

Análisis de la dinámica de la política monetaria en Colombia durante los últimos 20 años: una aproximación FAVAR^{*}

Andrés Felipe Londoño^{**}

Junio de 2010

Resumen

En este trabajo se analiza la dinámica de la política monetaria sobre la actividad económica real y el proceso de determinación de precios en Colombia durante el periodo 1990:1-2009:12. Utilizando una nueva metodología que combina los modelos VAR con los recientes desarrollos en el campo del análisis factorial dinámico (FAVAR, por sus siglas en inglés) propuesta inicialmente por Bernanke, Boivin y Eliatz (2005), se desarrollan diferentes especificaciones en donde se muestra las reacciones de distintas variables macroeconómicas ante una innovación en el instrumento de política monetaria. Los resultados sugieren que las políticas adoptadas por la Junta Directiva del Banco de la República en materia monetaria han repercutido de manera adecuada sobre las variables económicas, afectando así su objetivo principal: la inflación. Asimismo, al analizar la evolución en las respuestas de estas variables ante un choque de política monetaria a través del tiempo, se encuentra que se ha aumentado sustancialmente la eficacia de esta política, lo cual puede atribuirse a la entrada en vigencia del régimen de inflación objetivo. Por último, se concluye que la metodología FAVAR ofrece una mejor caracterización de los efectos de la política monetaria en comparación con un modelo VAR tradicional, ya que entre otras razones, corrige en gran medida el llamado efecto *price puzzle*.

^{*} Monografía para optar al título de Economista. Este trabajo hace parte de una futura publicación, realizada en conjunto con Jorge Andrés Tamayo (Profesional Banco de la República Sucursal Medellín y profesor de la Universidad Eafit) y Carlos Alberto Velásquez (Estudiante de Ingeniería Matemática Universidad Eafit). Se agradecen los comentarios y asesoría de Jorge Tamayo y el apoyo de Carlos Velásquez en la parte empírica.

^{**} Estudiante de economía de la Universidad Eafit, e-mail: alondo34@eafit.edu.co

Índice

1. Introducción	4
2. Política monetaria en Colombia durante los últimos 20 años	6
2.1. Política monetaria en Colombia: 1990-2009	6
2.2. Mecanismos de transmisión de la política monetaria	7
2.2.1. Enfoque de la tasa de interés	8
2.2.2. Canal de transmisión del precio de los activos	11
2.2.3. Canal del tipo de cambio	13
2.2.4. Canal de expectativas	14
3. Restricciones de los modelos VAR	16
4. Revisión de la literatura	17
4.1. Literatura VAR	18
4.2. Literatura FAVAR	19
5. Metodología FAVAR: Una Motivación	22
6. Modelo	24
6.1. Marco estadístico	24
6.1.1. Identificación de factores	25
6.2. Identificación del VAR	26
7. Base de datos	27
8. Evidencia Empírica	27
8.1. Comparación modelos FAVAR-VAR	29
8.2. Modelo FAVAR dinámico	30
8.3. FAVAR estructural	32
9. Conclusiones	33
10. Bibliografía	33

Índice de figuras

1.	Mecanismos de transmisión de la política monetaria	8
2.	Estudios FAVAR	22
3.	Descripción de Variables	40
4.	Impulso - Respuesta FAVAR 152 variables, 2 factores y 4 rezagos (2001:1-2009:12)	44
5.	Análisis primer factor	44
6.	Análisis segundo factor	45
7.	Comparación FAVAR-VAR	45
8.	Impulso - Respuesta FAVAR 85 variables 2 factores y 4 rezagos (1990:1-2009:12)	46
9.	Impulso - Respuesta dinámico del IPI	47
10.	Impulso - Respuesta dinámico del IPC	48
11.	Impulso - Respuesta dinámico del Desempleo	49
12.	Impulso - Respuesta dinámico de M1	50
13.	Criterios de estabilidad del FAVAR Dinámico*	51
14.	Impulso - Respuesta dinámico del IPC con la Base Monetaria como instrumento de política monetaria	52
15.	FAVAR Estructural	52
16.	Pruebas de los Residuales	53

1. Introducción

Los efectos y mecanismos de transmisión por medio del cual las acciones de política monetaria afectan la actividad económica real y el nivel de precios, han generado un continuo debate a nivel de economía política desde hace ya varias décadas. Lo anterior puede atribuirse al hecho de que no es claro identificar las reacciones que tomen las diferentes variables económicas ante las políticas adoptadas por parte de la Banca Central a nivel monetario, por lo que es común observar diferentes opiniones sobre el impacto de una misma medida de política en la economía.

Por tal motivo, se puede aseverar que un adecuado entendimiento de los mecanismos de transmisión de la política monetaria por parte del Banco Central es indispensable para que las acciones que se adopten repercutan en la cuantía y tiempo deseado en toda la economía, buscando así evitar que dichas políticas conduzcan a resultados inciertos que puedan generar un deterioro en la estabilidad de precios y un desequilibrio en la demanda agregada.

Al hablar de los mecanismos de transmisión de la política monetaria, se hace referencia al proceso mediante el cual las acciones de política monetaria del Banco Central afectan la demanda agregada, la inflación y el empleo. Este proceso de transmisión surge en el momento en que la autoridad monetaria modifica la tasa de interés de corto plazo, la cual actúa como instrumento de política. La transmisión que se presenta en toda la economía a partir del cambio en esta tasa no es del todo predecible, así como tampoco lo es el tiempo requerido para que el efecto deseado repercuta en las variables de interés.

Como lo menciona Gómez, Uribe y Vargas (2002), desde principios de la década de los 90s, con la entrada en vigencia de la constitución de 1991, el Banco de la República ha diseñado e implementado diferentes estrategias que apuntan a la estabilización del nivel de precios y al crecimiento del producto y el empleo. Una de las estrategias implementadas fue la adopción del régimen de inflación objetivo, con el cual se busca fijar una meta anual de inflación y ejercer las políticas necesarias para cumplir con dicho objetivo. De acuerdo con Gómez et al. (2002), la entrada en vigencia de este nuevo esquema de inflación ha contribuido a que el nivel de precios en Colombia disminuya sustancialmente, al punto de situarse en niveles de un solo dígito y no presentar la alta volatilidad de hace algunos años. Además, como lo menciona Correa (2004), la credibilidad de la política monetaria en Colombia ha mejorado, lo que puede atribuirse al hecho de que se han obtenido tasas de inflación acordes con las metas establecidas en la mayoría de los años.

Aunque se han desarrollado gran cantidad de trabajos empíricos para el caso colombiano en donde se estudian diferentes canales de transmisión y sus

efectos en la economía nacional¹, la mayoría de éstos se basan en modelos de series temporales tradicionales (e.g. modelos de vectores autorregresivos (VAR) y modelos de corrección del error) los cuales poseen varias restricciones a la hora de implementarlos en la estimación de la política monetaria².

Recientemente ha surgido una nueva corriente de estimación para la medición de los efectos de la política monetaria en la economía, la cual se fundamenta en la metodología de análisis factorial dinámico aplicado a modelos de vectores autorregresivos (FAVAR, por sus siglas en inglés) propuesta inicialmente por Bernanke, Boivin y Eliatz (2005). Esta metodología permite representar gran cantidad de variables económicas en pocos factores, lo que ayuda a conservar los grados de libertad del modelo y a utilizar más información de la que comúnmente se utiliza.

En vista de que esta nueva corriente ha demostrado ser útil a la hora de explicar la transmisión de la política monetaria, resulta de gran interés desarrollar esta metodología para el caso colombiano y observar sus resultados a la luz de la teoría económica y de las publicaciones anteriores sobre este tema.

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar la dinámica de la política monetaria en Colombia sobre la actividad económica real y el proceso de determinación de precios durante el periodo 1990:1-2009:12. Para lograr lo anterior, se realizarán diferentes modelos basados en la metodología FAVAR, en donde se mostrará cual ha sido la evolución de la efectividad de la política monetaria durante este periodo, prestando especial atención al cambio estructural que se vivió a finales del siglo pasado por cuenta de la adopción del régimen de inflación objetivo y por la crisis que se dio en aquel entonces.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, el presente documento se constituye de la siguiente manera: Luego de la introducción, se realiza una descripción del funcionamiento de la política monetaria en Colombia durante los últimos 20 años, así como una reseña de los mecanismos de transmisión de la política monetaria y su aplicación para el caso colombiano. En la sección 3 se mencionan diferentes restricciones e inconvenientes que poseen los modelos VAR para estimar la dinámica de la política monetaria. En la cuarta sección se realiza la revisión de la literatura sobre el tema a tratar. En la sección 5 se mostrará las ventajas de la metodología FAVAR desde la utilización de un modelo macroeconómico estándar, para luego en la sección 6 presentar el marco teórico en el que se fundamenta esta metodología. Finalmente en la sección 7, se exponen los resultados obtenidos y en la sección 8 las implicaciones de política económica derivadas de este estudio.

¹A manera de ejemplo se puede citar a Echeverry (1993), Carrasquilla (1998) y Bejarano & Hamann (2005).

²En la sección 3 de este estudio se hace mención de estos problemas.

2. Política monetaria en Colombia durante los últimos 20 años

2.1. Política monetaria en Colombia: 1990-2009

La autoridad encargada de ejercer la política monetaria en Colombia es el Banco de la República y tiene como objetivo de política monetaria el logro de tasas de inflación coherentes con el mandato constitucional de garantizar la estabilidad de precios, en coordinación con una política macroeconómica que propenda por el crecimiento del producto y el empleo.

Gómez et al. (2002) destacan como entre 1992 y 1999 la política monetaria en Colombia se ejerció a partir de un objetivo monetario intermedio y un sistema de bandas cambiarias. Además, la Banca Central utilizaba como instrumento de política el crecimiento en la base monetaria, con lo cual se pretendía obtener cierta estabilidad en la demanda de dinero. Así mismo, se esperaba que el sistema de bandas cambiarias permitiera que la tasa de cambio absorbiera los choques externos y minimizara el conflicto entre las metas monetarias y cambiarias (Gómez et al., 2002). Sin embargo, la ejecución de estos objetivos no fue consistente ya que en diferentes ocasiones estos fueron modificados, lo que condujo a replantear el esquema de ejecución de esta política.

A partir del año 1999 se implementó en Colombia el régimen de inflación objetivo, con el cual se realizaron cambios importantes a nivel de política económica. Gómez et al. (2002) argumentan que para ese mismo año se abandonó la banda cambiaria y se dejó fluctuar la tasa de cambio. Además, en el año 2001 la tasa de interés de corto plazo se convirtió en la meta operativa de la política monetaria, lo que benefició en gran medida a las instituciones financieras, ya que según Huertas et al. (2005), al tener unas tasas de interés más estables los Bancos tienen mayor seguridad a la hora de definir sus pasivos y las tasas de colocación³.

De acuerdo con Gómez et al. (2002), el manejo de la política monetaria a partir de la entrada en vigencia de este régimen trajo nuevos cambios, como por ejemplo la elaboración de un informe trimestral por parte del Banco de la República en donde se explica el por qué de las políticas adoptadas, así como el inicio de un nuevo modelo de política monetaria basado en la fijación de una meta puntual de inflación para el año entrante (con un rango de $\pm 1\%$) por parte de la Junta Directiva del Banco de la República. Para el cumplimiento de esta meta, la Banca Central hace uso de los diferentes instrumentos de política monetaria, cambiaria y crediticia que tiene a su cargo, buscando así crear un ambiente de estabilidad y credibilidad que promueva el crecimiento y desarrollo económico.

³Para una completa descripción del modelo de inflación objetivo ver Bernanke et al. (1999)

Como se ha demostrado a lo largo de estos años, la disminución en el nivel de precios demuestra la efectividad que ha tenido el régimen de inflación objetivo en Colombia. Gómez et al. (2002) destacan que antes del año 1999 la tasa de inflación era de dos dígitos y se convertía en uno de los mayores problemas para la economía colombiana. Sin embargo, durante la primera década del presente siglo, la inflación se mantuvo en niveles menores al 10 % y en la mayoría de los años ésta se ubicó en el rango meta propuesto por el Banco. Además, en el año 2009 se vivió una de las menores tasas de inflación en la historia colombiana, al ubicarse en niveles del 2 %, lo que augura que Colombia se acerca a la meta de largo plazo establecida por la junta directiva del Banco de la República, la cual se ubica en un 3 %.

Sin lugar a dudas, el tener una inflación baja y estable traería un sinnúmero de beneficios para el país. Entre los principales beneficios se encuentra la promoción de la eficiencia económica y el crecimiento de largo plazo. De hecho, Fischer (1993) muestra evidencia de que la estabilidad macroeconómica, junto con el control de la inflación, es un requisito importante para el crecimiento económico⁴. Igualmente importante son los costos sociales que trae consigo altas tasas de inflación debido al impacto distributivo, fiscal (recaudación de impuestos) y de productividad⁵.

2.2. Mecanismos de transmisión de la política monetaria

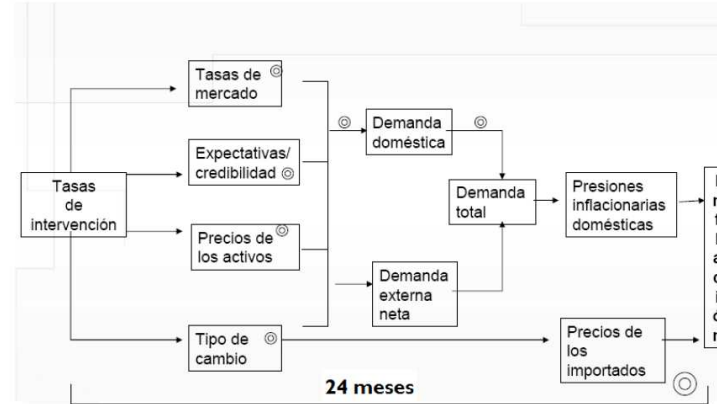
Además de disminuir sustancialmente la inflación, la adopción del régimen de inflación objetivo en Colombia ha contribuido a dinamizar y mejorar los canales de transmisión de la política monetaria, los cuales cumplen un papel preponderante en la ejecución de la política económica. En esta subsección se pretende explicar someramente los cuatro principales canales de transmisión de la política monetaria que desarrolla la literatura concerniente a este tema, así como mostrar los diferentes estudios empíricos realizados para el caso colombiano en donde se contrastan estos mecanismos. El siguiente esquema, tomado de Jalil (2008), presenta una síntesis del impacto de una innovación en la tasa de interés de intervención en diferentes variables económicas, las cuales afectan en última instancia a la inflación.

Lo anterior indica que el adecuado entendimiento de los mecanismos de transmisión por parte de la autoridad monetaria es trascendental para elegir adecuadamente los instrumentos de política y así mismo para calcular los impactos de estas decisiones sobre la actividad económica y la inflación. Además, conociendo bien estos mecanismos se puede determinar la forma, la magnitud y el momento apropiado para modificar el rumbo de la política monetaria, en búsqueda de los objetivos deseados.

⁴Ver también Bruno y Easterly (1998).

⁵Para una explicación más amplia de cada uno de estos temas ver Shiller (1996), Fischer (1994) y Feldstein (1997) y Andersen y Gruen (1995), respectivamente.

Figura 1: Mecanismos de transmisión de la política monetaria



Fuente: (Jalil, 2008).

2.2.1. Enfoque de la tasa de interés

Este enfoque se fundamenta en el modelo Keynesiano y se ha convertido en el canal más tradicional para ejercer la política monetaria durante las últimas décadas. En este canal, la variable a intervenir por parte de la autoridad monetaria es la tasa de interés nominal, por lo que un cambio en esta variable afecta las tasas activas y pasivas del mercado, así como las tasas de interés de largo plazo. Lo anterior provoca un cambio en el gasto de las empresas y de las familias⁶, modificando la cantidad de dinero en la economía y alterando la demanda agregada. Esta contracción (o expansión) de la demanda agregada provoca que los precios disminuyan (o aumenten). De manera gráfica, el canal de transmisión vía tasa de interés es el siguiente:

$$i \uparrow \Rightarrow M \downarrow \Rightarrow I \downarrow, C \downarrow \Rightarrow Y \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

Donde,

i = tasa de interés de intervención

M = Oferta monetaria

I = inversión por parte de las empresas

C = consumo

Y = demanda agregada

P = precios

Así mismo, el sistema Bancario desempeña un papel importante en este enfoque, ya que un aumento en las tasas de interés tiene efectos tanto en la

⁶Esto se debe a que la tasa de interés es una medida del costo financiero, lo que provoca que ante un cambio en esta variable tanto las empresas como las familias cambien sus niveles de gasto y consumo.

demanda como en la oferta de crédito⁷. Por un lado, una política monetaria contraccionista disminuye la disponibilidad de crédito en la economía por el encarecimiento en el costo de endeudarse, así como la oferta de crédito tenderá a disminuir por culpa de un mayor riesgo de recuperación de cartera, debido a los problemas de información asimétrica existentes entre los deudores y bancos⁸.

Gráficamente, la reacción del sistema bancario ante una medida de política monetaria puede expresarse de la siguiente manera:

Vía demanda de crédito:

$$i \uparrow \Rightarrow \text{Préstamos} \downarrow \Rightarrow I \downarrow, C \downarrow \Rightarrow Y \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

Vía oferta de crédito:

$$i \uparrow \Rightarrow \text{información.Asimétrica} \uparrow \Rightarrow \text{Oferta.Crédito} \downarrow \Rightarrow \text{Crédito} \downarrow \Rightarrow I \downarrow, C \downarrow \Rightarrow Y \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

Por último, cabe destacar que el efecto de una acción de política monetaria sobre la economía va a depender fundamentalmente de que tan desarrollado esté el sistema financiero y qué tanto impacto tenga en los agentes económicos un cambio en la tasa de interés⁹.

Diferentes estudios empíricos han analizado para el caso colombiano la transmisión de la política monetaria en las tasas de interés¹⁰. Por ejemplo, Betancourt, Bonilla y Misas (2008) analizan la transmisión de la tasa de interés de política monetaria a las tasas de interés del mercado¹¹, utilizando un modelo micro bancario en donde se incluyeron algunas variables económicas y la existencia de posibles cambios estructurales en la relación de las variables y las tasas de interés. Aplicando la metodología Markov-Switching VAR (MS-VAR), Betancourt et al. (2008) desarrollan dos especificaciones del modelo: en la primera especificación plantean un mecanismo de transmisión simple que sólo incluye las tasas de interés, y en la segunda se involucra el efecto de algunas variables económicas sobre la transmisión de las tasas. Los resultados sugieren que el mecanismo de transmisión en las tasas de interés del mercado para las dos especificaciones es robusto y asimétrico por estado. En la segunda especificación

⁷Para este análisis, se supone que no existe otra fuente de financiación diferente al crédito bancario, lo que implica que los deudores no podrán recurrir a otras fuentes de financiamiento.

⁸Concretamente existe el problema de la selección adversa y riesgo moral, lo cual se puede representar mediante el ejemplo del principal-agente, en donde el principal (Banco) no conoce verdaderamente la capacidad de pago del agente (deudor).

⁹Si los agentes son inelásticos a cambios en la tasa de interés, los efectos no van a ser muy notorios, si se comparase con los efectos causados por un aumento en la tasa de interés si los agentes son muy sensibles a este cambio.

¹⁰Igualmente, a nivel internacional se destacan los estudios realizados por Taylor (1995), Bernanke y Gertler (1995), entre otros.

¹¹Esto se conoce en la literatura económica como el *pass-through* de las tasas de interés.

(la cual llaman estado de alta volatilidad) se determina un efecto *pass-through* mayor para el largo plazo, al compararlo con la primera especificación (estado de baja volatilidad). En cuanto al corto plazo, se concluye que se presenta un *pass-through* incompleto y que es difícil abandonar un régimen una vez se dé un cambio estructural.

En la misma línea, Amaya (2005) analizó el efecto que tienen las acciones de política monetaria sobre las tasas de interés bancarias para el periodo 1996-2004. Los resultados obtenidos en este estudio corroboran lo establecido por Betancourt et al. (2008), en cuanto a que la política monetaria es efectiva para alterar las tasas de interés bancarias. Además, Amaya (2005) sostiene que controlar por medio de la política monetaria a las tasas de interés, ayuda a incurrir en menores costos de intermediación financiera y menores niveles de inflación.

Huertas et al. (2005) buscan encontrar por medio de la metodología VAR los efectos que se producen sobre las diferentes tasas de interés activas y pasivas del sistema financiero, ante cambios en las tasas de interés de intervención del Banco de la República. Los resultados sugieren que una innovación en la tasa de interés de intervención afecta en la mayoría de los casos a las tasas activas y pasivas del mercado en el corto plazo, destacando el efecto bidireccional entre las tasas del mercado y el instrumento de política.

Artículos más recientes como el de Melo y Becerra (2008), encuentran que la transmisión de política monetaria a través de las tasas de interés en Colombia opera correctamente, tanto en signo como en magnitud. El estudio sugiere que un incremento de cien puntos básicos sobre la tasa de interés de política monetaria se ve reflejado en un aumento de la misma magnitud sobre la tasa interbancaria dos semanas después. En cuanto a las tasas de crédito, Melo y Becerra (2008) concluyen que un incremento de 100 puntos base en la tasa de interés de política monetaria tiene un efecto relativamente pequeño en estas tasas.

En cuanto al efecto de una medida de política monetaria en el crédito bancario, Echeverry (1993) encuentra evidencia sobre la existencia de este canal en la economía colombiana, así como concluye que para el periodo de análisis (1975-1991) la utilización de M1 como instrumento de política monetaria se constituye como la mejor opción. Gómez y Morales (2009) buscan determinar la presencia del canal de los préstamos bancarios en Colombia, haciendo uso de un panel balanceado con información de 4,000 empresas no financieras para el periodo 1995 - 2007. Se encontró que un aumento en la tasa de interés de intervención (asumida como el instrumento de política monetaria) provoca una reducción en los préstamos bancarios por parte de las firmas, y que aquellas que sean más pequeñas tienen una mayor probabilidad de no contraer préstamos en comparación con las firmas más grandes.

Así mismo, Melo y Riascos (2004) utilizan un modelo de equilibrio general para analizar la dinámica de la política monetaria y sus respectivos canales de transmisión. Entre las principales características del modelo, se destaca la presencia de choques en la tasa de interés de intervención y la inclusión de los canales de transmisión y el canal de crédito. Para detectar esta dinámica hacen uso de la metodología VECX. El estudio concluye que ante un incremento de 15 puntos básicos en la tasa de interés nominal, se presenta un decaimiento en la tasa de crecimiento del producto, la tasa de ocupación y la inflación (después de 4 o 5 trimestres). Por último, Melo y Riascos (2004) concluyen que las acciones de política monetaria estimulan la economía por uno o dos trimestres en promedio.

Vargas (2007) muestra los cambios presentados en los diferentes mecanismos de transmisión de la política monetaria en Colombia desde finales del siglo pasado, buscando describir cuáles fueron los principales determinantes de este proceso. Se encuentra que la transmisión de la política monetaria en la demanda agregada ha variado significativamente debido a la crisis financiera de finales de siglo, la cual afectó en gran medida al canal del crédito, dándole una mayor importancia a sus efectos en la actividad económica real.

Por último, Vargas, Hamann y Gonzáles (2010) miden el impacto de la política monetaria sobre el costo del crédito hipotecario en Colombia tanto para el corto como para el largo plazo, aplicando un modelo econométrico que incorpora la relación de largo plazo entre las tasas de interés de los créditos hipotecarios (TICH) y las tasas de interés de los TES, así como la dinámica de corto plazo del spread entre estas dos tasas. Los resultados de este estudio sugieren la existencia de una relación a largo plazo entre la TICH y los rendimientos de los bonos de deuda pública a 10 años, con lo que se concluye que la política monetaria está en capacidad de reducir el costo del crédito hipotecario no sólo en el corto plazo, sino también en periodos posteriores. Cuantitativamente, Vargas et al. (2010) encuentran que una innovación de 100 puntos básicos en la tasa de interés de política del Banco Central tiene un efecto máximo de 50-60 puntos básicos en el spread TICH-TES.

2.2.2. Canal de transmisión del precio de los activos

Cuando se habla del precio de los activos, usualmente se hace referencia al precio de los bonos, de las acciones (*P.Acc*) y de los bienes raíces (*P.B.R*). Estudios como el de Mishkin (1996), resaltan dos vías de transmisión de la política monetaria en este enfoque. La primera tiene que ver con la teoría desarrollada por Tobin (1969), la cual busca explicar el comportamiento de los gastos de inversión de las empresas por medio de la llamada “q de Tobin”, que se define como el cociente entre el valor de la empresa en el mercado bursátil y el costo de reposición del capital de la empresa. Lo anterior supone que si la q de Tobin es mayor a la unidad, resultaría conveniente incurrir en una nueva inversión ya que el stock de capital actual sería inferior al nivel deseado. En el caso de que la q

de Tobin fuera menor que uno, no resultaría conveniente realizar una inversión, porque el nivel de capital actual sería superior a su nivel deseado. En el caso de presentarse una política monetaria restrictiva, el precio de las acciones de las empresas listadas en la bolsa de valores disminuiría, lo que llevaría a una disminución de la q de Tobin. Si este efecto es lo suficientemente generalizado, se presentaría una reducción de la demanda agregada (DA) y del producto.

$$i \uparrow \Rightarrow P.Acc \downarrow \Rightarrow q.tobin \downarrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow DA \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

La segunda vía de transmisión hace referencia a la Hipótesis del Ciclo de Vida de Ando y Modigliani (1963). Esta hipótesis se basa en la teoría de que el gasto y ahorro de los agentes económicos en un periodo determinado, depende de las expectativas sobre los ingresos que se espera obtener a lo largo de la vida. Así mismo, el ahorro de los agentes está determinado por su nivel de ingresos, lo que supone que a mayores ingresos, mayor ahorro se generará. De acuerdo con esta hipótesis, un aumento de la tasa de interés por parte de la autoridad monetaria disminuye la demanda por acciones y bienes raíces, lo que causa que el precio de estos activos disminuya y por tanto los poseedores de estos títulos sufran una disminución en su riqueza. Esta disminución de la riqueza provoca que se reduzca el consumo, para que posteriormente disminuya la demanda agregada y los precios.

$$i \uparrow \Rightarrow P.Acc - P.B.R \downarrow \Rightarrow Riqueza \downarrow \Rightarrow C \downarrow \Rightarrow DA \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

Diferentes estudios han destacado la importancia de este canal de transmisión en la economía colombiana. Por ejemplo, López y Prada (2009) buscan determinar cuáles acciones de política monetaria debería ejercer el Banco Central para un país en donde la actividad económica real es vulnerable a las fluctuaciones en el precio de los activos. El estudio aplica un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE, por sus siglas en inglés) para la economía colombiana, lo cual permite determinar la política monetaria óptima bajo el escenario anteriormente descrito. La motivación para realizar este estudio radica en que la mayoría de las economías emergentes, de las cuales Colombia hace parte, han experimentado en los últimos años fuertes fluctuaciones en el precio de los activos, por lo que resulta relevante determinar el efecto de estas fluctuaciones en las decisiones de política monetaria.

López y Prada (2009) encuentran que una política monetaria que reaccione a desviaciones del producto sobre su valor potencial¹², es la que menos costos traería para la autoridad monetaria, ya que si se afecta la actividad económica real por perturbaciones en el precio de los activos y no por un verdadero cambio en la productividad, se necesitaría un rápido ajuste en la economía. Además, el estudio concluye que tener en cuenta en la regla de política monetaria las fluctuaciones en el precio de los activos no mejora significativamente la dinámica

¹²El cual es definido como el nivel de producto hipotético si la economía tuviera precios flexibles.

de la economía, aunque se argumenta que ésto se podría mejorar si la autoridad monetaria identificara los desajustes en el precio de estas variables¹³.

2.2.3. Canal del tipo de cambio

El tipo de cambio se constituye como una de las principales variables para una economía abierta, ya que de ésta depende el volumen comercial que se tenga con el resto del mundo, la asignación de la demanda interna entre bienes nacionales e importados, los costos de producción, la competitividad a nivel internacional, la inflación interna, los flujos de capitales, entre otros. Bajo el supuesto de un régimen de tipo de cambio flexible, un aumento en las tasas de interés por parte de la Banca Central provoca que los activos financieros del país sean más atractivos que los activos financieros extranjeros. De acuerdo con Krugman y Obstfeld (1994), una política monetaria restrictiva que produzca un aumento de las tasas de interés de corto plazo de los depósitos en moneda nacional, *ceteris paribus*, debería ocasionar que la rentabilidad esperada de los depósitos en esta moneda sea mayor que la de los depósitos en moneda extranjera. En efecto, al mismo tipo de cambio inicial, los poseedores de depósitos en moneda extranjera desearán venderlos para poder adquirir depósitos en moneda nacional, ahora más lucrativos. Lo anterior puede dar lugar a múltiples efectos en el canal de la demanda y el de la oferta.

Por el lado de la demanda agregada, una depreciación en la tasa de cambio (E) provoca que se aumente la competitividad del país, ya que las industrias nacionales van a recibir más dinero que antes con un mismo precio de los productos. Así mismo, se encarecen las importaciones (Pm) y se abaratan los bienes destinados a la exportación (Px). Lo anterior puede ocasionar un cambio en el porcentaje de la demanda entre bienes importados y nacionales (aumentando la demanda por bienes nacionales) causando así perturbaciones en la demanda agregada y posteriormente en la inflación¹⁴.

Por otra parte, desde el punto de vista de la oferta, una depreciación del tipo de cambio se traduce en un aumento en el costo de los insumos importados por las empresas ($P.mat.prima$), lo que afecta negativamente a la inflación. Igualmente, esta depreciación causa un aumento en el precio de los bienes de importación lo que provoca también presiones inflacionarias al alza, ocasionando que las empresas se vean forzadas a incrementar el salario nominal para que no

¹³A nivel internacional, se destaca el estudio realizado por Borio y Filardo (2003) en donde se hace énfasis en el impacto que tiene los precios de los activos en la dinámica económica de los países desarrollados y emergentes. Los autores encuentran que la actividad económica real podría sufrir una recesión por culpa de una alteración en el precio de algunos activos, lo cual concuerda con lo señalado por diferentes estudios los cuales destacan que la recesión vivida por EEUU en 1990 se debió en gran parte a la disminución en el precio de los bienes raíces. Véase igualmente Bernanke and Gertler (1999).

¹⁴Cuanto mayores sean las elasticidades precio de las exportaciones e importaciones y mayor sea el grado de apertura externa, el incremento en la demanda agregada y en los precios será mayor.

se pierda el poder adquisitivo de este¹⁵.

Los dos efectos mencionados anteriormente (el de la demanda y la oferta agregada) se pueden expresar gráficamente de la siguiente manera:

$$i \Downarrow \Rightarrow (E^e - E) \Uparrow \Rightarrow E \Uparrow \Rightarrow Pm \Uparrow \Rightarrow Px \Downarrow \Rightarrow Competitividad \Uparrow \Rightarrow DA \Uparrow \Rightarrow P \Uparrow$$

$$E \Uparrow \Rightarrow P.mat.prima \Uparrow \Rightarrow Pm \Uparrow \Rightarrow P \Uparrow \Rightarrow Salarios.Reales \Downarrow \Rightarrow DA \Downarrow$$

Diferentes estudios han analizado este canal para la economía colombiana¹⁶. Por ejemplo, Echavarría, López y Misas (2009) desarrollan un modelo VAR estructural para evaluar el impacto conjunto de las intervenciones cambiarias y de la política monetaria sobre la tasa de interés, la tasa de cambio y otras variables. Las conclusiones apuntan a que las compras netas de divisas por parte de la Banca Central y el aumento en la inflación devalúan significativamente la tasa de cambio nominal en los primeros meses. Por otro lado, variables como la producción y los términos de intercambio afectan la tasa de cambio desde el onceavo mes. Además, el análisis de descomposición de la varianza concluye que el impacto de los choques nominales y reales sobre la tasa de cambio nominal es similar.

Similarmente, Arias y Misas (1998) aplican la metodología SVAR a través de la descomposición de Blanchard y Quah para determinar la magnitud y duración de choques nominales y reales en la tasa de cambio nominal y real. Los resultados obtenidos sugieren que choques nominales afectan a la tasa de cambio real en un tiempo no mayor a seis meses, mientras que choques reales tienen un efecto permanente tanto en la tasa de cambio nominal como en la real.

2.2.4. Canal de expectativas

Finalmente, el canal de las expectativas se caracteriza por tener un efecto psicológico en los agentes, ya que las acciones de política monetaria que tome el Banco Central tendrán efectos sobre las expectativas futuras de éstos, en torno al desempeño de la economía y particularmente sobre el nivel de precios esperado¹⁷. A diferencia de los anteriores canales de transmisión, los efectos de

¹⁵Como lo anotan Villalobos, Torres y Madrigal (1999), el aumento en el nivel general de precios de la economía dependerá de cómo resuelvan los empresarios nacionales el dilema producción-precios: si prefieren mantener sus márgenes de beneficios y trasladan los mayores costos al precio de los bienes o si deciden sacrificar sus márgenes con tal de no incrementar el precio de los bienes que producen.

¹⁶A nivel internacional, véase por ejemplo a Christiano, Eichenbaum y Evans (1998) y Kim y Roubini (2000)

¹⁷Se parte del supuesto que los agentes se forman expectativas de forma racional, y que éstos conocen el funcionamiento de la economía, por lo que no cometen errores al formular sus expectativas.

este canal serán rápidos y directos, ya que en el momento en que la autoridad monetaria comunique a la opinión pública sus acciones, los agentes reaccionarán inmediatamente modificando sus expectativas futuras.

Un factor determinante a la hora de analizar este mecanismo de transmisión es la credibilidad y la reputación de la autoridad monetaria¹⁸, ya que a partir de los anuncios hechos por esta autoridad, los agentes bien pueden creerle o no. Por tanto, el grado de credibilidad que los agentes le tengan a la Banca Central será en última instancia lo que determine las expectativas de inflación y de producción de los agentes en la economía. Como lo menciona Villalobos et al. (1999), es necesario que las acciones realizadas por la autoridad monetaria sean consistentes en el tiempo, transparentes y que se tomen con un alto grado de independencia.

Estudios como el de Misas, Posada y Vásquez (2001), buscan contrastar el argumento de que el principal determinante del nivel de precios es el juicio de los agentes económicos sobre la magnitud y la evolución de los componentes permanentes del dinero nominal y del producto real, entendidos éstos como los valores actuales esperados de sus trayectorias futuras (Misas et al. 2001). Lo anterior se logra aplicando un modelo de optimización no lineal, basados en el filtro de Kalman y su estimación por máxima verosimilitud de los parámetros de una representación estado-espacio. Los autores concluyen que no existe evidencia empírica para rechazar la hipótesis planteada, por lo que resulta conveniente que el Banco Central tome en especial consideración el comportamiento de los agregados monetarios y de las variables reales de la economía, diferenciando entre los componentes permanentes y transitorios.

De igual forma, Melo y Granados (2010) calculan el diferencial entre los rendimientos de los bonos nominales y reales¹⁹, el cual muestra la compensación requerida para que los rendimientos de los dos tipos de bonos sean equivalentes para un vencimiento dado. Esto sugiere que el *Break Even Inflation* se constituye como una medida para reflejar la inflación esperada durante el periodo de maduración de los títulos, por lo que es un buen referente para medir el canal de las expectativas de los agentes económicos. El estudio emplea como variable de referencia los rendimientos de los títulos de Tesorería emitidos por la nación (TES) en pesos y los TES indexados a la UVR para el periodo 2003:1-2009:11. Se concluye que durante el periodo de análisis se presenta una tendencia decreciente en cuanto a las expectativas de inflación, lo cual se atribuye al aumento de la confianza en la política monetaria por parte de los agentes. Melo y Granados (2010) encuentran que para periodos cortos (1 año) el *Break Even Inflation* es una medida aproximada de las expectativas de inflación, mientras que para el largo plazo (5 años) esto no se cumple. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Arango y Arosemena (2003), quienes argumentan que en los periodos

¹⁸Para un análisis más detallado de la importancia de la reputación de la autoridad monetaria, véase, Blinder (1999) y Tuysuz (2007).

¹⁹Lo que se conoce en la literatura económica como el *Break Even Inflation*.

cortos la curva cero cupón de los TES está influenciada por las expectativas de inflación a mediano plazo.

3. Restricciones de los modelos VAR

Desde principios de la década de los 90s, se han desarrollado diversos trabajos empíricos sobre los mecanismos de transmisión de la política monetaria, los cuales se han centrado en la utilización de modelos de vectores autorregresivos (VAR) y modelos de corrección del error (VEC) para determinar el efecto y la cuantía de los shocks de política monetaria en las diferentes variables económicas.

Entre los primeros exponentes de esta corriente se encuentran Sims (1992) y Bernanke y Blinder (1992), los cuales aplicaron la metodología VAR a la medición de la política monetaria, encontrando que existen diferentes mecanismos de transmisión para el caso estadounidense y que la mayoría de las variaciones en los instrumentos de la política monetaria son respuesta del estado de la economía y no desviaciones sin sentido que toman los hacedores de política²⁰.

Asimismo, la utilización de estos modelos en la estimación de la política monetaria sirvió para comprobar diferentes teorías; por ejemplo, se pudo corroborar la existencia de la neutralidad del dinero en el largo plazo y la capacidad del Banco Central para afectar las variables reales en el corto plazo.

Aunque estos modelos han significado un gran avance en la medición de la política económica y para la adecuada toma de decisiones por parte de los Bancos Centrales, diferentes autores han resaltado distintas falencias que poseen estos modelos a la hora de cuantificar la política monetaria. Por ejemplo, Sims (1992) encuentra que se presenta un efecto “rompecabezas de precios” (en inglés, *price puzzle*)²¹ en la proyección de la política monetaria debido a que los modelos VAR no incorporan todas las variables que el Banco Central utiliza como información para la toma de decisiones.

Por otro lado, Bernanke, Boivin y Eliatz (2005) argumentan que existen 3 problemas a la hora de implementar la metodología VAR para analizar la dinámica de la política monetaria. En primera instancia, señalan – al igual que

²⁰Entre los canales de transmisión más destacados se encuentra el de las tasas de interés, el crediticio y el de los activos.

²¹El termino *Price puzzle* hace referencia a la situación en la que un aumento en las tasas de interés por parte del Banco Central, conlleva a un leve incremento en los precios en vez de un descenso como lo establece la teoría económica. Sims (1992) encontró que un incremento en la tasa de interés de los Fondos Federales provoca un aumento en el índice de precios. Esto lo atribuye a que los datos contenidos en un modelo VAR no capturan completamente el hecho de que la Reserva Federal responde a expectativas futuras de mayor inflación subiendo las tasas de interés, por lo que sería necesario involucrar más información en el modelo VAR para mitigar esta situación.

Sims (1992) – que el Banco Central maneja más información en términos de variables económicas, que las que se utilizan en los modelos VAR estándar, ya que al implementar esta metodología se deben utilizar pocas variables para conservar los grados de libertad del modelo. De acuerdo con Bernanke et al. (2005), esto no sólo ocasionaría que se presente el efecto *Price puzzle* antes mencionado, sino que también las demás variables utilizadas en el modelo padecieran la misma consecuencia.

En segundo lugar, los autores establecen que al realizar un modelo VAR se debe elegir una sola variable que represente a los sectores de la economía que se desean estudiar, por lo que resulta aventurado suponer por ejemplo, que el índice de producción industrial simboliza a toda la actividad económica real. Por último, Bernanke et al. (2005) señalan que el utilizar pocas variables a la hora de estimar los mecanismos de transmisión monetarios, sólo permite observar las funciones de impulso-respuesta y descomposición de la varianza para esas variables, lo que limita el análisis de los diferentes mecanismos existentes en la literatura. Por ejemplo, sería conveniente no sólo analizar el impacto de una medida de política en la producción, en los precios o en el empleo, sino también en otros sectores como el mercado bursátil, la tasa de cambio, entre otros.

En vista de las numerosas restricciones que imponen los modelos VAR, se ha venido desarrollando en los últimos años una nueva metodología que busca subsanar estos inconvenientes, al combinar la estructura de un VAR estándar con los nuevos desarrollos del análisis factorial dinámico (FAVAR). Los resultados obtenidos al aplicar estos modelos corrigen en gran parte las falencias antes mencionadas. Por ejemplo, Senbet (2008) encuentra que al realizar un modelo FAVAR se elimina el efecto *Price puzzle* y se pueden observar los impulso-respuesta de todas las variables utilizadas en el modelo, aspecto fundamental para la toma de decisiones por parte de la autoridad monetaria. Así mismo, Bernanke et al. (2005) destacan que los modelos FAVAR proveen una imagen comprensible y coherente de la dinámica de la política monetaria en la economía, lo que en ocasiones no era posible argumentarlo en los modelos VAR.

Por último, cabe resaltar que esta nueva metodología demuestra un gran avance en el entendimiento de la política monetaria, lo que conduce a una mayor eficiencia en el manejo de la política económica.

4. Revisión de la literatura

En esta sección se pretende hacer una revisión de la literatura existente sobre la dinámica de la política monetaria y su transmisión tanto en Colombia como a nivel internacional. En principio se analizarán los estudios basados en modelos VAR, prestando especial atención a los trabajos realizados para Colombia. Luego, se analizarán aquellos trabajos que incorporan modelos de análisis factorial dinámico para resumir gran cantidad de variables económicas dentro

de un modelo de Vectores Autorregresivos (FAVAR).

4.1. Literatura VAR

Sims (1992) fue uno de los precursores del análisis de la política monetaria a partir de modelos VAR, al investigar el impacto de esta política en la actividad económica real y el nivel de precios para 5 países. En principio, Sims (1992) propuso un modelo VAR con 4 variables (índice de producción, índice de precios, agregado monetario y tasa de interés de corto plazo) encontrando que para los países analizados, un shock positivo en la tasa de interés produce un decaimiento en el índice de producción y en el agregado monetario. Similarmente, Bernanke y Blinder (1992) hacen uso de un modelo VAR para investigar el impacto de la política monetaria estadounidense sobre la actividad económica real, concluyendo que efectivamente se da este impacto y que la tasa de interés de los fondos federales se constituye como un buen instrumento de política monetaria.

Gali (1992) busca determinar qué tanto se ajusta el modelo IS-LM a la economía estadounidense después de la segunda guerra mundial, haciendo uso de la metodología VAR y desarrollando un modelo macroeconómico el cual identifica cuatro choques estructurales: oferta, demanda monetaria, oferta monetaria y choques en el mercado de bienes y servicios. Gali (1992) encontró que la respuesta de la economía a los cuatro diferentes choques estructurales se asemeja a las predicciones cualitativas del modelo IS-LM, y que las recesiones pueden ser atribuidas a la coincidencia de diferentes choques adversos²².

Los estudios citados anteriormente constituyen el inicio de una corriente basada en el uso de métodos multivariados de series de tiempo, debido a su adecuada capacidad de predicción y a la consistencia de ésta con la teoría económica. Por ejemplo, Christiano et al. (2001) concluyen que en general, un shock negativo de la política monetaria (por ej. un descenso en la tasa de interés de corto plazo) se traduce en una respuesta jorobada en la producción, consumo, inversión y precios, destacando que los resultados obtenidos son en general robustos, lo que avala la utilización de modelos VAR para el estudio de los mecanismos de transmisión monetarios.

Para el caso colombiano, la mayoría de trabajos sobre este tema analizan periodos anteriores a la adopción de la inflación objetivo en Colombia, es decir, antes del año 1999, en donde hacen uso de modelos VAR para pronosticar la respuesta de las variables económicas ante choques monetarios. Echeverry (1993) es uno de los pioneros en cuanto a la utilización de la metodología VAR para estimar el impacto de la política monetaria en Colombia, al evaluar los mecanismos de transmisión monetarios para el periodo 1975- 1991. En este estudio, Echeverry (1993) encuentra que el agregado monetario M1 se constituye como un buen instrumento de política y que la tasa de interés cumple un buen pa-

²²Ver también Pagan (1995)

pel como objetivo intermedio de la política monetaria. Asimismo, concluye que una contracción monetaria lleva a una caída en el crédito bancario así como un efecto liquidez y de costo de capital, lo cual produce una caída en la demanda de fondos por parte de las firmas.

Vargas (1995) implementa modelos VAR para demostrar la existencia del canal de crédito en Colombia, así como una relación directa entre el crédito y la inflación. De manera similar, Restrepo (1996) encuentra que un aumento de 100 puntos básicos en la tasa de crecimiento de la base monetaria (política monetaria expansiva) provoca una caída de la tasa de interés, así como un aumento en el IPC. Sin embargo, Restrepo (1996) destaca la presencia de un efecto *Price puzzle*, ya que encuentra que un aumento de 100 puntos básicos de la tasa de interés nominal aumenta el IPC durante los primeros 16 meses.

Carrasquilla (1998) se concentró en explicar el comportamiento de los diferentes mecanismos de transmisión para Colombia, encontrando -al igual que Echeverry (1993) y Restrepo (1996)- un efecto liquidez importante debido a los choques monetarios, así como un decaimiento en el nivel de precios y el producto. De igual manera, Carrasquilla (1998) concluye que no es claro identificar la presencia del canal de crédito y validó la idea de utilizar la tasa de interés de corto plazo como instrumento de política monetaria.

Entre los principales estudios realizados en la primera década del siglo XXI sobre los mecanismos de transmisión de la política monetaria en Colombia, se encuentra el de Correa (2004) y Bejarano & Hamann (2005). Por un lado, Correa (2004) encuentra la existencia del canal de tasas de interés, y determina que un aumento en la tasa de intervención del Banco de la República disminuye la inflación, el consumo, la inversión y la demanda agregada. Bejarano y Hamann (2005) identifican los resultados comunes de diferentes estudios empíricos sobre el impacto cuantitativo y cualitativo de choques monetarios que sean útiles para el diseño e implementación de la política económica en Colombia. Se encuentra que existe cierto consenso acerca del impacto cualitativo de la política monetaria y establecen que una expansión monetaria sorpresiva tiene un efecto liquidez, que al reducir la tasa de interés, afecta la actividad económica y la inflación en el corto plazo. Finalmente, estudian algunos canales, mecanismos de amplificación y los efectos cuantitativos de la política monetaria en Colombia para el periodo 1991-2004.

4.2. Literatura FAVAR

Como ya se mencionó, recientemente ha surgido una nueva corriente de estimación para los modelos VAR, la cual se fundamenta en la metodología de análisis factorial dinámico aplicado a modelos de vectores autorregresivos (FAVAR) propuesta por Bernanke, Boivin y Eliatz (2005). Estos autores adoptaron los desarrollos obtenidos en el campo del análisis factorial dinámico por Stock y Watson (1998, 2002) para construir un modelo econométrico capaz de medir los

efectos de la política monetaria en la economía, sin incurrir en los problemas obtenidos con los modelos VAR estándar.

En una primera etapa, Bernanke et al. (2005) hacen uso del análisis factorial dinámico para extraer unos pocos factores que resuman en gran medida las 120 variables macroeconómicas utilizadas en el modelo. Estos autores aplican dos métodos diferentes para lograr obtener los factores: el primero consiste en estimarlos por medio de la metodología de componentes principales y en el segundo hacen uso de métodos de probabilidad Bayesiana y muestra de Gibbs. Una vez obtenidos los factores, se estima un modelo VAR que contenga estos factores y el instrumento de política monetaria²³. La gran atracción de este modelo, además de subsanar los errores presentados en los modelos VAR, radica en que es posible determinar el impacto de una innovación en la política monetaria para todas las variables empleadas.

Los resultados obtenidos por Bernanke et al. (2005) demuestran ser coherentes con lo establecido por la teoría económica, ya que identifican correctamente los mecanismos de transmisión de la política monetaria estadounidense. Además, los autores realizan una comparación del modelo FAVAR con un modelo VAR, obteniendo que el primero tiene una ventaja considerable frente al segundo, al reducir en gran medida el efecto *Price puzzle* y al obtener funciones de impulso-respuesta más coherentes con la teoría. Similarmente, se concluye que en general no existe una diferencia sustancial entre la estimación por componentes principales o por métodos Bayesianos en cuanto al efecto cualitativo; sin embargo, resaltan que la estimación por componentes principales produce respuestas más plausibles.

Con la implementación de esta nueva técnica econométrica para la medición de la política monetaria, gran cantidad de trabajos empíricos se han desarrollado teniendo como base la metodología FAVAR. Por ejemplo, Lagana y Mountford (2005) hacen uso de este modelo para medir la política monetaria en la economía inglesa. Para ello, utilizan 105 variables mensuales y aplican el método de componentes principales para estimar los factores, encontrando que este modelo provee una imagen adecuada de la política monetaria en el Reino Unido. Al igual que Bernanke et al. (2005), Lagana y Mountford (2005) realizan una comparación entre un modelo VAR y un FAVAR encontrando que al incluir los factores estimados en el modelo VAR se elimina el efecto *Price puzzle* que se presentaba en el modelo VAR sin factores. Asimismo, destacan una respuesta acorde con la teoría económica de muchas de las variables analizadas con el modelo FAVAR y una adecuada robustez de los resultados ante cambios en el número de factores, rezagos y periodo de muestra.

Senbet (2008) propuso un modelo FAVAR para determinar el impacto de

²³Bernanke et al. (2005) proponen como instrumento la tasa de interés de los fondos federales, pero especifican que puede utilizarse también un índice de precios o de producción.

la política monetaria en EEUU, Canadá, Inglaterra, Francia y Japón. Con este modelo, no sólo se pretendía establecer la transmisión de la política monetaria en cada país, sino también examinar la posible influencia de alguno de estos países sobre el resto. Los resultados obtenidos demuestran una fuerte influencia de la política monetaria estadounidense en la economía Canadiense y un impacto moderado en la economía inglesa y japonesa. De igual modo, no se presenta el efecto *price puzzle* antes mencionado y se encuentra que los resultados del análisis de impulso-respuesta son acordes con la teoría, y en general consistentes entre los países.

Por otra parte, Mumtaz (2009) buscaba determinar si la relativa estabilidad en la economía inglesa se podría atribuir al buen manejo de la política monetaria. Por medio de la metodología FAVAR e incorporando coeficientes de tiempo variantes y volatilidad estocástica en las innovaciones de las varianzas, el estudio concluyó que se presenta una clara estabilidad en los precios y la actividad económica durante los últimos años del estudio²⁴, al igual que una pequeña evidencia del efecto *price puzzle*, lo cual indica que la información extra incorporada en el modelo lleva a obtener estimaciones más robustas que las obtenidas en un VAR estándar o estructural.

Otros estudios como el de Belbiso y Milani (2005) o Bork (2009) desarrollan la metodología FAVAR pero aplicando cambios en su estructura y método de estimación. Por un lado, Belbiso y Milani (2005) le asignan una interpretación económica a cada factor, i.e., asignando un factor para cada sector de la economía²⁵. Los autores llaman esta metodología “FAVAR estructural” (SFAVAR, por sus siglas en inglés) y nace a raíz de que en el modelo FAVAR propuesto por Bernanke et al. (2005) los factores estimados carecen de una interpretación económica. Belbiso y Milani (2005) emplean métodos Bayesianos para estimar cada uno de los factores propuestos, encontrando que la reacción de los factores es consistente con lo esperado *a priori*. Por último, Bork (2009) desarrolla el mismo modelo FAVAR propuesto por Bernanke et al. (2005) pero utiliza el algoritmo EM²⁶ para estimar los factores. La evidencia encontrada sugiere que la utilización de este algoritmo como método de estimación, en comparación con el método de componentes principales y probabilidad bayesiana, arroja respuestas más profundas y picos más altos en el desempleo.

La figura 2 resume los principales resultados obtenidos en términos del efecto cualitativo que tienen las principales variables económicas ante un choque positivo de la tasa de interés para los estudios que aplican la metodología FAVAR.

²⁴El periodo de análisis es 1970-2004 con datos trimestrales.

²⁵Belbiso y Milani (2005) determinan 7 factores: un factor de actividad real, otro de precios, tasas de interés, mercados financieros, agregados monetarios, crédito y expectativas.

²⁶El algoritmo de expectativa-maximización es un método de máxima verosimilitud iterativa que estima todos los parámetros y los factores dinámicos de manera simultánea, permitiendo su inferencia clásica (Belbiso y Milani, 2005). Este método es muy utilizado cuando se tiene un panel no balanceado.

Figura 2: Estudios FAVAR

Resumen de los principales estudios FAVAR para la transmisión de la política monetaria				
Estudio	País de análisis/ Periodo	Metodología/Método de estimación	variables	Respuesta de las principales variables económicas ante un choque positivo en la tasa de interés
Bernanke et al. (2005)	Estados Unidos (1959:1-2001:8)	FAVAR/Componentes principales, Probabilidad Bayesiana	120	Descenso: índice de producción, consumo de bienes durables, tasa de capacidad instalada, agregado monetario (M2), construcción de viviendas y empleo. Aumento: tasa de desempleo y tasa de interés de los bonos del tesoro.
Lagana y Mountford (2005)	Inglatera (1992:10-2003:1)	FAVAR/Componentes principales	108	Descenso: inversión, ingresos, préstamos hipotecarios y M4. Aumento: tasa de desempleo, confianza del consumidor y tasa de cambio.
Belbiso y Milani (2005)	Estados Unidos (1958:1-1998:12)	SFAVAR/Probabilidad Bayesiana	120	descenso: factor de producción, de crédito, financiero y de expectativas inflacionarias. Aumento: factor de precios, para luego decaer significativamente (presencia del efecto <i>price puzzle</i>).
Senbet (2008)	EEUU, Canada, Japón, Inglaterra y Francia (1972:01-2006:5)	FAVAR/Componentes principales	70-80	Descenso: Para todos los países se presenta en general una reducción en la producción industrial, los precios, el empleo, la construcción de viviendas y la utilización de la capacidad instalada.
Bork (2009)	Estados Unidos (1959:1-2001:8)	FAVAR/Algoritmo EM	120	Se obtiene en general los mismos efectos cualitativos que Bernanke et al. (2005). En cuanto al componente cualitativo, se obtienen respuestas más profundas y picos más altos en el desempleo.
Mumtaz (2009)	Inglatera (1970 Q1-2004 Q2)	FAVAR/Componentes principales	56	Se encuentra una pequeña evidencia de un cambio en las variables de la actividad económica real, inflación o monetarias.
Blaes (2009)	Area Euro (1986 Q4-2006 Q4)	FAVAR/Componentes principales	65	Descenso: PIB, inversión real, exportaciones reales, M3 y préstamos. Aumento: tasa de desempleo y ahorros.

Fuente: Elaboración propia.

Hasta donde se conoce, no existen estudios en donde se aplique la metodología FAVAR para analizar la dinámica de la política monetaria en Colombia ni sus canales de transmisión. Sin embargo, González, Melo, Monroy y Rojas (2009) utilizan el modelo factorial dinámico propuesto por Stock y Watson (1998, 2002) para pronosticar la inflación en Colombia. En el modelo incluyen 92 variables macroeconómicas mensuales para el periodo 1999:1-2008:06 y dividen estas variables en 5 grupos²⁷. Los resultados obtenidos indican que en promedio, la utilización de un factor es apropiada para capturar la “comunalidad” de las variables económicas consideradas y para ayudar en la explicación del comportamiento de la inflación colombiana (González et al. 2009). El estudio concluye además, que los modelos factoriales son mejores que los modelos Autorregresivos (AR) en términos de la Raíz Cuadrática Media del Error para horizontes entre dos y seis meses.

5. Metodología FAVAR: Una Motivación

En esta sección se pretende mostrar mediante un modelo macroeconómico estándar, el funcionamiento de la política monetaria en una economía y las ventajas que traería para su respectiva medición, la utilización de un gran número

²⁷Los grupos son: todas las variables, variables de la actividad real, precios, cuentas nacionales y crédito, dinero y tasa de cambio.

de variables. Este modelo es expuesto por Bernanke et al. (2005) como argumento a favor de la metodología FAVAR. Supongamos que la dinámica económica está dada por las siguientes ecuaciones macroeconómicas:

$$\pi_t = \delta\pi_{t-1} + k(y_{t-1} - y_{t-1}^n) + S_t \quad (1)$$

$$y_t = \phi y_{t-1} + \eta(R_{t-1} - \pi_{t-1}) + d_t \quad (2)$$

En donde la primera expresión representa una ecuación de oferta agregada, la cual relaciona la inflación en el periodo t (π_t), con ella misma rezagada un periodo, con la desviación entre el producto actual y el potencial ($y_{t-1} - y_{t-1}^n$) y con un shock de oferta (S_t). La ecuación 2 representa una curva IS estándar, la cual describe la relación entre el producto, su rezago, la tasa de interés real rezagada un periodo ($R_{t-1} - \pi_{t-1}$) y un shock de demanda (d_t), el cual se asume tiene media igual a cero y es no correlacionado. A su vez, se supone que el producto potencial (y_{t-1}^n) y el shock de oferta (S_t) provienen de un proceso autorregresivo de orden 1, en donde se asume que las perturbaciones estocásticas tienen media igual a cero y no poseen correlación:

$$y_t^n = \rho y_{t-1}^n + \eta_t \quad (3)$$

$$S_t = \alpha S_{t-1} + v_t \quad (4)$$

Finalmente, se establece que la autoridad monetaria utiliza una regla de Taylor para definir el nivel de la tasa de interés nominal, en donde se tiene en cuenta el actual nivel de precios y la desviación entre el producto actual y el potencial:

$$R_t = \beta\pi_t + \gamma(y_t - y_t^n) + \epsilon_t \quad (5)$$

Asimismo, se asume que ϵ_t es el shock de política monetaria, el cual tiene una distribución normal con media cero y varianza unitaria. Bernanke et al. (2005) sugieren que las ecuaciones anteriores reflejan la dinámica de los ciclos económicos y que un gran conjunto de indicadores macroeconómicos X_t está relacionado con esta dinámica de la siguiente manera:

$$X_t = \Lambda(y_t^n, S_t, \pi_t, y_t, R_t)' + e_t \quad (6)$$

De acuerdo con Bernanke et al. (2005), el modelo descrito anteriormente puede desarrollarse a partir de la metodología VAR; sin embargo, dependiendo de la hipótesis que se haga sobre la estructura de la información, sería apropiado estimar un VAR estándar o un FAVAR. Lo anterior sugiere que si se asume que todas las variables incluidas en el VAR corresponden exactamente a los indicadores pertenecientes al conjunto (X_t) y que estas variables son conocidas tanto por la autoridad monetaria como por los econométricos, entonces la aplicación de un modelo VAR estándar para la medición de la política monetaria proveerá una descripción adecuada del modelo teórico presentado anteriormente.

Sin embargo, como lo establece Muntaz (2009), los dos supuestos anteriores son muy restrictivos. Por una parte, asumir que los investigadores poseen la misma información que el Banco Central no es muy probable, así como tampoco lo es suponer que variables como la inflación o el PIB son un referente perfecto del índice de precios o el de producción respectivamente. Por lo tanto, estos dos aspectos ocasionarían la obtención de estimadores sesgados en el shock de política monetaria y en los impulso-respuesta si se utiliza un modelo VAR estándar para la medición de la política monetaria.

Por ejemplo, en el caso de que un investigador no tuviera información sobre el producto potencial (y_t^n) y el shock de oferta (s_t), pero sí sobre el producto (y_t), la inflación (π_t) y la tasa de interés (R_t), la utilización de un modelo VAR para el pronóstico de la política monetaria no sería adecuada. Lo anterior se debe a que el modelo no capturaría los choques que se generen en el producto potencial o en la variable de oferta, lo que podría causar problemas como el ya mencionado efecto *Price puzzle*²⁸. Lo más realista sería pensar entonces, que los investigadores y la autoridad monetaria no pueden observar directamente varios indicadores, por lo que se debería recurrir a la utilización de gran cantidad de información económica para el estudio e implementación de la política monetaria (Bernanke et al., 2005).

Dado lo anterior, la utilización de un modelo FAVAR como método alternativo para la medición de la dinámica de la política monetaria, subsanaría en alguna medida los problemas mencionados, ya que esta metodología se acomoda a los supuestos hechos anteriormente acerca de la estructura de información que maneja la autoridad monetaria y el econometrista.

6. Modelo

La metodología FAVAR es desarrollada en dos etapas: en la primera parte, se desarrolla el marco estadístico en donde se estiman los factores no observables a través del método de componentes principales. En la segunda etapa, se estima un modelo VAR que involucre los factores estimados en la primera etapa y las variables económicas endógenas.

6.1. Marco estadístico

Sea Y_t un vector de $MX1$ que contiene variables económicas observables que se asume tienen efectos en toda la economía²⁹. Aunque es posible desarrollar diferentes métodos econométricos a partir de Y_t , en muchas ocasiones sería conveniente utilizar información económica adicional, la cual no es capturada

²⁸Véase Bernanke et al. (2005) para una explicación más detallada sobre este problema.

²⁹A manera de ejemplo Y_t puede ser la tasa de interés de corto plazo, un índice de producción o un índice de precios.

por las variables utilizadas en estos modelos. Sea X_t un vector de $N \times 1$ el cual contiene información de cientos de variables económicas, las cuales pueden ser resumidas en un vector $K \times 1$ de factores no observables F_t . En particular, N debe ser mayor que T , y a su vez se asumiría que N es estrictamente mayor que $M + K$. La relación existente entre el grupo de variables X_t con los factores observables Y_t y los no observados F_t está dada por:

$$X_t = \Lambda^f F_t + \Lambda^y Y_t + e_t \quad (7)$$

Donde Λ^f representa la matriz de carga de los factores la cual tiene una dimensión de $N \times K$. Λ^y es una matriz de $N \times M$ y el término de error e_t tiene una dimensión de $N \times 1$, en el que se asume una media igual a cero y una correlación débil. Stock y Watson (1998) llaman a la ecuación (7) - sin los factores observables Y_t - un modelo factorial dinámico. Una vez estimados los factores no observables, los cuales pueden ser interpretados como el reflejo de la dinámica de la economía, es posible asumir que la dinámica de (F_t, Y_t) puede ser representada por un modelo VAR como se describe a continuación:

$$\begin{bmatrix} F_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} F_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + v_t \quad (8)$$

Donde $\Phi(L)$ es una matriz que representa el polinomio de rezagos finito de orden d de las variables F_t, Y_t . Así mismo, se asume que el término de error v_t tiene media cero y matriz de varianzas y covarianzas igual a Q . Como puede apreciarse, la ecuación (8) representa un FAVAR, ya que involucra variables económicas y factores no observables.

6.1.1. Identificación de factores

Para estimar los factores no observables, Bernanke et al. (2005) desarrollaron la metodología propuesta por Stock y Watson (1998, 2002) basada en el método de componentes principales. En principio es necesario imponer ciertas restricciones para identificar los factores y sus respectivas matrices de carga. En vista de que sólo es posible tener una estimación de los factores F_t ³⁰, se asumirá la siguiente restricción:

$$F = T^{1/2} Z_t \quad (9)$$

Donde Z_t representa los vectores propios correspondientes a los K mayores valores propios de XX' , seleccionados en forma descendente.

En esta primera etapa, los componentes comunes C_t son estimados utilizando los $K + M$ primeros componentes principales de X_t . Así mismo, el conjunto de variables X_t es dividido en 2 grupos para eliminar cualquier correlación existente entre el vector Y_t y el grupo de variables pertenecientes a X_t que tienen un comportamiento volátil: el primer grupo pertenece a las variables lentas, las

³⁰Esto se debe a que los factores se identifican sin ninguna rotación.

cuales son aquellas que no reaccionan de forma contemporánea a un shock de política monetaria, mientras que el segundo grupo involucra las variables rápidas, las cuales tienen una reacción inmediata (por ejemplo un índice accionario). Una vez separadas las variables, se corre la siguiente regresión:

$$C_t = b^f F_t^s + b^y Y_t + e_t \quad (10)$$

En donde C_t son los componentes comunes de F_t y Y_t (estos es, los primeros K componentes principales de X_t y los Y factores observables). F_t^s hace referencia a los K factores extraídos de las variables lentas.

Al estimar la ecuación (10) es posible construir F_t a partir de la resta de los componentes comunes y el producto de los factores observables y su estimador $C_t - b^y Y_t$. Lo anterior implica que F_t se obtiene a partir del espacio cubierto por C_t que no está cubierto por Y_t , lo que sugiere que no existe correlación entre Y_t y los factores estimados, por lo que a la hora de estimar el modelo se ubica al Factor observable Y_t de último, lo que indica que F_t no reacciona a un choque de política monetaria hasta un periodo después (para este estudio es un mes).

6.2. Identificación del VAR

Una vez estimados los factores F_t , se reemplazan en la ecuación (8) y se estima dicha ecuación como un VAR estándar, al que se le pueden calcular los impulso-respuesta de cualquier variable utilizada en la extracción de los factores. Lo anterior se logra estimando una regresión entre las variables originales y los factores estimados con la metodología de componentes principales. Con esta regresión se asume cada variable como combinación lineal de los factores, luego se calculan las respuestas sobre cada factor y por último se halla la respuesta de cada variable como combinación lineal de las respuestas de los factores usando los coeficientes estimados en la regresión. Por ejemplo, suponga que se quiere hallar la respuesta de la variable x_i y que de acuerdo a la regresión esta variable se puede escribir de la siguiente manera:

$$x_i = \alpha_1 F_1 + \alpha_2 F_2 + \dots + \alpha_k F_k + u_i \quad (11)$$

Donde $F_1, F_2, \dots, F_k$ representan los factores, y $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ los pesos que tiene cada uno de los factores sobre la variable x_i . Con estos resultados se calculan las respuestas $RF_1, RF_2, \dots, RF_K$ de cada uno de los factores, con lo cual se puede obtener la respuesta de x_i como

$$Rx_i = \hat{\alpha}_1 RF_1 + \hat{\alpha}_2 RF_2 + \dots + \hat{\alpha}_k RF_K \quad (12)$$

Por último, se implementa la metodología bootstrap descrita por Kilian (1998) para obtener las bandas de confianza para los impulso-respuesta.

7. Base de datos

La base de datos utilizada para este estudio corresponde a un panel balanceado que contiene 152 series macroeconómicas mensuales, las cuales abarcan diferentes categorías de la economía Colombiana, como la actividad económica real, los precios, agregados monetarios y crediticios, tasas de interés, sector externo, finanzas públicas y mercado bursátil. Estas categorías fueron seleccionadas tomando como referencia las bases de datos utilizadas en diferentes estudios en donde aplicaron la metodología FAVAR para analizar la dinámica de la política monetaria. Seis de las variables fueron mensualizadas usando el *Toolbox* de desagregación de Litterman en Matlab, ya que se encontraban disponibles en forma trimestral.

El modelo desarrollado en la sección 6 asume que el panel de datos X_t debe ser estacionario, por lo que previo al desarrollo del modelo se realizaron los siguientes pasos: En principio, cuando fue necesario, las series fueron desestacionalizadas en base al método X-12 ARIMA; después se realizó el test de raíces unitarias (basado en el test de *KPSS* y *Dickey-Fuller*) para determinar cuáles series no eran estacionarias, y así aplicar las transformaciones necesarias para volverlas $I(0)$. Como es descrito en el apéndice, aquellas variables que poseían una raíz unitaria se transformaron tomando sus logaritmos, primera diferencia o ambas. El criterio de decisión fue el siguiente: primero se tomaba el logaritmo de la serie si ésta no poseía datos negativos (en el caso contrario se procedía a sacar la diferencia), luego si la serie continuaba siendo no estacionaria se sacaba la primera diferencia del logaritmo. Por último, después de realizar las transformaciones pertinentes se estandarizaron todas las series para que estas fueran expresadas en unidades estándar, lo que supone que todas tengan una media igual a cero y varianza unitaria.

Además, se utilizaron dos diferentes periodo de análisis: el primero corresponde al periodo 2001:1-2009:12 en donde se hizo uso de las 152 series. El segundo periodo corresponde a las fechas 1990:1-2009:1 y para este caso se utilizaron 85 series, ya que no se tenía la información completa para el resto de variables³¹.

8. Evidencia Empírica

En esta sección se pretende mostrar los resultados obtenidos al desarrollar el modelo FAVAR descrito en la sección 6 y propuesto por Bernanke et al. (2005)³². En la especificación se asumió como único factor observable Y_t y por consiguiente como el instrumento de política monetaria a la tasa de interés interbancaria³³,

³¹En el apéndice se detalla el periodo que abarca cada serie y se muestra cuales fueron consideradas como lentas y como volátiles.

³²Se agradece a Jean Boivin por publicar la replicación del modelo en su página Web.

³³Para el análisis desde 1990 se utiliza la tasa de interés DTF ya que no se tiene toda la información disponible para la tasa de interés Interbancaria.

la cual tiene un alto grado de correlación con la tasa de subasta de expansión (que es la tasa que modifica el Banco de la República para ejercer la política monetaria). Similarmente, para la extracción de los Factores no observables F_t , se utilizan las restantes series que corresponden a 6 diferentes sectores de la economía colombiana. Para el análisis de las funciones de impulso-respuesta se estandarizó el shock de política monetaria para que correspondiera a una innovación positiva de la tasa de interés Interbancaria de 50 puntos básicos y en cuanto a la respuesta de las demás variables, aquellas que habían sido transformadas para inducir estacionariedad se llevaron nuevamente a niveles, lo que permite interpretar su respuesta como unidades de desviación estándar de la variable original.

Esta sección está dividida en 3 subsecciones: en la primera se muestran los resultados del modelo FAVAR para 152 series macroeconómicas en el periodo 2001:1-2009:12. El motivo por el que se seleccionó este periodo se debe a un cambio estructural que sufrió Colombia en diferentes variables macroeconómicas a finales de la década de los 90s (González, et al., 2009), por lo que se creyó conveniente en un principio no tener en cuenta periodos anteriores. En este aparte se analizarán también los factores estimados del modelo FAVAR, con el fin de determinar cuáles variables explican en mayor medida cada uno de los factores. Por último, se realizará una comparación de las funciones de impulso-respuesta encontradas en el modelo FAVAR con las de un modelo VAR estándar, para corroborar las ventajas que tiene la implementación de un modelo frente al otro.

En la subsección 2 se amplía el periodo de muestra (1990:1-2009:12) y se utilizan 85 series. En este aparte además de mostrar las funciones de impulso-respuesta tradicionales se aplica un componente dinámico lo que permitirá observar la evolución de las respuestas de diferentes series macroeconómicas a una innovación de política monetaria a través del tiempo. Como se verá más adelante, una de las principales contribuciones de este estudio tiene que ver con el aumento en la eficacia de la política monetaria a partir de la adopción del esquema de inflación objetivo en 1999, fundamentado principalmente en el cambio drástico que presentan las respuestas de las series a partir de este periodo. Para finalizar, en la subsección 3 se muestran las funciones impulso-respuesta de un modelo FAVAR en donde se le asigna una interpretación económica a cada factor³⁴. Lo anterior sugiere la asignación de un factor por cada sector de la economía; por ejemplo, se hallaría un factor de precios a partir de todas las series de precios que se tengan.

³⁴Esto se conoce en la literatura como FAVAR Estructural (SFAVAR, por sus siglas en inglés). Véase por ejemplo Belviso y Milani (2005).

8.1. Comparación modelos FAVAR-VAR

La figura 4 muestra las funciones de impulso-respuesta de 20 series macroeconómicas³⁵ con un intervalo de confianza del 90 % y para un periodo de 48 meses. En esta especificación se utilizaron 2 factores, la tasa de interés interbancaria y 4 rezagos³⁶. Aunque Bai y Ng (2002) desarrollaron un criterio para determinar el número de factores asociados a la matriz X_t , Bernanke et al. (2005) argumentan que este criterio no aborda la cuestión de cuántos factores deben entrar en el modelo FAVAR, por lo que es necesario evaluar la sensibilidad de los resultados con diferentes números de factores.

Se observa que en general, la respuesta de las variables ofrece una imagen adecuada y comprensible de los canales de transmisión de la política monetaria. Así por ejemplo, las variables de la actividad económica real como el PIB, la demanda de los hogares, el Índice de Producción Industrial (IPI), la formación bruta de capital o las licencias de construcción reaccionan negativamente ante una innovación de 50 puntos básicos en la tasa de interés interbancaria. Además, se destaca que la respuesta de estas variables es rápida y similar entre ellas, lo que supone una alta correlación. Se evidencia también un efecto positivo en la tasa de desempleo, teniendo su máximo efecto en el mismo periodo en el que la actividad económica real tiene el mayor descenso, lo que demuestra también una clara relación entre la producción y el empleo.

En cuanto a los precios, la figura 4 muestra una leve evidencia del efecto *price puzzle*, y un claro decaimiento del Índice de Precios al Consumidor (IPC) con y sin alimentos, llegando a su valor más bajo en el segundo año de respuesta. Esto es acorde con lo establecido por la Junta Directiva del Banco de la República en cuanto al tiempo que transcurre entre el choque de política y el impacto en la inflación. El sector monetario y crediticio, representado por las variables M1, M2, efectivo y crédito privado reacciona de acuerdo a lo esperado *a priori*, destacando la rápida corrección positiva que presentan las variables monetarias y la similitud en cuanto a la respuesta del crédito privado con las variables de la actividad económica.

La figura 5 muestra la trayectoria de los factores no observables utilizados en el modelo con aquellas variables que tienen un mayor peso en cada uno de ellos. Para el primer factor, se percibe una alta correlación con la tasa de interés de los Fondos Federales de Estados Unidos y la Tasa Libor de Inglaterra, al igual que con el PIB. Esto demuestra dos cosas: por un lado, la economía colombiana está fuertemente influenciada por lo que pase en las economías externas, y la actividad económica real resulta ser relevante para explicar las condiciones de la economía. Asimismo, las variables monetarias (efectivo y M1) y de precios

³⁵Aunque es posible obtener la respuesta de todas las series utilizadas, por cuestiones de espacio sólo se muestran las más relevantes.

³⁶En el apéndice se muestran las diferentes pruebas que se realizaron para contrastar el modelo (Figura 16) .

presentan una alta correlación con el segundo factor (figura 6), ratificando que cada factor tiene información diferente de la agrupada por los demás.

Para determinar que tan robustos son los resultados, se realizaron diferentes funciones impulso-respuesta quitando variables de la matriz X_t , encontrando que los resultados son muy similares. Se aplicaron también diferentes especificaciones del modelo en cuanto al número de factores no observables y los rezagos, obteniendo que al aumentar el número de factores las respuestas se distorsionan significativamente. Esto puede atribuirse al hecho de que los factores contienen cada uno información diferente y que a medida que el factor tiene menor peso, dicha información es menos relevante e incluso su participación en el modelo puede afectarlo negativamente.

La figura 7 compara las funciones de impulso-respuesta de un modelo FAVAR con un modelo VAR estándar. El modelo FAVAR tiene la especificación descrita anteriormente y en el modelo VAR se utilizaron 4 variables: La tasa de interés Interbancaria, el Índice de Producción Industrial, el IPC sin alimentos y M2. Aunque se observa una respuesta similar de las variables en los dos modelos, se identifica un fuerte efecto *Price Puzzle* en el IPC por parte del modelo VAR, lo que concluye que la adición de más información en la especificación del modelo ayuda a obtener un mejor reflejo de la economía. Estos resultados son similares a los encontrados por Bernanke et al. (2005), Lagana y Mountford (2005) y Senbet (2008) en cuanto a que los modelos FAVAR proveen una imagen más completa y coherente de la dinámica de la política monetaria que los obtenidos por los modelos VAR.

8.2. Modelo FAVAR dinámico

En la figura 8 se muestran los resultados obtenidos en la estimación de un FAVAR para el periodo 1990:1-2009:12 con 85 series macroeconómicas, 2 factores y 4 rezagos³⁷. Como se puede apreciar, las respuestas de las diferentes variables ante un choque positivo de 50 puntos básicos en la tasa de interés DTF no distan mucho desde el punto de vista cualitativo a las obtenidas en la figura 4. Sin embargo, es importante recalcar que la profundidad de las respuestas es diferente, ya que si se mira por ejemplo el máximo decaimiento de las variables de la actividad económica para el periodo de análisis 2001:1-2009:12, éstas se ubican en promedio en -0.2 desviaciones estándar, mientras que para el periodo 1990:1-2009:12 este valor es de -0.05 desviaciones estándar. Lo anterior refleja un claro aumento a través de los años de la eficacia de la política monetaria, medida como la capacidad para afectar la actividad económica y los precios. Además, la figura 8 no muestra evidencia de un efecto *price puzzle* para las variables de precios.

³⁷Ésta misma especificación se utilizó para los demás modelos.

Como se mencionó anteriormente, uno de los principales aportes de esta investigación radica en mostrar la evolución de las respuestas de diferentes series macroeconómicas a una innovación de política monetaria a través del tiempo. La figura 9 muestra la respuesta del IPI ante una innovación de 50 puntos básico en la DTF para todos los meses a partir del periodo 1995:1 hasta 2009:12. Esto se logra de la siguiente manera: en principio se estima el modelo FAVAR para el mes de enero de 1995 con los datos disponibles hasta ese mismo mes; luego, para el siguiente mes se realiza el mismo procedimiento pero adicionando los datos de ese mes y así sucesivamente³⁸.

Resulta evidente observar como a partir de 1999 -año en el que se adopta el esquema de inflación objetivo- la respuesta del IPI cambia sustancialmente, pasando de un efecto casi nulo a respuestas negativas. Aunque es posible argumentar que este resultado se debe a que antes de la adopción del régimen de inflación objetivo la tasa de interés no era el instrumento de política³⁹ y por tanto su efecto en las demás variables económicas no resultaría relevante, el incremento gradual en la eficacia de la política monetaria después del año 1999 es significativo, lo que demuestra que la adopción de este régimen ha sido exitosa. La segunda gráfica de la figura 9 representa una forma alternativa de análisis, al utilizar diferentes tonalidades de colores para mostrar la cuantía de la respuesta. Así entonces, se evidencia que la franja azul oscura (comprendida entre el periodo 1999-2009 y el quinto y duodécimo mes de respuesta) presenta los mayores efectos en la variable de análisis, lo que sugiere que el IPI tiene su mayor decaimiento a partir del quinto mes después del choque de política y que desde la entrada en vigencia del esquema de inflación objetivo, la respuesta de esta variable ha sido constante a través del tiempo.

En la figura 10 se aplica la misma metodología anterior para el IPC. La respuesta de esta variable es muy parecida a la presentada por el IPI; sin embargo, se resalta el pequeño efecto *price puzzle* que se presenta a lo largo del periodo de análisis y la persistencia en la respuesta de la serie. Asimismo, la segunda gráfica de la figura 10 muestra que los mayores efectos del IPC se presentan a partir del décimo mes en que se dio el choque de política y que esta respuesta perdura en los siguientes periodos.

Por otra parte, la función de impulso-respuesta dinámica del desempleo (figura 11) refleja un aumento significativo en la respuesta de esta variable, aunque se destaca que este efecto no es muy duradero. Igualmente, la figura 12 muestra que la respuesta de M1 ante una acción de política monetaria ha aumentado a lo largo de los años, pero al igual de el desempleo, se percibe que el efecto se desvanece rápidamente.

³⁸En el apéndice se muestran los criterios de estabilidad del modelo estimado a lo largo del periodo de análisis (Figura 13). Se evidencia que en ningún momento los valores propios tienen un valor mayor o igual que la unidad, lo que sugiere que existe estabilidad en el modelo estimado.

³⁹Antes de este periodo la Base monetaria cumplía este papel.

Para contrastar el argumento esbozado anteriormente, el cual planteaba que la tasa de interés sólo tendría efectos sobre la economía a partir de la entrada en vigencia del esquema de inflación objetivo, se estimó un modelo FAVAR dinámico con la base monetaria como instrumento de política. La figura 14 muestra la respuesta del IPC ante una innovación negativa⁴⁰ en una desviación estándar de la base monetaria (política monetaria contra cíclica). Se puede apreciar como la respuesta del IPC ante el choque de política es levemente negativa en los primeros años de análisis (1996-1999) y prácticamente nula a partir del año 2000. Esto sirve de argumento para establecer una vez más, que la implementación del régimen de inflación objetivo en Colombia ha sido exitoso y que la política monetaria ejercida por la Junta Directiva del Banco de la República ha cumplido con su mandato constitucional, el cual apunta a velar por el mantenimiento de la capacidad adquisitiva de la moneda.

8.3. FAVAR estructural

En este último aparte se desarrolló la metodología FAVAR estructural propuesta por Belviso y Milani (2005). La palabra “estructural” hace referencia a la estructura que toma cada factor estimado; es decir, a cada factor no observable se le asigna una interpretación económica, por lo que se esperaría por ejemplo, que el factor de precios reaccionara de manera similar al Índice de precios. Para este caso se utilizaron 4 factores: un factor fue extraído a partir de las variables pertenecientes al sector real de la economía, otro a partir de las variables de precios y los otros dos de variables del sector monetario y de tasas de interés. La figura 15 muestra las funciones de impulso-respuesta de los cuatro factores estimados. De esta gráfica se podría concluir que las respuestas no son muy coherentes con lo establecido por la teoría económica y que algunas de ellas difieren en comparación con las respuestas obtenidas en los anteriores modelos⁴¹. Sin embargo, se resalta que el sector real de la economía y el sector monetario reaccionan negativamente ante una política monetaria contraccionista, lo cual está en línea con lo esperado *a priori*.

El hecho de que el modelo no presente las respuestas esperadas puede atribuirse a que los factores se sacan de forma separada (es decir, un factor por cada sector) lo que puede causar algún grado de correlación entre ellos. En el modelo FAVAR tradicional no existe tal correlación, ya que por definición un factor toma una varianza diferente a la de los otros factores.

⁴⁰Para este caso se aplicó una innovación negativa con el fin de que los resultados fueran comparables con aquellos que utilizaron la tasa de interés como instrumento de política.

⁴¹Por ejemplo, se presenta un claro efecto *price puzzle*.

9. Conclusiones

El presente estudio tenía como objetivo principal analizar la dinámica de la política monetaria en Colombia sobre la actividad económica real y el proceso de determinación de precios durante los últimos 20 años. Lo anterior se logró aplicando una nueva metodología basada en el análisis factorial dinámico aplicado a los modelos VAR, lo que permite utilizar un gran número de variables para explicar la transmisión monetaria en la economía. Los resultados obtenidos sugieren que la utilización de la metodología FAVAR no sólo explica adecuadamente la política monetaria en Colombia, sino que también ofrece una predicción superior de este fenómeno si se compara con un modelo VAR tradicional. Además, se corrige en gran medida el llamado efecto *price puzzle*, lo cual se logra gracias a la inclusión de más variables en el modelo.

Entre las principales ventajas de la metodología FAVAR se destaca la posibilidad de obtener funciones impulso-respuesta de distintas series macroeconómicas, permitiendo analizar el efecto de una medida de política monetaria en variables poco estudiadas por la literatura concerniente a este tema, lo que se constituye como un avance importante en este campo. Asimismo, la aplicación de un componente dinámico en las funciones de impulso-respuesta tradicionales permitió observar la evolución en la respuesta de las variables ante una innovación de política monetaria a través del tiempo.

En cuanto a las implicaciones de política, se concluye que las acciones adoptadas por la Junta Directiva del Banco de la República en materia de política monetaria han repercutido de manera adecuada sobre las variables económicas, afectando así su objetivo principal: la inflación. Asimismo, la adopción del régimen de inflación objetivo ha resultado ser eficaz para la estabilidad de los precios, lo que augura un futuro con baja inflación y estabilidad macroeconómica. Futuros estudios podrían centrarse en desarrollar diferentes alternativas de estimación del modelo FAVAR para el caso colombiano, como por ejemplo métodos de probabilidad Bayesiana y muestra de Gibbs.

10. Bibliografía

- Amaya, C. (2005). Interest Rate Setting and the Colombian Monetary Transmission Mechanism. Borradores de Economía No. 352 .
- Andersen, P. & Gruen, D. (1995). Macroeconomic Policies and Growth. Productivity and Growth. Reserve Bank of Australia, 279-319.
- Ando, A. & Modigliani, F. (1963). The ‘life-cycle’ hypothesis of saving: aggregate implications and tests. American Economic Review, 53(1), 55–84.
- Arango, L. & Arosemena, M. (2003). El Tramo Corto de la Estructura a Plazo como predictor de Expectativas de Inflación en Colombia. Borradores de Economía No. 264.

- Arango, L., & Velandia, D. (2008). Cambios de las tasas de política, paridad cubierta de intereses y estructura a plazo. Borradores de Economía No. 503 .
- Arias, A. F., & Misas, M. (1998). Monetary Neutrality in the Colombian Real Exchange Rate. Borradores de Economía No. 85.
- Bagliano, F., & Morana, C. (2006). A New Approach to Factor Vector Autoregressive Estimation with an Application to Large-Scale Macroeconometric Modelling. Fondazione Collegio Carlo Alberto No 28 .
- Bai, J., & Ng, S. (2002). Determining the number of factors in approximate factors models. *Econometrica* Vol. 70, No. 1 , 191-221.
- Bai, J., & Ng, S. (2007). Determining the Number of Primitive Shocks in Factor Models. *Journal of Business and Economic Statistics* No. 25 , 52-60.
- Bejarano, J., & Hamann, F. (2005). El Impacto de la Política Monetaria en Colombia: una revisión de la literatura. Bogotá: Banco de la República.
- Belviso, F., & Milani, F. (2006). Structural Factor-Augmented VAR (SFAVAR) and the Effects of Monetary Policy. *Topics in Macroeconomics* , 1443-1443.
- Bernanke, B. (1993). credit in the macroeconomy. New York: Quaterly Review, Federal Reserve Bank.
- Bernanke, B., & Blinder, A. (1992). The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission. *American Economic Review* 82 , 901-21.
- Bernanke, B., & Boivin, J. (2003). Monetary policy in a data-rich environment. *Journal of Monetary Economics* 50 , 525-546.
- Bernanke, B., & Gertler, M. (1995). Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission. *Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association, vol. 9(4), pages 27-48.
- Bernanke, B., Laubach, T., Mishkin F.S. y Posen, A. (1999). *Inflation Targeting*. Princeton: Princeton University Press.
- Bernanke, B., & Mihov, I. (1995). Measuring monetary policy. Cambridge, MA: NBER working paper.
- Bernanke, B., Boivin, J., & Elias, P. (2005). Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach. *The Quarterly Journal of Economics* 120(1) , 387-422.
- Betancourt, R., Misas, M., & Bonilla, L. (2008). "Pass-Through" de las Tasas de Interés en Colombia: Un Enfoque Multivariado con Cambio de Régimen. Borradores de Economía No. 535.

- Blaes, B. (2009). Money and monetary policy transmission in the euro area: evidence from FAVAR- and VAR approaches. Discussion Paper Series 1: Economic Studies Deutsche Bundesbank .
- Blinder, A. S. (1999). Central Bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It?. NBER Working Paper No. W7161.
- Boivin, J., & Giannoni, M. (2006). DSGE Models in a Data-Rich Environment. NBER Working paper .
- Boivin, J., & Ng, S. (2006). Are more data always better for factor analysis? Journal of Econometrics 132 , 169–194.
- Boivin, J., Kiley, M., & Mishkin, F. (2010). How has the Monetary Transmission Mechanism Evolved Over Time? NBER Working Papers Series.
- Borio, C & Filardo, A. (2003). A tale of two perspectives: old or new challenges for monetary policy?. BIS Working Papers, no 127, February.
- Bork, L. (2009). Estimating US Monetary Policy Shocks Using a Factor-Augmented Vector Autoregression: An EM Algorithm Approach. CREATES Research Papers .
- Bruno, M. & Easterly, W. (1998). Inflation Crisis and Long Run Growth. Journal of Monetary Economics, vol.41(1), 3-26
- Carrasquilla, A. (1998). Monetary policy transmission: the Colombian case.
- Chahrour, R. (2008). What's in a FAVAR? Columbia University.
- Christiano, L., Eichenbaum, M., & Evans, C. (1998). Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End? NBER Working papers.
- Christiano, L., Eichenbaum, M., & Evans, C. (2001). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. Working Paper Series WP-01-08 .
- Correa, A. (2004). Canales de transmisión monetaria: una revisión para Colombia. Revista de economía, gestión y desarrollo No. 2 , 9 - 31.
- Dave, C., Dressler, S., & Zhang, L. (2009). The Bank Lending Channel: a FAVAR Analysis. University of Texas at Dallas .
- Echavarría, J. J., López, E., & Misas, M. (2009). Intervenciones Cambiarias y Política Monetaria en Colombia. Un Análisis de VAR Estructural. Borradores de Economía No. 580.
- Echeverry, J. C. (1993). Indicadores de política y canales de transmisión monetaria. Colombia: 1975-1991. Ensayos sobre política económica , 7-41.

- Evans, C., & Kuttner, K. (1998). can VARs describe monetary policy? Chicago: Federal Reserve Bank of Chicago.
- Favero, C., Marcellino, M., & Neglia, F. (2002). Principal components at work: The empirical analysis of monetary policy with large datasets. Innocenzo Gasparini Institute for Economic Research, Working Paper n. 223.
- Feldstein, Martin (1997). The Cost and Benefit of Going from Low Inflation to Price Stability. Reducing Inflation: Motivation and Strategy. Chicago University Press 123-156.
- Fischer, S. (1993). The Role of Macroeconomic Factors in Growth. Journal of Monetary Economics, vol. 32(3), 485-512
- Fischer, S. (1994). Modern Central Banking. The Future of Central Banking: The Tercentenary Symposium of the Bank of England, Cambridge: Cambridge University Press, 262-308.
- Gali, J. (1992). How Well Does the IS-LM Model Fit Postwar U.S. Data. The Quarterly Journal of Economics , 709-738.
- Gómez, J. E., & Morales, P. (2009). Bank Lending Channel of Monetary Policy: Evidence for Colombia, Using a Firms' Panel Data. Borradores de Economía No. 545.
- Gómez, J. E., Uribe, J. D., & Vargas, H. (2002). The Implementation of Inflation Targeting in Colombia. Borradores de Economía No. 202.
- Gonzáles, A., Melo, L. F., & Posada, C. E. (2006). Inflación y dinero en Colombia: otro modelo P-estrella. Borradores de Economía No. 418.
- Gonzáles, E., Melo, L. F., & Grajales, A. (2007). Pronósticos directos de la inflación colombiana. Borradores de Economía No. 458.
- González, E., Melo, L., Monroy, V., & Rojas, B. (2009). A dynamic factor model for the colombian inflation. Borradores de economía.
- Huertas, C., Jalil, M., Olarte, S., & Romero, J. V. (2005). Algunas Consideraciones sobre el Canal del Crédito y la Transmisión de Tasas de Interés en Colombia. Borradores de Economía.
- Hwang, H.s. (2009). Two-Step Estimation of a Factor Model in the Presence of Observable Factors. Department of Economics, Texas A&M University.
- Iregui, A. M., & Melo, L. (2009). La transmisión de la política monetaria sobre el consumo en presencia de restricciones de liquidez. Borradores de Economía No. 547.

- Jalil, M. (2008). La Política Monetaria y sus Canales de Transmisión en Colombia. Seminarios Banco de la República.
- Johnson, R., & Wichern, D. (2007). Applied multivariate statistical analysis. 6 ed. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall. 773p.
- Julio, J. (2006). The Monetary Policy Rule During the Transition to a Stable Level of Inflation: The Case of Colombia. Borradores de Economía No. 404.
- Julio, J. M., Zárate, H., & Hernandez, M. (2009). The Stickiness of Colombian Consumer Prices. Borradores de Economía No. 578.
- Kilian, L. (1998). Confidence intervals for impulse responses under departures from normality. *Econometric Reviews*, Taylor and Francis Journals, vol. 17(1). 1-29.
- Kim, S & Roubini, N. (2000). Exchange rate anomalies in the industrial countries: A solution with a structural VAR approach. *Journal of Monetary Economics*, vol. 45(3). 561-586.
- Krugman, P & Obstfeld, M. (1994). *International Economics: Theory and policy*. Harper Collins.
- Lagana, G., & Mountford, A. (2005). Measuring Monetary Policy in the U.K.: A Factor-Augmented Vector Autoregression Model Approach. *The Manchester School Supplement* , 77-98.
- Leeper, E., Sims, C., & Zha, T. (1996). What Does Monetary Policy Do? *Brookings Papers on Economic Activity*.
- López, M. (2006). Algunos criterios para evaluar una meta de inflación de largo plazo. Borradores de Economía No. 386.
- López, M., & Prada, J. (2009). Optimal Monetary Policy and Asset Prices: the case of Colombia. Borradores de Economía No. 583.
- Mahadeva, L., & Gómez, J. (2009). The international cycle and Colombian monetary policy. Borradores de Economía No. 557.
- Meisel, A., & Barón, J. (2009). A Historical Analysis of Central Bank Independence in Latin America: The Colombian Experience, 1923-2008. Borradores de Economía No. 573.
- Melo, L., & Becerra, O. (2008). Transmisión de tasas de interés bajo el esquema de metas de inflación: evidencia para Colombia. Borradores de Economía No. 519.
- Melo, L., & Granados, J. (2010). Expectativas y prima por riesgo inflacionario bajo una medida de compensación a la inflación. Borradores de Economía No. 589.

- Melo, L., & Riascos, A. (2004). Sobre los Efectos de la Política Monetaria en Colombia. Borradores de Economía No. 281.
- Misas, M., & Oliveros, H. (1997). Cointegración, exogeneidad y crítica de Lucas: Funciones de demanda de dinero en Colombia: un ejercicio más. Borradores de Economía No. 75.
- Misas, M., Posada, C., & Vásquez, D. (2001). ¿Está Determinado el nivel de Precios por las Expectativas de Dinero y Producto En Colombia?. Borradores de Economía No. 101.
- Mishkin, F. (1996). The Channels of Monetary Transmission: Lessons for Monetary Policy. NBER Working Papers 5464.
- Mumtaz, H. (2009). Explaining the Great Stability in the UK. A Factor Augmented VAR Approach. editorial express.
- Pagan, A. (1995). Three econometric methodologies: an update. Surveys in econometric, Basil Blackwell.
- Pérez, J. (2006). Evaluación de Reglas de Tasa de Interés en un Modelo de Economía Pequeña y Abierta. Borradores de Economía No. 385.
- Posada, C. E., & Morales, C. (2007). Inflación y apertura: evidencia para Colombia (1980-2005). Borradores de Economía No. 460.
- Reichlin, L. (2002). Factor models in large cross-sections of time series. World Congress of the Econometric Society .
- Restrepo, J. (1996). The liquidity effect in colombia. Archivos de Macroeconomía 127 .
- Senbet, D. (2008). Measuring the Impact and International Transmission of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach. European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences , 1-23.
- Shiller, R. (1996). Why do People Deslike Inflation? Cowles Foundation Discussion Papers, No. 1115.
- Sims, C. (1992). Interpreting the Macroeconomic Time Series Facts: The Effects of Monetary Policy. European Economic Review 36 , 975-1000.
- Stock, J., & Watson, M. (1998). Diffusion Indexes . NBER working paper 6702 .
- Stock, J., & Watson, M. (2002). Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes. Journal of Business Economics and Statistics , 147-162.
- Stock, J., & Watson, M. (2005). Implications of Dynamic Factor Models for VAR Analysis. NBER Working Paper Series.

- Taylor, J. (1995). The Monetary Transmission Mechanism: An Empirical Framework. *Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association, vol. 9(4), pages 11-26.
- Tobin, J. (1969). A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of Money Credit and Banking*, Vol 1No 1 pp 15-29.
- Tuysuz, S. (2007). The effects of a greater central bank credibility on interest rates level and volatility response to news in the U.K. University Library of Munich, Germany, MPRA Paper 5263.
- Vargas, H. (1995). La Relación entre el crédito y la inflación. *Borradores Semanales de Economía* No 37.
- Vargas, H. (2007). The Transmission Mechanism of Monetary Policy in Colombia Major Changes and Current Features. *Borradores de Economía* No. 431.
- Vargas, H., Hamann, F., & Gonzáles, A. (2010). Efectos de la política monetaria sobre las tasas de interés de los créditos hipotecarios en Colombia. *Borradores de Economía* No. 592
- Vargas, H., Varela, C., Betancourt, Y., & Rodríguez, N. (2010). Effects of Reserve Requirements in an Inflation Targeting Regime: The Case of Colombia. *Borradores de Economía* No. 587.
- Villalobos, L., Torres, C., & Madrigal, J. (1999). Mecanismos de transmisión de la política monetaria: Marco Conceptual. San Jose: Banco Central de Costa Rica, Grupo de política monetaria.

Apendice

Las series fueron tomadas del Banco de la República de Colombia (BR), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) y de la Reserva Federal de Estados Unidos (FR) para la tasa de interés de los Fondos Federales. Los códigos de transformación son los siguientes: 1-no transformación; 2-primera diferencia; 5-primera diferencia del logaritmo. Las variables asumidas como “lentas” en la regresión son denotadas con un asterisco ‘*’.

Figura 3: Descripción de Variables

#	Variable	Periodo	Fuente	Trans
1	Sector Real			
1	Producto Interno Bruto (Mill \$2000, SA, Mensualizado)*	2001:1-2009:12	DANE	5
2	Demanda de los Hogares (Mill \$2000, SA, Mensualizado)*	2001:1-2009:12	DANE	5
3	Consumo del Gobierno (Mill \$2000, SA, Mensualizado)*	2001:1-2009:12	DANE	5
4	Formación Bruta de Capital (Mill \$2000, SA, Mensualizado)*	2001:1-2009:12	DANE	5
5	Índice de Producción Real Industria Manufacturera (IPI): Tot Nacional (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
6	IPI: Total Nacional sin trilla de Café (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
7	IPI: Alimentos no durables (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
8	IPI: Trilla de café (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	1
9	IPI: Textiles y confecciones (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
10	IPI: Productos de madera, papel y edición (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
11	IPI: Otras actividades de impresión y edición (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
12	IPI: Refinación de petróleo (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	1
13	IPI: Derivados del petróleo fuera de refinería (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
14	IPI: Sustancias químicas básicas, fibras sintéticas y artificiales (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
15	IPI: Productos de caucho, plástico, vidrio y cerámica (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
16	IPI: Productos minerales y metálicos (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
17	IPI: Fabricación de productos elaborados de metal (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
18	IPI: Maquinaria de uso general (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
19	IPI: Maquinaria de uso especial (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
20	IPI: maquinaria y aparatos eléctricos (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
21	IPI: Vehículos automotores y sus motores (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
22	IPI: Otras industrias manufactureras (2001=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
23	Muestra Mensual Manufacturera sin Trilla (MMST): Ventas (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
24	MMST: Ventas Reales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
25	MMST: Empleados Permanentes (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
26	MMST: Obreros Permanentes (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
27	MMST: Total Permanentes (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
28	MMST: Empleados Temporales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
29	MMST: Obreros Temporales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
30	MMST: Total Temporales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
31	MMST: Total Empleados (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
32	MMST: Total Obreros (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	1
33	MMST: Empleo Total (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	1
34	Muestra Mensual Manufacturera con Trilla (MMCT): Ventas (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
35	MMCT: Ventas Reales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
36	MMCT: Empleados Permanentes (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
37	MMCT: Obreros Permanentes (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
38	MMCT: Total Permanentes (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
39	MMCT: Empleados Temporales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
40	MMCT: Obreros Temporales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5

41	MMCT: Total Temporales (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
42	MMCT: Total Empleados (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	5
43	MMCT: Total Obreros (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	1
44	MMCT: Empleo Total (2001=100,SA)*	1990:1-2009:12	DANE	1
45	Total area m2 aprobada para construcción según licencia (SA)*	1990:1-2009:12	CAMACOL	5
46	Índice de costos de la construcción de vivienda (Dic 99=100)*	1990:1-2009:12	CAMACOL	5
47	Saldo cuentas de ahorro programado para VIS (Mill\$,SA)*	2001:1-2009:12	CAMACOL	1
48	Producción de Cemento Gris (Ton,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
49	Producción de Lingotes de acero (Ton,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
50	Producción de Vehículos ensamblados unidades (SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
51	Tasa de empleo Total Nacional (SA, Mensualizada)*	1990:1-2009:12	BR	1
52	Tasa de desempleo Total Nacional (SA, Mensualizada)*	1990:1-2009:12	BR	5
53	Tasa de empleo 13 Principales Ciudades (SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
54	Tasa de desempleo 13 Principales Ciudades (SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
55	Índice de salarios reales de la industria manufacturera con Trilla (1990=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
56	Índice de salarios reales de la industria manufacturera sin Trilla (1990=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
57	Índice de salarios reales comercio minorista (1990=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
58	Índice de salarios nominales industria manufacturera (empleados) (1990=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
59	Índice de salarios nominales industria manufacturera (obreros) (1990=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
II	Precios			
60	Índice de Precios al Consumidor (IPC): Total Nacional (2008=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
61	IPC: Alimentos (2008=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
62	IPC: Vivienda (2008=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
63	IPC: Vestuario (2008=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
64	IPC: Salud (2008=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
65	IPC: Educación (2008=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
66	IPC: Cultura y Esparcimiento (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
67	IPC: Transporte (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
68	IPC: Comunicaciones (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
69	IPC: Otros Gastos (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
70	IPC: Sin alimentos clasificación TRANSABLES (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
71	IPC: Sin alimentos clasificación NO TRANSABLES (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
72	IPC: Sin alimentos clasificación REGULADOS (2008=100)*	2001:1-2009:12	BR	5
73	IPC: sin alimentos (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
74	IPC: núcleo 20 (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
75	IPC: sin alimentos perecederos, combustibles ni serv. Públicos (2008=100,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
76	Índice de Precios al Productor (IPP): Total Nacional (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
77	IPP: Agricultura, silvicultura, ganadería y pesca (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
78	IPP: Minería (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
79	IPP: Industria Manufacturera (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
80	IPP: Producidos y Consumidos (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
81	IPP: Importados (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	1
82	IPP: Exportados (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
83	IPP: Exportados sin café (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5

84	IPP: Consumo Intermedio (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
85	IPP: Consumo Final (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
86	IPP: Formación de Capital (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	1
87	IPP: Materiales de Construcción (1999=100,SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
III. Agregados Monetarios y Crediticios				
88	BASE Monetaria (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
89	M1 (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
90	M2 (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
91	M3 (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
92	Efectivo (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
93	Depósito Cuenta Corriente (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
94	Cta Corriente Partic (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
95	Cta Cte Ofic (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
96	PSE (Mill\$)	1990:1-2009:12	BR	5
97	Cuasidineros (Mill\$)	1990:1-2009:12	BR	5
98	Total Ahorros (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
99	Total CDT (Mill\$)	1990:1-2009:12	BR	5
100	Tot Dep Vista (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
101	Tot Fiduciarios (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
102	Repos sector Real (Mill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
103	Total Repos (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
104	Reserva (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
105	Reservas intern. Netas sin FLAR (Mill\$)	1990:1-2009:12	BR	5
106	Total crédito bruto (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	1
107	Total princip pasivos no mentarios (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	5
108	Cuentas patrimoniales (Mill\$,SA)	1990:1-2009:12	BR	1
109	Otros activos netos (Mill\$)	1990:1-2009:12	BR	1
110	M1 del sector privado (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
111	M3 del s. privado (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
112	Activos netos del exterior (mmill\$)	2001:1-2009:12	BR	5
113	Crédito bruto al sector privado (mmill\$)	2001:1-2009:12	BR	5
114	Crédito neto al sector público (mmill\$,SAD)	2001:1-2009:12	BR	2
115	Reserva Monetaria (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
116	Crédito doméstico neto al s. público (mmill\$,SAD)	2001:1-2009:12	BR	2
117	Crédito doméstico neto S. privado (mmill\$,SAD)	2001:1-2009:12	BR	1
118	Crédito bruto al s. financiero (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
119	Crédito neto al s. financiero (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	1
120	Cartera bruta total del sector de la construcción (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	CAMACOL	5
121	Cartera hipotecaria bruta sector de la Construcción (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	CAMACOL	5
122	Activos netos del exterior (mmill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	2

IV	Tasas de Interés			
123	Tasa de Interés Certificados de Depósito a Término (CDT) a 90 días - DTF (%EA)	1990:1-2009:12	BR	1
124	Tasa de Interés Promedio Mensual CDT- 90 días para Bancos y Corporaciones (%EA)	1990:1-2009:12	BR	1
125	Tasa de interés Nominal para Adquisición de Vivienda VIS (%EA)	2001:1-2009:12	CAMACOL	1
126	Tasa de interés Nominal para Adquisición de Vivienda No VIS (%EA)	2001:1-2009:12	CAMACOL	1
127	Tasa de Interés Interbancaria (%EA)	2001:1-2009:12	BR	1
128	Tasa de Interés Activa Banco de la República (%EA)	2001:1-2009:12	BR	1
129	Tasa de Interés Activa Total Sistema sin Tesorería (%EA)	2001:1-2009:12	BR	1
130	Tasa de Interés Activa Total Sistema (%EA)	2001:1-2009:12	BR	1
131	Tasa de Interés de los Fondos Federales en EEUU (%EA)	1990:1-2009:12	FR	1
132	London InterBank Offered Rate (%EA)	1990:1-2009:12	BR	1
V	Sector Externo			
133	Tasa de cambio Representativa del Mercado Promedio Mes COP/US\$	1990:1-2009:12	BR	5
134	Índice de Tipo de Cambio Real (1999=100)	1990:1-2009:12	BR	5
135	Índice de Términos de Intercambio (2002=100)*	1990:1-2009:12	BR	5
136	Reservas Internacionales Netas del BR (Mill US\$)*	1990:1-2009:12	BR	5
137	Exportaciones totales (Mill US\$ FOB, SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
138	Exportaciones de café (Mill US\$ FOB, SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
139	Exportaciones de petróleo y derivados (Mill US\$ FOB, SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
140	Importaciones totales (Mill US\$ FOB, SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
141	Balanza Cambiaria: Egresos Totales (Mill US\$, SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
142	Balanza Cambiaria: Ingresos totales (Mill US\$, SA)*	1990:1-2009:12	BR	5
143	Ingreso de Remesas de Trabajadores en Colombia (Mill US\$, SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
VI	Finanzas Públicas			
144	Ingresos del Gobierno Nacional Central (mmill\$,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
145	Gastos del Gobierno Nacional Central (mmill\$,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
146	Déficit o Superávit del Gobierno Nacional Central (mmill\$,SA)*	2001:1-2009:12	BR	1
147	Intereses del Gobierno Nacional Central (mmill\$,SA)*	2001:1-2009:12	BR	5
148	Financiamiento interno del Gobierno Nacional Central (mmill\$,SA)*	2001:1-2009:12	BR	1
149	Financiamiento Externo del Gobierno Nacional Central (mmill\$,SA)*	2001:1-2009:12	BR	1
VII	Mercado Bursátil			
150	Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (Jul 2001=1000,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
151	Transacciones Sistema electrónico de negociación (Bill\$,SA)	2001:1-2009:12	BR	5
152	Valor de los títulos depositados a fin de mes: Depósito Central de Valores (mmill\$)	2001:1-2009:12	BR	5

Figura 4: Impulso - Respuesta FAVAR 152 variables, 2 factores y 4 rezagos
(2001:1-2009:12)

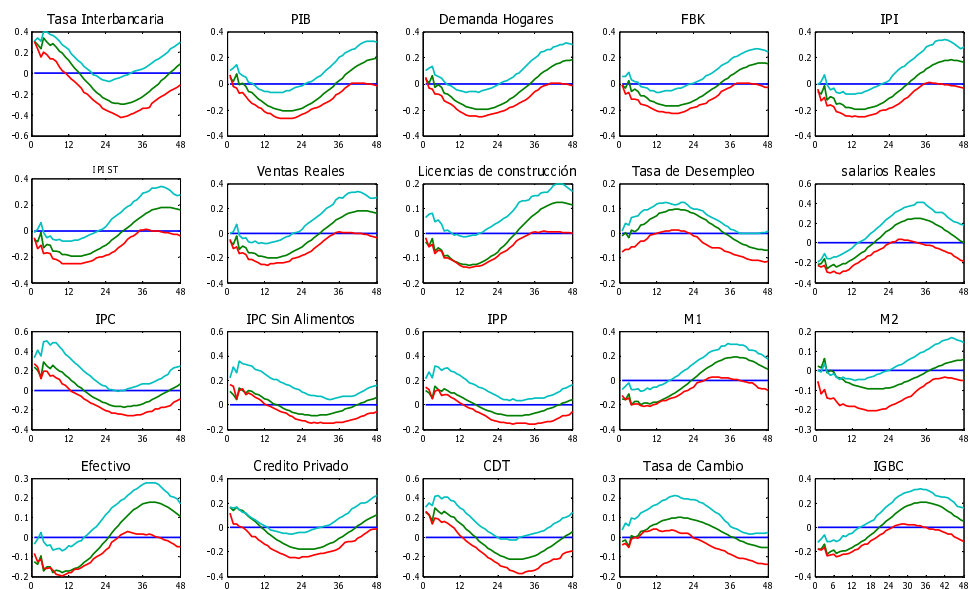


Figura 5: Análisis primer factor

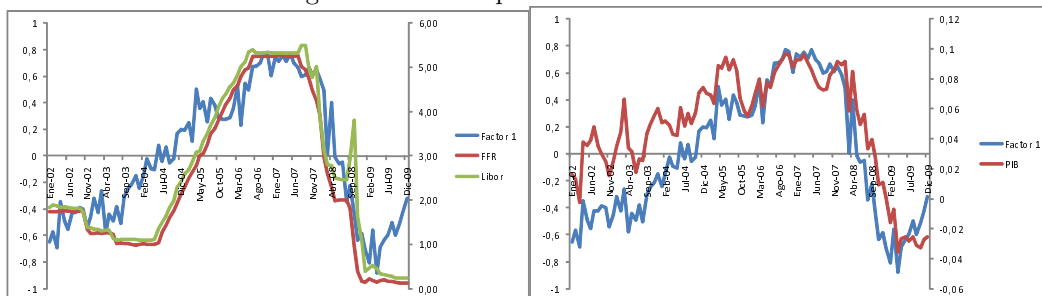


Figura 6: Análisis segundo factor

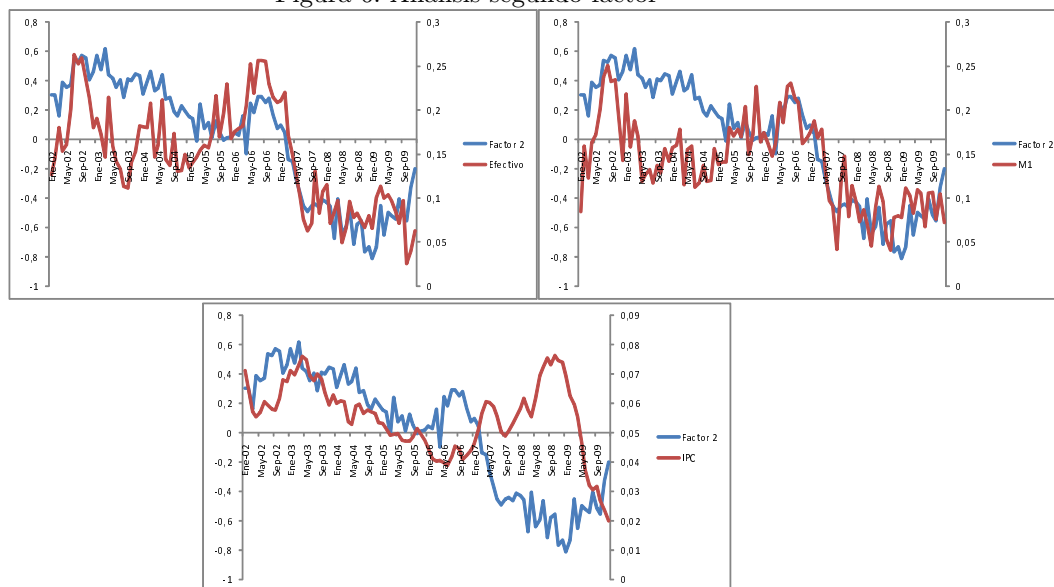


Figura 7: Comparación FAVAR-VAR

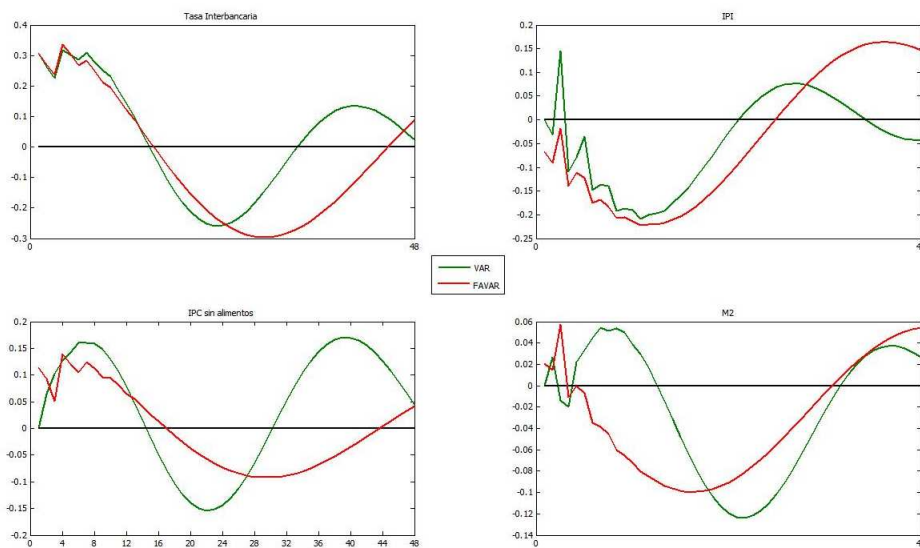


Figura 8: Impulso - Respuesta FAVAR 85 variables 2 factores y 4 rezagos (1990:1-2009:12)

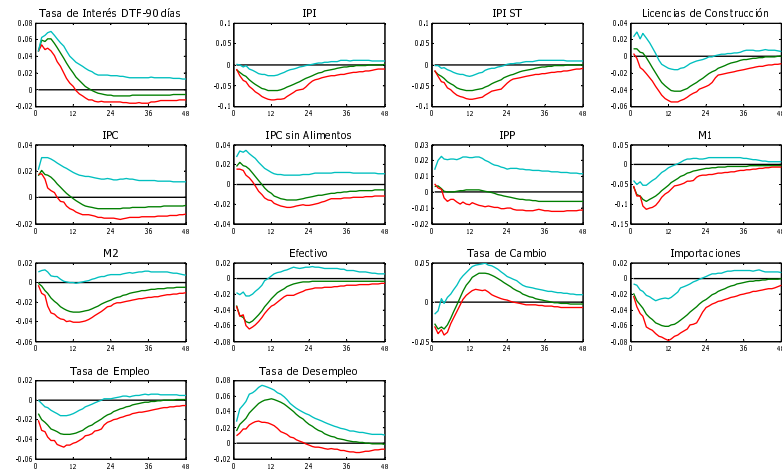


Figura 9: Impulso - Respuesta dinámico del IPI

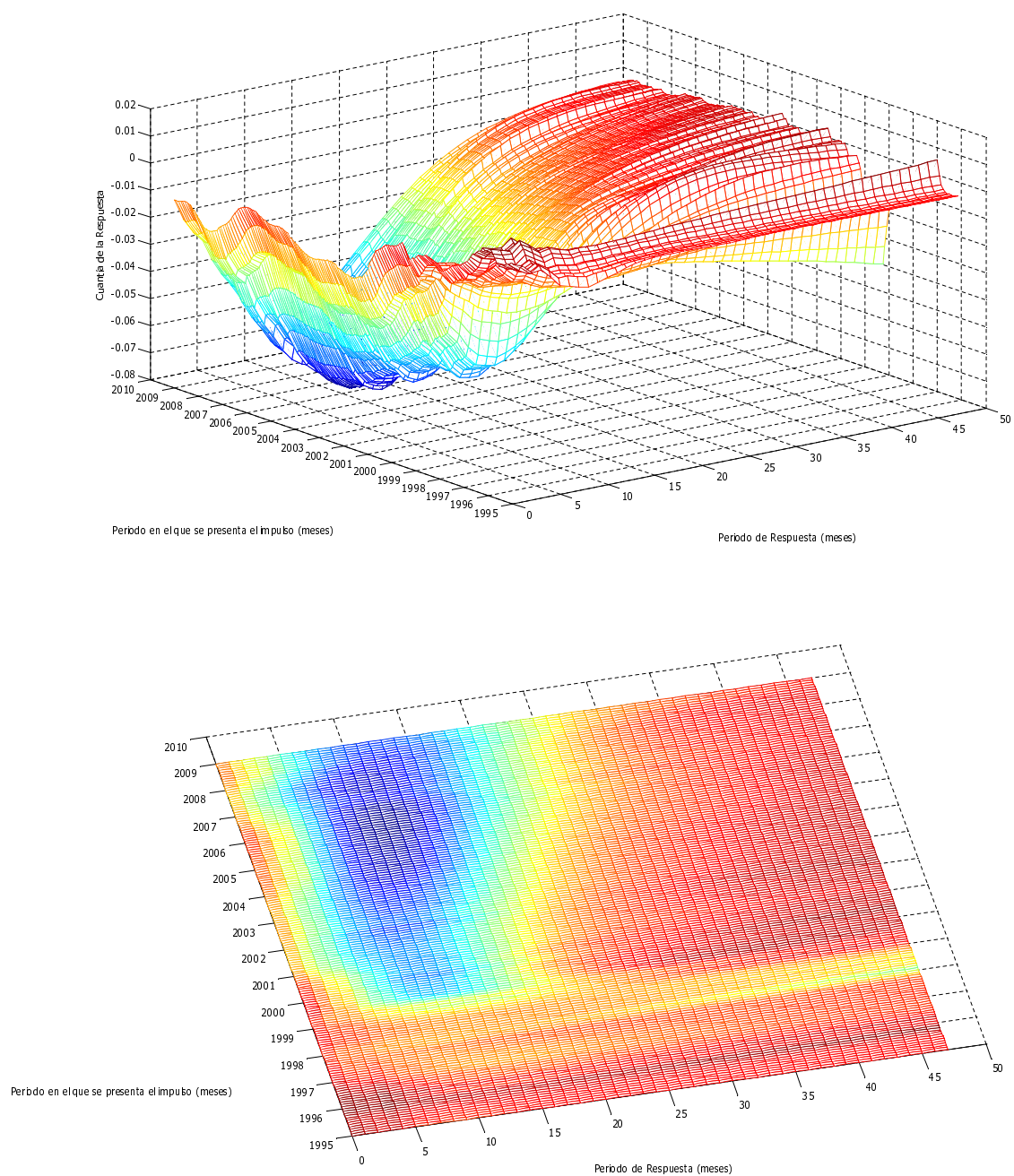


Figura 10: Impulso - Respuesta dinámico del IPC

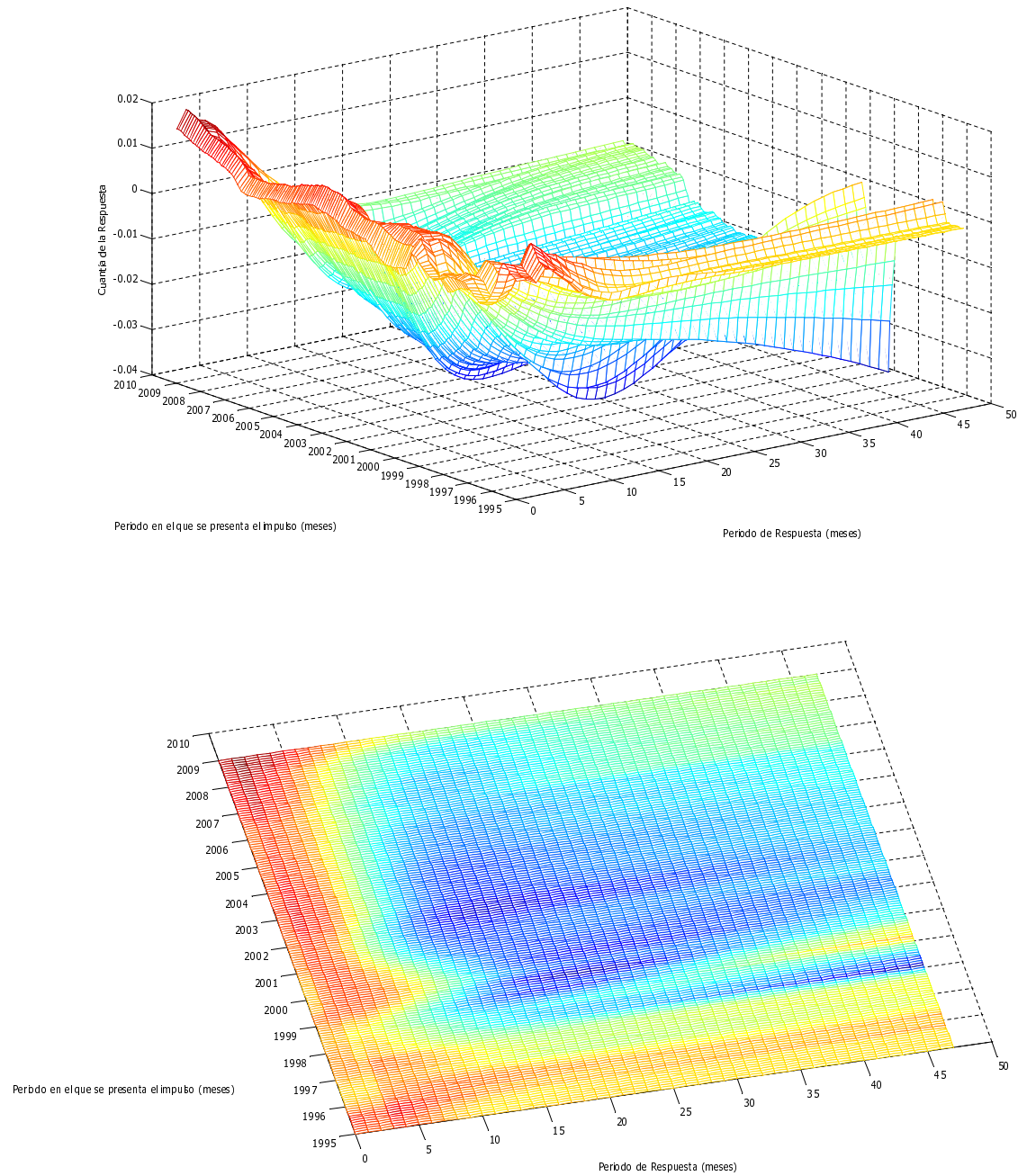


Figura 11: Impulso - Respuesta dinámico del Desempleo

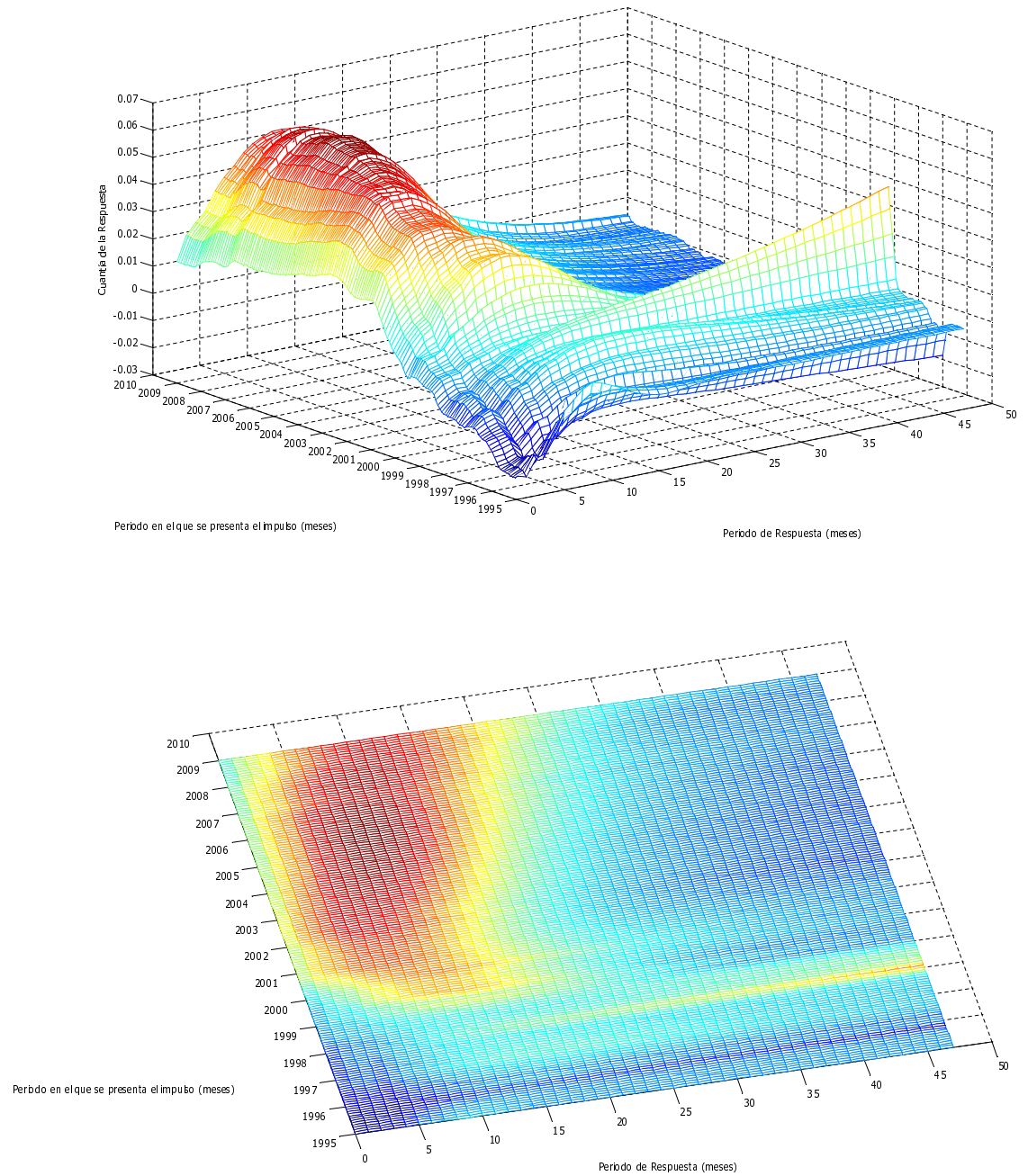


Figura 12: Impulso - Respuesta dinámico de M1

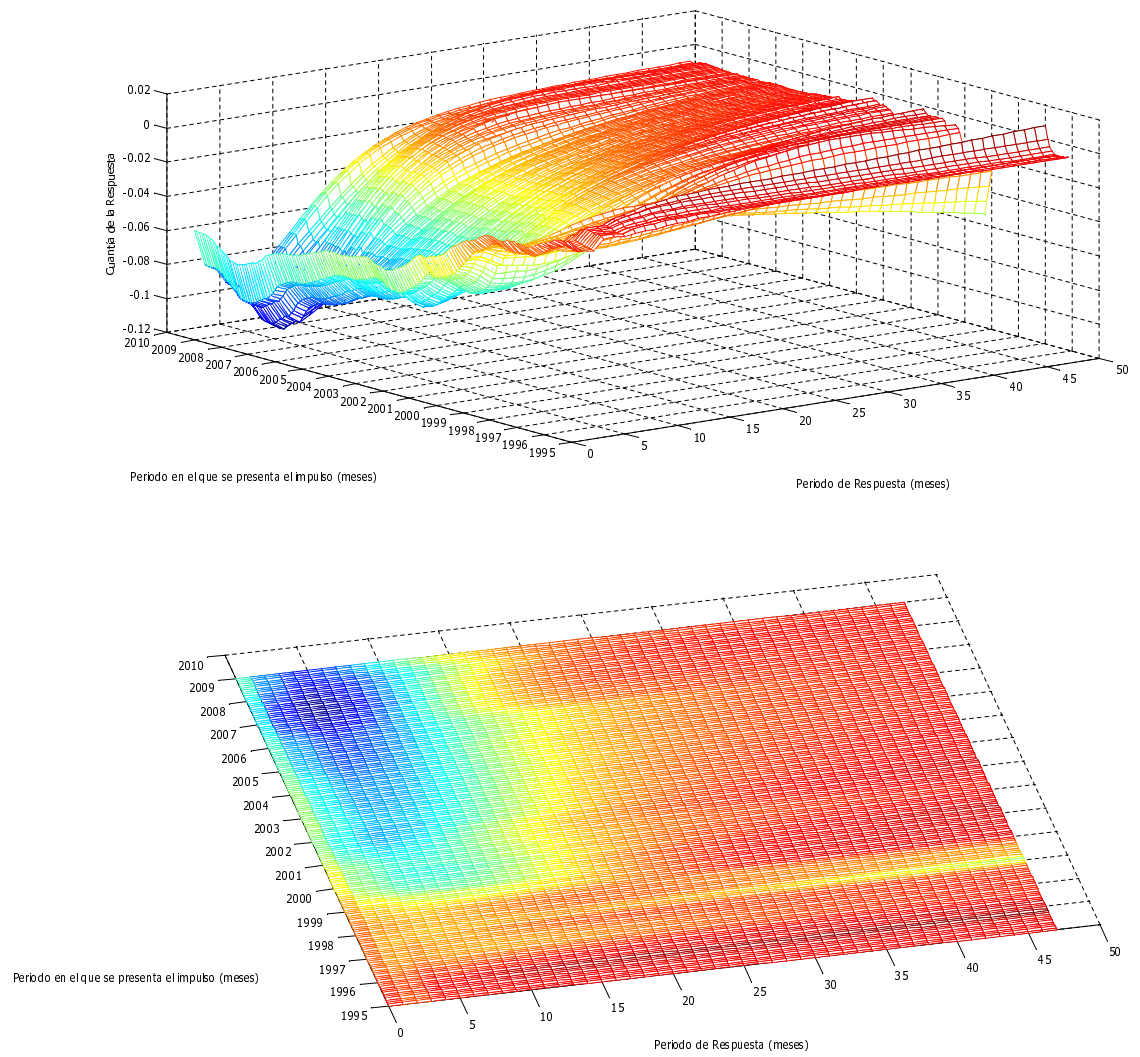
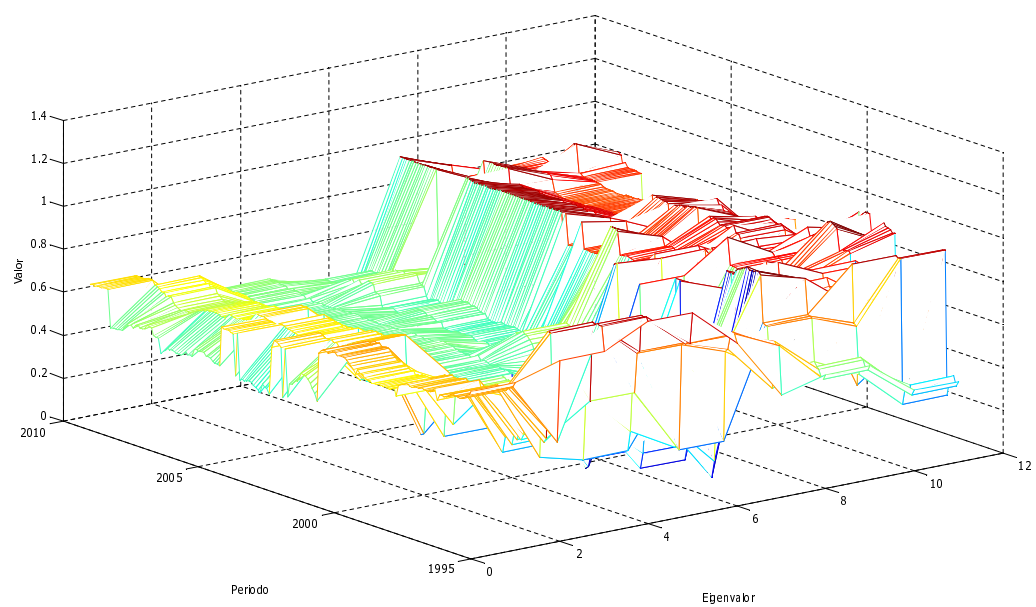


Figura 13: Criterios de estabilidad del FAVAR Dinámico*



* Si los valores propios son menores a la unidad se concluye que el modelo es estable.

Figura 14: Impulso - Respuesta dinámico del IPC con la Base Monetaria como instrumento de política monetaria

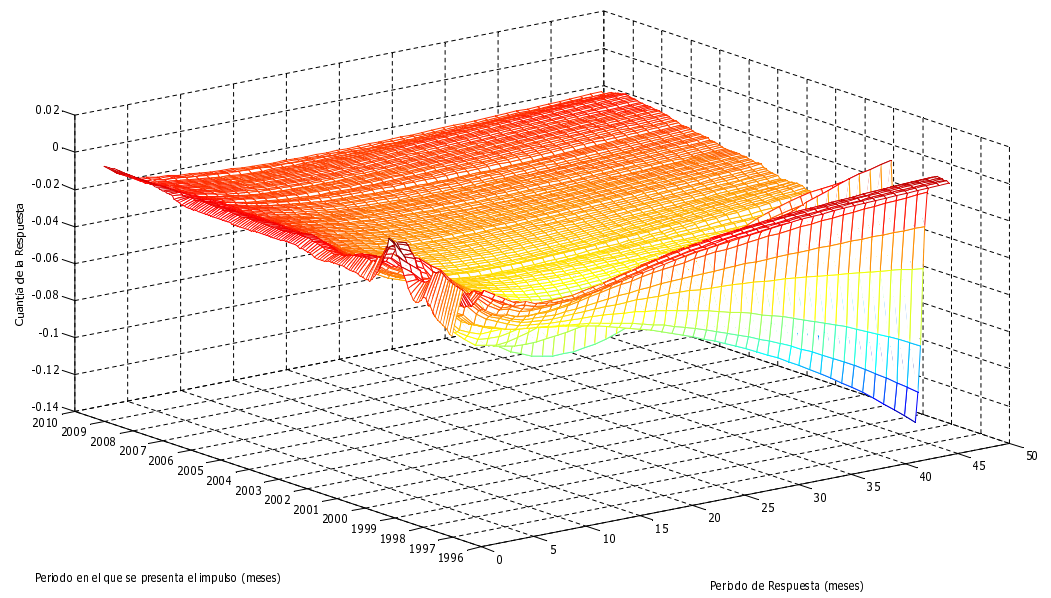


Figura 15: FAVAR Estructural

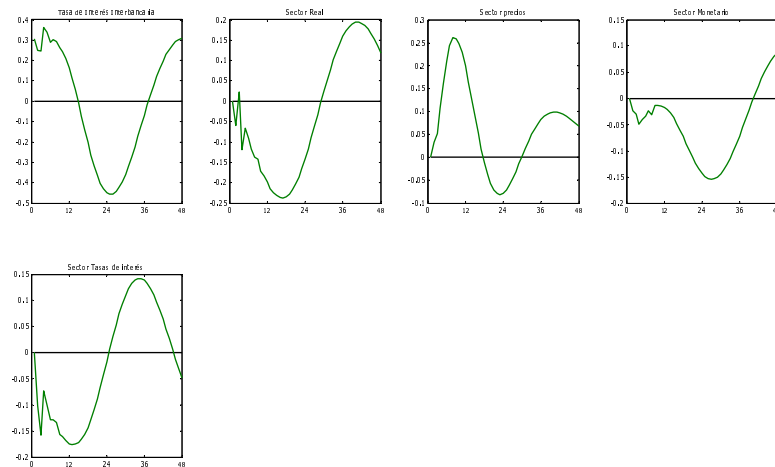


Figura 16: Pruebas de los Residuales

Prueba de Autocorrelación (Test LM)				
Periodo	FAVAR (2001-2009)	VAR	FAVAR (1990-2009)	FAVAR Estructural
1	0.4408	0.2849	0.5023	0.0788
2	0.637	0.1385	0.2954	0.6787
3	0.4548	0.0858	0.328	0.0654
4	0.5586	0.3964	0.6955	0.1493
5	0.8854	0.4134	0.2059	0.5965
6	0.0364	0.1933	0.0344	0.5185
7	0.1264	0.7942	0.7165	0.894
8	0.8676	0.7418	0.8233	0.5494
9	0.0404	0.5399	0.1836	0.8908
10	0.5857	0.2773	0.6649	0.9518
11	0.8181	0.9459	0.3066	0.5743
12	0.0000	0.0001	0	0

*Hipótesis Nula: No se presenta Correlación en los residuales

P-Valores para los test de Heterocedasticidad y Normalidad				
Prueba/Modelo	FAVAR 152 Variables (2001-2009)	VAR	FAVAR 85 Variables (1990-2009)	FAVAR Estructural
Prueba de Heterocedasticidad de White	0.4399	0.4578	0.0176	0.3561
Prueba de Normalidad (Jarque-Bera)	0.4264	0.0448	0	0.0028

*Hipótesis Nula: Los residuales son Homocedásticos (Prueba de White) y Normales (Jarque-Bera)

Criterios de estabilidad del modelo		
Eigenvalores	FAVAR (2001-2009)	FAVAR (1990-2009)
1	0.7061	0.6797
2	0.7061	0.6797
3	0.6238	0.4356
4	0.6238	0.5388
5	0.4244	0.5388
6	0.4244	0.4741
7	0.9909	0.4741
8	0.9909	0.9876
9	0.9699	0.902
10	0.698	0.8448
11	0.4133	0.8448
12	0.4133	0.6802

* Si los valores propios son menores a la unidad se concluye que el modelo es estable.