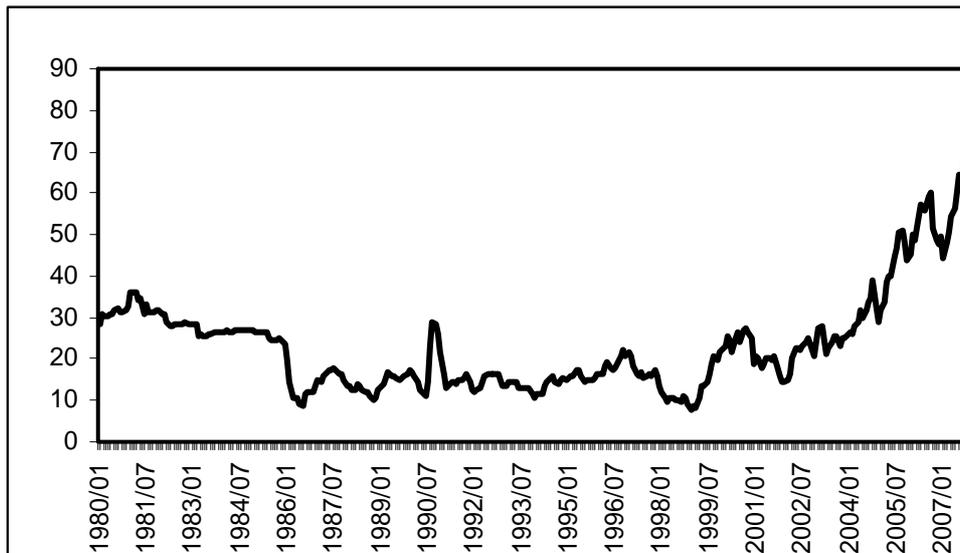
Fuente: Elaborado en base a los datos publicados por Banco de México

GRÁFICA 5
Tasa de Interés



Fuente: Elaboración propia con base a los datos reportados por Banco de México. La variable se construyó a través de $r = \text{cetes } 91 - \text{inflación}$.

GRÁFICA 6
Precios del petróleo



Fuente: Elaborada por el autor con datos del INEGI

1981 fue un año crítico, que detonó lo que vendría a ser una de las mayores crisis económicas del siglo XX por su profundidad, duración y efectos sociales que trajo consigo durante el resto de la década de los 80. En el segundo semestre de ese año, México enfrentó un estrangulamiento financiero derivado por un lado del incremento de las tasas de interés internacionales con el consecuente aumento del pago de los intereses de la deuda; y por el otro, por la caída en los precios mundiales del petróleo a niveles muy bajos.

Se registraron fugas de capitales, la inflación llegó a ser de 28.7%, bajaron los precios internacionales de las materias primas y el precio promedio del petróleo cayó a 31.72 dólares, la balanza de pagos siguió mostrando un saldo todavía más negativo, y esto orillaba cada vez más a una crisis de liquidez. A pesar de ello, en 1981 se logró un crecimiento del PIB de 7.9%.

En este contexto, en México se inició una etapa de crecientes problemas económicos, que desembocaron en una de las más perniciosas crisis del periodo reciente. En 1982, México enfrentó una de las más profundas crisis de su historia. El país se hallaba frente a un escenario externo adverso, no existían cambios en la estructura interna del país, así como una industria sólida que permitiera hacer frente a los enormes desequilibrios que se fueron acumulando durante los últimos años de los 70.

México no se preparó para hacer frente a la contingencia financiera, no planeó a mediano y largo plazo. No contaba con la infraestructura suficiente y, por tanto, no estaba preparado para confrontar la competitividad derivada de la inminente apertura comercial. La especulación del tipo de cambio provocó una

gran fuga de capitales, trayendo consigo una de las mayores devaluaciones desde la posguerra. Esto ocasionó que el gobierno de López Portillo tomara la decisión de establecer un control del tipo de cambio y nacionalizara la Banca, que en ese entonces estaba en poder del Estado.

Frente a esta situación, se instrumentaron una serie de medidas de política económica cuyo propósito era detener los efectos desestabilizadores de la crisis a través de medidas de ajuste y estabilización, recomendadas por organismos internacionales tales como el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI). Se limitan los poderes y funciones gubernamentales (transfiriendo funciones del Estado, hacia al mercado), que al paso del tiempo cedieron parte importante del control del Estado al mercado.

En el periodo 1981-1983 encontramos que el PIB había caído a un -4.85%, mientras que la tasa de interés real reporta promedio en el periodo de 41.99%, en el segundo trimestre de 1983 un 57.86% (el punto más alto en este periodo). Los precios promedio del petróleo reportaron en ese periodo un promedio de 29.48%, teniendo el punto más bajo en un 25.51% en el segundo trimestre de 1983, al igual que la tasa de interés. La inflación tiene un crecimiento promedio en el periodo del 63.19%, ubicando su punto más elevado, al igual que las dos variables anteriores, en el segundo trimestre de 1983 de 114.79%.

Al periodo de Miguel de la Madrid (1982-1988) se le considera como el sexenio perdido porque no hubo crecimiento del producto. Se redujo el gasto social como porcentaje del PIB y se registró una salida neta de capitales hacia el exterior por el pago de los intereses de la deuda externa. En la práctica durante

todo este periodo no se superó la situación de crisis económica a pesar de los intentos realizados.

1982 marca el inicio de una nueva etapa con la instrumentación de un nuevo modelo sustentado con elementos del liberalismo económico, donde la hegemonía del mercado se impondría por sobre la presencia del Estado (Modelo Neoliberal). Esta nueva etapa significó aplicar las políticas definidas por el Fondo Monetario Internacional en las cartas de intención firmadas, las cuales se asentaron como actas de naturalización en nuestro país por los distintos gobiernos. Así, se inició un proceso de desincorporación o liberalización de empresas públicas; desregulación de la actividad económica. En el contexto exterior se genera una política de apertura, a partir de la liberalización comercial que culmina en 1994 con la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá².

En 1986, la crisis del petróleo y la caída de la Bolsa Mexicana de Valores, provocan altos niveles inflacionarios. El PIB cayó -4.27% en este periodo cayendo 6.42 puntos porcentuales en comparación con el año anterior. Mientras que la tasa de interés real en el periodo 1986-1987 tuvo un aumento del 92% aproximadamente, teniendo su punto más alto de 120.76% en el cuarto trimestre de 1987 alcanzando su máximo histórico. Los precios promedio del petróleo cayeron en 14 dólares promedio en dicho periodo, reportando su precio más bajo de 9.3 dólares por barril en el segundo trimestre de 1986 debido a la crisis petrolera. La inflación creció un 106.8% en el

²Villarreal, René. *Industrialización, deuda y desequilibrio externo en México. Un enfoque neoestructuralista (1929-2000.*, FCE. México. 2000, pág. 606-608. En su libro caracterizó a este proceso como de las tres "D" (desestatización, desregulación y desprotección).

periodo, teniendo su mayor crecimiento en el cuarto trimestre de 1987 con un 147.94%. Frente a esta realidad, en 1987, se instrumentó un programa de estabilización económica, cuyo objetivo fue el control y abatimiento de la inflación, conocido como Pacto de Solidaridad Económica, consolidado en el período de Salinas de Gortari³.

En 1988, periodo de recesión, el PIB cae 1.33%, después de haber crecido un 4.82%. La inflación alcanza su máximo histórico en el primer trimestre de 1988 (177.46%), sin embargo comienza a decrecer aceleradamente gracias a las políticas aplicadas para su control. La inflación, en promedio, para este año fue de 125.43%, pero el cuarto trimestre del año reporta un 67.92%. El precio promedio del petróleo no se recuperó al mismo ritmo, en promedio para este año fue de 12.22 dólares por barril y el precio más alto se reporta en el último trimestre (13.24 dólares)⁴.

Con Carlos Salinas de Gortari (1989-1994) se aplica una política económica tendiente a estabilizar la economía y a retomar la senda del crecimiento económico sostenido, ausente en la administración precedente. Así, este periodo se le caracterizó por un crecimiento equilibrado con estabilidad y desequilibrio externo. En 1989 se renegocia la deuda externa a través del llamado Plan Brady y se liberan recursos para reactivar la economía y para el Programa Nacional de Solidaridad, con lo que se incrementa el gasto social como porcentaje del PIB. Se firmaron las distintas fases de los “Pactos Sociales” que abatieron la inflación en 1994, con lo cual se consolida la

³ Banco de México, Informe Anual 1987

⁴ Banco de México, Informa anual 1988

estrategia de estabilización. El crecimiento promedio de la economía en el periodo fue del 4%.

Entre 1990 y 1994 (sexenio de Salinas de Gortari) México gastó más de lo que generó como ingreso propio. La diferencia, el déficit en cuenta corriente, sumó un total de alrededor de 92.5 mil millones de dólares (sólo 29 mil millones de dólares correspondieron a 1994)⁵. El déficit en cuenta corriente fue cubierto principalmente con recursos de inversionistas extranjeros, en su mayoría de corto plazo. Sin embargo, a partir de 1994, debido a una serie de factores externos e internos, el resto del mundo dejó de canalizar recursos a nuestro país.

El PIB para 1990 reporta un crecimiento, después de la crisis de 1982-1983, del 7.07%. Aunque después desacelera en los siguientes periodos: 1991 (3.91%), 1992 (2.77%), 1993 (2.17%). Para 1994 tiende a recuperarse hasta alcanzar un 5.08%. La inflación es reducida en el periodo 1990-1994, reportando en promedio 16.34%, teniendo su punto más bajo en el tercer trimestre de 1994 del 6.75%. El precio del petróleo crece en promedio en el mismo periodo a 15.06 dólares por barril, teniendo como el precio más alto en el tercer trimestre de 1990 de 29.11 dólares por barril. La tasa de interés real promedia un 18.65% en el periodo 1990-1994. El punto más bajo lo encuentra en el primer trimestre de 1994 (9.71%). En este periodo podemos observar la

⁵ Banco de México, Informe Anual 1995.

desaceleración de la economía en el periodo 1991-1993, y una recuperación de la economía en 1994, sin embargo, no es sustancial⁶.

El esquema de apertura comercial desembocó en la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1994, insertando a nuestra economía en la globalización. La apertura comercial y la firma del TLCAN agudizaron la crisis del sector agropecuario, por la contracción de las inversiones productivas, el retiro de los apoyos y subsidios gubernamentales al sector y menores apoyos a la agricultura al eliminarse los precios de garantía.

La crisis de 1994-1995 trajo consigo el aumento de la cartera vencida de las instituciones de crédito y un descenso en los niveles de capitalización. Con dicha crisis hubo riesgos de insolvencia que el Banco de México calificó de considerables. Esto implicó el establecimiento de un programa de saneamiento financiero.

La crisis registrada en 1995, a diferencia de la de los 80, fue superada un año después, gracias al rescate financiero que derivó en el FOBAPROA, lo cual ha significado un enorme costo económico y social heredado a la actual generación, hecho que se tradujo en el mayor endeudamiento del Estado mexicano del siglo XX. Desde 1995 el país operó conforme con las reglas de una economía de mercado. El trauma y los efectos de la devaluación de diciembre de 1994 fueron mayores justamente por la resistencia de los responsables de la política económica a permitir que las variables

⁶ Informe Anual del Banco de México 1994

macroeconómicas fluctuaran con mayor libertad y que los mecanismos estabilizadores de esa nueva economía operaran.

El PIB en este periodo reportó un crecimiento del -7.3% aproximadamente. Mientras que el crecimiento de los precios, en promedio para ese año fue del 34.77%, reportando su punto más alto en el último trimestre del 95 (48.7%). Los precios promedio del petróleo tuvieron un promedio de 15.72 dólares por barril en ese año. La tasa de interés real subió hasta 46.65% en promedio en el año.

En 1997, el país sufrió los embates de una crisis financiera a nivel internacional, motivada por la caída de los precios promedio del petróleo (13.4 dólares por barril) y por la volatilidad de las monedas en distintos países. Esta situación afectó a la economía mexicana, reduciendo las exportaciones. En 1999 los precios del petróleo caen nuevamente, aunque el impacto no fue de la misma magnitud que la presentada en 1981, donde la mayoría de los ingresos nacionales dependían del precio del energético.

El PIB en el periodo 1997-1999, reporta las siguientes tasas de crecimiento: 6.44% (1997) 2.68% (1998) y 5.42% (1999). La inflación reporta su punto más alto en el primer trimestre de 1997 (25.51%) y el más bajo el cuarto trimestre de 1999 (10.55%). Mientras que la tasa de interés real reporta su punto más alto en el tercer trimestre de 1998 (40.72%) y su punto más bajo en el cuarto trimestre de 1999 (16.81%).

Los resultados en materia económica para 2000 se caracterizaron por una fuerte expansión de la economía de los Estados Unidos y por la elevación de los precios internacionales del petróleo. Por otra parte, el país gozó de mejores condiciones de acceso a los mercados internacionales de capital.

Por un lado, se confirmó que la economía de los Estados Unidos ya había entrado en una etapa de crecimiento menos vigoroso y se generalizó la percepción de que su desaceleración en 2001 sería más pronunciada que la esperada. Adicionalmente, en diciembre el precio de la mezcla mexicana de petróleo de exportación se redujo bruscamente. Por otra parte, se hizo patente la desaceleración de la producción interna, en las cifras del cuarto trimestre del PIB que prácticamente no creció, mientras que se observó un menor debilitamiento de la demanda interna. En consecuencia, el déficit comercial se amplió significativamente⁷.

En diciembre de ese año el precio internacional del petróleo se redujo nuevamente manteniéndose, en los primeros meses de 2001 el precio de la mezcla mexicana por debajo del promedio registrado en el año anterior. En el 2002 se registró una gradual recuperación de la mezcla mexicana, ubicándose en promedio por encima de los 20 dólares por barril.

Para 2001, la economía mundial mostró una desaceleración en Estados Unidos, Japón y Europa. El deterioro del crecimiento global a lo largo del año incidió marcadamente sobre el desempeño de la economía mexicana, con la

⁷ Banco de México, Informe anual 2001

consecuente pérdida en los niveles de exportación, actividad económica y empleo.

Los ataques terroristas del 11 de septiembre del 2001 influyeron negativamente sobre la operación del principal centro financiero mundial al causar incertidumbre y desconcierto. Como resultado de la intensificación de los riesgos en una economía ya de por sí frágil, las autoridades estadounidenses acordaron un nuevo relajamiento de la política monetaria y planes adicionales de estímulo fiscal.

En el periodo 2000-2006 (gobierno foxista) el PIB reportó un crecimiento promedio del 2.67%, teniendo una caída considerable pero de pronta recuperación en el 2001 de -1.36%. En el caso de la inflación, tuvo un promedio de 5.21% debido al control ejercido por la política monetaria de Banco de México alcanzando mínimos históricos. La tasa de interés real tuvo un promedio de 8.92% en dicho periodo. Mientras que los precios del petróleo repuntaron en este periodo con un promedio de 30.89 dólares por barril, sin embargo, alcanzó su precio más alto de 60.15 dólares por barril en septiembre del 2006.

4. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

4.1 SVAR Ó VAR ESTRUCTURAL

La metodología SVAR es una metodología que no es muy utilizada en la investigación en México. Dicha metodología ha sido tratada en los trabajos de Sims (1981, 1986), Bernanke (1986), Shapiro y Watson (1988), Blanchard y Quah (1989), Enders (1995, 2000), Amisano y Giannini (1997) y Lütkepohl (2004, 2007).

La metodología SVAR tiene como principal objetivo recuperar los errores que se pierden al estimar el VAR estándar. Tiene dos herramientas fundamentales para hacer inferencia sobre los resultados: el análisis de impulso-respuesta y el análisis de la varianza.

4.2 Clasificación de los modelos SVAR o VAR estructural

Existen dos tipos de modelos VAR estructural: los que manejan restricciones de corto plazo y los que manejan restricciones de largo plazo. Y estos a su vez, se pueden clasificar en¹:

- i) $B = I$. El vector de innovaciones e_t es modelado como un sistema de ecuaciones lineales interdependientes: $A u_t = e_t$.
- ii) $A = I$. En este caso el modelo para las innovaciones es $u_t = B e_t$.

¹ LÜTKEPOHL, KRÄTZIG, *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press, 2004, pág. 163

- iii) El modelo conocido como AB combina las restricciones de A y B (del primero y el segundo)². El modelo para determinar las innovaciones:

$$A u_t = B e_t.$$

- iv) El modelo C es un modelo con restricciones de largo plazo, el cuál se expresa de la siguiente manera: $u_t = C e_t$.

A continuación, se presentará de manera general la metodología SVAR.

4.3 Metodología SVAR o VAR estructural

Como ya se comentó, esta metodología busca encontrar los errores *estructurales* que se han perdido al estimar un VAR estándar. Para una mejor comprensión, a continuación se presenta una noción del desarrollo del modelo VAR estructural³.

Primero, partimos de un VAR primitivo:

$$Y_t = b_{10} - b_{12}Z_t + \gamma_{11}Y_{t-1} + \gamma_{12}Z_{t-1} + \varepsilon_{Yt} \quad (1)$$

$$Z_t = b_{20} - b_{21}Y_t + \gamma_{21}Y_{t-1} + \gamma_{22}Z_{t-1} + \varepsilon_{Zt} \quad (2)$$

Esto se puede expresar de la siguiente manera:

$$Y_t + b_{12}Z_t = b_{10} + \gamma_{11}Y_{t-1} + \gamma_{12}Z_{t-1} + \varepsilon_{Yt}$$

$$b_{21}Y_t + Z_t = b_{20} + \gamma_{21}Y_{t-1} + \gamma_{22}Z_{t-1} + \varepsilon_{Zt}$$

² AMISANO y Giannini, *Topics in Structural VAR Econometrics*, Segunda edición, Springer, 1997, págs. 15-19.

³ Esta parte del trabajo está basada en el desarrollo de Walter Enders, en su libro: *Applied Econometric Time Series*, Wiley Series in Probability and Statistics, 1995, págs.264-296.

A posterior, podemos representarlo en su forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{Yt} \\ \varepsilon_{Zt} \end{bmatrix}$$

Su forma reducida es:

$$BX_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Donde,

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, X_t = \begin{bmatrix} Y_t \\ Z_t \end{bmatrix}, \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix}, \Gamma_1 = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}, X_{t-1} = \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Z_{t-1} \end{bmatrix}, \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{Yt} \\ \varepsilon_{Zt} \end{bmatrix}.$$

Si esta expresión la premultiplicamos por B^{-1} :

Pre multiplicando

$$B^{-1}BX_t = B^{-1}\Gamma_0 + B^{-1}\Gamma_1 X_{t-1} + B^{-1}\varepsilon_t$$

Donde,

$$A_0 = B^{-1}\Gamma_0, A_1 = B^{-1}\Gamma_1, e_t = B^{-1}\varepsilon_t$$

Por lo tanto, se puede reescribir de la siguiente forma:

$$X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + e_t$$

De tal manera que ahora la forma ecuacional es:

$$Y_t = a_{10} + a_{11}Y_{t-1} + a_{12}Z_{t-1} + e_{1t} \quad (4)$$

$$Z_t = a_{20} + a_{21}Y_{t-1} + a_{22}Z_{t-1} + e_{2t} \quad (5)$$

Para poder encontrar los errores estructurales, es necesario invertir la matriz B:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, \quad |B| = 1 - b_{12}b_{21} \quad \rightarrow \quad B^{\text{cof}} = \begin{bmatrix} 1 & -b_{21} \\ -b_{12} & 1 \end{bmatrix} \quad \rightarrow$$

$$B^{\text{cof}} = \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} = B^{\text{Adj}} \rightarrow B^{-1} = \frac{1}{|B|} B^{\text{Adj}} = \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix}$$

Una vez obtenida la matriz B^{-1} , podemos encontrar los errores estructurales o innovaciones estructurales a través de los errores obtenidos del VAR estándar⁴, puesto que:

$$e_t = B^{-1}\varepsilon_t$$

$$e_t = \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{Yt} \\ \varepsilon_{Zt} \end{bmatrix}$$

$$e_t = \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} \varepsilon_{Yt} - b_{12}\varepsilon_{Zt} \\ -b_{21}\varepsilon_{Yt} + \varepsilon_{Zt} \end{bmatrix}$$

⁴ En este caso, la matriz A se supone que es igual a la idéntica.

De esta manera:

$$e_{1t} = \frac{\varepsilon_{Yt} - b_{12}\varepsilon_{Zt}}{1 - b_{12}b_{21}}$$

$$e_{2t} = \frac{\varepsilon_{Zt} - b_{21}\varepsilon_{Yt}}{1 - b_{12}b_{21}}$$

El valor esperado del error se puede determinar de la siguiente manera:

$$E(e_{1t}) = E\left(\frac{\varepsilon_{Yt} - b_{12}\varepsilon_{Zt}}{1 - b_{12}b_{21}}\right) = \frac{E(\varepsilon_{Yt}) - E(b_{12})E(\varepsilon_{Zt})}{E(1) - E(b_{12})E(b_{21})} = \frac{0 - E(b_{12})(0)}{1 - E(b_{12})E(b_{21})} = 0$$

Por lo tanto, la varianza del error es:

$$\begin{aligned} E(e_{1t})^2 &= E\left(\frac{\varepsilon_{Yt} - b_{12}\varepsilon_{Zt}}{1 - b_{12}b_{21}}\right)^2 = E\left(\frac{\varepsilon_{Yt}^2 - 2b_{12}\varepsilon_{Yt}\varepsilon_{Zt} + b_{12}^2\varepsilon_{Zt}^2}{1 - 2b_{12}b_{21} - b_{12}^2b_{21}}\right) = \frac{E(\varepsilon_{Yt}^2 + b_{12}^2\varepsilon_{Zt}^2)}{(1 - b_{12}b_{21})^2} \\ &= \frac{E(\varepsilon_{Yt}^2) + E(b_{12}^2)E(\varepsilon_{Zt}^2)}{E(1 - b_{12}b_{21})^2} = \frac{\sigma_y^2 + b_{12}^2\sigma_z^2}{(1 - b_{12}b_{21})^2} \end{aligned}$$

La covarianza es entonces:

$$\begin{aligned}
 E(\mathbf{e}_{1t}\mathbf{e}_{1t-i}) &= E\left[\frac{(\varepsilon_{yt} - \mathbf{b}_{12}\varepsilon_{zt})(\varepsilon_{yt-i} - \mathbf{b}_{12}\varepsilon_{zt-i})}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})}\right] = E\left[\frac{\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt-i} - \mathbf{b}_{12}\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt-i} - \mathbf{b}_{12}\varepsilon_{yt-i}\varepsilon_{zt} + \mathbf{b}_{12}^2\varepsilon_{zt}\varepsilon_{zt-i}}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2}\right] \\
 &= \frac{E(\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt-i}) - E(\mathbf{b}_{12}\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt-i}) - E(\mathbf{b}_{12}\varepsilon_{yt-i}\varepsilon_{zt}) + E(\mathbf{b}_{12}^2\varepsilon_{zt}\varepsilon_{zt-i})}{E(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2} = \frac{0 - \mathbf{b}_{12}(0) - \mathbf{b}_{12}(0) + \mathbf{b}_{12}^2(0)}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2} \\
 &= \frac{0}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2} = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E(\mathbf{e}_{1t}\mathbf{e}_{2t}) &= E\left[\frac{(\varepsilon_{yt} - \mathbf{b}_{12}\varepsilon_{zt})(\varepsilon_{zt} - \mathbf{b}_{21}\varepsilon_{yt})}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2}\right] = E\left[\frac{\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt} - \mathbf{b}_{21}\varepsilon_{yt}^2 - \mathbf{b}_{12}\varepsilon_{zt}^2 + \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21}\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt}}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2}\right] \\
 &= \frac{E(\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt}) - E(\mathbf{b}_{21})E(\varepsilon_{yt}^2) - E(\mathbf{b}_{12})E(\varepsilon_{zt}^2) + E(\mathbf{b}_{12})E(\mathbf{b}_{21})E(\varepsilon_{yt}\varepsilon_{zt})}{E(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2} = \frac{0 - \mathbf{b}_{12}\sigma_y^2 - \mathbf{b}_{12}\sigma_z^2 + \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21}(0)}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2} \\
 &= \frac{-\mathbf{b}_{12}\sigma_y^2 - \mathbf{b}_{12}\sigma_z^2}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2} = \frac{-(\mathbf{b}_{12}\sigma_y^2 + \mathbf{b}_{12}\sigma_z^2)}{(1 - \mathbf{b}_{12}\mathbf{b}_{21})^2}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la matriz de varianzas y covarianzas es la siguiente:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{var}(\mathbf{e}_{1t}) & \text{cov}(\mathbf{e}_{1t}, \mathbf{e}_{2t}) \\ \text{cov}(\mathbf{e}_{1t}, \mathbf{e}_{2t}) & \text{var}(\mathbf{e}_{2t}) \end{bmatrix}$$

Para poder identificar el modelo estructural de un modelo VAR estimado, es necesario imponer $(n^2 - n)/2$ restricciones en el modelo estructural. Estas pueden ser restricciones de largo o de corto plazo (no se pueden restringir ambos plazos) según sea el modelo elegido, usando la descomposición de

Cholesky⁵. La descomposición de Cholesky requiere que todos los elementos por encima de la diagonal principal sean igual a cero. Es decir:

$$\begin{array}{cccccc}
 b_{12} & = & b_{13} & = & b_{14} & = & \dots & = & b_{1n} & = & 0 \\
 & & b_{23} & = & b_{24} & = & \dots & = & b_{2n} & = & 0 \\
 & & & & b_{34} & = & \dots & = & b_{3n} & = & 0 \\
 & & & & & & & & \cdot & & \\
 & & & & & & & & \cdot & & \\
 & & & & & & & & \cdot & & \\
 & & & & & & & & & & b_{n-1n} & = & 0
 \end{array}$$

De esta forma, existe un total de restricciones de $(n^2 - n)/2$, por lo tanto, el sistema está justamente identificado⁶.

4.4 Funciones de Impulso –Respuesta:

El análisis de impulso-respuesta es de gran utilidad para vincular los resultados obtenidos, a través de la estimación, con la teoría económica. Los impulsos-respuesta son obtenidos una vez conocidas las innovaciones estructurales del modelo; muestran la respuesta que tiene cada una de las variables respecto a cada choque del sistema.

Para encontrar las funciones de impulso-respuesta podemos comenzar a través de la siguiente expresión, al cual ya se había revisado:

⁵ Enders, *Applied Econometric Time Series*, Wiley Series in Probability and Statistics, 1995, pág. 293

⁶ El sistema no debe estar subidentificado, sin embargo, si puede ser sobreidentificado.

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Si tomamos en cuenta que el VAR puede ser representado como un VMA (vector moving average) por el teorema de Wold: $X_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} A_1^i e_{t-i}$. Podemos expresar en (5) lo siguiente:

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} e_{1t-i} \\ e_{2t-i} \end{bmatrix} \quad (6)$$

La ecuación (6) expresa a Y_t y Z_t en términos de las secuencias de e_{1t} y e_{2t} .

El vector de errores puede escribirse como:

$$\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{Yt} \\ \varepsilon_{Zt} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Combinando (6) y (7), tenemos:

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix} + \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{Yt-i} \\ \varepsilon_{Zt-i} \end{bmatrix}$$

Como $A_1^i = \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i$ podemos definir a ϕ_i como:

$$\varphi_i = \frac{A_1^i}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix}$$

De esta manera, podemos representar al modelo en promedios móviles (MA) de forma más compacta⁷.

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \varphi_{11}(i) & \varphi_{12}(i) \\ \varphi_{21}(i) & \varphi_{22}(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{Y_{t-i}} \\ \varepsilon_{Z_{t-i}} \end{bmatrix} \text{ ó también}$$

$$X_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_i \varepsilon_{t-i}$$

Donde $\varphi_{11}(i), \varphi_{12}(i), \varphi_{21}(i), \varphi_{22}(i)$, son las funciones impulso-respuesta.

4.5 Descomposición de la varianza

La descomposición de la varianza es otra de las herramientas bastante útiles para hacer inferencia a través de los resultados. Dicho análisis se basa en descomponer la varianza de los errores estructurales pronosticados como porcentaje de la varianza total.

Por ejemplo, si tenemos $x_{t+1} = A_0 + A_1 x_t + e_{t+1}$, y si aplicamos la esperanza matemática al pronóstico, tenemos que:

⁷ La representación de medias móviles (MA) es una herramienta que se utiliza para examinar la integración entre Y_t y Z_t . Los elementos $\varphi_{jk}(0)$ son los multiplicadores de impacto. $\sum_{i=0}^{\infty} \varphi_{jk}^2(i)$ es finito.

$$E(x_{t+1}) = A_0 + A_1 x_t$$

de tal manera que:

$$x_{t+1} - E(x_{t+1}) = e_{t+1}$$

con dos períodos, sería:

$$x_{t+2} = A_0 + A_1 x_{t+1} + e_{t+2} = A_0 + A_1(A_0 + A_1 x_t + e_{t+1}) + e_{t+2}$$

Por tanto:

$$E(x_{t+2}) = (I + A_1)A_0 + A_1^2 x_t$$

de manera general

$$E_t(x_{t+n}) = (I + A_1 + A_1^2 + \dots + A_1^{n-1})A_0 + A_1^n x_t$$

y el pronóstico del error asociado es:

$$e_{t+n} + A_1 e_{t+n-1} + A_1^2 e_{t+n-2} + \dots + A_1^{n-1} e_{t+1}$$

a través de un vector de medias móviles, tenemos de forma general.

$$x_{t+n} = \mu + \sum_{i=0}^{n-1} \phi E_{t+n-i}$$

y el error pronosticado en n períodos sería:

$$x_{t+n} - E_t(x_{t+n}) = \sum_{i=0}^{n-1} \phi E_{t+n-i}$$

en el caso de y_t , tenemos:

$$y_{t-n} - E_t(y_{t-n}) = \phi_{11}(0)\varepsilon_{yt+n} + \phi_{11}(1)\varepsilon_{yt+n-1} + \dots + \phi_{11}(n-1)\varepsilon_{yt+1} \\ + \phi_{12}(0)\varepsilon_{zt+n} + \phi_{12}(1)\varepsilon_{zt+n-1} + \dots + \phi_{12}(n-1)\varepsilon_{zt+1}$$

denotando al error de la varianza pronosticado de y_{t+n} como $\sigma_y(n)^2$

$$\sigma_y(n)^2 = \sigma_y^2 [\phi_{11}(0)^2 + \phi_{11}(1)^2 + \dots + \phi_{11}(n-1)^2] + \sigma_z^2 [\phi_{12}(0)^2 + \phi_{12}(1)^2 + \dots + \phi_{12}(n-1)^2]$$

respectivamente, las proporciones de $\sigma_y(n)^2$ de los shocks ε_{yt} y ε_{zt} son:

$$\frac{\sigma_y^2 [\phi_{11}(0)^2 + \phi_{11}(1)^2 + \dots + \phi_{11}(n-1)^2]}{\sigma_y(n)^2}$$

$$\frac{\sigma_z^2 [\phi_{12}(0)^2 + \phi_{12}(1)^2 + \dots + \phi_{12}(n-1)^2]}{\sigma_y(n)^2} \text{ respectivamente.}$$

4.6 Metodología SVAR tipo Blanchard y Quah

El modelo planteado para esta tesis se basa en el trabajo de Blanchard y Quah (1989), *The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances*. La metodología fue utilizada para encontrar los efectos que tienen la demanda y la oferta agregada en el producto.

El modelo VAR estructural tipo Blanchard y Quah se caracteriza por permitir la introducción de restricciones de largo plazo al sistema estructural, ayudando a

la modelación de las relaciones de largo plazo de las variables incluidas, con base en la teoría económica. Por tanto, este modelo no es atóxico como el modelo VAR.

Para presentar la metodología, expresaremos el modelo estructural con la siguiente representación VMA:

$$X_t = A_0 \varepsilon_t + A_1 \varepsilon_{t-1} + \dots = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} = A(L) \varepsilon_t \quad (1)$$

donde:

$$\varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_s \\ \varepsilon_d \end{bmatrix}, \quad X_t = \begin{bmatrix} \Delta Y \\ U \end{bmatrix}$$

son el vector de errores estructurales y el vector de variables incluidas en el sistema, respectivamente, y L es el operador de rezagos.

La estimación por VAR estructural supone que los errores del sistema (errores estructurales) tienen orígenes diferentes y por lo tanto son errores ortogonales (no correlacionados). Los términos ε_s y ε_d representan los errores estructurales provenientes de cambios en las variables de oferta agregada y de demanda agregada, respectivamente. El sistema VAR estructural estimado por Blanchard y Quah exige que las variables incluidas en el modelo sean estacionarias, no cointegradas en sus niveles y que al menos una de las variables, en este caso el PIB, se encuentre en diferencias, para que permita que por lo menos uno de los choques tenga efectos permanentes sobre dicha variable en nivel.

La estimación realizada por Blanchard y Quah incluye las variables tasa de crecimiento del logaritmo natural del PIB (ΔY) y tasa de desempleo (U). Además, $A(L)$ incluye los efectos que tienen los choques estructurales sobre las variables del sistema. Así, $A(L)$ es:

$$A(L) = A_0L^0 + A_1L^1 + \dots + A_iL^i + \dots + \quad (2)$$

Dado que los choques estructurales provienen de fuentes independientes, su matriz de varianza-covarianza será:

$$\text{VAR}(\varepsilon_t) = E[\varepsilon_t \varepsilon_t'] = I \quad (3)$$

Por la ecuación (1), se sabe que las variables del sistema están definidas por los rezagos de los errores estructurales. Gracias al supuesto de que los errores estructurales no están correlacionados, su matriz de varianza-covarianza está definida por la idéntica (por normalización).

Adicionalmente, el efecto contemporáneo de los errores estructurales sobre las variables del sistema está definido por A_0 , mientras que el efecto de los errores estructurales j períodos atrás sobre las variables del sistema, está dado por A_j , donde $j=1,2,\dots$

Por otro lado, para la identificación del modelo estructural, es necesario estimar el siguiente modelo VAR estándar:

$$X_t = \pi_1 X_{t-1} + \pi_2 X_{t-2} + \dots + \pi_q X_{t-q} + e_t \quad (4)$$

Donde π_i ($i=1, 2, \dots, q$) son las matrices de coeficientes del VAR estándar a estimar, q es el número de rezagos y e_t es el vector de errores del modelo estándar.

Dado que el modelo VAR estándar es un proceso estocástico estacionario, por el teorema de Wold, se puede garantizar la existencia de su representación VMA:

$$X_t = e_t + C_1 e_{t-1} + \dots = \sum_{i=0}^{\infty} C_i e_{t-1} = C(L)e_t \quad (5)$$

$$\text{VAR}(e_t) = E[e_t e_t'] = \Sigma \quad C(L) = I + C_1 L^1 + C_2 L^2 + \dots + C_i L^i$$

Dado que X_t contiene la misma información en la representación VMA del modelo estructural y del modelo estándar, podemos encontrar la siguiente identidad (igualando la ecuación 1 y la ecuación 5):

$$X_t = X_t$$

$$C(L)e_t = A(L)\varepsilon_t$$

Así, los residuales del modelo estándar están relacionados con los del modelo estructural de la siguiente manera:

$$e_t = A_0 \varepsilon_t \quad (6)$$

Mientras que las matrices de parámetros del modelo estándar y estructural se relacionan así:

$$A_j = C_j A_0 \quad (7)$$

De esta manera, tenemos que:

$$E(e_t e_t') = A_0 E(\varepsilon_t \varepsilon_t') A_0' = A_0 A_0' = \Sigma \quad (8)$$

Para identificar los errores estructurales desde la información obtenida con la estimación del VAR estándar (e_t y Σ) se necesita proveer suficientes restricciones de identificación para evaluar los elementos de A_0 , para calcular el sistema primitivo o estructural.

Si suponemos que el sistema incluye n variables, la matriz A_0 tendrá n^2 elementos a estimar. Por otro lado, se sabe que la matriz Σ es simétrica, por lo que solo provee $n(n+1)/2$ restricciones de identificación independientes. Así, se deben proveer $n(n-1)/2$ restricciones de identificación adicionales con base en la teoría económica.

Así, tenemos que:

$$X_t = X_t$$

$$C(L)e_t = A(L)\varepsilon_t$$

$$C(L)e_t = A(L)A_0^{-1}A_0\varepsilon_t$$

$$C(L) = A(L)A_0^{-1} \Rightarrow C(L)A_0 = A(L)$$

La matriz de efectos de largo plazo de los choques del sistema C(1), está relacionado con la matriz equivalente de choques estructurales A(1), de la siguiente manera:

$$A(1) = C(1)A_0 \quad (9)$$

Donde C(1) se genera en la estimación del VAR estándar. Conociendo la matriz A₀ se pueden estimar los errores estructurales del sistema primitivo y la matriz de efectos de largo plazo A(1) con base en la información del sistema estándar.

El supuesto principal del trabajo de Blanchard y Quah (1989), que permite la identificación de la matriz A(1), es que solamente los choques de oferta presentan efectos de largo plazo en el producto, mientras que los choques de demanda son importantes únicamente en el corto plazo. En consecuencia, la matriz de efectos de largo plazo, A(1), está diseñada de la siguiente forma:

$$A(1) = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{\infty} c_{11}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{12}(i) \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{21}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{22}(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{s,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{d,t-i}} \\ \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial U_t}{\partial \varepsilon_{s,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial U_t}{\partial \varepsilon_{d,t-i}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{\infty} c_{11} & 0 \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{21} & \sum_{i=0}^{\infty} c_{22} \end{bmatrix} \quad (9')$$

Donde $\sum_{i=0}^{\infty} c_{rk}$ representa el efecto de largo plazo del choque estructural ε_k sobre la variable r que pertenece al vector X_t , y siendo la suma de los parámetros de las matrices A_j en la posición rk . La restricción económica se representa como

$$\sum_{i=0}^{\infty} c_{12}(i) = \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{d,t-i}} = 0$$

Para estimar la matriz A_0 , se estima en primer lugar el modelo VAR estándar y para hallar la matriz $C(1)$:

$$X_t = C_1 X_{t-1} + C_2 X_{t-2} + \dots + C_q X_{t-q} + e_t, \quad X_t = \sum_{i=0}^{\infty} C_i e_{t-1} = C(L)e_t \quad (10)$$

Después se define la matriz de varianza-covarianza de largo plazo (matriz F):

$$F = C(1)\Sigma C(1)' \quad (11)$$

Dado que:

$$A(1) = C(1)A_0 \Rightarrow C(1) = A(1)A_0^{-1} \quad \Sigma = A_0 A_0'$$

Entonces la matriz F es:

$$F = A(1)A(1)' \quad (12)$$

A través de la descomposición de Choleski de la matriz F se puede encontrar A(1). Una vez estimada A(1), y conocida la matriz C(1), se puede estimar la matriz A₀:

$$A_0 = C(1)^{-1} A(1)$$

Después de estimada la matriz A₀, podemos estimar los errores estructurales:

$$e_t = A_0 \varepsilon_t \Rightarrow \varepsilon_t = A_0^{-1} e_t \quad (13)$$

Conociendo el vector de errores estructurales, se pueden encontrar las funciones impulso-respuesta estructural y la descomposición de varianza, como ya se estudió en el apartado anterior.

4.7 Modelo Econométrico

El modelo econométrico está construido con las siguientes variables: logaritmo natural del PIB real a precios de 1993 (Y_t), el logaritmo del promedio de los precios del petróleo a precios de 1993⁸ (PET_t), el logaritmo de la tasa de interés real⁹ (R_t) y la inflación anual (INF_t). Las series son trimestrales y el periodo es de 1980 a 2006.

El vector X_t está construido de la siguiente manera:

⁸ Olmeca, tolteca y maya

⁹ Calculada a través del logaritmo de la siguiente fórmula: $R = [(1+i)/(1+\pi)]-1$

$$X_t = \begin{bmatrix} \Delta \text{PET} \\ \Delta Y_t \\ \Delta \text{INF}_t \\ \Delta R_t \end{bmatrix}$$

Para la construcción del modelo, suponemos que en cada período t se puede presentar un choque estructural (ε_i) asociado a cada una de las variables del sistema:

- a. El choque estructural ε_{1t} está asociado con el promedio de los precios del petróleo. Este choque es de origen externo dado que depende exclusivamente del comportamiento de mercado internacional.
- b. El choque estructural ε_{2t} es un choque en la actividad productiva (generado por cambios en la oferta o variaciones en la productividad).
- c. El choque estructural ε_{3t} se asocia a cambios generados por la política monetaria del Banco Central, la cual afecta a la variación de los precios.
- d. El choque estructural ε_{4t} es asociado, con la política fiscal, con la incertidumbre en el mercado crediticio, con la política de tasas de interés del Banco Central o con cambios en otras variables exógenas que puedan afectar la tasa de interés real.

El sistema VAR estructural incluye 4 variables, por lo tanto, la matriz de efectos contemporáneos A_0 está compuesta por 16 elementos. Sin embargo, la matriz de varianzas y covarianzas de los errores estándar (Σ) tiene sólo diez restricciones independientes, por lo cual se necesita producir seis restricciones

adicionales, con base en la teoría económica, para alcanzar plena identificación de A_0 ¹⁰.

Teóricamente las relaciones de largo plazo entre las variables del modelo son las siguientes:

- Debido a que el promedio de los precios del petróleo es la variable más exógena del modelo, sólo los choques externos pueden afectar su comportamiento de largo plazo. Así, los choques ε_{2t} , ε_{3t} y ε_{4t} no tienen efecto de largo plazo sobre dicha variable (3 restricciones).
- Los impactos asociados con el promedio de los precios del petróleo tienen efectos de largo plazo sobre el producto. ε_{1t} tiene efectos permanentes sobre el PIB, mientras que el efecto de ε_{3t} y ε_{4t} no tienen efectos permanentes sobre el PIB (2 restricciones).
- Los choques relacionados con la política monetaria (ε_{3t}) no tienen efecto de largo plazo en el PIB. Sin embargo, las variaciones en la oferta monetaria afectarán la trayectoria de los precios en el largo plazo, como sugiere la teoría sobre la neutralidad del dinero. Adicionalmente, los choques de oferta agregada (ε_{2t}) y de los precios del petróleo (ε_{1t}) afectarán la variación de los precios en el largo plazo. Así, sólo ε_{4t} no tiene efecto de largo plazo sobre la inflación (1 restricción).

¹⁰ $(n^2 - n)/2 = (16 - 4)/2 = 6$

- Por último, la tasa de interés real es afectada en el largo plazo por todos los choques de la economía, tanto de oferta como de demanda agregada. En especial, la política fiscal presiona la tasa de interés. Los choques de política fiscal, la intervención del Banco Central y el riesgo son recogidos por el error idiosincrásico (ε_{4t}), mientras que los choques monetarios, de productividad y de variación de los precios del petróleo es reflejado por los efectos de los errores ε_{1t} , ε_{2t} y ε_{3t} , respectivamente, sobre la tasa de interés real.

En consecuencia, la representación VMA del VAR estructural puede escribirse así:

$$X_t = \begin{bmatrix} \Delta PET_t \\ \Delta Y_t \\ \Delta INF_t \\ \Delta R_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ b & c & 0 & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \end{bmatrix} \quad (15)$$

La matriz $A(1)$ es:

$$A(1) = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{\infty} c_{11}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{12}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{13}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{14}(i) \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{21}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{22}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{23}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{24}(i) \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{31}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{32}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{33}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{34}(i) \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{41}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{42}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{43}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{44}(i) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta PET_t}{\partial \varepsilon_{1,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta PET_t}{\partial \varepsilon_{2,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta PET_t}{\partial \varepsilon_{3,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta PET_t}{\partial \varepsilon_{4,t-i}} \\ \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{1,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{2,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{3,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta Y_t}{\partial \varepsilon_{4,t-i}} \\ \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta INF_t}{\partial \varepsilon_{1,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta INF_t}{\partial \varepsilon_{2,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta INF_t}{\partial \varepsilon_{3,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta INF_t}{\partial \varepsilon_{4,t-i}} \\ \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta R_t}{\partial \varepsilon_{1,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta R_t}{\partial \varepsilon_{2,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta R_t}{\partial \varepsilon_{3,t-i}} & \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\partial \Delta R_t}{\partial \varepsilon_{4,t-i}} \end{bmatrix}$$

$$A(1) = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{\infty} c_{11}(i) & 0 & 0 & 0 \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{21}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{22}(i) & 0 & 0 \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{31}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{32}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{33}(i) & 0 \\ \sum_{i=0}^{\infty} c_{41}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{42}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{43}(i) & \sum_{i=0}^{\infty} c_{44}(i) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ b & c & 0 & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & j \end{bmatrix}$$

donde $\sum_{i=0}^{\infty} c_{rk}(i)$ representa el efecto de largo plazo del choque estructural ε_k

sobre la variable r que pertenece al vector X_t , y es la suma de los parámetros de las matrices A_i en la posición rk . De esta manera, la suma de estos coeficientes permite observar el efecto marginal que tiene cada choque estructural sobre cada variable del sistema en el tiempo.

Después de la especificación matemática del modelo, la estimación de los componentes $a, b, c, d, e, f, g, h, i$ y j se realiza a través de la metodología de Blanchard y Quah (1989).

5. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

Antes de realizar la estimación del modelo, es necesario que las variables sean estacionarias. Por lo tanto, se aplicaron pruebas de raíces unitarias para determinar el orden de integración de las variables. Las pruebas de raíces unitarias utilizadas fueron: la prueba ADF (Augmented Dickey-Fuller), KPSS (Kiwatowski-Phillips-Schmidth-Shin) y la PP (Phillips-Perron).

Se encontró que las variables, a través de las pruebas realizadas, son de orden de integración 1 ($I(1)$). De tal manera que, para poderlas involucrar en el modelo, es necesario utilizar sus primeras diferencias. Los resultados de las pruebas se encuentran en el Anexo de este trabajo.

Una de las condiciones que exige el modelo VAR estructural con restricciones de largo plazo es que las variables no cointegren en niveles. Por lo cual, se utilizó el *criterio de Pántula*¹ para encontrar si existe cointegración entre las variables².

¹ Este criterio considera que el investigador debe comenzar la prueba secuencial desde el modelo más restringido y con el menor número de vectores de cointegración, ir comparando el resultado de la traza con su valor crítico, trasladándose por los modelos y manteniendo el mismo número de vectores de cointegración, hasta llegar al modelo menos restringido y con el mayor número de vectores de cointegración (en este caso el. El investigador se detendrá en el momento en que no exista evidencia para rechazar la hipótesis nula de r vectores de cointegración. Esto debe ser realizado para cada uno de los rezagos considerados.

² ZUCCARDI Huertas, *Crecimiento y ciclos económicos. Efectos de los choques de oferta y demanda en el crecimiento colombiano*, Archivos de Economía, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Estudios Económicos, Documento 187, 2002, pág. 45

Para el análisis de cointegración se consideraron tres tipos de modelos diferentes planteados por Johansen (1995)³: i) el modelo 2 o *cimean*, en el cual se incluye una constante en el vector de cointegración, pero no existe tendencia lineal en las variables en niveles ni dentro del vector de cointegración, ii) el modelo 3 o *drift*, en el cual se incluye una constante en el modelo no restringido, lo cual hace que las variables contengan tendencias lineales pero no en el vector de cointegración, y iii) el modelo 4 o *cidrift*, en el cual se especifica la existencia de una tendencia lineal en el vector de cointegración, mientras que no se considera la existencia de dicha tendencia en las variables en diferencias. En el Anexo se muestran los resultados de las pruebas.

Después de haber aplicado las pruebas de cointegración, se encontró que las variables precios del petróleo, PIB, inflación y tasa de interés real no presentan una relación de equilibrio en el largo plazo. Este resultado implica la ausencia de cointegración en niveles.

Después de realizar las pruebas de raíz unitaria y cointegración multiecuacional se procedió a estimar el modelo VAR estándar, que permitirá estimar el VAR estructural con restricciones de largo plazo. El sistema a modelar está conformado por las primeras diferencias de los precios del petróleo, el producto interno bruto trimestral, la tasa de inflación y la tasa de interés real. Se estimó un modelo VAR estándar con cuatro rezagos de acuerdo con los criterios de información (Akaike y Hanna-Quinn).

³ Se excluye en esta prueba el modelo uno, el cual no considera la constante en el modelo y el modelo 5, el cual asume la presencia de una tendencia cuadrática.

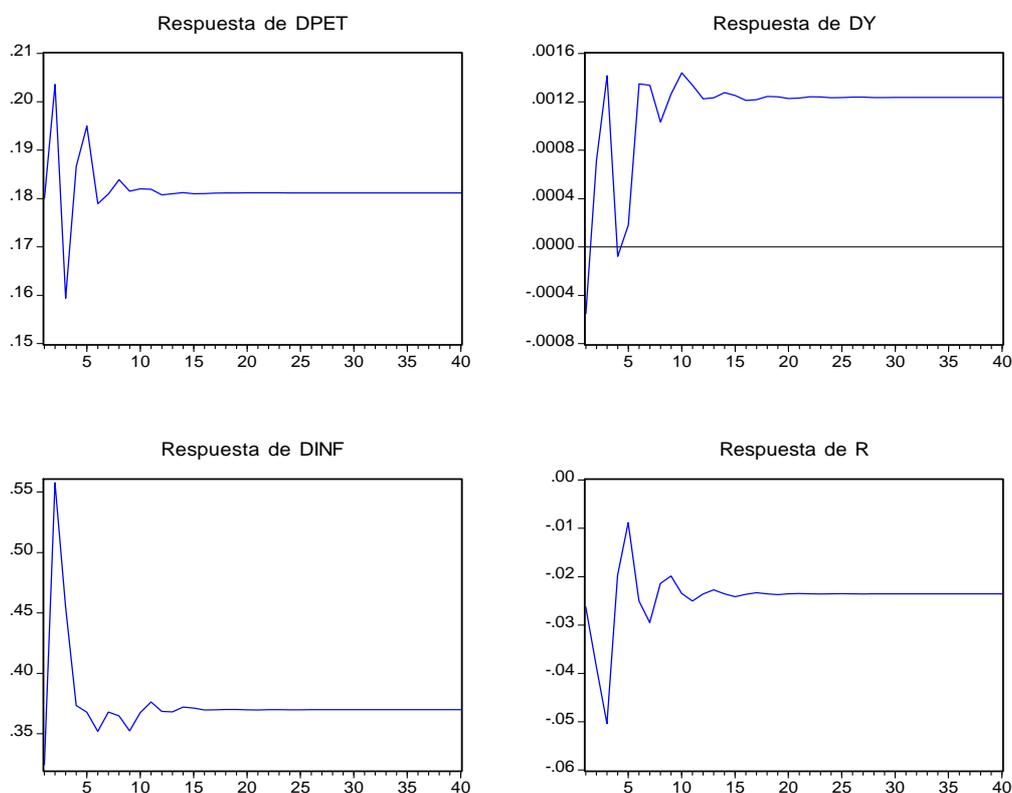
El modelo pasa las pruebas de normalidad multivariada, de autocorrelación y de heteroscedasticidad. En el Anexo se muestran los resultados de la estimación del VAR estándar y del VAR estructural, así como las pruebas de diagnóstico y de estabilidad.

5.1 Análisis de impulso-respuesta.

A continuación se presenta el análisis impulso-respuesta para los choques asociados con el sector externo (precios del petróleo), la actividad económica (PIB), la política monetaria (inflación) y los asociados con la tasa de interés.

GRÁFICA 7

Respuesta de las variables del sistema ante un choque externo (ϵ_{1t})

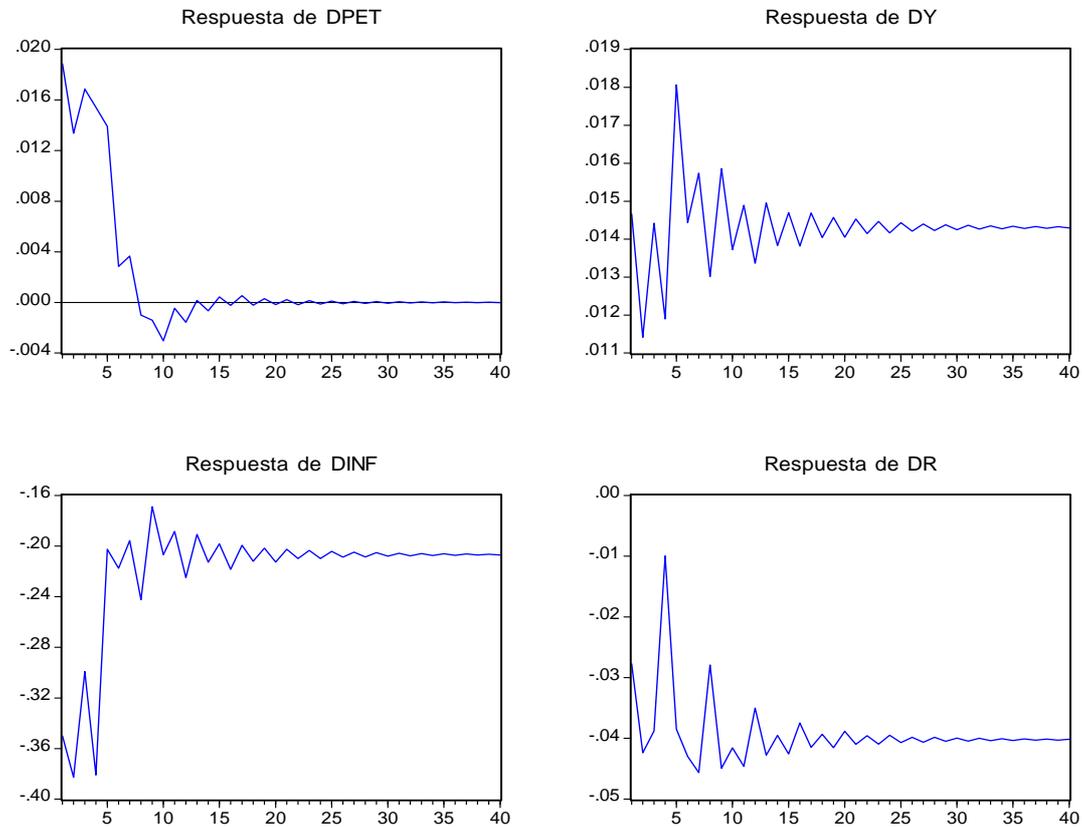


Un choque originado en el mercado internacional genera un efecto permanente sobre todas las variables del sistema.

- Un choque externo produce un crecimiento positivo en los precios del petróleo y cierta variabilidad de éstos durante los primeros 9 trimestres, posteriormente se estabiliza en el décimo trimestre.
- Por otro lado, este choque causa un aumento en la actividad económica, el cual alcanza su cima cuatro trimestres después, y se estabiliza en el trimestre 12.
- Adicionalmente, este choque aumenta la inflación en los primeros trimestres (por el aumento en la demanda) y se estabiliza casi 10 trimestres después.
- Finalmente, la tasa de interés real disminuye en primera instancia por el choque externo, debido a que la mayor disponibilidad de recursos generado por el choque permite aumentar el nivel de ahorro de la economía, y el sistema se estabiliza a una tasa menor.

GRÁFICA 8

Respuesta de las variables del sistema ante un choque de la actividad productiva (ε_{2t})



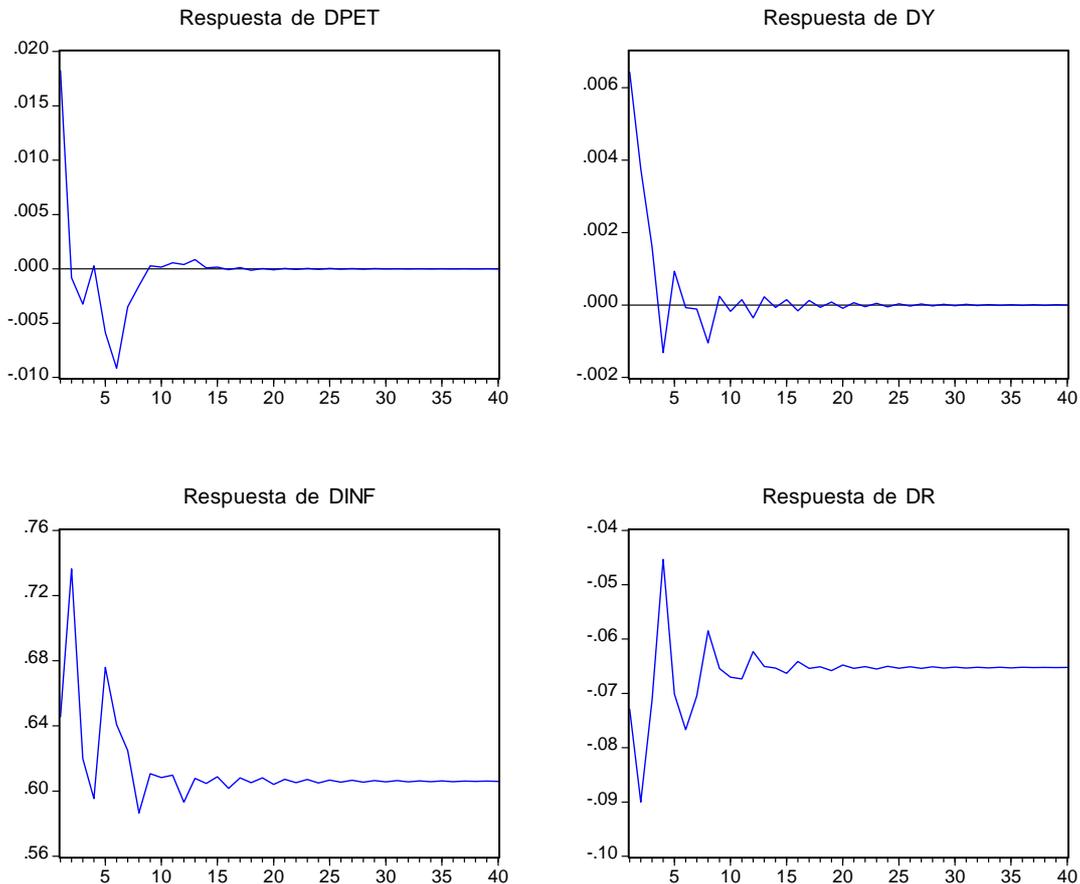
Un choque originado en la actividad productiva tiene efectos permanentes en el PIB, la inflación y la tasa de interés real.

- Un choque de la actividad productiva sobre los precios del petróleo tiene un impacto positivo inmediato, el cual se diluye rápidamente hasta que su efecto se anula alrededor del trimestre 20. Este efecto temporal se debe a que la actividad productiva no tiene injerencia en el mercado internacional para determinar los precios del petróleo.

- Un choque de actividad productiva produce un aumento del PIB, que alcanza el pico de la reacción en el quinto trimestre, y se estabiliza en el trimestre 24 aproximadamente.
- La respuesta de la inflación ante este choque muestra un impacto negativo inmediato, el cual, después del cuarto trimestre crece aceleradamente por encima de su impacto inicial. Alcanza su cima en el noveno trimestre, reduciéndose después de cinco años. Esto es debido a que un aumento en la cantidad de los factores productivos y/o en su productividad genera una expansión de la oferta agregada, lo cual permite una reducción permanente del nivel de precios.
- Por último, este choque reduce la tasa de interés en el cuarto trimestre, el cual mantiene cierta variabilidad hasta que se estabiliza en el trimestre 20.

GRÁFICA 9

Respuesta de las variables del sistema ante un choque de política monetaria (ϵ_{3t})



Un choque de política monetaria genera efectos transitorios en la producción, mientras que su efecto es permanente en la inflación y en las tasas de interés.

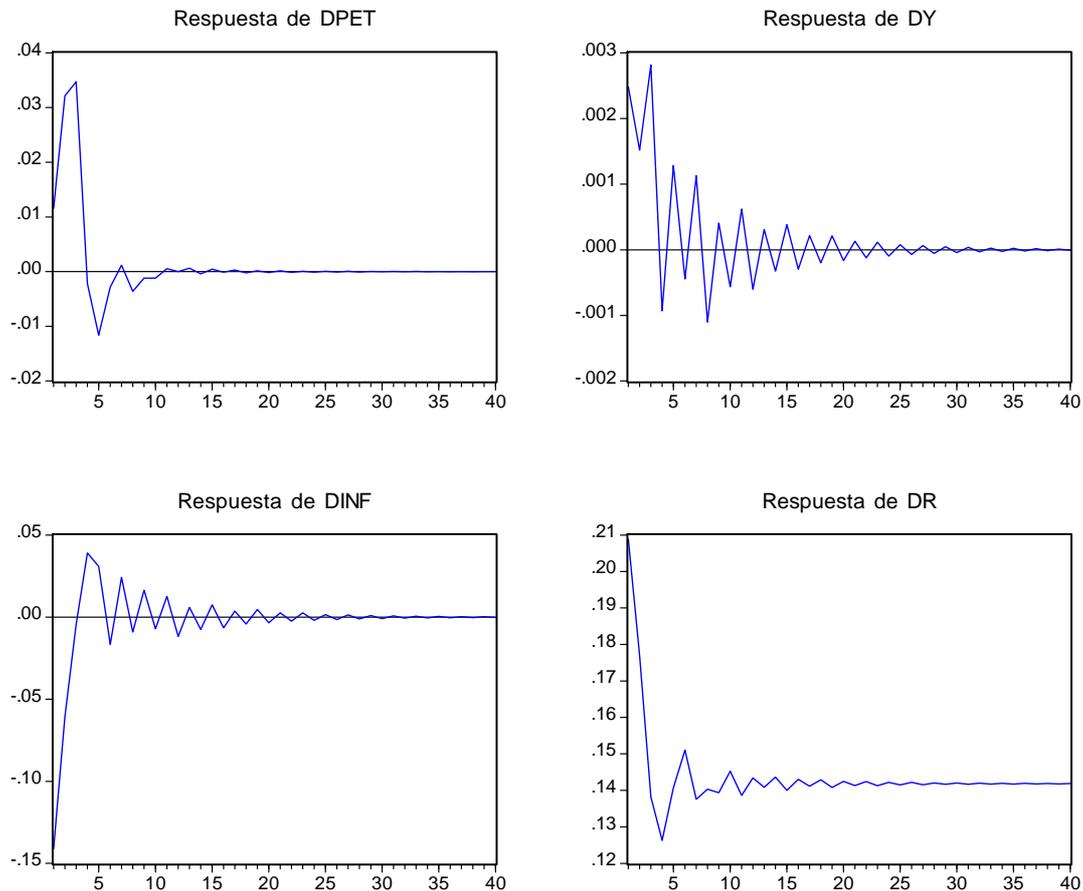
- Se resalta el efecto de corto plazo de la política monetaria sobre la producción. El cual tiene un impacto positivo inmediato, el cual decrece aceleradamente los siguientes tres trimestres y se diluye después del décimo trimestre.
- Por otro lado, un choque expansivo de oferta de dinero causa una aceleración en la inflación en los primeros trimestres, el cual después decrece el siguiente

trimestre. Una vez más vuelve a crecer en el quinto trimestre para después estabilizarse alrededor del trimestre 15.

- Finalmente, este choque reduce la tasa de interés real en forma permanente pues reduce el poder adquisitivo de los ingresos y la rentabilidad futura, desincentivando la inversión, pero a una tasa menor.

GRÁFICA 10

Respuesta de las variables del sistema ante un choque asociado a la tasa de interés real (ϵ_{4t})



Por último, un choque asociado con la tasa de interés real, genera efectos transitorios en el PIB y la inflación, mientras que tiene efectos permanentes

sobre la tasa de interés. Este choque genera el crecimiento en la producción en el corto plazo (tres trimestres), que se diluye después de 7 trimestres. Este mismo choque tiene un efecto positivo en la inflación en el primer año, que se disuelve 10 trimestres después con pequeñas variaciones. Finalmente, la tasa de interés real presenta una sobrerreacción en los primeros trimestres, y se estabiliza después del trimestre 12.

En el Anexo se muestran los impulso-repuesta de cada variable por cada uno de los choques.

5.2 Análisis de la descomposición de la varianza.

El siguiente cuadro muestra los resultados de la descomposición de varianza del pronóstico del error para el crecimiento del producto, en diferentes momentos del tiempo.

CUADRO 1

Descomposición de la varianza de DY

DY				
Periodo	ϵ_{1t}	ϵ_{2t}	ϵ_{3t}	ϵ_{4t}
1	0.115458	81.82018	15.72583	2.338533
2	0.674206	79.70981	17.11912	2.496859
3	0.802802	78.51036	17.76309	2.923746
4	1.403944	73.03147	18.66838	6.8962
5	1.243212	73.81377	17.62717	7.31585
10	1.446205	72.70106	16.29401	9.558722
15	1.407495	72.31272	15.97942	10.30037
20	1.395683	72.23082	15.89685	10.47664
25	1.392658	72.21501	15.87576	10.51658
50	1.39163	72.20886	15.8684	10.53111
∞	1.39163	72.20886	15.8684	10.53111

Fuente: Realizado a través de las estimaciones del modelo estructural

De acuerdo con los resultados de esta descomposición:

- Los choques originados en la producción explican la mayor parte de la varianza del error de pronóstico del crecimiento trimestral del producto tanto en el corto como en el largo plazo (81.82% en el corto plazo y 72.21% en el largo plazo).
- Los choques de los precios del petróleo van ganando importancia en el tiempo, mientras que en el corto plazo explican el 0.11 % de la varianza, en el largo plazo responde por el 1.39% de ésta.
- En cuanto a los choques de la tasa de inflación, en el corto plazo, explican el 15.72% de la varianza de pronóstico de crecimiento del producto en el primer período, mientras que en el largo plazo explica el 15.87% de dicha varianza. Este resultado es contraintuitivo, puesto que la teoría económica plantea la existencia de una relación positiva de corto plazo entre la inflación y la

producción, y por lo tanto un efecto positivo sobre el PIB de los choques relacionados con la inflación, mientras que en el largo plazo dichos choques no tienen efecto sobre la producción real.

- Por último, los choques relacionados con la tasa de interés real mantienen su importancia en la explicación de la varianza del PIB en el tiempo: en el corto plazo explica el 2.34% mientras que en el largo plazo responde por el 10.53% de esta varianza.

Esto significa que tanto en el corto como en el largo plazo los choques de oferta son los principales determinantes del crecimiento del producto, en especial los choques relacionados con productividad, cambio tecnológico, cambios en la oferta de factores, etc. Por otro lado, los choques de demanda y la incertidumbre explican aproximadamente el 26.4% de la varianza del producto en el largo plazo siendo la inflación el choque de mayor importancia. La política monetaria, relacionada con los choques idiosincrásicos de la inflación, es más relevante también en el corto plazo que los choques relacionados con la tasa de interés real.

La descomposición anterior es la de mayor relevancia en este trabajo. Sin embargo, a continuación se presentarán la descomposición de la varianza de las demás variables del sistema.

CUADRO 2

Descomposición de la varianza de DPET

DPET				
Periodo	ε_{1t}	ε_{2t}	ε_{3t}	ε_{4t}
1	97.52425	1.071103	1.001218	0.403428
2	95.26622	1.116498	2.011602	1.605683
3	95.45417	1.089424	1.918968	1.537434
4	92.13831	1.034903	1.845937	4.980852
5	91.85012	1.035517	1.933396	5.180963
10	91.16455	1.393813	2.030499	5.411137
15	91.12096	1.425312	2.031955	5.421768
20	91.11347	1.430551	2.032301	5.423681
25	91.11136	1.431972	2.032406	5.424259
50	91.11064	1.43247	2.032438	5.424453
∞	91.11064	1.43247	2.032438	5.424453

Fuente: Elaborado a través de las estimaciones del modelo SVAR.

Los choques externos son los de mayor importancia tanto en el corto plazo (97.52%) como en el largo plazo (91.11%). Prácticamente explican en su totalidad la varianza. El choque de producción casi permanece invariable en el tiempo (1.07% en el corto plazo y 1.43% en el largo plazo) respecto a la varianza de los precios del petróleo, esto demuestra la poca influencia que tiene la producción en los precios externos. Los choques de mayor relevancia, a parte del choque externo son los relacionados con la tasa de interés. Mientras que en el corto plazo es del 0.40% en el largo plazo crece hasta un 5.42%.

CUADRO 3

Descomposición de la varianza de DINF

DINF				
Periodo	ϵ_{1t}	ϵ_{2t}	ϵ_{3t}	ϵ_{4t}
1	15.84631	18.44145	62.71832	2.993913
2	21.73108	16.82725	57.85453	3.587144
3	22.13492	16.9859	57.03898	3.840202
4	22.53434	17.4974	55.96597	4.002292
5	21.4873	20.54749	54.14155	3.823654
10	21.07454	21.20046	53.2539	4.471097
15	20.94693	21.46614	52.94537	4.641559
20	20.90324	21.55651	52.84897	4.691287
25	20.89294	21.57834	52.82593	4.702793
50	20.88948	21.58531	52.81815	4.707063
∞	20.88948	21.58531	52.81815	4.707063

Fuente: Elaboración propia a través de la estimación del modelo estructural

En esta descomposición, podemos observar que, los choques monetarios son los de mayor relevancia en los precios. Sin embargo, tanto los choques externos como los relacionados a la producción son de gran importancia tanto en el corto (15.84% y 18.44% respectivamente) como en el largo plazo (20.89% y 21.58% respectivamente). Esto se explica en función a que al crecer los precios del petróleo se tiene un mayor ingreso, lo cual provoca un aumento en la demanda, lo cual genera un aumento en los precios. Así mismo, un incremento en la producción expande la oferta y por tanto incrementa los precios de manera paralela.

CUADRO 4

Descomposición de la varianza de DR

DR				
Periodo	ε_{1t}	ε_{2t}	ε_{3t}	ε_{4t}
1	1.367637	1.526998	10.5571	86.54826
2	1.616902	1.890041	10.77877	85.71429
3	1.815164	1.843684	11.02795	85.31321
4	3.395882	3.225301	11.71129	81.66753
5	3.495785	4.518724	12.41207	79.57342
10	4.005273	5.465629	12.53807	77.99103
15	3.994416	5.738808	12.52804	77.73874
20	3.989211	5.827531	12.52285	77.66041
25	3.988026	5.84597	12.52085	77.64516
50	3.98761	5.851975	12.52014	77.64027
∞	3.98761	5.851975	12.52014	77.64027

Fuente: Elaborado a través de los resultados obtenidos en el modelo SVAR

Los choques relacionados a la tasa de interés son los más trascendentales en esta descomposición de la varianza, en el corto plazo explica un 86.55% y en el largo plazo un 77.64%. Los choques que le siguen en importancia son los relacionados con la política monetaria, puesto que en el corto plazo explican un 10.56% de la varianza y en el largo plazo un 12.52%. El choque exógeno y el de la producción cobran mayor importancia en el tiempo, en el largo plazo llegan a tener un 3.99% y 5.85% de la composición de la varianza respectivamente.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se expuso una caracterización de los ciclos y la tendencia de crecimiento de la economía mexicana en el periodo 1980-2006. En particular, se enfoca en la importancia de los choques de oferta y demanda agregadas en las fluctuaciones y el crecimiento de largo plazo del Producto Interno Bruto entre el primer trimestre de 1980 y el cuarto trimestre del 2006. Para esto se construyó y se estimó un modelo de VAR estructural con restricciones de largo plazo, incluyendo cuatro variables: variación del promedio de los precios del petróleo, tasa de crecimiento del PIB trimestral, la inflación y la variación de la tasa de interés real. La metodología utilizada para la construcción del VAR estructural proviene del trabajo de Blanchard y Quah (1989).

Algunos de los resultados obtenidos a través del análisis de los impulsos-respuesta fueron que un choque externo (de los precios del petróleo) tiene efectos permanentes sobre el producto real. Dicho choque tiene un efecto positivo en los primeros trimestres, el cual alcanza su cima en el décimo trimestre para posteriormente estabilizarse después del tercer año. Por otro lado, el choque de la actividad económica (choque relacionado al PIB) es también de carácter permanente. Este choque tiene un efecto positivo sobre el producto real, el cual alcanza su cima en el quinto trimestre y se estabiliza en el trimestre 24.

En cuanto a los choques de demanda, un choque monetario (asociado con la inflación) aumenta la producción temporalmente, y genera una caída de esta

durante los siguientes 3 trimestres. En el décimo trimestre el efecto del choque se diluye. Por otro lado, un choque asociado a la tasa de interés real genera un crecimiento temporal de la producción en los primeros tres trimestres y vuelve a su trayectoria original después de 24 trimestres. Mostrando de esta manera el carácter transitorio de ambas variables.

Asimismo, el choque de oferta es el que genera mayores variaciones en la actividad económica, 82% en el corto plazo y 72.21% en el largo plazo, según los resultados de la descomposición de la varianza. Los choques relacionados a la demanda (tasa de interés real e inflación) tienen efectos transitorios sobre el producto. Sin embargo, estos choques de demanda son importantes en las variaciones del producto: la inflación explica el 15.72% de la varianza de pronóstico de crecimiento del producto en el primer período, mientras que en el largo plazo explica el 15.87% de dicha varianza. Mientras que los choques relacionados con la tasa de interés real cobran importancia en la explicación de la varianza del PIB en el tiempo, puesto que en el corto plazo explica el 2.34% mientras que en el largo plazo explica el 10.53% de esta varianza. Podemos concluir que mientras que el choque de oferta va perdiendo importancia en el largo plazo, los choques de demanda la van adquiriendo, puesto que en el largo plazo representan el 26.4%, mientras que el choque de oferta representa el 72.21% de la varianza.

De esta manera, podemos comprobar que se cumple la hipótesis inicial de que el choque de oferta y el choque externo tienen efectos permanentes sobre el producto real, mientras que los choques de demanda solo tienen efectos transitorios sobre el PIB. Así mismo, el choque de oferta es el que tiene mayor

influencia sobre el producto, pero también se encontró que los choques de demanda son relevantes para su comportamiento.

En consecuencia, las acciones de política a seguir para generar un crecimiento sostenido deberían estar enfocadas en mejorar las condiciones económicas para la oferta agregada: el diseño de políticas que incentiven a la inversión productiva, la promoción de la transformación tecnológica que permita un aumento en la productividad de los factores, la flexibilización de los mercados de insumos para la producción y el mejoramiento de las condiciones de seguridad, entre otras cosas.

La inversión productiva tiene que enfocarse a la creación de capital humano mejor preparado. Es necesario invertir en investigaciones dirigidas a hacer eficientes los diversos procesos productivos, por lo tanto, se debe dirigir gran parte de la inversión privada a la educación, no solamente a las instituciones privadas, sino a la educación pública, puesto que esta es la que guarda al mayor grosor de la población potencialmente productiva. Esto a su vez disminuirá la “fuga de cerebros”, puesto que se crearían mayores y mejores condiciones para el desarrollo de investigaciones a nivel nacional, lo cual conducirá a crear las bases para el desarrollo de tecnología mexicana. Dicha inversión provocaría, de esta manera, un incremento en la productividad en general, concibiendo un crecimiento sostenido de la economía.

Lo anterior debe de ir acompañado de un fortalecimiento del sector primario. La inversión a este sector es otro factor crucial para el crecimiento del país. En la actualidad, dicho sector se ha ido debilitando cada vez más, uno de los

elementos que ha inducido a ello es el Tratado de Libre Comercio (TLC). El TLC ha generado, entre otras cosas, una disminución de la producción en ciertos productos agrícolas básicos, así como el incremento de ciertos productos producidos específicamente para exportarlos y no para consumo interno. Estos productos, encuentran barreras a la entrada de los países asociados con México en el TLC (Estados Unidos y Canadá). El alto proteccionismo de Estados Unidos y Canadá agudizan el problema de la producción del campo, puesto que al tener barreras arancelarias los productos de los socios comerciales, y no así los locales, nos lleva a una caída de la producción debido a los precios bajos que mantienen los socios comerciales respecto a los nuestros. Esto debilita en general, cada vez más, al mercado interno. Por otro lado, la disminución del precio de los productos primarios implica una disminución en los salarios y desempleo, deprimiendo así la demanda efectiva. Por lo tanto, debiese de existir un cierto grado de protección temporal en el caso de ciertos productos y de las industrias en proceso de desarrollo. Esto permitiría que el país pueda fundamentar su crecimiento con mayor sustento, creando una estructura más competitiva.

La política monetaria se ha orientado últimamente al control de la tasa de interés y de la inflación, utilizando al tipo de cambio como ancla nominal. La aplicación del “corto” ha sido un instrumento de política monetaria que ha mantenido al margen el crecimiento de los precios y la tasa de interés. Sin embargo, este mecanismo de control sobre la oferta monetaria no incentiva el crecimiento de la producción, ya que el crecimiento del producto en México no se da por un crecimiento de dicha producción, sino este se da por la vía del

diferencial de exportaciones e importaciones. Podemos decir, bajo este contexto, que la estrategia actual del país fue un reemplazo de la protección comercial que existía en el modelo de sustitución de importaciones por una protección cambiaria en este modelo de liberalización comercial, no con el objetivo de hacer frente a una crisis sino para prevenirla. En este sentido, la política monetaria debiese ser expansionista, puesto que los instrumentos utilizados para estabilizar la economía en la apertura comercial juegan un papel estancacionista, es por este motivo que las reformas instrumentadas han tenido un pobre desempeño en términos de crecimiento económico. Esto se debe a que la devaluación rápida del tipo de cambio tiene un doble filo, ya que en primera instancia impulsa un incremento en las exportaciones y un decremento de las importaciones, teniendo un efecto positivo en la balanza de pagos y en el crecimiento económico. Sin embargo, posteriormente crea presiones inflacionarias que contrarrestan las tendencias favorables que inicialmente había producido. Esto nos lleva a un círculo de devaluación-expansión-inflación-desequilibrio externo-contracción, esto hace lento el ritmo de crecimiento.

La tasa de interés es una pieza clave que vincula la esfera financiera con la real. En este sentido, la tasa de interés debiese de ser un estímulo para la inversión productiva, sin embargo, ha sido más preponderantemente un estímulo para la inversión de cartera. Ciertamente ha funcionado como atractor de capital extranjero, pero con mayor fuerza en el sector financiero y no en el sector productivo, marcando con ello cada vez más la profunda diferencia entre estos sectores. La tasa de interés debe funcionar para ampliar el canal de

crédito que estimule la inversión, sobre todo a las PYMES, ya que estas empresas favorecerían el incremento del empleo en el país, estimulando a su vez el consumo, expandiendo de esta manera la demanda.

Es importante observar que México es un país que presenta problemas profundos tanto por el lado de la oferta como por el lado de la demanda. La economía mexicana, presenta ciertos rasgos propios de algunos países periféricos. A lo largo de su desarrollo se ha podido destacar que en su despertar tardío en la industrialización ha basado su crecimiento en productos muy definidos. En una primera etapa de industrialización cargó todo su peso hacia el sector primario, y cuando este no pudo sostener más el crecimiento se basó en la exportación del petróleo. Cuando los precios del petróleo cayeron en los setenta, entonces la economía se desplomó. Esto hace evidente que la economía de un país no puede cargar todo su peso a una sola industria sin el crecimiento y desarrollo paralelo de nuevas industrias.

A través de los datos obtenidos, podemos ver que el petróleo sigue siendo preponderante para el país. Lo importante es que estas entradas sean enfocadas al crecimiento económico. Esto nos lleva a crear una política pública orientada a crear las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo del país. Se debe orientar una mayor parte del gasto, en conjunto con la inversión privada, sobre el ramo de la educación, sobre todo pública (por lo expuesto anteriormente), así como para el relativo a la seguridad social. También es imprescindible otorgar subsidios a las industrias que se encuentran en pleno desarrollo para incrementar la productividad y el empleo. El gasto se ha orientado en gran proporción a combatir la pobreza, sin embargo, la

creación de empleos sería una solución más eficiente para combatir a la pobreza que el otorgamiento de ciertos subsidios por el lado del consumo como lo son el del transporte público o el regalo de despensas. El incremento del gasto es importante, pero más importante aún es su eficiencia en términos de administrarlo en función al desarrollo del capital humano y a las demás condiciones necesarias para incrementar la productividad.

Para terminar las conclusiones, es necesario hacer una reflexión final sobre el modelo. Este modelo, si bien demostró la hipótesis inicial, cumpliendo así sus objetivos, también recae la importancia de hacer algunas observaciones sobre las limitaciones del mismo. Por un lado, el sistema únicamente contiene cuatro variables, por tanto, sería importante fabricar un modelo con una mayor número de variables para obtener un panorama más amplio, y así poder hacer mayor y mejor inferencia sobre los resultados, incluyendo otras variables de relevancia que influyen sobre el crecimiento del producto. Por ejemplo: empleo, términos de intercambio, tipo de cambio, gasto público, inversión, capital, etc. Por otro lado, se podrían estimar varios modelos SVAR con distintas estructuras temporales para hacer comparación entre los resultados obtenidos a través de los mismos. Sin embargo, justifico el no haberlo podido realizar estas observaciones, debido a que llevaría bastante tiempo para su realización debido a la extensión de la investigación. Pero, tomando a consideración esta autocrítica, retomaré esta idea para desarrollarla en un futuro, anexando nuevas metodologías econométricas para su realización.

ANEXO¹

Cuadro A.1

Pruebas de Raíces Unitarias

Variable	Modelo	ADF			PP			KPSS	
		Estadístico t	V.C. (5%)	Prob.	Estadístico	V.C. (5%)	Prob.	Estadístico	V.C. (5%)
Y	None	2.8169	-1.9441	0.9988	3.5601	-1.9439	0.9999		
	C	1.0458	-2.8912	0.9968	0.2755	-2.8887	0.9760	1.1673	0.4630
	C y T	-3.3776	-3.4558	0.0603	-5.7666	-3.4524	0.0000	0.2034	0.1460
ΔY	None	-2.3083	-1.9441	0.0210	-19.3986	-1.9439	0.0000		
	C	-3.2898	-2.8909	0.0180	-25.0308	-2.8889	0.0001	0.1302	0.4630
	C y T	-3.6251	-3.4558	0.0327	-25.9980	-3.4528	0.0001	0.0470	0.1460
PET	None	0.2142	-1.9439	0.7465	0.1334	-1.9439	0.7226		
	C	-1.8929	-2.8895	0.3345	-2.0497	-2.8887	0.2655	0.2686	0.4630
	C y T	-1.7384	-3.4536	0.7271	-1.8870	-3.4524	0.6544	0.2609	0.1460
ΔPET	None	-5.7919	-1.9439	0.0000	-9.8546	-1.9439	0.0000		
	C	-5.7752	-2.8895	0.0000	-9.8135	-2.8889	0.0000	0.1214	0.4630
	C y T	-9.1553	-3.4532	0.0000	-9.8398	-3.4528	0.0000	0.0307	0.1460
INF	None	-1.5284	-1.9439	0.1181	-1.8771	-1.9439	0.0580		
	C	-2.0173	-2.8892	0.2791	-2.5905	-2.8887	0.0981	0.8016	0.4630
	C y T	-3.2254	-3.4532	0.0852	-3.6330	-3.4524	0.0317	0.0755	0.1460
ΔINF	None	-9.6242	-1.9439	0.0000	-9.5719	-1.9439	0.0000		
	C	-9.5817	-2.8892	0.0000	-9.5265	-2.8889	0.0000	0.0278	0.4630
	C y T	-9.5473	-3.4532	0.0000	-9.4884	-3.4528	0.0000	0.0265	0.1460
R	None	-0.6925	-1.9439	0.4147	-0.6507	-1.9440	0.4331		
	C	-1.1712	-2.8887	0.6848	-1.2681	-2.8898	0.6421	0.8154	0.4630
	C y T	-3.0796	-3.4524	0.1165	-3.0166	-3.4540	0.1328	0.1111	0.1460
ΔR	None	-10.4264	-1.9439	0.0000	-10.2141	-1.9440	0.0000		
	C	-10.3941	-2.8889	0.0000	-10.1765	-2.8900	0.0000	0.1324	0.4630
	C y T	-10.4750	-3.4528	0.0000	-10.2485	-3.4545	0.0000	0.0601	0.1460

Notas:

ADF: Dickey-Fuller Aumentada
 PP: Phillips-Perron
 KPSS: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
 V.C: valor crítico al 5%.
 Prob: probabilidad.
 Para todas las pruebas se utilizaron las tablas de MacKinnon (1996)
 Se utilizaron 4 rezagos para cada modelo

¹ Todos los cuadros, tablas y gráficos son elaborados por el autor, con la información obtenida por las estimaciones y análisis estadísticos previos.

Variable Y:

La prueba ADF para Y indica claramente que es $I(1)$. Mientras que en la prueba PP encontramos que la prueba indica que la variable es estacionaria en el modelo con constante y tendencia en niveles. La prueba KPSS indica que la variable es $I(1)$. Sin embargo, podemos observar que, en el modelo con constante y tendencia en niveles, tanto la prueba ADF como la KPSS rechazan la hipótesis de estacionariedad.

Variable PET:

La prueba ADF indica que la variable es estacionaria en primeras diferencias, así como también lo indica la prueba PP. La prueba KPSS indica que el modelo con constante de la variable en niveles es estacionaria, sin embargo, las otras dos pruebas indican lo contrario. Por lo tanto, se asume que la variable es $I(1)$.

Variable INF:

Las pruebas ADF y PP indican que la variable es $I(1)$ en primeras diferencias. La KPSS muestra, en el modelo con constante y tendencia, que la variable es estacionaria en niveles. Sin embargo, las dos pruebas anteriores muestran lo contrario, por tal motivo, se puede concluir que la variable es $I(1)$.

Variable R:

La prueba ADF y PP muestran que la variable R es estacionaria en primeras diferencias. La prueba KPSS indica que la variable es estacionaria en el modelo con constante y tendencia en niveles. Finalmente, también se puede aseverar que la variable es estacionaria en diferencias, puesto que las dos pruebas anteriores indican lo contrario a la pruebas KPSS.

Cuadro A.2
Prueba para la elección del número de rezagos

Criterio de rezagos óptimos					
Rezagos	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	4.32E-06	-1.001497	-0.895324	-0.958566
1	96.58542	2.10E-06	-1.721442	-1.190574*	-1.506785
2	50.90875	1.64E-06	-1.970054	-1.014491	-1.583671
3	43.98608	1.36E-06	-2.1638	-0.783543	-1.605692
4	44.81379*	1.09e-06*	-2.394076*	-0.589124	-1.664242*
5	14.66041	1.26E-06	-2.257079	-0.027432	-1.355519
6	18.67178	1.38E-06	-2.186512	0.467829	-1.113227
7	11.52208	1.67E-06	-2.026058	1.052978	-0.781047
8	20.41121	1.75E-06	-2.015086	1.488644	-0.598349
9	20.82298	1.81E-06	-2.032239	1.896186	-0.443776
10	15.62987	2.03E-06	-1.981447	2.371673	-0.221258

Notas:
 * Indica la selección para el criterio de rezagos óptimos
 LR: Prueba LR modificada al 5%
 FPE: Error de predicción final
 AIC: Criterio de información Akaike
 SC: Criterio de información Schwarz
 HQ: Criterio de información Hannan-Quinn

Como podemos apreciar, los criterios para elegir el número de rezagos óptimo para el modelo VAR, indica que el modelo tiene que incluir cuatro rezagos según la prueba LR modificada, el FPE, AIC, SC y HQ. El criterio de Schwarz indica que el número de rezago apropiado es 1, mientras que los demás criterios muestran que 4 rezagos es la cantidad óptima a especificar en el modelo.

Cuadro A.3
Prueba de Exclusión de Rezagos

Prueba de Wald para exclusión de rezagos del VAR					
Rezagos	DPET	DY	DINF	DR	Conjunta
1	4.509709 [0.341398]	14.52482 [0.005795]	5.306502 [0.257269]	2.602051 [0.626460]	27.05044 [0.040926]
2	4.099134 [0.392756]	11.81584 [0.018775]	6.880548 [0.142337]	6.976657 [0.137127]	33.01024 [0.007367]
3	5.435387 [0.245468]	17.23588 [0.001739]	2.948494 [0.566482]	3.587958 [0.464631]	29.24549 [0.022332]
4	2.538467 [0.637761]	43.55383 [7.94e-09]	5.172804 [0.270022]	5.79611 [0.214901]	61.73716 [2.66e-07]
gl	4	4	4	4	16
Notas: p-values: Valor de la probabilidad se encuentra entre corchetes [] gl: Grados de libertad					

En esta prueba, la hipótesis nula indica que el rezago no es significativo para el modelo VAR. Por lo tanto, como podemos observar, todos los rezagos son significativos para el modelo.

Cuadro A.4

PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN

R	Ho	H1	Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4			Factor de Adj.
			Est. Traza	Traza adj.	VC (5%)	Est. Traza	Traza adj.	VC (5%)	Est. Traza	Traza adj.	VC (5%)	
1	r=0	r>1	57.78236	55.64227	54.07904	45.68164	43.98973	47.85613	62.57275	60.25524	63.87610	0.96296
	r=1	r>2	25.79570	24.84030	35.19275	17.71878	17.06253	29.79707	26.42566	25.44693	42.91525	0.96296
	r=2	r>3	12.73245	12.26088	20.26184	5.99968	5.77747	15.49471	14.53093	13.99275	25.87211	0.96296
	r=3	r=4	4.42092	4.25719	9.16455	0.00154	0.00148	3.84147	5.82689	5.61108	12.51798	0.96296
2	r=0	r>1	48.17113	44.60290	54.07904	39.19791	36.29436	47.85613	51.99595	48.14440	63.87610	0.92593
	r=1	r>2	22.73669	21.05249	35.19275	16.13964	14.94411	29.79707	28.73793	26.60919	42.91525	0.92593
	r=2	r>3	11.04597	10.22775	20.26184	5.35923	4.96225	15.49471	14.33595	13.27403	25.87211	0.92593
	r=3	r=4	4.99620	4.62611	9.16455	0.06730	0.06232	3.84147	5.22880	4.84148	12.51798	0.92593
3	r=0	r>1	68.37557	60.77828	54.07904	43.33590	38.52080	47.85613	48.67701	43.26845	63.87610	0.88889
	r=1	r>2	28.59800	25.42044	35.19275	16.89787	15.02033	29.79707	22.21728	19.74869	42.91525	0.88889
	r=2	r>3	15.31560	13.61387	20.26184	5.61077	4.98735	15.49471	10.74977	9.55535	25.87211	0.88889
	r=3	r=4	5.13213	4.56189	9.16455	0.11562	0.10277	3.84147	5.12184	4.55275	12.51798	0.88889
4	r=0	r>1	45.39395	38.66892	54.07904	36.61817	31.19326	47.85613	47.85771	40.76768	63.87610	0.85185
	r=1	r>2	25.16107	21.43350	35.19275	16.54524	14.09409	29.79707	27.48617	23.41414	42.91525	0.85185
	r=2	r>3	14.81280	12.61831	20.26184	7.00309	5.96560	15.49471	12.61548	10.74652	25.87211	0.85185
	r=3	r=4	5.95913	5.07630	9.16455	0.00007	0.00006	3.84147	4.98119	4.24324	12.51798	0.85185
5	r=0	r>1	47.81313	38.95885	54.07904	37.59676	30.63440	47.85613	50.21911	40.91927	63.87610	0.81481
	r=1	r>2	26.78903	21.82810	35.19275	17.08537	13.92141	29.79707	29.45424	23.99975	42.91525	0.81481
	r=2	r>3	13.26972	10.81236	20.26184	6.96245	5.67311	15.49471	13.04736	10.63118	25.87211	0.81481
	r=3	r=4	3.92790	3.20051	9.16455	0.02793	0.02275	3.84147	5.13247	4.18201	12.51798	0.81481
6	r=0	r>1	54.84327	42.65588	54.07904	42.52486	33.07489	47.85613	54.75729	42.58900	63.87610	0.77778
	r=1	r>2	28.11105	21.86415	35.19275	17.84329	13.87811	29.79707	29.82783	23.19942	42.91525	0.77778
	r=2	r>3	12.10191	9.41260	20.26184	8.46326	6.58253	15.49471	16.11821	12.53639	25.87211	0.77778
	r=3	r=4	3.61444	2.81123	9.16455	0.01482	0.01153	3.84147	6.73822	5.24084	12.51798	0.77778
7	r=0	r>1	65.02013	48.16306	54.07904	50.69257	37.55005	47.85613	62.70069	46.44496	63.87610	0.74074
	r=1	r>2	36.91367	27.34346	35.19275	23.44474	17.36647	29.79707	35.42899	26.24370	42.91525	0.74074
	r=2	r>3	15.98226	11.83871	20.26184	10.49417	7.77346	15.49471	19.20100	14.22296	25.87211	0.74074
	r=3	r=4	4.77470	3.53682	9.16455	0.15064	0.11159	3.84147	6.27847	4.65072	12.51798	0.74074
8	r=0	r>1	63.26097	44.51698	54.07904	54.95548	38.67237	47.85613	68.99495	48.55200	63.87610	0.70370
	r=1	r>2	39.43077	27.74758	35.19275	31.45129	22.13239	29.79707	45.23302	31.83064	42.91525	0.70370
	r=2	r>3	18.13945	12.76480	20.26184	11.26747	7.92896	15.49471	23.91204	16.82699	25.87211	0.70370
	r=3	r=4	5.89767	4.15021	9.16455	0.26801	0.18860	3.84147	9.24974	6.50908	12.51798	0.70370
9	r=0	r>1	58.59118	39.06079	54.07904	49.82080	33.21387	47.85613	62.96701	41.97801	63.87610	0.66667
	r=1	r>2	31.50727	21.00485	35.19275	23.61127	15.74085	29.79707	34.38857	22.92571	42.91525	0.66667
	r=2	r>3	13.22718	8.81812	20.26184	7.99213	5.32809	15.49471	18.76142	12.50761	25.87211	0.66667
	r=3	r=4	4.46797	2.97865	9.16455	0.09337	0.06225	3.84147	7.85143	5.23429	12.51798	0.66667
#	r=0	r>1	76.20388	47.98022	54.07904	65.96038	41.53061	47.85613	75.17115	47.32998	63.87610	0.62963
	r=1	r>2	43.37112	27.30774	35.19275	33.48023	21.08014	29.79707	41.84315	26.34569	42.91525	0.62963
	r=2	r>3	15.00466	9.44738	20.26184	7.60492	4.78828	15.49471	15.96420	10.05153	25.87211	0.62963
	r=3	r=4	6.59055	4.14960	9.16455	0.14465	0.09108	3.84147	6.46278	4.06916	12.51798	0.62963

Los valores mostrados son los resultados de la prueba de la traza después de ajustar por muestra pequeña como sugieren Cheung y Lai (1993). Este ajuste se hace multiplicando el valor de la prueba de la traza por el factor $(t-pk)/t$ donde t es el número de datos, p es el número de variables en el sistema y k es el número de rezagos incluidos.

Para el análisis de cointegración se consideraron tres tipos de modelos diferentes: i) el modelo 2 o *cimean*, $H_1^*(r) : \Pi y_{t-1} + Bx_t = \alpha(\beta' y_{t-1} + \rho_0)$, en el cual se incluye una constante en el vector de cointegración, pero no existe tendencia lineal en las variables en niveles ni dentro del vector de cointegración, ii) el modelo 3 o *drift*, $H_1(r) : \Pi y_{t-1} + Bx_t = \alpha(\beta' y_{t-1} + \rho_0) + \alpha_{\perp} \gamma_0$, en el cual se incluye una constante en el modelo no restringido, lo cual hace que las variables contengan tendencias lineales pero no en el vector de cointegración, y iii) el modelo 4 o *cidrift*, $H^*(r) : \Pi y_{t-1} + Bx_t = \alpha(\beta' y_{t-1} + \rho_0 + \rho_1 t) + \alpha_{\perp} \gamma_0$, en el cual se especifica la existencia de una tendencia lineal en el vector de cointegración, mientras que no se considera la existencia de dicha tendencia en las variables en diferencias.

Cuadro A.5

Pruebas al modelo 2 con 1 y con 3 rezagos

Modelo 2 con 1 rezagos			
PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO			
SUPUESTO	PRUEBA	ESTADÍSTICO	PROB.
Normalidad	Jarque Bera	357.8468	0.0000
No autocorrelación	LM	103.9692	0.0000
Heteroscedasticidad	White	133.0463	0.0002

Modelo 2 con 3 rezagos			
PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO			
SUPUESTO	PRUEBA	ESTADÍSTICO	PROB.
Normalidad	Jarque Bera	118.3672	0.0000
No autocorrelación	LM	6.897107	0.9752
Heteroscedasticidad	White	316.7701	0.0006

Como se puede observar, el modelo con 1 rezago no pasa ninguna de las pruebas, mientras que el modelo con 3 rezagos no pasa normalidad y tiene problemas de heteroscedasticidad.

Pruebas de Diagnóstico del modelo VAR propuesto.

Cuadro A.6
Pruebas Individuales

Ecuaciones	Normalidad (Jarque-Bera)			Prueba de Breusch-Godfrey (LM)		Heterocedasticidad (ARCH)	
	Jarque-Bera	gl	Prob.	F-stat.	Prob.	F-stat.	Prob.
DPET	3.092347	2	0.2131	2.094948	0.0890	1.464792	0.2191
DY	7.106924	2	0.0286	4.762245	0.0017	0.594154	0.6677
DINF	0.199636	2	0.9050	0.659614	0.6218	1.947227	0.1090
DR	4.340539	2	0.1141	1.952536	0.1097	0.774176	0.5447

Notas:

gl: grados de libertad
Rezagos utilizados: 4, prueba al 5%

Cuadro A.7
Pruebas Conjuntas

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO			
SUPUESTO	PRUEBA	ESTADÍSTICO	PROB.
Normalidad	Jarque Bera	14.73945	0.0644
No autocorrelación	LM	15.09166	0.5179
Heteroscedasticidad	White	380.0858	0.129

Notas:

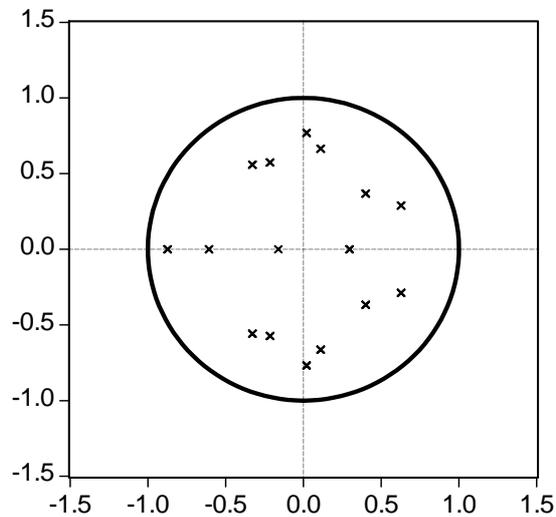
Rezagos utilizados: 4, prueba al 5%

Cuadro A.8
Pruebas de Estabilidad

RAÍCES CARACTERÍSTICAS DEL MODELO	
RAÍZ	
0.873343	
0.768691	
0.768691	
0.691212	
0.691212	
0.673877	
0.673877	
0.647170	
0.647170	
0.612054	
0.612054	
0.607133	
0.544262	
0.544262	
0.295973	
0.160484	

Gráfica A.1

Gráfico de las raíces características



Cuadro A.9

Restricciones del modelo

Restricciones de Largo Plazo			
C(1)	0	0	0
C(2)	C(5)	0	0
C(3)	C(6)	C(8)	0
C(4)	C(7)	C(9)	C(10)

Cuadro A.10

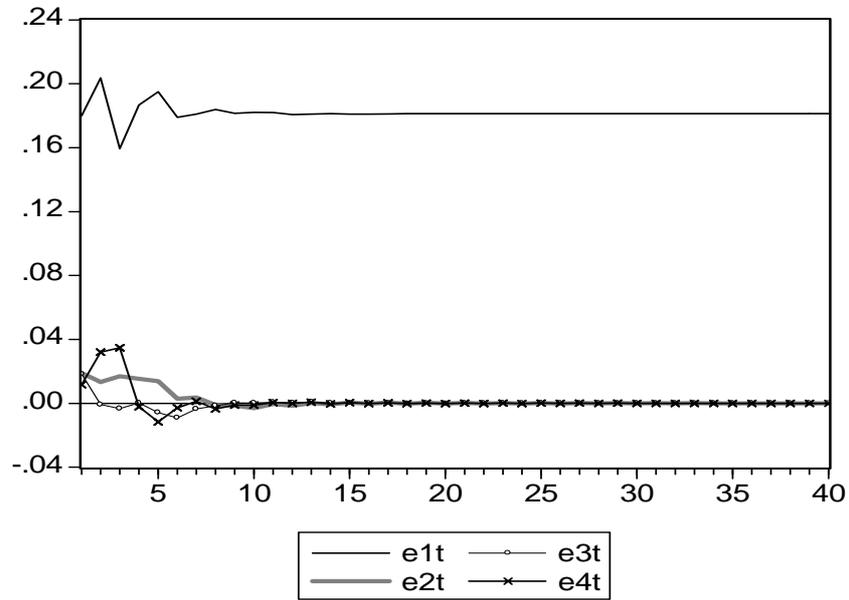
Coefficientes del SVAR

Coefficientes del SVAR				
Variable	Coefficiente	Des. Estándar	Z-Estadístico	Probabilidad
C(1)	0.181177	0.012623	14.352700	0.0000
C(2)	0.001237	0.001413	0.875902	0.3811
C(3)	0.369980	0.068160	5.428097	0.0000
C(4)	-0.023564	0.015970	-1.475498	0.1401
C(5)	0.014310	0.000997	14.352700	0.0000
C(6)	-0.206787	0.061431	-3.366169	0.0008
C(7)	-0.040198	0.015637	-2.570678	0.0101
C(8)	0.606066	0.042227	14.352700	0.0000
C(9)	-0.065250	0.014697	-4.439656	0.0000
C(10)	0.141844	0.009883	14.352700	0.0000

Impulsos-Respuesta

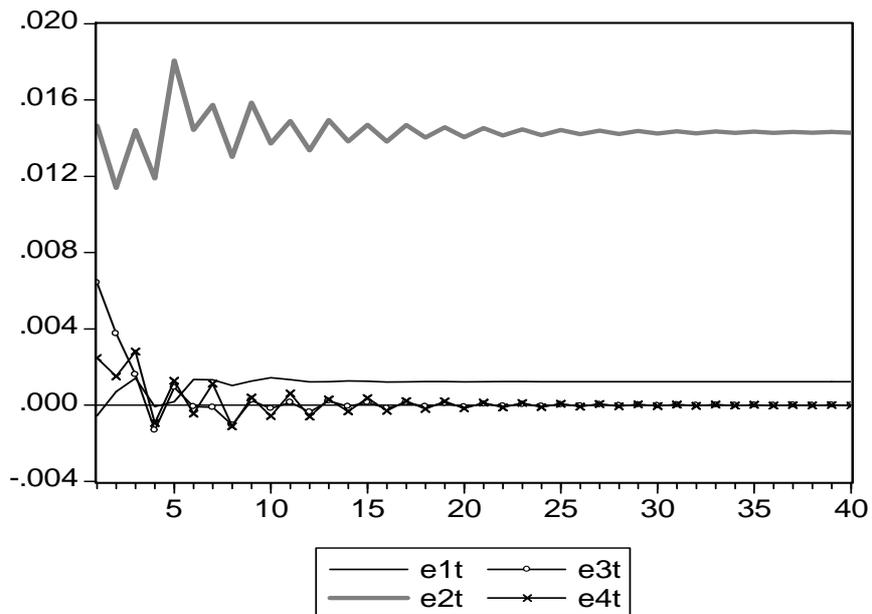
Gráfica A.2

Respuesta de DPET ante todos los choques del sistema



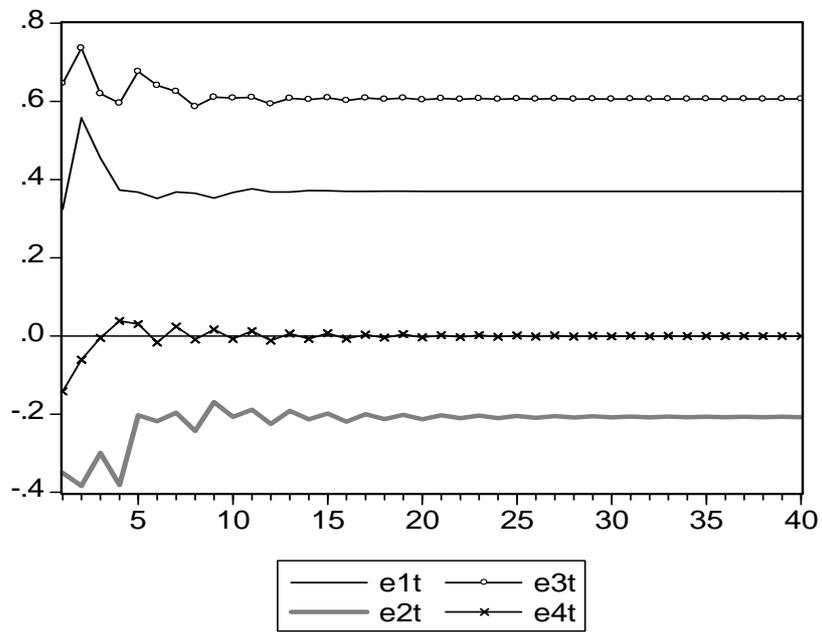
Gráfica A.3

Respuesta de DY ante todos los choques del sistema



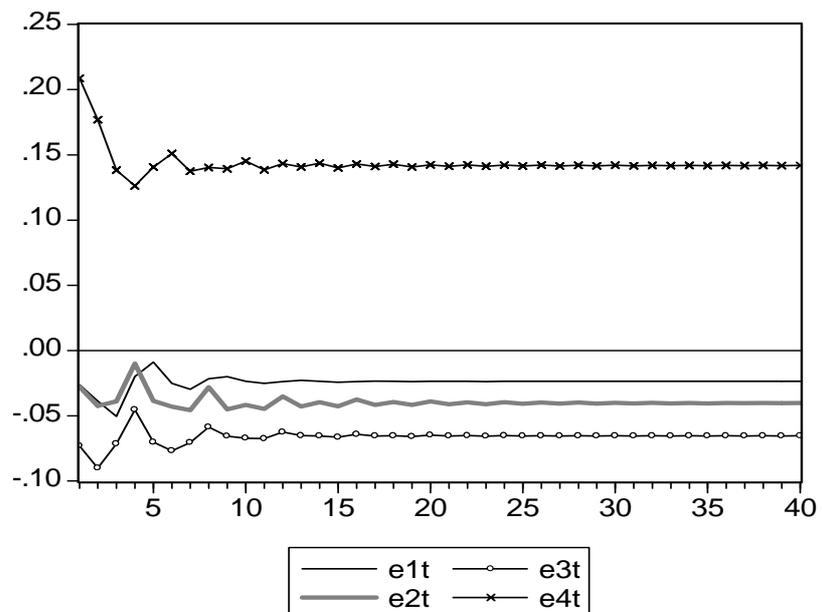
Gráfica A.4

Respuesta de DINF ante todos los choques del sistema



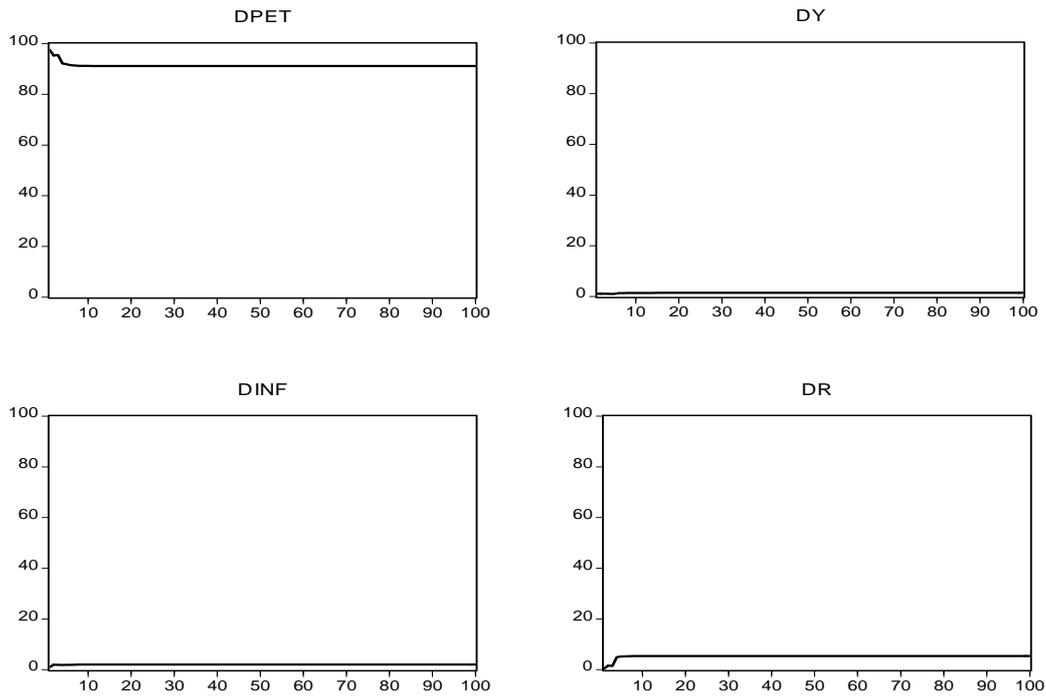
Gráfica A.5

Respuesta de DR ante todos los choques del sistema



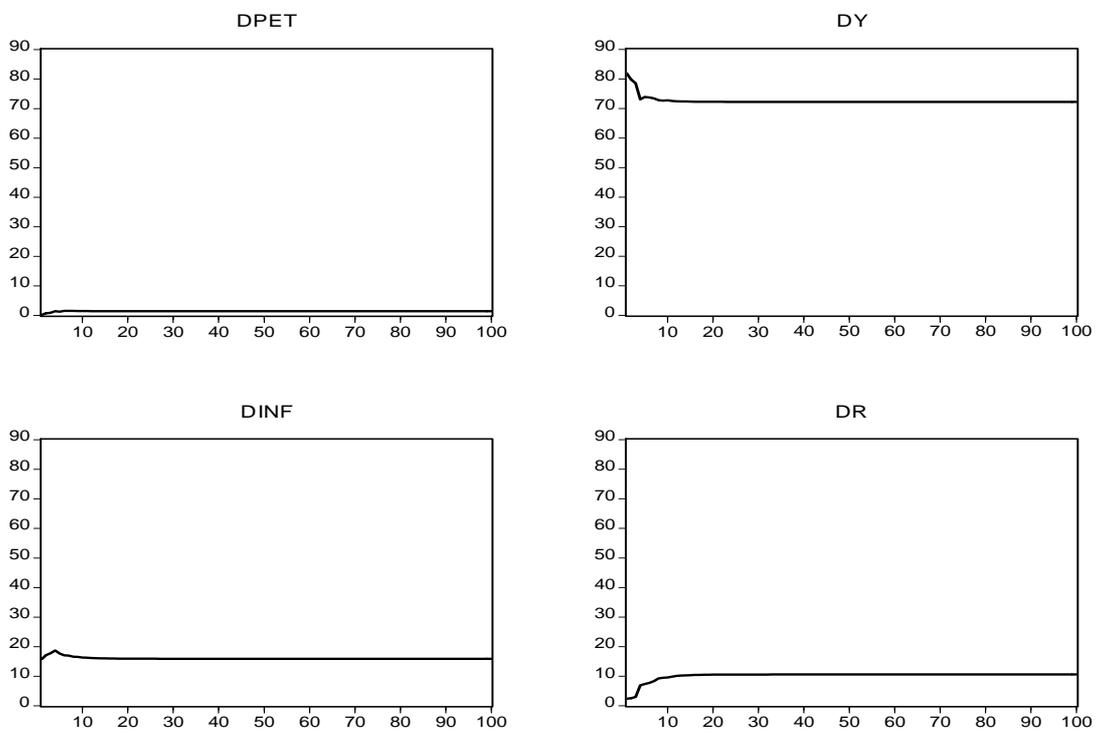
Gráfica A.6

Descomposición de la Varianza de DPET



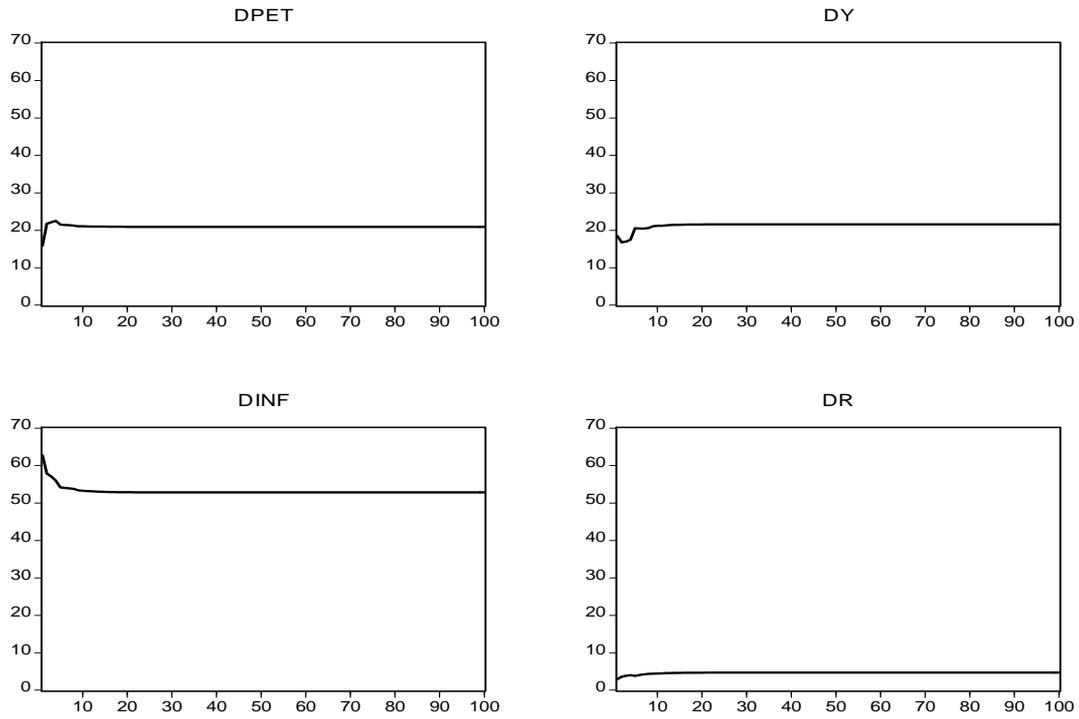
Gráfica A.7

Descomposición de la Varianza de DY



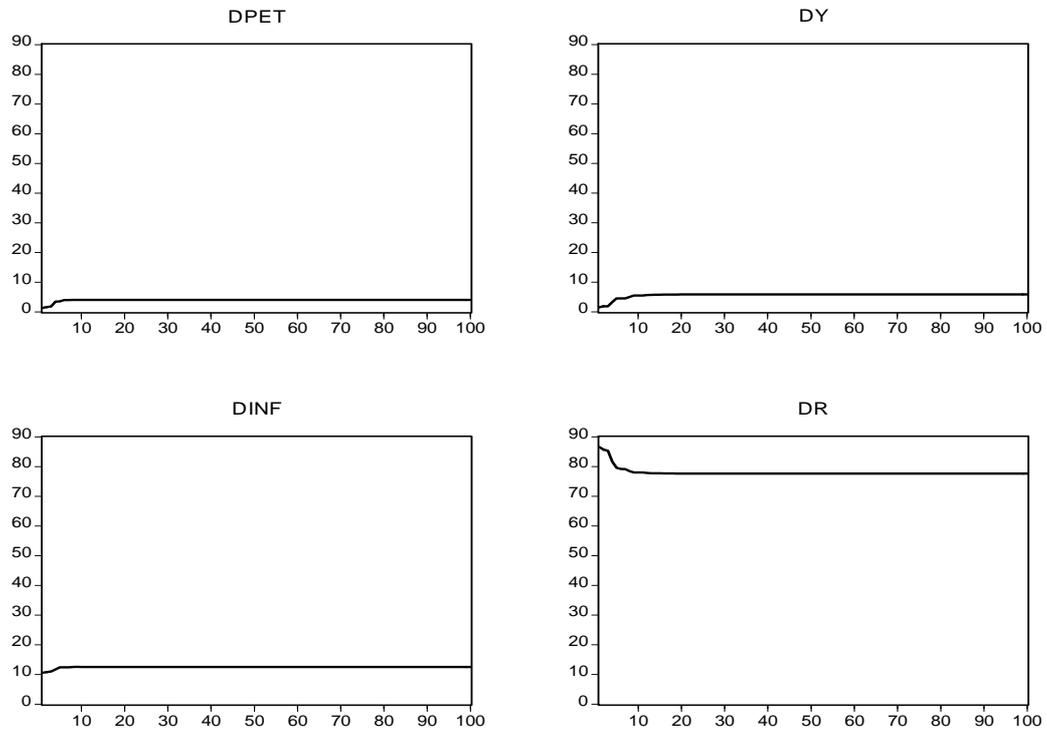
Gráfica A.8

Descomposición de la Varianza de DINF



Gráfica A.9

Descomposición de la Varianza de DR



BIBLIOGRAFÍA

- Amisano, G. y Carlo Giannini. Topics in Structural VAR Econometrics, Segunda edición, Springer, 1997.
- Arnold, Lutz G. Business cycle theory, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- Arango, Luis Eduardo. Temporary and Permanent Components of Colombia's Output, Borradores de Economía No.96, Banco de la República, 1998.
- Asada, et. al. Open Economy Macrodynamics. An Integrated Disequilibrium Approach, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2003.
- Avella G., Mauricio y Fergusson T., Leopoldo. El ciclo económico. Enfoque e ilustraciones. Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia, Banco de la República, 2003.
- Banco de México. Informe Anual. 1980, Sexagésima Tercera Asamblea General Ordinaria de Accionistas, México, D. F., 1981.
- Banco de México. Informe Anual. 1982, Sexagésima Cuarta Asamblea General Ordinaria de Accionistas, México, D. F., 1983.
- Banco de México. Informe Anual. 1983, México, D. F., 1984.
- Banco de México. Informe Anual. 1986, México, D. F., 1987.
- Banco de México. Informe Anual. 1988, México, D. F., 1989.
- Banco de México. Informe Anual. 1989, México, D. F., 1990.
- Banco de México. Informe Anual. 1990, México, D. F., 1991.

- Banco de México. Informe Anual. 1995, México, D. F., 1996.
- Banco de México. Informe Anual. 1997, México, D. F., 1998.
- Banco de México. Informe Anual. 1999, México, D. F., 2000.
- Banco de México. Informe Anual. 2001, México, D. F., 2002.
- Banco de México. Informe Anual. 2003, México, D. F., 2004.
- Banco de México. Informe Anual. 2006, México, D. F., 2007.
- Beveridge, S., and C. R. Nelson. A New Approach to Descomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components, with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle, Journal of Monetary Economics, 7, 1981.
- Blanchard, O. J. A Traditional interpretation of Macroeconomic Fluctuations, American Economic Review, 79, 1989.
- Blanchard, O. J., and D. Quah. The Dynamic Effect of Aggregate Demand and Supply Disturbances, American Economic Review, 79, 1993.
- Blanchard, O. J., and M. W. Watson. Are Business Cycles All Alike?, in R. Gordon (ed.): The American Business Cycle: Continuity and Change, NBER and University of Chicago Press, 1986.
- Charemza, Wojciech W y Deadman, Derek F. New Directions in Econometric Practice, United Kingdom: Edward Elgar Publishing co, 1997.
- Cogley, Thimoty y Nason, James. Output dynamics in Real-Business-Cycle Models, American Economic Review, vol. 85, 1995.
- Enders, W. Applied Econometric Time Series, Wiley, 1995.

- Erquizio Espinal, Alfredo. Identificación de los ciclos económicos en México, 1949-2006, Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía, Comentarios y Debates, 2007.
- ESTEY. Tratados sobre los ciclos económicos. (*"Business Cycles: Their Nature, Cause and Control"*, 1941) Fondo de Cultura Económica, México. 1995.
- Giannini, C., A. Lanzarotti and M. Seghelini. A Traditional Interpretation of Macroeconomic Fluctuation: the Case of Italy, European Journal of Political Economy, 11, 1995.
- Hamilton. Time Series Analysis, Princeton University Press, 1994.
- Hamilton, James. A new Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle, Econometrica, 57, 1989.
- Hodrick, Robert, and Edward Prescott. Postwar Business Cycle, Journal of Money, Credit and Banking, 29, 1997.
- Johansen, S (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. Journal of Economic Dynamics and Control, No.12, 1988.
- Judge, G., W. Griffiths, R.C. Hill, H Lütkepohl y T. Lee. Introduction to the Theory and Practice of Econometrics, Segunda edición, Wiley, 1988.
- Kydland, Finn y Prescott, Edward C. The econometrics of the general equilibrium approach to business cycles, Hoover, Kevin D. (ed) Macroeconometrics. Developments, tensions and projects. Kluwer Academic Publishers, London, 1995.

- Kydland, F. y Carlos Zarazaga. Is the Business Cycle of Argentina “Different”?, Economic Review, Federal Reserve Bank of Dallas, Forth quarter, 1997.
- King, R. G., C. I. Plosser, J. H. Stock and M. W. Watson. Stochastic Trends and Economic Fluctuations, American Economic Review, 81, 1991.
- Li, H. and G. S. Maddala. Bootstrapping Time Series Models, Econometric Theory, 13(2), 1996.
- Lippi, M. and L. Reichlin. The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances: Comment, American Economic Review, 83, 1993.
- Lucas, Robert E., Jr. Methods and problems in business cycle theory, Journal of Money, Credit and Banking, vol. 12, 1980.
- Lütkepohl, H. Introduction to Multiple Time Series Analysis, Segunda edición, Springer-Verlag, 1993.
- Lütkepohl, H. Applied Time Series Econometrics, Cambridge University Press, 2007.
- Lütkepohl, H. A Note on the Asymptotic Distributions of the Impulse Response Functions of Estimated VAR models with Orthogonal Residuals, Journal of Econometrics, 42, 1989.
- Mejía Reyes, Pablo. No linealidades y asimetrías en los ciclos económicos de México, El Colegio Mexiquense, 78, 2003.
- Mejía Reyes, Pablo. Ciclos económicos en México, El Colegio Mexiquense, 68, 2002.

- Melo, Luis Fernando y Riascos, Alvaro (1997). El producto potencial utilizando el filtro de Hodrick-Prescott con parámetro de suavización variable y ajustado por inflación: una aplicación para Colombia, Borradores de Economía, Banco de la República: Subgerencia de Estudios Económicos, No. 83, 1997.
- Messmacher, Miguel. Políticas de Estabilización en México, 1982-2000, Documentos de Investigación del Banco de México, 2002.
- Misas, M y Enrique López. El producto potencial en Colombia: una estimación bajo VAR estructural, Borradores Semanales de Economía, No.94, Banco de la República, 1998.
- Misas, M y Carlos Esteban Posada. Crecimiento y ciclos económicos en Colombia en el siglo XX: el aporte de un VAR estructural, Borradores de Economía, No. 155, Banco de la República, 2000.
- Ramírez Hernández, Javier J. La determinación de los ciclos clásicos en México y su posible explicación, El Colegio Mexiquense, 2004.
- Restrepo, Jorge Enrique y Reyes, José Daniel. Los ciclos económicos en Colombia. Evidencia Empírica (1977-1998). Archivos de Macroeconomía, DNP. No. 131, 2000.
- Ruiz Olaya, Isabel C. Los ciclos económicos. Aspectos teóricos y evidencia empírica, COLCIENCIAS, Universidad EAFIT, Colombia, 2001.
- Sanz Carnero, Basilio, et. al. El modelo Klein I y los ciclos económicos, UNED, Departamento Economía Aplicada Cuantitativa I, 2003.

- Shapiro, M. and M. W. Watson. Sources of Business Cycle Fluctuations, NBER Macroeconomic Annual, MIT press, 3, 1988.
- Sims, C. A. Policy Analysis with Econometric Models, Brookings Papers on Economic Activity, 2, 1982.
- Terence C., Mills. Modelling Trends and Cycles in Economic Time Series, Palgrave, Text in econometrics, 2003.
- Villarreal, René. Industrialización, deuda y desequilibrio externo en México. Un enfoque neoestructuralista (1929-2000), FCE. México. 2000.
- Zarnowitz, Víctor. What is a business cycle?, NBER, Working Paper No 3863, NBER, Cambridge, MA., 1991.
- Zarnowitz, Víctor y Ataman Ozyildirim. Time series decomposition and measurement of business cycles. Trends and growth cycles, NBER Working Paper No 8736, 2002.
- Zuccardi Huertas, Igor E. Crecimiento y ciclos económicos. Efectos de los choques de oferta y demanda en el crecimiento colombiano, Archivos de Economía, República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Estudios Económicos, doc. 187, 2002.