

# Relaciones de largo plazo y fluctuaciones económicas

---

*Jorge Enrique Restrepo L.<sup>1</sup>*

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo busca en primer lugar comprobar que el modelo Mundell-Fleming (IS-LM de economía abierta) estocástico y aumentado con una curva de Phillips, constituye una estructura adecuada para analizar las fluctuaciones de la economía colombiana<sup>2</sup>. Si este es el caso, con él será posible explicar el movimiento conjunto de una serie de variables macroeconómicas e identificar en los diferentes períodos qué tan contraccionista o expansiva ha sido la política monetaria en Colombia.

Con este propósito, se estiman varios modelos de vectores autorregresivos (VAR) estructurales que

incluyen variables como producto (PIB), índice de la tasa de cambio real, saldos reales de dinero, dinero (M1), inflación y tasa de interés. Con dichos vectores autorregresivos se busca identificar, mediante el uso de restricciones de largo plazo, los choques estructurales (3, 4 o 5, según sea el caso): oferta (s), demanda (is), demanda de dinero (md) u oferta de dinero (m).

Adicionalmente, con los VAR se podrá encontrar el grado de responsabilidad que tiene cada choque estructural en la varianza de las innovaciones o errores de predicción de las variables y descomponer históricamente las fluctuaciones de cada variable entre los diferentes choques estructurales que las causaron. Obviamente, en la medida en que se conozca mejor el comportamiento de la economía le será más fácil a las autoridades tomar decisiones de política económica acertadas.

---

<sup>1</sup> Agradezco la asesoría de Jordi Galí. Igualmente agradezco los comentarios de Carlos Esteban Posada, Hernán Rincón, Alberto Torres, Fabio Sánchez y Juan Pablo Arango. Finalmente agradezco a Adriana Pontón y especialmente a Clara Elena Parra del DNP el suministro de las series de datos. Asumo la responsabilidad por el contenido de este trabajo. Este estudio fue financiado por FONADE-DNP; además el autor hace parte del programa de becas en el exterior de FONADE-DNP.

---

<sup>2</sup> Una crítica al uso de modelos IS-LM se encuentra en King (1993). Sánchez y Parra (1997) estimaron un modelo Mundell-Fleming tradicional para Colombia.

El método de imponer relaciones (restricciones) de largo plazo entre las variables para identificar un VAR, fue iniciado por Blanchard y Quah (1989) y más tarde utilizado por Shapiro y Watson (1988), Galí (1992), Clarida y Galí (1994) y Galí (1996) y representó una innovación respecto de los trabajos de Bernanke (1986), Sims (1980) y Blanchard y Watson (1986).

En su trabajo, Blanchard y Quah (1989) descomponen las fluctuaciones del PIB entre dos tipos de choques: oferta y demanda. Posteriormente Clarida y Galí (1994) identifican tres tipos de choques para explicar las fluctuaciones de la tasa de cambio real: oferta, demanda y monetario. En el presente trabajo se descomponen aún más las perturbaciones que mueven la economía, pues además de los choques de oferta (*s*) y gasto (*is*), se identifican separadamente los choques de oferta y demanda de dinero y también (en el tercer ejercicio), un choque de corto plazo que afecta la tasa de interés real. Obviamente la mayor desagregación permite conocer el comportamiento conjunto de un mayor número de variables y realizar un análisis más detallado de las fluctuaciones de cada una de ellas. Así, el presente estudio extiende el trabajo de Blanchard y Quah y especialmente el de Clarida y Galí, de tal forma que permita hacer un análisis más amplio de la economía, en este caso la economía colombiana. Un VAR así construido refleja un enfoque según el cual los movimientos económicos de corto plazo (ciclos) no son el producto exclusivo de choques tecnológicos, como lo sostienen los artículos que iniciaron la corriente de las fluctuaciones económicas reales<sup>3</sup> (real business cycles). En este tipo de modelo, además de dichos choques de oferta, también pueden generar ciclos las perturbaciones

de demanda o gasto (consumo, inversión y gasto público), oferta y demanda de dinero. Así, en este caso, los ciclos pueden ser diferentes unos de otros y responden a la conjunción de varios de estos choques (ver Blanchard y Watson 1986 y Galí 1992, 1996).

Además, como este modelo separa los componentes de oferta y demanda de dinero, es posible identificar con él los choques de política monetaria y sus consecuencias sobre otras variables con mayor exactitud como lo hacen Galí (1992) y Bernanke y Mihov (1995), en cuyos trabajos se encuentran efectos de liquidez de choques de oferta monetaria precisamente identificados. En una economía como la colombiana<sup>4</sup> es además necesario incluir una variable que refleje el hecho de que se trata de una economía abierta, a saber, la tasa de cambio.

Aunque el número de artículos que usan VAR aplicados al caso colombiano ha venido creciendo sostenidamente y los modelos construidos han perseguido diversos propósitos, se puede afirmar que los VAR estimados para Colombia han sido identificados de una de las dos siguientes formas:

- Construyendo un modelo recursivo de tal forma que la matriz de relaciones contemporáneas entre las innovaciones de la forma reducida y los errores de la forma estructural sea triangular inferior (ceros a la derecha de la diagonal)<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> En el caso de Estados Unidos muchos ejercicios son hechos para una economía cerrada. Bruno y Portier (1994) estiman un modelo IS-LM para Francia y en él incluyen la cuenta corriente.

<sup>5</sup> Este método también se conoce como la descomposición de Cholesky. Esto porque la factorización de Cholesky consiste en que cualquier matriz positiva definida  $\Omega$  puede descomponerse en dos términos  $PP'$  donde  $P$  es triangular inferior. Así, se trata de descomponer, en los factores de Cholesky, la matriz de varianza-covarianza (obtenida al estimar el VAR en su forma reducida) para encontrar la matriz triangular inferior de relaciones contemporáneas entre las variables.

---

<sup>3</sup> Ver Prescott (1986).

Por ejemplo, en el marco de los vectores autorregresivos recursivos se encuentran los ejercicios de Echeverry (1994), Kamas (1994) y Posada (1995). Mediante la aplicación del método de Bernanke y Blinder (1992), Echeverry determina una función de reacción de la autoridad monetaria, encuentra que las innovaciones en la tasa de interés pueden ser interpretadas como choques de política y analiza los canales de transmisión, es decir, encuentra los efectos que los choques de política monetaria tienen en la economía. Kamas estudia los efectos de la política económica bajo el régimen de minidevaluaciones. Posada emplea un VAR en forma de corrección de errores para analizar las relaciones dinámicas entre dinero, tasa de inflación, tasa de interés y tasa de crecimiento del producto.

- Mediante la imposición de restricciones no recursivas sobre las relaciones contemporáneas que existen entre los errores estructurales y las innovaciones de la forma reducida de las diferentes variables del sistema. Es decir, mediante el uso de supuestos de corto plazo sobre las relaciones entre las diferentes variables del VAR<sup>6</sup>.

A continuación se mencionan algunos de los trabajos aplicados a la economía colombiana que han usado estos VAR estructurales (no recursivos). Reinhart y Reinhart (1991) estiman diferentes VAR para examinar los efectos reales de perturbaciones estructurales en las variables nominales y comparan un modelo keynesiano con uno de fluctuaciones cíclicas reales. Urrutia y Suescún (1993) usan los VAR para analizar los efectos que tienen los choques estructurales en el precio del café sobre otras variables de la economía colombiana. Gaviria y

Posada (1994) estudian un modelo estructural en donde comparan una estructura clásica y una keynesiana, con el fin de saber cuál de las dos explica mejor el comportamiento de la economía colombiana<sup>7</sup>.

En consecuencia, este trabajo es diferente de los demás, en particular de la literatura de VAR para la economía colombiana por las siguientes razones:

- Es el primer estudio para la economía colombiana que hace el mencionado uso de las restricciones de largo plazo, cuyo objetivo es identificar el VAR estructural en forma similar a como lo hacen Blanchard y Quah (1989) y Clarida y Galí (1994). Así, al interpretar las fluctuaciones en cada variable como resultado de dos tipos de choques -uno(s) con efectos permanentes o de largo plazo y otro(s) que sólo tiene(n) efectos transitorios-, es posible examinar los efectos dinámicos de cada una de dichas perturbaciones estructurales y descomponer dichas fluctuaciones en una parte permanente o de largo plazo y en otra de movimientos transitorios o de corto plazo.

- Extiende el trabajo de Blanchard y Quah y especialmente el de Clarida y Galí con el fin de identificar más choques estructurales y poder hacer un análisis más amplio y detallado de la economía y de las fluctuaciones de las variables.

- La estimación del modelo se hace con cifras trimestrales ya que se dispone del ejercicio de trimestralización del PIB realizado por el DNP<sup>8</sup>. Dado

---

<sup>6</sup> En este caso dicha matriz de relaciones contemporáneas entre las variables no es triangular inferior y puede tener cualquier estructura.

---

<sup>7</sup> No se pretende aquí hacer una revisión exhaustiva de la literatura de los VAR para Colombia. Otros ejemplos de VAR pueden encontrarse en Clavijo (1987) y Vargas (1995) (recursivos) y Zarta (1994) (estructural).

<sup>8</sup> Ver la trimestralización realizada por Valderrama (1997).

que todos los modelos VAR para Colombia han sido identificados imponiendo restricciones sobre la matriz de relaciones contemporáneas o de corto plazo, el uso de cifras anuales que se hace en muchos de los ejercicios implica suponer necesariamente que las autoridades tardan un año en reaccionar ante variaciones de variables como la tasa de inflación, el crecimiento del producto o la tasa de interés. Igualmente, el uso de cifras anuales implica suponer que los efectos de un choque estructural sobre las otras variables se manifiesta con un rezago de al menos un año. Por cierto, dichos supuestos son poco realistas.

- Los resultados econométricos se interpretan a la luz de una versión del modelo Mundell-Fleming estocástica y aumentada con una curva de Phillips (con rigidez temporal de precios) semejante a la versión de Clarida y Galí (1994) más tarde retomada por Frenkel y Razin (1996)<sup>9</sup>.

## II. MARCO TEORICO

El modelo de economía abierta que se tiene como referencia en el presente trabajo se caracteriza por la rigidez de precios en el corto plazo, de tal forma que la economía se comporta como en el modelo Mundell-Fleming. Sin embargo, dado que en un horizonte más largo los precios son flexibles, el modelo también tiene las características de un equilibrio macroeconómico de largo plazo, en donde el producto está determinado por las condiciones de producción u oferta como son el capital y la fuerza laboral. Es decir, el modelo está aumentado con una curva de Phillips en forma similar a como lo presentan Frenkel y Razin (1996) en su

capítulo 4. Así, solamente los choques de productividad deben tener un efecto permanente sobre el producto.

En dicho modelo, la estructura básica de la economía está dada por una ecuación del equilibrio del mercado de bienes (IS), una de la demanda de dinero (LM), una de los precios, y una de paridad de tasas de interés. Además, hay choques estocásticos que mueven el producto, la demanda, la oferta de dinero y la demanda de dinero.

### A. Choques de oferta

El modelo predice que un choque de oferta (o productividad) genera un incremento permanente en el producto ( $y$ ) y una reducción transitoria en la inflación ( $\pi$ ) así como en la tasa de interés nominal ( $i$ ). La mayor oferta de bienes de producción nacional hace que su precio disminuya con relación al precio de los bienes importados, lo que quiere decir que el índice de la tasa de cambio real ( $q$ ) aumenta. De otra parte, la mayor actividad económica genera un incremento permanente en la demanda por saldos reales de dinero ( $m-p$ ). La tasa de interés real ( $r$ ) puede aumentar o disminuir dependiendo de si el aumento en demanda de dinero es satisfecho o no; esto es, si la LM se desplaza a la derecha o no porque las autoridades acomodan una mayor oferta de dinero ( $m$ ) al tiempo que los precios han disminuido<sup>10</sup> (ver Cuadro 1).

### B. Choques de demanda (gasto)

Según el modelo Mundell-Fleming, un choque positivo de demanda incrementa el producto. De

<sup>9</sup> En el capítulo 4, Frenkel y Razin (1996) realizan una presentación didáctica del modelo desarrollado por Clarida y Galí (1994).

<sup>10</sup> La respuesta usual de la tasa de interés en estos casos es positiva pues las autoridades acomodan sólo parcialmente la mayor demanda por saldos reales.



**Cuadro 1. CHOQUES ESTRUCTURALES**

	Corto plazo					Largo Plazo				
	$\varepsilon(S)$	$\varepsilon(IS)$	$\varepsilon(md)$	$\varepsilon(ms)$	$\varepsilon(st)$	$\varepsilon(S)$	$\varepsilon(IS)$	$\varepsilon(md)$	$\varepsilon(ms)$	$\varepsilon(st)$
y	+	+	-	+	+	+	0	0	0	0
q	+	-	-	+	-	+/-	-	0	0	0
m-p	+	+	+	+	+/-	+	-	+	0	0
m	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+/-
r	+/-	-	+	-	+	0	0	0	0	0
pi	-	+	-	+	+/-	0	0	0	0	0

acuerdo con el equilibrio macroeconómico del presente marco teórico este aumento es transitorio. Así mismo, sube la inflación y con ésta la tasa de interés nominal; pero como resultado del incremento de las expectativas de inflación el tipo de interés real (ex ante) disminuye. Dichos aumentos de precios de los productos nacionales producen revaluación de la moneda, es decir, el índice del tipo de cambio real disminuye. Aunque inicialmente la demanda por saldos reales aumenta como resultado de la mayor producción, más tarde el aumento de precios provoca su reducción.

### C. Choques de demanda de dinero

De acuerdo con el modelo, un incremento en la demanda de dinero produce un aumento permanente en los saldos reales, un incremento transitorio en las tasas de interés y una reducción temporal en la inflación y en la producción. La moneda nacional se aprecia, es decir, se reduce el índice de la tasa de cambio real. Debido a la mayor demanda de dinero, la oferta de dinero también crece.

### D. Choques de oferta de dinero

Si la cantidad de dinero aumenta, la tasa de interés disminuye inmediatamente debido a que los precios no se ajustan inmediatamente (efecto liquidez<sup>11</sup>) y,

como resultado de la mayor demanda, el producto aumenta transitoriamente al igual que la inflación. La moneda se deprecia, esto es, el índice de la tasa de cambio real aumenta como consecuencia de la mayor abundancia de dinero nacional en el mercado. Después de un incremento instantáneo, los saldos reales de dinero se reducen por debajo del nivel inicial, debido al crecimiento de los precios ocasionado por la mayor oferta de dinero. Sin embargo, en el largo plazo la oferta de dinero no afecta a los saldos reales.

Las tres últimas perturbaciones mencionadas afectan la demanda agregada y, en consecuencia, sólo tienen efectos temporales sobre la producción. El Cuadro 1 resume los efectos de los choques estructurales sobre las variables de acuerdo con el modelo. Dicho efecto puede ser positivo (+), negativo (-), nulo (0) o ambiguo (+/-).

## III. DATOS Y ANALISIS DE BAJA FRECUENCIA

Como paso previo a la estimación del proceso de VAR, se deben estudiar las propiedades de largo

<sup>11</sup> En Roubini y Grilli (1995) se encuentra una reseña de modelos de precios flexibles donde el efecto liquidez es causado por rigideces en el ajuste del portafolio de los agentes y no por rigideces en los precios. Dicha literatura comienza a partir de Lucas (1990).

plazo de las series y analizar la posibilidad de que existan relaciones de cointegración entre las variables. Esto con el fin de especificar correctamente el modelo.

Los datos proporcionados por el Departamento Nacional de Planeación y el Banco de la República, se pueden observar en el Cuadro 1A\*. Las variables consideradas que cubren el período comprendido entre el primer trimestre de 1977 y el último trimestre de 1996, son las siguientes:

y = logaritmo del producto interno bruto (PIB) a precios constantes de 1975.

q = logaritmo del índice de la tasa de cambio real.

p = logaritmo del índice de precios al consumidor (IPC).

m = logaritmo de los medios de pago (M1) a precios corrientes.

i = tasa de interés a 90 días.

La serie de tasas de interés corresponde a dos series empalmadas. Antes del primer trimestre de 1980 se usó una serie del interés implícito de los certificados de abono tributario (CAT) construida por Montes y Candelo. A partir del segundo trimestre de 1980 se usó la serie de los CDT a 90 días de los bancos y corporaciones del Banco de la República.

Todas las series fueron desestacionalizadas con la técnica multiplicativa, es decir, fueron divididas por los factores estacionales. Estos se calculan haciendo un promedio del cociente entre las series originales y un promedio móvil. Las series desestacionalizadas se encuentran en el Cuadro 2A\*.

---

\* Los datos se encuentran disponibles en la Biblioteca de Fedesarrollo.

## A. Pruebas de raíz unitaria

Cada una de las series desestacionalizadas fue sometida a dos pruebas de raíz unitaria: 1) la prueba Dickey-Fuller aumentada y 2) la prueba Phillips-Perron que se encuentra en el programa estadístico Rats. Como es usual en estos casos, las pruebas de las variables que crecen indefinidamente incluyen, además de una constante, una variable de tendencia. En las pruebas de las otras variables se incluyó solamente una constante. En los dos tipos de prueba los resultados que se obtuvieron son cualitativamente equivalentes.

Como se puede observar en el Cuadro 2, no es posible rechazar la hipótesis de raíz unitaria para las series de producto (y), tasa de cambio real (q), índice de precios (p), oferta monetaria (M1) y saldos monetarios reales (m-p). Sin embargo, cuando se hace la prueba para la variable en primeras diferencias y no en niveles, todas estas variables resultan estacionarias<sup>12</sup> incluida la inflación ( $\pi$ )<sup>12</sup>. Es decir, dichas series se pueden caracterizar como integradas de orden uno  $I(1)$ .

Las pruebas de la tasa nominal de interés (i) y de la tasa real de interés ( $r = i - \Delta p$ ) permiten rechazar la hipótesis de raíz unitaria al 1% de significancia, o sea que, en el largo plazo, estas dos series se caracterizan por ser estacionarias  $I(0)$ <sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Julio (1995) demuestra que la inflación en Colombia es estacionaria. En Restrepo (1996) se encuentra que la inflación ( $\pi$ ) entre 1973 y 1994 es estacionaria y se afirma que un proceso Browniano regulado describe la evolución de la inflación colombiana y el comportamiento de las autoridades económicas durante ese período.

<sup>13</sup> Según Galí (1992) el hecho de que la tasa real de interés sea estacionaria puede interpretarse como una condición suficiente para la existencia de un completo efecto Fisher de largo plazo.

## Cuadro 2. PRUEBAS DE RAZ UNITARIA

Prueba Dickey-Fuller aumentada				
Variables (niveles)	t-stadístico (1 y 4 rezagos)		Valor crítico	
y	-2.07	-1.5	1% = -4.08	10% = -3.26
q	-1.7	-1.42	1% = -3.52	10% = -2.59
p	-2.11	-2.05	1% = -4.08	10% = -3.26
m	-0.94	-1.33	1% = -4.08	10% = -3.26
m-p	-1.53	-1.92	1% = -4.08	10% = -3.26
i	-3.68 **	-2.83	1% = -3.52	10% = -2.59
$r = i - \Delta p_{+1}$	-6.84 **	-2.57	1% = -3.52	10% = -2.59
Variables (diferencias)				
$\Delta y$	-7.33 **	-3.20 *	1% = -3.52	5% = -2.90
$\Delta q$	-3.97 **	-3.32 *	1% = -3.52	5% = -2.90
$\pi = \Delta p$	-6.06 **	-3.34 *	1% = -3.52	5% = -2.90
$\Delta m$	-5.73 **	-0.52	1% = -3.52	5% = -2.90
$\Delta m - \Delta p$	-5.94 **	-2.26	1% = -3.52	5% = -2.90
Prueba Phillips-Perron				
Variables (niveles)	Estadístico T(p-1) (1 y 4 rezagos)		Valor crítico	
y	-13.35	-15.09	1% = -26.5	5% = -20.3
q	-1.69	-2.26	1% = -19.4	
p	-4.59	-5.5	1% = -26.5	
m	-4.65	-6.25	1% = -26.5	
m-p	-12.65	-15.9	1% = -26.5	
i	-21.10 **	-21.60 **	1% = -19.4	
$r = i - \Delta p_{+1}$	-59.18 **	-64.23 **	1% = -19.4	
Variables (diferencias)				
$\Delta y$	-111.19 **	-107.72 **	1% = -19.4	
$\Delta q$	-59.10 **	-73.73 **	1% = -19.4	
$\pi = \Delta p$	-61.51 **	-70.14 **	1% = -19.4	
$\Delta m$	-102.83 **	-109.06 **	1% = -19.4	
$\Delta m - \Delta p$	-101.30 **	-103.12 **	1% = -19.4	

Nota: En todas las pruebas se incluyó una constante. En las pruebas para las variables y, m, p, m-p además de la constante se incluyó una variable de tendencia (los resultados cualitativos no cambian si ésta no se incluye).

\* Hipótesis de raíz unitaria rechazada al 5% de significancia.

\*\* Hipótesis de raíz unitaria rechazada al 1% de significancia.

## B. Cointegración

La prueba de cointegración de Johansen fue realizada con las variables originalmente consideradas como integradas, a saber, el producto (y), la tasa de cambio real (q) y los saldos reales de dinero (m-p).

Como se puede apreciar en el Cuadro 3, el resultado no permite rechazar la hipótesis de no cointegración al 5% de significancia.

De acuerdo con las pruebas anteriores, puede suponerse que los siguientes vectores son procesos

**Cuadro 3. PRUEBA DE COINTEGRACION DE JOHANSEN (Series: y, q, m-p)**

Eigenvalor	Cuociente de verosimilitud	5% Valor crítico	1% Valor crítico	Número de ecuaciones cointegradas
0.1295	15.89	29.68	35.65	Ninguna
0.0453	5.22	15.41	20.04	Máximo 1
0.0212	1.65	3.76	6.65	Máximo 2

Sample: 1977:1 1996:4, Series: y, q, m-p

\* (\*\*) la hipótesis es rechazada al 5% (1%) nivel de significancia.

Cociente de verosimilitud rechaza cualquier cointegración al 5% de significancia.

de covarianza estacionaria  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \pi]'$ ,  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \Delta m - \Delta p, p_i]'$  y  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \Delta m - \Delta p, p_i, r]'$  y por lo tanto estos son los vectores que se procede a estimar.

#### IV. IDENTIFICACION DEL VAR ESTRUCTURAL<sup>14</sup>

Los ejercicios realizados siguen de cerca a Clarida y Galí (1994), es decir, en ellos también se utiliza la metodología de Blanchard y Quah (1989) para identificar el VAR, pues se supone que el modelo es triangular inferior en el largo plazo. Esto significa que en un sistema de tres variables como  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \pi]'$ , que incluye producto, tasa de cambio real e inflación ( $\pi$ ), con un vector de choques estructurales de oferta ( $s$ ), demanda ( $is$ ) y monetario ( $m$ )  $\varepsilon = [\varepsilon_s, \varepsilon_{is}, \varepsilon_m]'$ , solamente los choques de oferta afectan el producto en el largo plazo, mientras que tanto los choques de oferta como los de demanda afectan la tasa de cambio. Por su parte, los choques monetarios no tienen efectos de largo plazo ni en el producto ni en la tasa de cambio.

Así, se supone que en dicho sistema los datos fueron generados por un modelo de promedio móvil

(1)  $\Delta \mathbf{x}_t = C_0 \varepsilon_t + C_1 \varepsilon_{t-1} + C_2 \varepsilon_{t-2} + C_3 \varepsilon_{t-3} + \dots$  donde  $C_0$  es la matriz de 3 por 3 de relaciones contemporáneas entre las tres variables. La ecuación (1) también puede expresarse como  $\Delta \mathbf{x}_t = C(L) \varepsilon_t$  en donde  $L$  es el operador de rezagos.

Las matrices  $C_i$  son aquellas que se necesita identificar a partir de los datos. Sin embargo, no es posible identificarlas directamente porque cuando se estima el VAR no se obtienen los coeficientes de la forma estructural sino los de la forma reducida:  $B(L) \Delta \mathbf{x}_t = \mathbf{v}_t$ , donde  $\mathbf{v}_t$  son las innovaciones. Una vez estimados los coeficientes en  $B(L)$  mediante mínimos cuadrados ordinarios, es posible obtener los coeficientes del promedio móvil de la forma reducida  $\Delta \mathbf{x}_t = R(L) \mathbf{v}_t$ ; puesto que uno es el inverso del otro,  $B(L)^{-1} = R(L)$ . Así es como se encuentra (2)  $\Delta \mathbf{x}_t = \mathbf{v}_t + R_1 \mathbf{v}_{t-1} + R_2 \mathbf{v}_{t-2} + R_3 \mathbf{v}_{t-3} \dots$  que también se puede expresar como  $\Delta \mathbf{x}_t = R(L) \mathbf{v}_t$ .

El primer paso para obtener los coeficientes estructurales es suponer que existe una matriz  $S$  que relaciona las innovaciones de la forma reducida con los choques estructurales, de tal forma que (3)  $\mathbf{v}_t = S \varepsilon_t$ . Esto significa que las innovaciones de la forma reducida son una combinación lineal de los choques estructurales. Al comparar las ecuaciones (1) y (2) se puede ver que  $C_0 \varepsilon_t = \mathbf{v}_t$  porque  $R_0 = I$ . Cuando se sustituye la ecuación (3) por  $\mathbf{v}_t$  queda

<sup>14</sup> Esta sección está basada en Clarida y Galí (1994), pp. 29-30. Para una explicación general de los VAR estructurales ver Hamilton (1994) y Enders (1995).

claro que  $C_0 \varepsilon_t = S \varepsilon_t$ , entonces,  $C_0 = S$ . Además, dado que  $C_1 \varepsilon_{t-1} = R_1 \mathbf{v}_{t-1}$ , se encuentra que  $C_1 \varepsilon_{t-1} = R_1 S \varepsilon_{t-1}$  o sea que  $C_1 = R_1 S$ , también  $C_2 = R_2 S$ ,  $C_3 = R_3 S$  y así sucesivamente. Es decir,  $C(L) = R(L)S$ . Dado que a través de la estimación de la forma reducida los coeficientes  $R_i$  ya se conocen cuando se ha hallado  $S$  que es igual a  $C_0$ , es posible encontrar todos los  $C_i$  y entonces la dinámica estructural del sistema.

La estimación también produce la matriz de varianza-covarianza de las innovaciones de la forma reducida  $\Sigma = E\{\mathbf{v}_t \mathbf{v}_t'\}$ . Dado que los choques estructurales son ortogonales,  $E\{\varepsilon_t \varepsilon_t'\} = I$ , se puede ver de nuevo usando la ecuación (3) que  $\Sigma = E\{\mathbf{v}_t \mathbf{v}_t'\} = E\{C_0 \varepsilon_t \varepsilon_t' C_0'\} = C_0 C_0'$ . Sin embargo, para identificar la matriz  $C_0$  y así obtener la serie de choques estructurales y la dinámica del sistema determinada por las matrices de coeficientes  $C_i$ , se necesitan restricciones adicionales porque no es posible obtener  $C_0$  a partir de  $\Sigma$ <sup>15</sup>.

Es aquí donde juegan un papel importante la teoría económica y más específicamente la metodología de Blanchard y Quah mencionada anteriormente. Esta última supone que la matriz de largo plazo es triangular inferior; es decir, que en el vector  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \pi]'$  con choques  $\varepsilon = [\varepsilon_s, \varepsilon_{is}, \varepsilon_m]'$ , únicamente los choques de oferta afectan permanentemente al PIB y que la tasa de cambio real puede ser afectada permanentemente por los choques de oferta y por los de demanda. En otras palabras, que en el largo plazo, los choques de demanda (is) no afectan el producto y que los choques monetarios no afectan ni el producto ni la tasa de cambio.

Dichas restricciones se traducen en que:  $C_{12}(1) = C_{13}(1) = C_{23}(1) = 0$ , en donde  $C(1) = C_0 + C_1 + C_2 + C_3 \dots$  o sea  $C(1)$  es el efecto acumulado que produce un choque sobre el sistema en el largo plazo. Lo anterior en forma matricial se puede expresar:

$$\Delta \mathbf{x}_t = C(1) * \varepsilon_t$$

$$\begin{bmatrix} dy \\ dq \\ \pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11}(1) & 0 & 0 \\ C_{21}(1) & C_{22}(1) & 0 \\ C_{31}(1) & C_{32}(1) & C_{33}(1) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \varepsilon_s \\ \varepsilon_{is} \\ \varepsilon_m \end{bmatrix}$$

Con el fin de hallar  $C_0$  se usa también el hecho de que  $R(1) = C(1)C_0^{-1}$ . Esto porque  $R_0 = I$ ,  $C_0 = S$  y porque además se sabe que  $C(L) = R(L)S$ , entonces,  $R_1 = C_1 C_0^{-1}$ ,  $R_2 = C_2 C_0^{-1}$ ,  $R_3 = C_3 C_0^{-1}$ , etc. En consecuencia,  $C_0 = R(1)^{-1}C(1)$ . Así, a partir de la matriz  $R(1)\Sigma R(1)'$  que se puede construir con las estimaciones de la forma reducida y de las igualdades  $\Sigma = C_0 C_0'$  y  $R(1) = C(1)C_0^{-1}$ , se deduce que  $R(1)\Sigma R(1)' = C(1)C(1)'$ , de tal forma que  $C(1)$ , que es triangular inferior, es igual a la descomposición de Cholesky (H) de la matriz  $R(1)\Sigma R(1)'$ . De ahí se llega a que  $C_0 = R(1)^{-1}H$ . En conclusión,  $C_0$  se encuentra a partir de  $R(1)$  y de la matriz  $R(1)\Sigma R(1)$ , los cuales se obtienen con la estimación del VAR.

En resumen, toda la estrategia busca estimar la matriz que relaciona las innovaciones de la forma reducida con las perturbaciones de la forma estructural, puesto que  $C_0 = S$ . Esto porque, como ya fue dicho, una vez que se ha estimado  $C_0$  se puede obtener la dinámica del sistema estructural. En efecto, este es el proceso que ha seguido el presente trabajo en la estimación de varios modelos de VAR para Colombia. Para ello se usó el programa Rats y la estimación de la forma reducida del VAR se hizo con cuatro rezagos como es usual cuando se trabaja con cifras trimestrales.

<sup>15</sup> Solamente en el caso en que la matriz de relaciones contemporáneas  $C_0$  es triangular inferior, es posible encontrarla a través de la factorización de  $\Omega$  en sus factores de Cholesky.

## V. RESULTADOS EMPIRICOS

A continuación se presentan los resultados de los vectores estimados. Primero se identificó la matriz  $C_0$  y con ella se encontraron las respuestas dinámicas de las variables ante los choques estructurales. Enseguida se halló la contribución de cada perturbación estructural a la varianza de los errores de predicción de las variables. Finalmente se hizo la llamada descomposición histórica de las fluctuaciones, que consiste en encontrar los componentes (cada choque estructural) de los movimientos no esperados por la proyección hecha para cada variable a partir de su historia anterior a 1978.

### A. Ejercicio base

El primer vector que se presenta incluye el producto, la tasa de cambio real y la inflación,  $\Delta x = [dy, dq,$

$pi]^{16}$ , cuya representación de promedio móvil es:  $\Delta x = C(L)\varepsilon$  en la cual  $\varepsilon$ , el vector de perturbaciones estructurales serialmente no correlacionadas, está conformado por los choques de oferta agregada (s), demanda agregada (is) y choques monetarios (m),  $\varepsilon = [\varepsilon_s, \varepsilon_{is}, \varepsilon_m]'$ .

### 1. Impulso - respuesta

Las respuestas de las variables a los diferentes choques pueden observarse tanto en el Cuadro 4, como en los gráficos descritos a continuación. En general, los resultados de los ejercicios concuerdan con las predicciones del modelo teórico.

El Gráfico 1 muestra las respuestas de la economía a un choque positivo en cada una de las perturbaciones estructurales. En la primera columna se observan los efectos de un choque de oferta. El

**Cuadro 4. RESPUESTAS DINAMICAS A CHOQUES DE UNA DESVIACION ESTANDAR**

Choque	Oferta		Demanda		Monetario	
<b>PIB</b>						
1 trimestre	0.119	(0.028)	0.032	(0.041)	0.057	(0.041)
5 trimestres	0.097	(0.029)	0.001	(0.028)	0.023	(0.023)
10 trimestres	0.082	(0.034)	-0.002	(0.012)	0.000	(0.009)
20 trimestres	0.084	(0.038)	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)
<b>Tasa de cambio real</b>						
1 trimestre	0.158	(0.203)	-0.597	(0.102)	0.128	(0.168)
5 trimestres	0.129	(0.438)	-1.038	(0.225)	0.188	(0.210)
10 trimestres	0.190	(0.637)	-1.152	(0.365)	0.060	(0.164)
20 trimestres	0.190	(0.887)	-1.141	(0.520)	0.000	(0.164)
<b>Inflación</b>						
1 trimestre	-0.006	(0.003)	0.005	(0.003)	0.008	(0.003)
5 trimestres	0.001	(0.002)	-0.001	(0.002)	0.002	(0.001)
10 trimestres	0.000	(0.001)	0.000	(0.001)	0.000	(0.001)
20 trimestres	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)

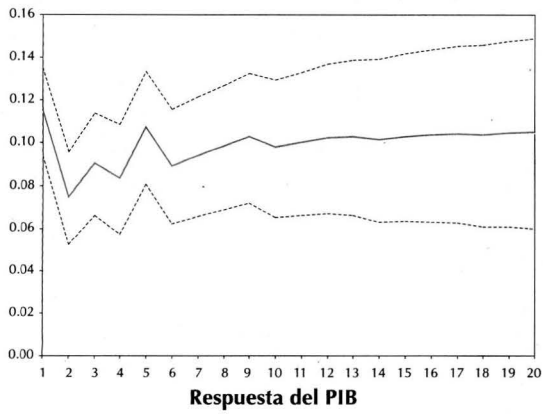
Nota: el número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar calculada con el método de Monte Carlo.

<sup>16</sup> Este vector es similar al estimado por Clarida y Galí (1994) para los Estados Unidos.

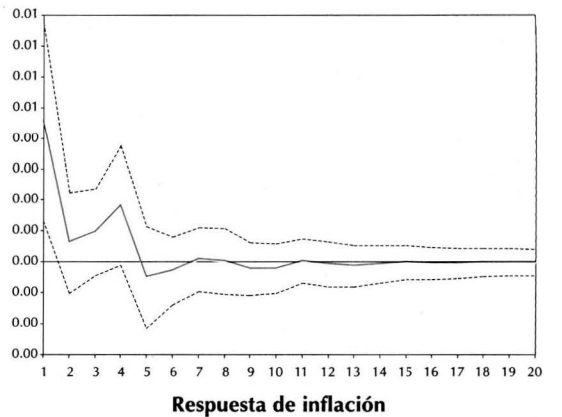
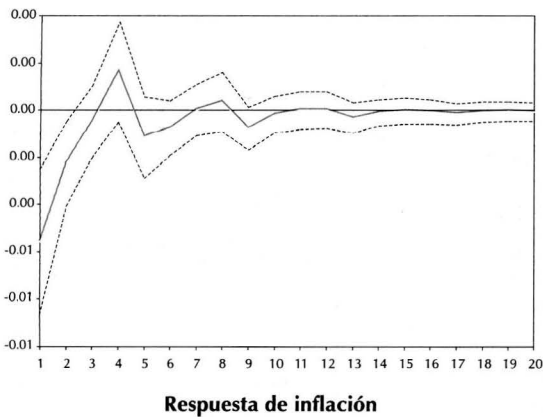
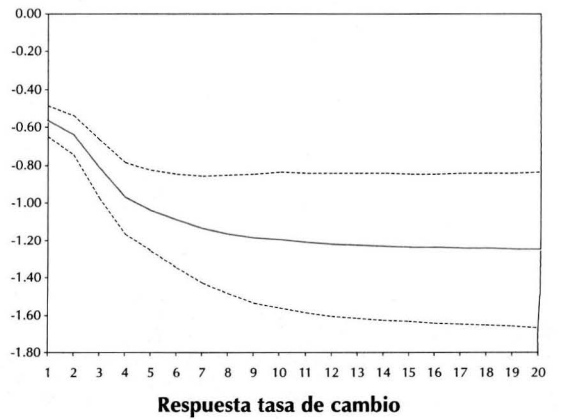
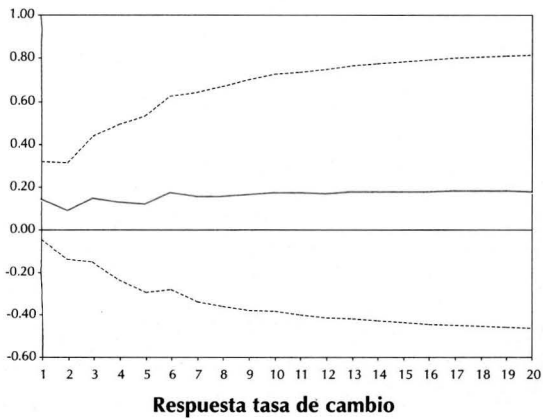
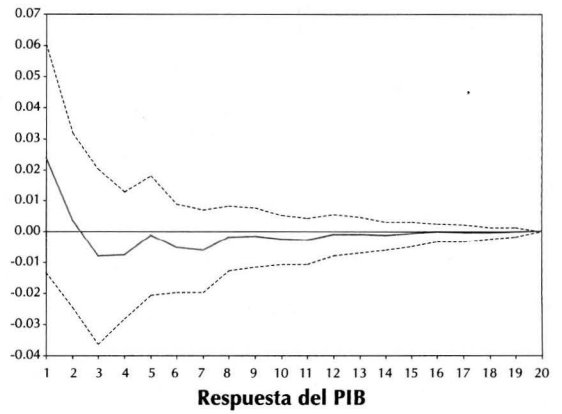


**Gráfico 1**

**Choque de oferta**

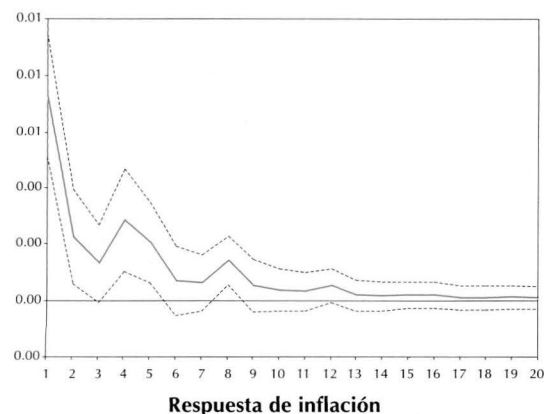
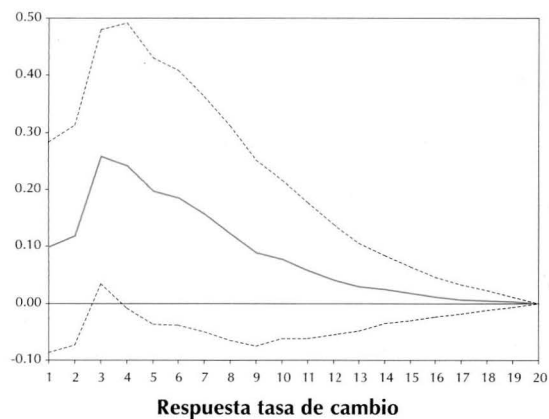
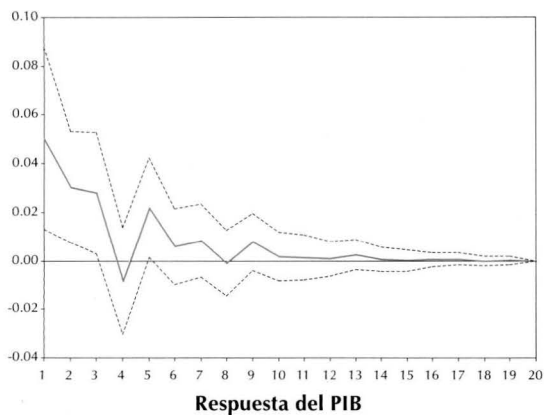


**Choque de demanda**



**Gráfico 1. (Continuación)**

**Choque monetario**



impacto inicial sobre el producto es el mayor observado entre todos los choques. Con el impacto, el PIB aumenta bastante para luego decrecer ligeramente y estabilizarse a un nivel superior al inicial. Por su parte, la tasa de cambio real aumenta debido al impacto negativo que tiene la mayor oferta de bienes en los precios nacionales cuando hay un aumento de productividad. Es decir, si  $E$  es la tasa de cambio nominal,  $P^*$  son los precios internacionales y  $P$  los precios nacionales,  $(EP^*)/P$  crece. Como es de esperar, el efecto sobre la inflación es negativo, además es de corta duración puesto que después de tres períodos ya ha desaparecido.

En el Cuadro 5 se muestra la contribución de cada choque estructural a la varianza del error en la proyección de cada variable hasta veinte trimestres hacia adelante. En dicha tabla es posible ver que los choques de oferta, sin ser los únicos, son los mayores responsables de las fluctuaciones del producto tanto en el corto como en el largo plazo. Igualmente, los choques de oferta juegan un papel importante en la varianza del error de predicción de la inflación, pues explican más del 30% de ésta<sup>17</sup>. Por el contrario, su contribución a la variabilidad de la tasa de cambio es pequeña (6% a un horizonte de un trimestre y 2,4% a uno de cinco).

En la segunda columna del Gráfico 1 se muestran las respuestas de las tres variables a un choque de demanda (is). Este choque tiene un efecto inicial positivo sobre el producto que, a su vez, fluctúa y retorna a su valor inicial en el mediano plazo. La

<sup>17</sup> Es necesario resaltar que el efecto de los choques de oferta incluye la reacción de las autoridades que permiten un crecimiento permanente del dinero. Por lo tanto, estos resultados no son inconsistentes con una explicación de la inflación basada en el crecimiento monetario en el largo plazo aunque los choques de oferta (s) o los de demanda (is) sean importantes en los movimientos inflacionarios.

## Cuadro 5. DESCOMPOSICION DE VARIANZA DEL ERROR DE PREDICCION

Componente de la innovación	Oferta		Demanda		Monetario	
<b>PIB</b>						
1 trimestre	0.767	(0.221)	0.055	(0.171)	0.177	(0.165)
5 trimestres	0.852	(0.143)	0.024	(0.110)	0.124	(0.101)
10 trimestres	0.911	(0.087)	0.015	(0.068)	0.074	(0.059)
20 trimestres	0.952	(0.045)	0.008	(0.032)	0.040	(0.033)
<b>Tasa de cambio real</b>						
1 trimestre	0.063	(0.189)	0.896	(0.208)	0.041	(0.116)
5 trimestres	0.024	(0.151)	0.922	(0.173)	0.054	(0.094)
10 trimestres	0.024	(0.152)	0.949	(0.159)	0.027	(0.045)
20 trimestres	0.025	(0.153)	0.963	(0.155)	0.012	(0.019)
<b>Inflación</b>						
1 trimestre	0.330	(0.233)	0.210	(0.202)	0.461	(0.249)
5 trimestres	0.314	(0.157)	0.196	(0.151)	0.489	(0.177)
10 trimestres	0.313	(0.146)	0.194	(0.144)	0.493	(0.161)
20 trimestres	0.312	(0.145)	0.194	(0.149)	0.493	(0.160)

Nota: el número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar calculada con el método de Monte Carlo.

tasa de cambio real decrece permanentemente como consecuencia de un choque de esta naturaleza y la inflación aumenta y permanece por encima de su valor inicial durante más de un año para después regresar a su valor inicial.

Estos choques (Cuadro 5) explican una pequeña parte de la varianza del error de predicción del producto tanto a corto como a largo plazo, (5,5% el primer trimestre y menos de 3% de cinco trimestres en adelante). La contribución de los choques de demanda es definitiva en la variabilidad del índice de la tasa de cambio real: 90% a un trimestre y 92% a cinco trimestres. En el caso de la variabilidad de la inflación, los choques de demanda son muy importantes pues contribuyen con 21% de la variabilidad en las predicciones a un trimestre y 19% a diez trimestres.

Las respuestas dinámicas de las variables del vector a un choque monetario se presentan en la tercera

columna del Gráfico 1. En la parte superior, se puede apreciar que el producto crece transitoriamente ante un choque de esta naturaleza para después de dos años estabilizarse en su valor inicial. Con relación a la tasa de cambio real, la teoría predice que un choque monetario debe producir un impacto positivo en la tasa de cambio nominal y que, debido a rigideces de precios, la tasa de cambio real también debe aumentar como efectivamente ocurre en nuestro ejercicio. En efecto, la parte intermedia de la columna muestra que el impacto sobre la tasa de cambio real es positivo y persistente, pues solamente desaparece después de cuatro años<sup>18</sup>. En la parte inferior de la tercera columna del Gráfico 1, se puede observar que el efecto de dicho choque sobre la inflación también

<sup>18</sup> Este resultado es consistente con muchos trabajos empíricos que encuentran que las desviaciones de la PPP son bastante duraderas y que la tasa de cambio real sigue un camino aleatorio. Ver Rogoff (1996).

es positivo y bastante duradero. Los choques monetarios son los que tienen el mayor impacto sobre el crecimiento de los precios.

Las perturbaciones monetarias contribuyen de manera importante a la variabilidad del producto en el corto plazo, pues lo hacen con 18% en la proyección un trimestre hacia adelante. Dicha participación decrece a 12% después del primer período. Esto ocurre porque la varianza crece con el horizonte de predicción y los choques monetarios no pueden tener efectos de largo plazo en el nivel del producto. La contribución de estos choques a

la varianza del error de predicción de la tasa de cambio real es pequeña, ya que sólo responde por 4% un trimestre hacia adelante y 3% en una proyección a diez trimestres. Finalmente, dichos choques son el factor más importante en la explicación de la variabilidad de la inflación, pues contribuyen con 46% a un período y 49% en horizontes de proyección mayores a cinco trimestres.

## 2. Descomposición histórica

En los gráficos 2, 3 y 4 se muestra la descomposición de las fluctuaciones de las variables en sus com-

Gráfico 2

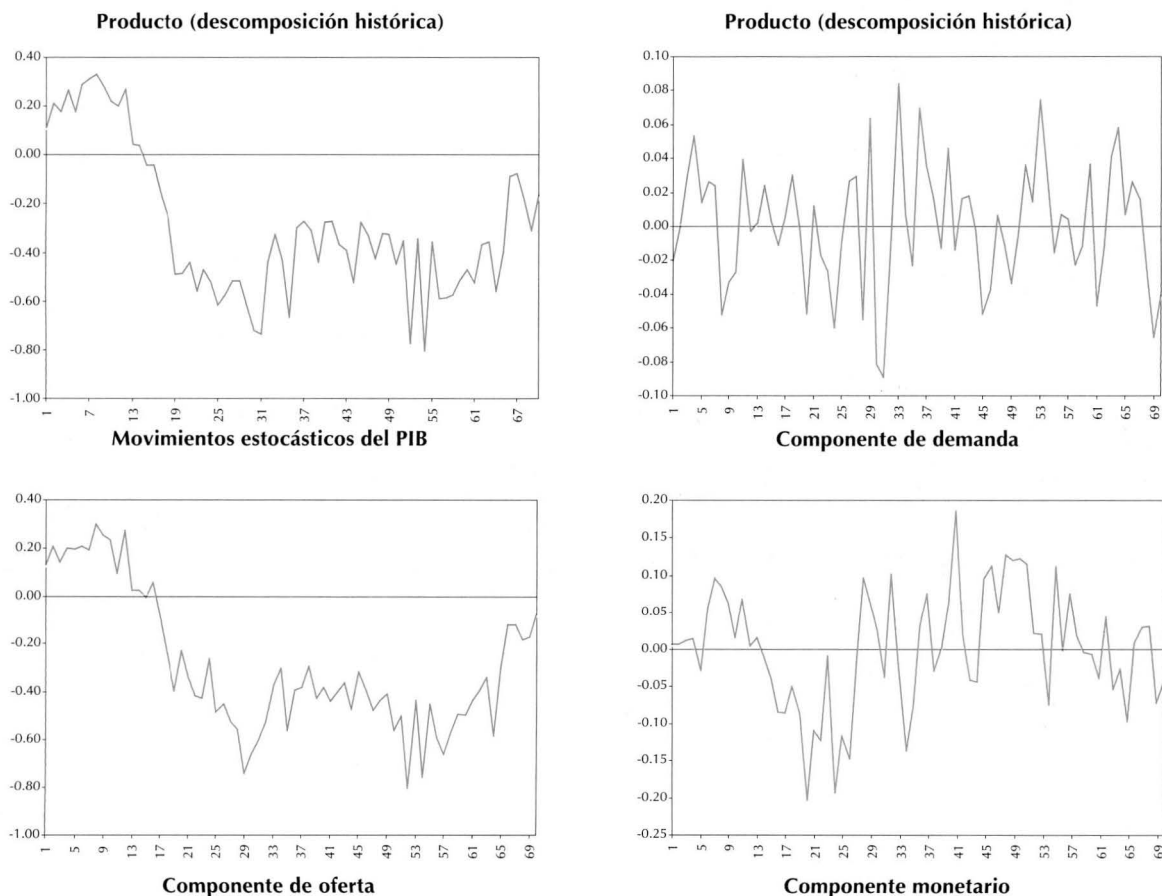
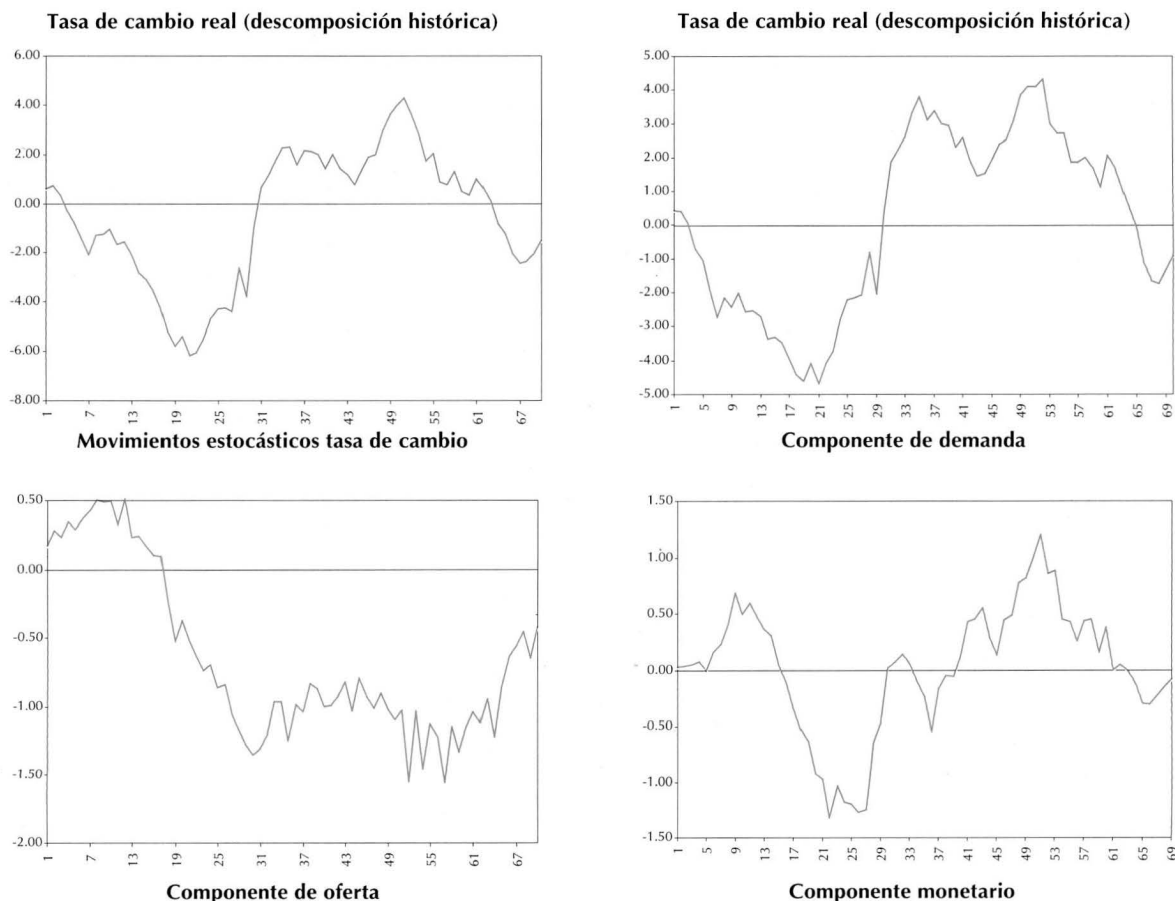


Gráfico 3



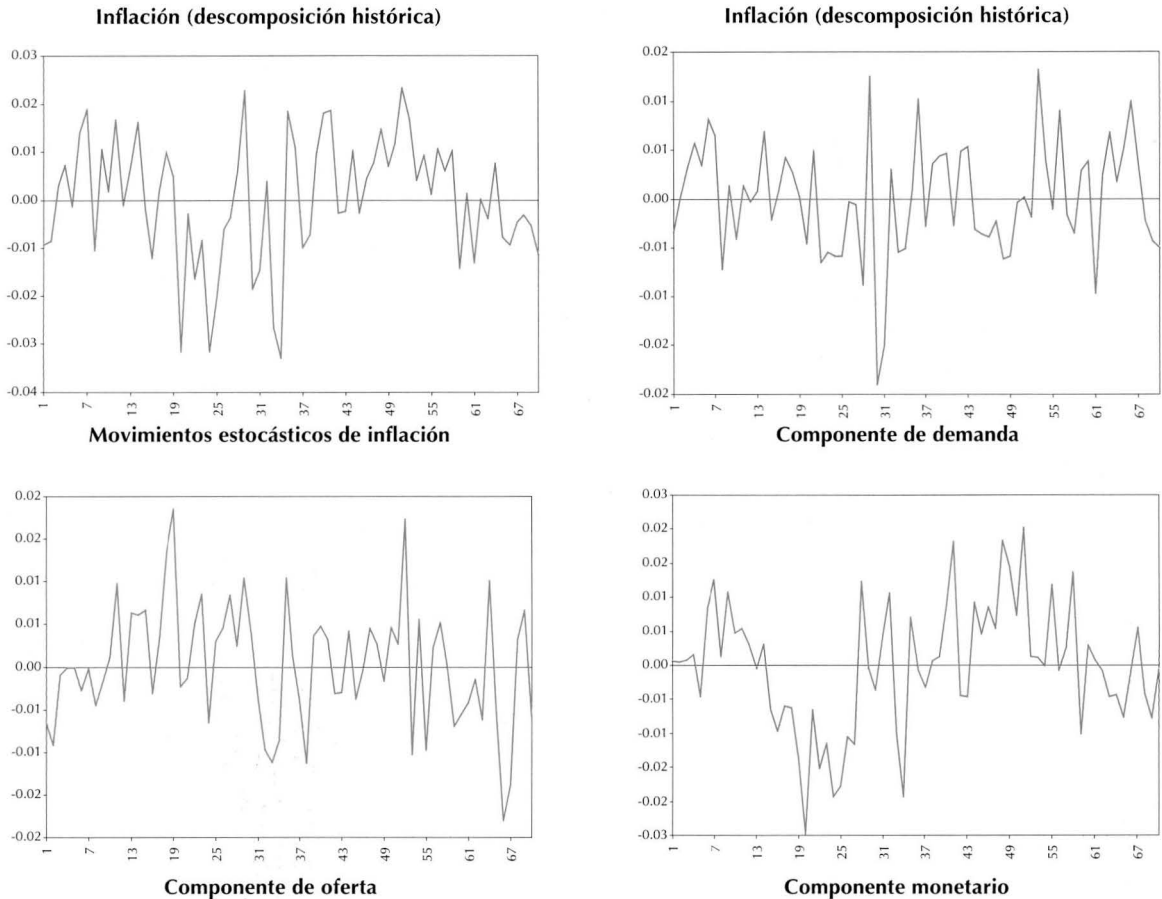
ponentes estructurales. La primera sección de cada gráfico contiene la desviación de la tendencia proyectada de la variable en cuestión. En las otras secciones se muestra la contribución del respectivo choque estructural a dicha desviación.

#### a. Producto

La parte superior del Gráfico 2 representa la desviación de la proyección de largo plazo del PIB y en ella se aprecia claramente la desaceleración del crecimiento observada en la década de los ochenta. Como bien se sabe este estancamiento

fue uno de los principales argumentos usados para promover la apertura económica de comienzos de la actual década. A partir de 1991, la tendencia de largo plazo se revierte y se observa una recuperación en el crecimiento del PIB. En el gráfico es evidente que los choques de oferta son el componente más importante en las innovaciones de la producción y, por lo tanto, los que explican su evolución en general. Sin embargo, también es claro que los choques de demanda, y especialmente los choques monetarios, han tenido un papel importante en algunas de las fluctuaciones de corto plazo que se presentaron en el período.

Gráfico 4



#### b. Tasa de cambio real

El Gráfico 3 muestra la evolución de la tasa de cambio real entre 1978 y 1995, en donde los choques de demanda ejercen la mayor influencia. En el gráfico es evidente la presión revaluacionista ejercida por el gasto público<sup>19</sup> y/o privado hasta 1983, y posteriormente en la década de los noventa cuando también se observan presiones de índole similar.

<sup>19</sup> Un análisis de la composición y evolución del gasto público en los ochenta puede encontrarse en Garay y Carrasquilla (1987) y en Bernal (1991).

Esto permite concluir que la revaluación reciente del peso colombiano es un resultado del aumento en el gasto<sup>20</sup>. Así mismo, en el gráfico es claro el ajuste económico realizado entre 1983 y 1986.

#### c. Inflación

La descomposición histórica de la inflación tiene particular interés en Colombia por su persistencia

<sup>20</sup> Las presiones del gasto (privado y público) son objeto de mención en varias notas editoriales de la Revista del Banco de la República a partir de 1993. Por ejemplo en las notas de diciembre de 1993 y marzo de 1995.



en niveles muy superiores a los observados en los países industrializados. La parte superior del Gráfico 4 representa las innovaciones de la inflación y muestra que, con los factores monetarios a la cabeza, los tres tipos de choques son importantes en su evolución. Para citar unos ejemplos, en 1994, aunque el gasto estaba generando presiones inflacionarias, las condiciones de oferta y (en menor grado) monetarias produjeron una disminución en el ritmo de crecimiento de los precios. En el caso de la aceleración de la inflación entre 1989 y comienzos del 1991, la explicación es principalmente monetaria aunque también es cierto que en 1990 el cambio de tendencia tanto de la demanda como de la oferta contribuyen a acentuar las presiones alcistas del dinero. La reducción de la inflación en el segundo semestre de 1982 es explicada principalmente por los choques monetarios y de demanda.

## **B. Inclusión de choques de demanda y oferta monetaria**

A continuación se presentan los resultados del segundo ejercicio, el cual identifica separadamente los choques de oferta y de demanda de dinero mediante el supuesto de que las perturbaciones de oferta de dinero no tienen efectos permanentes en los saldos reales. Este supuesto es válido porque se encontró que la tasa de interés nominal es estacionaria  $I(0)$  y entonces un choque de oferta monetaria no la afecta permanentemente. El vector estimado es  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \Delta m - \Delta p, \pi]'$ , con un vector de choques estructurales compuesto por un choque de oferta (s), de demanda (is), de demanda de dinero (md) y un choque de oferta de dinero (ms),  $\varepsilon = [\varepsilon_s, \varepsilon_{is}, \varepsilon_{md}, \varepsilon_{ms}]'$ . La distinción de las perturbaciones de oferta y demanda de dinero permite determinar con precisión los episodios en que la oferta de dinero ha sido contraccionista. Al mismo tiempo, es posible obtener las respuestas de las diferentes variables ante un choque de demanda de dinero.

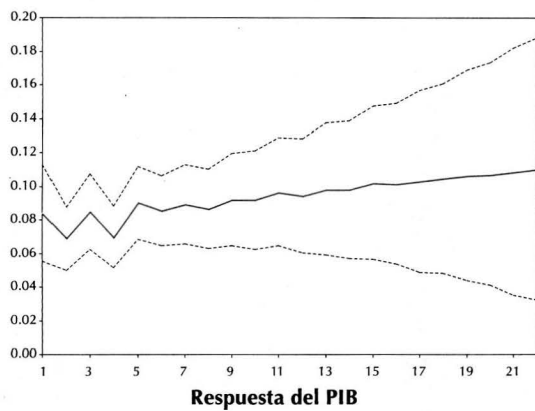
## **1. Impulso - respuesta**

El Cuadro 6 contiene las respuestas dinámicas de las variables ante los choques identificados. Adicionalmente, dichas respuestas son ilustradas en el Gráfico 5. En la primera columna de dicho gráfico se aprecia que, ante un choque de oferta, el producto aumenta en forma permanente y que la tasa de cambio real crece, lo que es congruente tanto con la teoría como con el ejercicio anterior. El máximo de devaluación es alcanzado cinco períodos después del choque y, a partir de entonces, el índice de tasa de cambio real decrece y se estabiliza en el largo plazo. Como era de esperarse, los saldos reales crecen debido a la mayor actividad económica. Dicho crecimiento es satisfecho a través de una mayor oferta de dinero ( $M1$ ), la cual crece permanentemente, y de una reducción transitoria en la inflación. Es decir, la curva LM se desplaza a la derecha lo cual probablemente amplifica la fluctuación del producto.

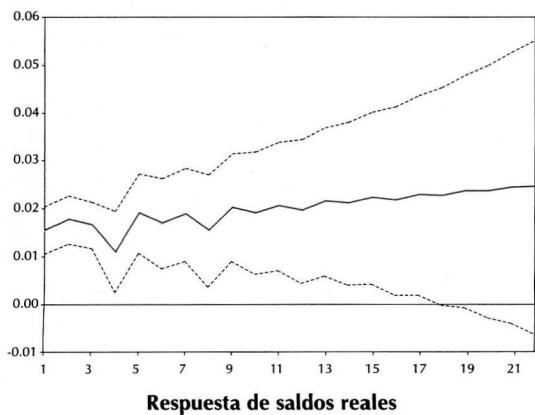
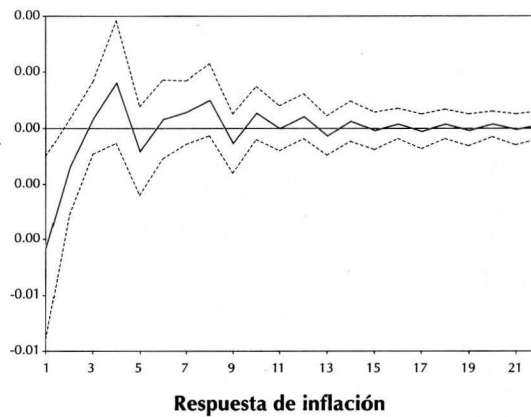
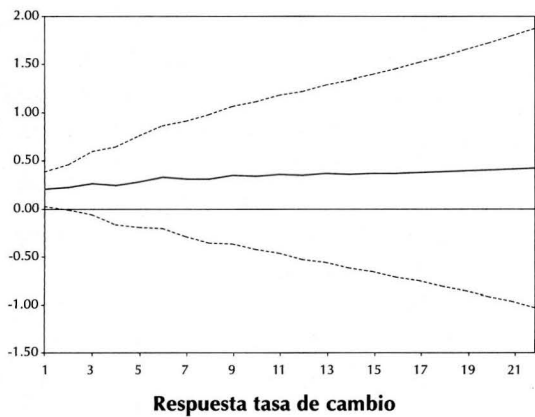
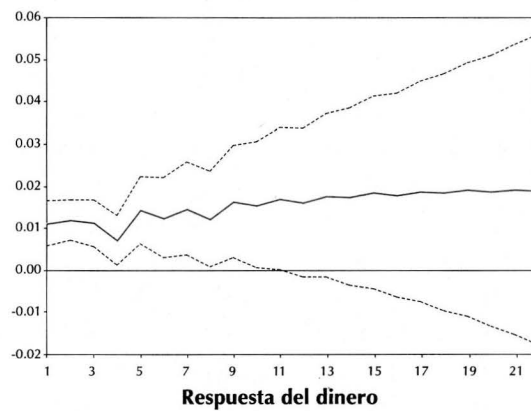
En el ejercicio de descomposición de varianza se encontró que los choques de oferta son muy importantes en la explicación de las fluctuaciones de todas las variables, como puede observarse en el Cuadro 7. Individualmente, los choques de oferta tienen la mayor influencia sobre la variabilidad del producto tanto en el corto (61% el primer trimestre) como en el largo plazo (94% a veinte trimestres). Este tipo de choques explica el 15% de la varianza del error de predicción de la tasa de cambio en el corto plazo, pero su importancia decrece a 7% y a 5,4% cuando la predicción se hace a diez y veinte trimestres. Así mismo, los choques de productividad explican 43% de las fluctuaciones de los saldos reales en la predicción un trimestre hacia adelante y entre 45% y 42% en las de cinco trimestres o más. El 28% de la varianza de las innovaciones en el crecimiento del dinero se debe a los choques de oferta. Este crecimiento monetario debe acentuar

Gráfico 5

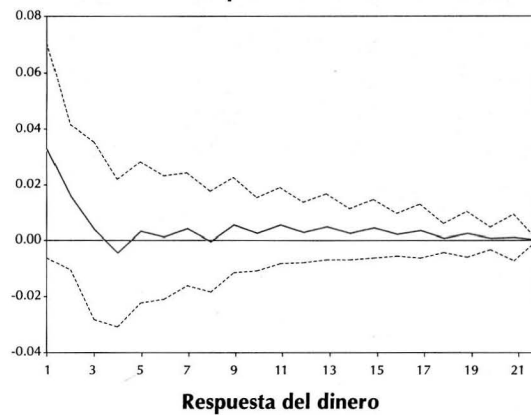
Choque de oferta



Choque de oferta

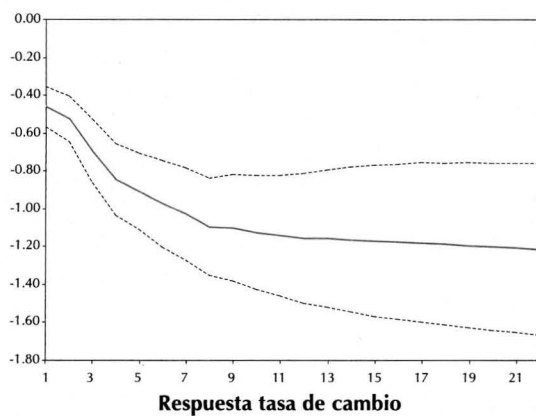


Choque de demanda

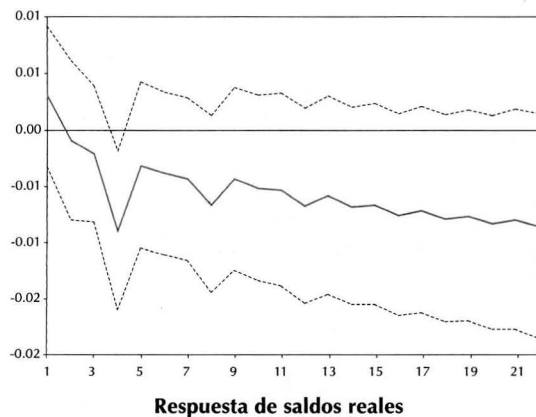
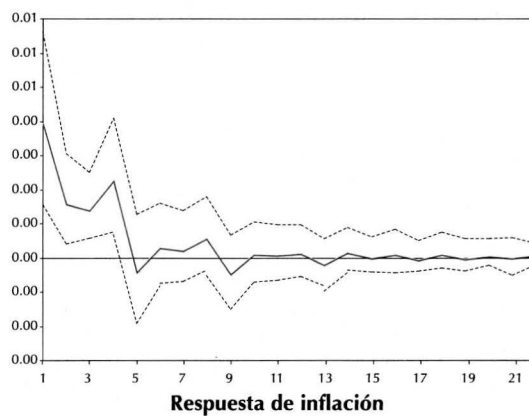


## Gráfico 5 (Continuación)

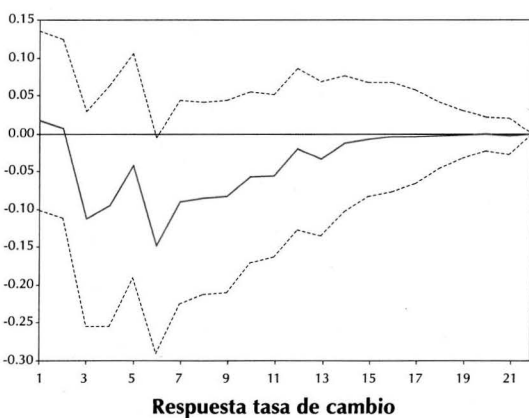
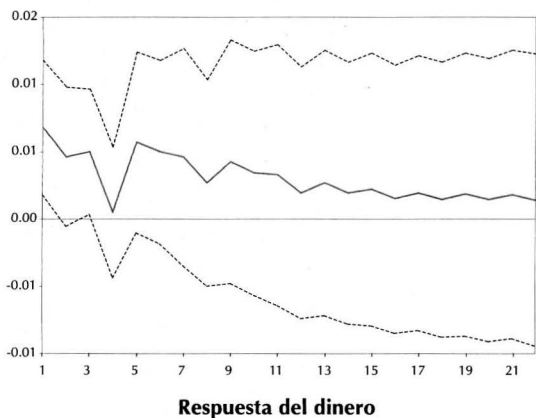
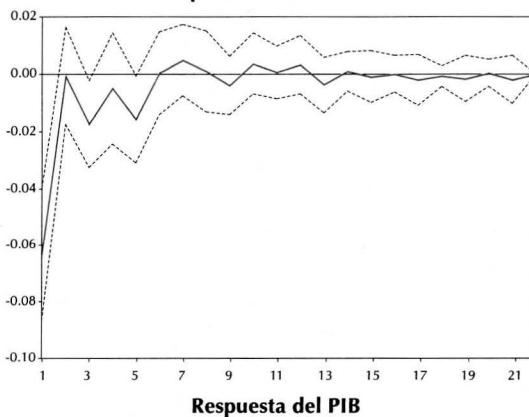
**Choque de demanda**



**Choque de demanda**

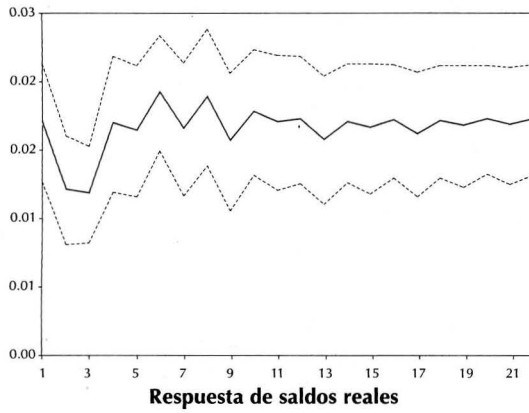


**Choque de demanda dinero**



**Gráfico 5 (Continuación)**

**Choque de demanda dinero**



**Choque de oferta monetaria**

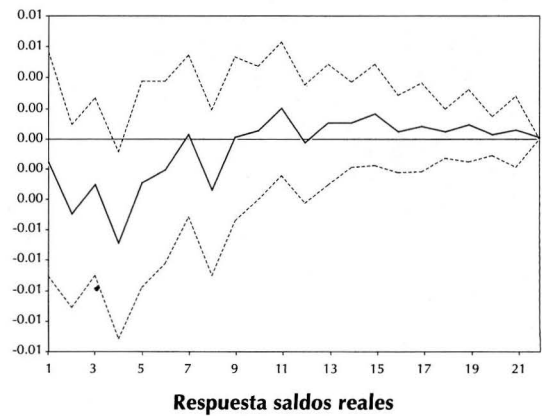
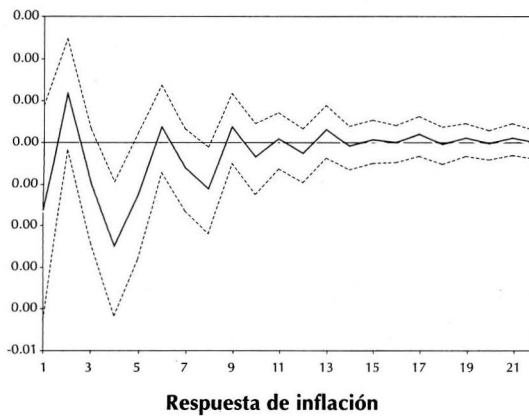
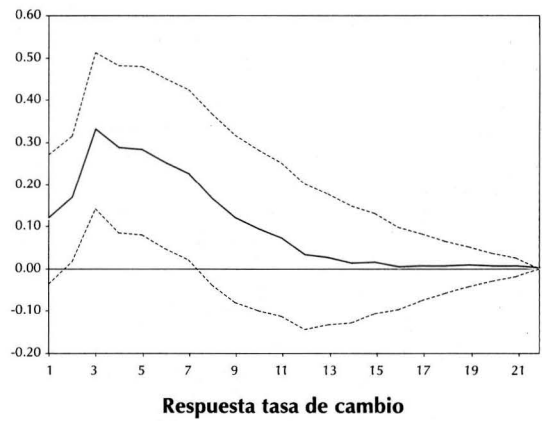
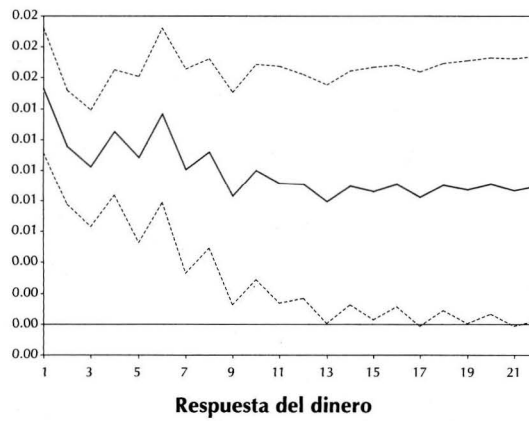
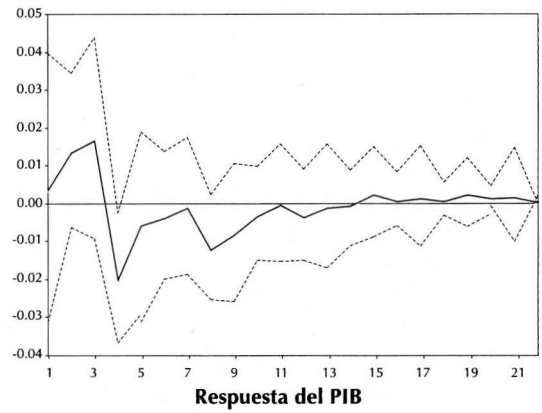
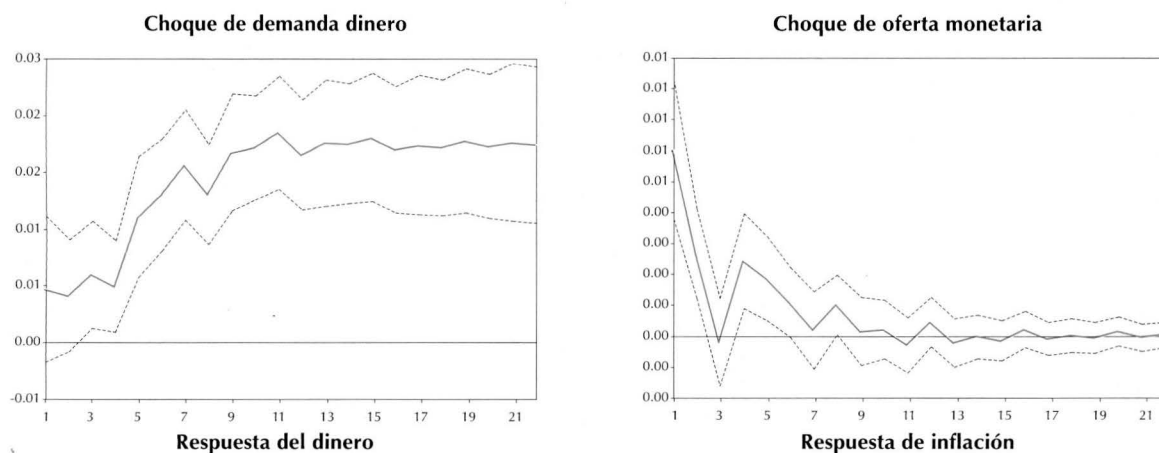


Gráfico 5 (Continuación)



Cuadro 6. RESPUESTAS DINAMICAS A CHOQUES DE UNA DESVIACION ESTANDAR

Choque	Oferta		Demanda		Demanda dinero		Oferta dinero	
PIB								
1 trimestre	0.095	(0.022)	0.037	(0.034)	-0.067	(0.024)	0.001	(0.033)
5 trimestres	0.088	(0.019)	0.003	(0.024)	-0.014	(0.015)	-0.005	(0.022)
10 trimestres	0.077	(0.024)	0.000	(0.010)	0.004	(0.009)	-0.002	(0.011)
20 trimestres	0.079	(0.028)	0.000	(0.004)	0.001	(0.003)	0.000	(0.004)
Tasa de cambio real								
1 trimestre	0.228	(0.176)	-0.517	(0.098)	0.028	(0.119)	0.147	(0.161)
5 trimestres	0.267	(0.427)	-0.938	(0.198)	-0.053	(0.196)	0.333	(0.245)
10 trimestres	0.259	(0.640)	-1.113	(0.336)	-0.063	(0.174)	0.096	(0.167)
20 trimestres	0.219	(0.792)	-1.094	(0.491)	0.003	(0.018)	-0.006	(0.022)
Saldos reales								
1 trimestre	0.016	(0.005)	0.003	(0.007)	0.019	(0.004)	-0.001	(0.007)
5 trimestres	0.018	(0.008)	-0.004	(0.007)	0.018	(0.005)	-0.002	(0.005)
10 trimestres	0.015	(0.011)	-0.006	(0.008)	0.018	(0.006)	0.000	(0.004)
20 trimestres	0.015	(0.013)	-0.008	(0.009)	0.017	(0.006)	0.000	(0.001)
Dinero								
1 trimestre	0.012	(0.005)	0.007	(0.006)	0.017	(0.004)	0.006	(0.006)
5 trimestres	0.013	(0.008)	0.005	(0.007)	0.011	(0.006)	0.013	(0.004)
10 trimestres	0.012	(0.010)	0.003	(0.009)	0.010	(0.007)	0.018	(0.004)
20 trimestres	0.012	(0.012)	0.002	(0.010)	0.009	(0.007)	0.017	(0.004)
Inflación								
1 trimestre	-0.005	(0.003)	0.005	(0.003)	-0.002	(0.003)	0.007	(0.002)
5 trimestres	-0.001	(0.002)	-0.001	(0.002)	-0.001	(0.002)	0.002	(0.001)
10 trimestres	0.001	(0.001)	0.000	(0.001)	0.000	(0.001)	0.000	(0.001)
20 trimestres	0.000	(0.001)	0.000	(0.001)	0.000	(0.000)	0.000	(0.001)

Nota: el número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar calculada con el método de Monte Carlo.

**Cuadro 7. DESCOMPOSICION DE VARIANZA DEL ERROR DE PREDICCIÓN**

Componente de la innovación	Oferta		Demanda		Demanda dinero		Oferta dinero	
<b>PIB</b>								
1 trimestre	0.610	(0.223)	0.090	(0.158)	0.300	(0.198)	0.000	(0.079)
5 trimestres	0.815	(0.133)	0.041	(0.095)	0.116	(0.083)	0.028	(0.063)
10 trimestres	0.889	(0.089)	0.024	(0.061)	0.068	(0.044)	0.019	(0.038)
20 trimestres	0.939	(0.054)	0.013	(0.033)	0.037	(0.025)	0.011	(0.022)
<b>Tasa de cambio real</b>								
1 trimestre	0.152	(0.202)	0.783	(0.239)	0.002	(0.077)	0.063	(0.110)
5 trimestres	0.087	(0.182)	0.781	(0.226)	0.008	(0.059)	0.123	(0.121)
10 trimestres	0.070	(0.185)	0.856	(0.211)	0.009	(0.054)	0.065	(0.086)
20 trimestres	0.054	(0.190)	0.913	(0.195)	0.004	(0.029)	0.029	(0.044)
<b>Saldos reales</b>								
1 trimestre	0.428	(0.203)	0.013	(0.089)	0.557	(0.209)	0.002	(0.103)
5 trimestres	0.447	(0.195)	0.053	(0.075)	0.466	(0.187)	0.034	(0.090)
10 trimestres	0.413	(0.203)	0.061	(0.094)	0.507	(0.185)	0.020	(0.063)
20 trimestres	0.414	(0.223)	0.078	(0.121)	0.497	(0.191)	0.011	(0.033)
<b>Dinero</b>								
1 trimestre	0.274	(0.190)	0.109	(0.140)	0.546	(0.207)	0.071	(0.154)
5 trimestres	0.324	(0.199)	0.073	(0.105)	0.442	(0.164)	0.161	(0.153)
10 trimestres	0.280	(0.218)	0.046	(0.095)	0.308	(0.143)	0.365	(0.184)
20 trimestres	0.281	(0.233)	0.025	(0.097)	0.216	(0.130)	0.478	(0.195)
<b>Inflación</b>								
1 trimestre	0.216	(0.248)	0.212	(0.198)	0.043	(0.102)	0.529	(0.236)
5 trimestres	0.177	(0.164)	0.219	(0.159)	0.119	(0.087)	0.486	(0.163)
10 trimestres	0.180	(0.149)	0.212	(0.149)	0.129	(0.088)	0.478	(0.143)
20 trimestres	0.181	(0.146)	0.211	(0.148)	0.130	(0.091)	0.478	(0.137)

Nota: el número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar calculada con el método de Monte Carlo.

sin duda las variaciones del PIB como resultado de estos choques. En el caso de las predicciones de la inflación, las perturbaciones de oferta son muy importantes pues explican el 21% de la varianza del error en el corto plazo y el 18% en el mediano y largo plazo.

Los efectos de un choque de demanda (gasto) se encuentran en la segunda columna del Gráfico 5. El producto crece como predice el modelo Mundell-Fleming. Sin embargo, de acuerdo con el equilibrio macroeconómico de largo plazo, la producción

está determinada por factores de oferta y, entonces, dicho incremento es temporal. Así, al cabo de cinco trimestres, los efectos de la perturbación prácticamente han desaparecido. La tasa de cambio real decrece y, como el choque es permanente, la revaluación es permanente. Los saldos de dinero aumentan inicialmente debido a la mayor actividad económica y al aumento de la oferta monetaria (M1). Sin embargo, como los precios crecen, los saldos reales decrecen en el largo plazo, lo cual concuerda con un modelo Mundell-Fleming combinado con una curva de Phillips; es decir, que



permite la posibilidad de variaciones en los precios y donde las expectativas juegan un papel importante.

Los choques de demanda no resultan importantes para explicar las fluctuaciones del producto interno, pues en el cuadro 7 se ve que estos choques explican solamente un 9% o menos de su variabilidad. En el caso de la tasa de cambio, estos choques son fundamentales porque responden por el 78% de la varianza del error del primer trimestre y el 86% en la proyección a diez trimestres. Las perturbaciones de demanda son insignificantes en la explicación de la varianza del error de los saldos reales. Así, cuando la proyección se hace un trimestre hacia adelante éstas explican el 1,3% de sus fluctuaciones y para veinte trimestres hacia adelante, explican el 7,8%. En el caso del dinero (M1), las perturbaciones de demanda contribuyen con el 11% de sus fluctuaciones en el primer trimestre, pero rápidamente decrece su importancia. Las perturbaciones de demanda son indispensables en la explicación de las fluctuaciones de la inflación. En efecto, aportan el 21% de su variabilidad tanto a corto como a largo plazo.

La tercera columna del Gráfico 5 contiene las respuestas de las variables ante un choque de demanda de dinero causado, por ejemplo, por un cambio en los gustos de los agentes que aumenta los saldos reales en el largo plazo. Ante el impacto, el producto decrece y fluctúa, pero después del sexto trimestre, el efecto del choque prácticamente ha desaparecido. La tasa de cambio disminuye en forma muy persistente, ya que el efecto del choque solamente desaparece en su totalidad después de dieciséis trimestres. El impacto sobre la oferta de dinero es positivo y decrece paulatinamente hasta que la variable se estabiliza en un nivel superior al original. Los choques de demanda de dinero, además, reducen la inflación transitoriamente. Es decir, este tipo de choques tiene efectos reales, pues a pesar de que la inflación se reduce, el producto es afectado.

En el Cuadro 7 se observa, como era de esperarse, que las innovaciones en el crecimiento de los saldos reales son explicadas principalmente por las perturbaciones en la demanda de dinero. En este ejercicio, el producto también es afectado por los choques de demanda de dinero que explican el 30% de la varianza del error en la predicción del PIB en el corto plazo, pero este porcentaje disminuye aceleradamente con el horizonte de proyección. De otra parte, sorprende que en el corto plazo el crecimiento monetario sea afectado principalmente por los choques de demanda de dinero, lo que señala que, al menos en parte, las autoridades acomodan la oferta monetaria a las preferencias de los agentes económicos. Finalmente, los choques de demanda de dinero explican alrededor del 12% de la varianza del error de predicción de la inflación cinco trimestres o más hacia adelante.

Los efectos del choque de oferta monetaria se presentan en la cuarta columna del Gráfico 5 así como en el Cuadro 6. La perturbación produce un efecto permanente en la oferta de dinero. El producto tiene un incremento pero de muy corta duración. La tasa de cambio real crece temporalmente pero en forma más duradera que el producto. Los saldos reales de dinero se reducen, pues la mayor cantidad de dinero en la economía genera un brote inflacionario que puede persistir hasta alrededor de diez trimestres. La reducción instantánea de los saldos de dinero contradice las predicciones del modelo, según el cual éstos deben aumentar inicialmente debido a rigideces de precios. Esta anomalía, sin embargo, desaparece en el próximo ejercicio.

La oferta de dinero explica solamente el 3% de la varianza en la predicción del producto cinco trimestres adelante. Este resultado es sustancialmente diferente del obtenido en el ejercicio anterior, en el cual los choques de oferta monetaria son importantes para explicar la variabilidad de PIB, y es

una consecuencia de la introducción de los choques de demanda de dinero en el VAR. El crecimiento monetario tiene un papel relevante en las fluctuaciones de la tasa de cambio en el corto plazo hasta el quinto trimestre (12%), pero especialmente en las proyecciones a más largo plazo (14% a veinte trimestres). En el largo plazo, las perturbaciones de oferta monetaria son las más importantes para explicar la variabilidad del error en la proyección del dinero (48%). En las fluctuaciones de la inflación, las perturbaciones monetarias son igualmente la causa más importante de variabilidad, tanto a corto (53% a un trimestre) como a largo plazo (48% desde cinco hasta veinte trimestres).

## **2. Descomposición histórica**

La inclusión de los choques de demanda en este VAR, permite hacer una descomposición histórica más precisa e identificar mejor los episodios de contracción monetaria.

### **a. Producto**

Al igual que en el ejercicio anterior, la evolución del producto en el largo plazo está en gran parte determinada por las perturbaciones de oferta y de productividad, como se aprecia en el Gráfico 6. Aquí también se observa la desaceleración del crecimiento económico de los ochenta y la recuperación primero en 1986 y después a partir de 1991. Adicionalmente, en las fluctuaciones de corto plazo, además de los choques de oferta, las otras perturbaciones también juegan un papel. Por ejemplo, la demanda fue expansiva durante 1979. En 1984 y a comienzos de 1985 hubo choques negativos de oferta, pero también los otros choques estructurales afectaron el crecimiento económico, especialmente en 1985 cuando el gasto y la demanda de dinero ejercieron presiones negativas sobre el PIB. Sin embargo, en la segunda mitad de ese

año la producción se acelera gracias a choques positivos de oferta. De otra parte, en la fluctuaciones obser-vadas entre 1986 y 1987 junto con los choques de oferta, los choques de gasto y de oferta monetaria tuvieron alguna responsabilidad. Así mismo, las fuertes fluctuaciones del PIB observadas entre finales de 1990 y finales de 1991 parecen estar relacionadas con perturbaciones monetarias (oferta y demanda), además de las de oferta o producción. Finalmente, la mayor demanda contribuyó a avivar el crecimiento económico durante 1993 y 1994. Sobre la oferta monetaria específicamente, se observa que ésta fue contraccionista en 1980 y 1984. En parte de 1983 y en 1985 el dinero fue expansionista, lo cual se revirtió de nuevo en 1986. Posteriormente en 1989, al final de 1990 y durante la mayor parte de 1991, la oferta de dinero también ejerció presiones negativas sobre el PIB.

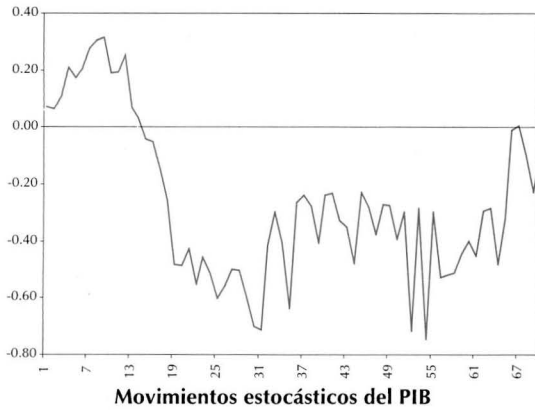
### **b. Inflación**

En lo que se refiere a la inflación, el Gráfico 7 muestra sus fluctuaciones estocásticas. Así, el cambio en la tendencia de la inflación al final de 1978 no fue sólo el resultado de un choque negativo de oferta, sino que el gasto y la demanda de dinero ejercieron presiones inflacionarias<sup>21</sup>. Además, durante el último trimestre de 1979 y el primero de 1980, la oferta de dinero creció más rápido validando los precios y la inflación más alta. El presente ejercicio indica que, en el segundo semestre de 1982, las perturbaciones de oferta monetaria, de gasto y de demanda de dinero ocasionaron la reducción de la inflación observada a finales de ese año y comienzos de 1983. Estas mismas perturbaciones, junto con las de productividad, generaron el aumento sostenido del ritmo inflacionario entre 1984 y la primera mitad de 1985. De nuevo

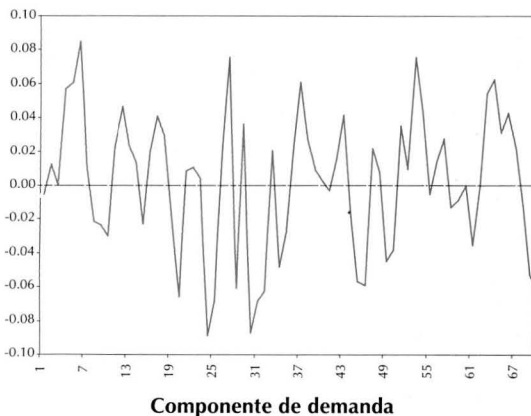
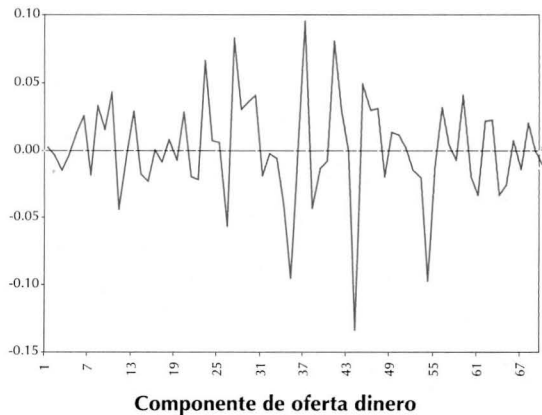
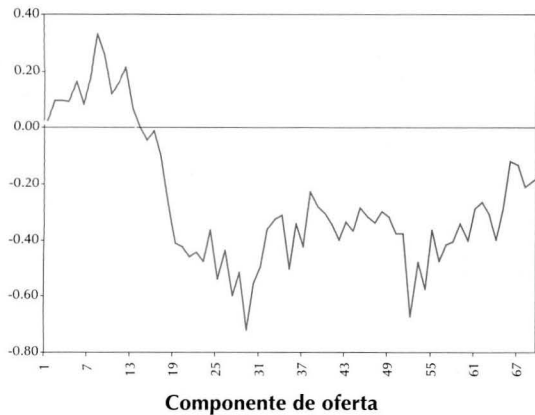
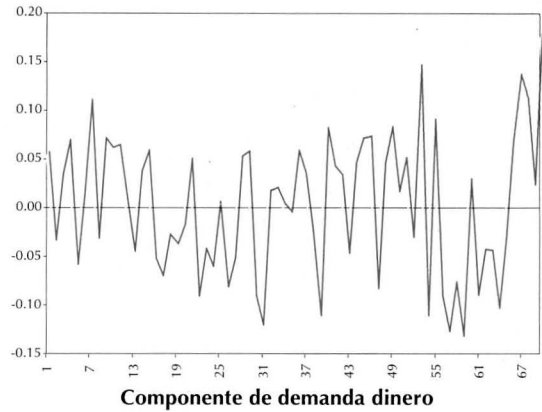
<sup>21</sup> Echeverry (1996) cita la caída en la producción agrícola como el principal causante del repunte inflacionario tanto en 1978 como en 1986.

**Gráfico 6**

**Producto (descomposición histórica)**



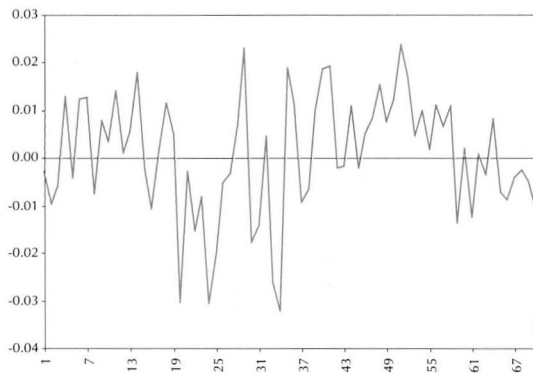
**Producto (descomposición histórica)**



confluyeron el gasto, los choques de oferta y, en menor grado, la demanda de dinero, en la reducción de la inflación a comienzos de 1986. Aún cuando el incremento de la inflación entre 1989 y comienzos de 1991 se debe especialmente a choques monetarios, la demanda de dinero, la productividad e incluso el gasto, también contribuyeron. La estabilización de la inflación en 1990 y 1991 fue el resultado de una oferta monetaria muy contraccionista combinada con choques favorables de oferta al final de 1991 y en 1992.

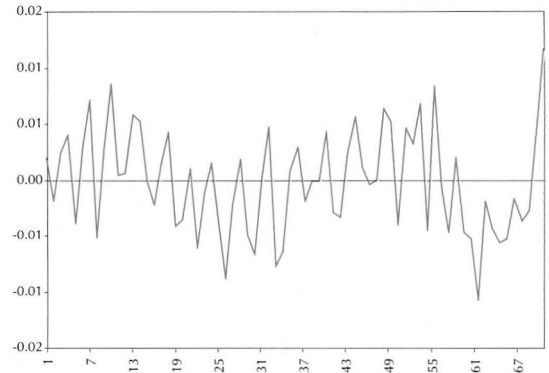
Gráfico 7

Inflación (descomposición histórica)

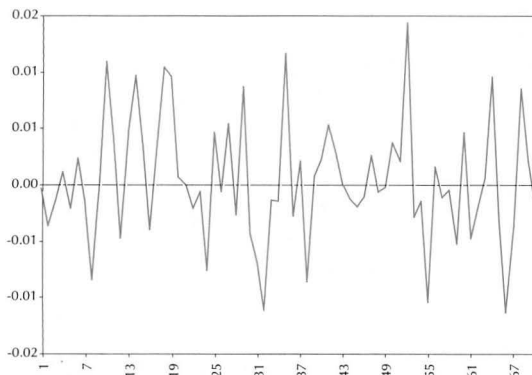


Movimientos estocásticos de inflación

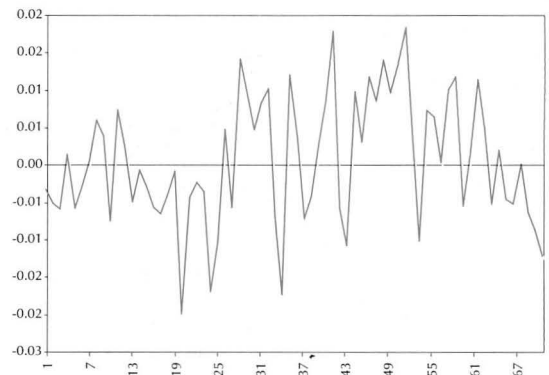
Inflación (descomposición histórica)



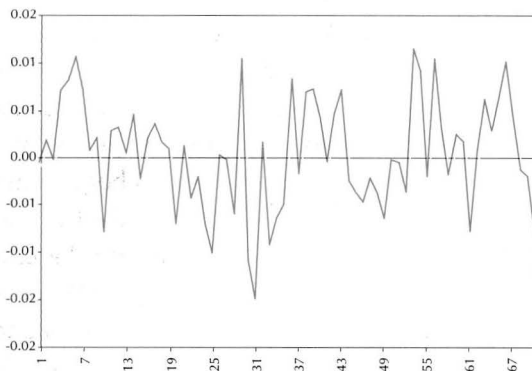
Componente de demanda dinero



Componente de oferta



Componente de oferta dinero



Componente de demanda

A pesar de que en 1993 hubo choques positivos de oferta monetaria y de gasto, la inflación fue inferior a lo esperado porque al mismo tiempo los choques de productividad y de demanda de dinero empujaron la inflación hacia abajo. De otra parte, aunque en 1994 la demanda causó presiones inflacionarias, las condiciones de oferta y las monetarias (oferta y especialmente demanda de dinero) produjeron una disminución en el ritmo de crecimiento de los precios. En 1995 la inflación volvió a decrecer, a pesar de que los choques negativos de

demanda de dinero ejercieron presiones alcistas. Esto porque las perturbaciones en el gasto y en la oferta monetaria fueron contraccionistas.

### C. Ejercicio con cinco variables

El último ejercicio realizado, además de separar los choques de oferta y de demanda de dinero, incluye también la tasa de interés real por ser una variable que juega un papel muy importante en la economía. El vector estimado es  $\Delta \mathbf{x} = [dy, dq, \Delta m - \Delta p, \Delta m, i - \Delta p_{+1}]'$ , con un vector de choques estructurales compuesto por un choque de oferta (s), de demanda (is), de demanda de dinero (md), de oferta de dinero (ms), y un quinto choque que afecta originalmente a la tasa de interés y que se ha denominado de corto plazo porque no tiene efectos de largo plazo en ninguna variable (st),  $\varepsilon = [\varepsilon_s, \varepsilon_{is}, \varepsilon_{md}, \varepsilon_{ms}, \varepsilon_{st}]'$ .

#### 1. Impulso - respuesta

En este ejercicio, al igual que en los ejercicios anteriores, es notable que las respuestas de las variables ante choques estructurales se comporten, en general, de acuerdo con lo que el marco teórico prediciría, como puede observarse en los gráficos descritos enseguida y en el Cuadro 8. En particular, vale destacar los resultados que aparecen por primera vez en este ejercicio, como es el caso de las respuestas de la tasa de interés real ante los choques estructurales, especialmente el de demanda, demanda de dinero y oferta monetaria que se encuentran en el Gráfico 8 y que, de hecho, son consistentes con las predicciones de la teoría. Al mismo tiempo, los otros resultados son similares a los que ya se había obtenido en los ejercicios de VAR anteriores.

El Gráfico 8 contiene la reacción de la economía a todos los choques estructurales considerados. En la primera columna se presentan los resultados de

una perturbación de una desviación estándar en la oferta: el producto aumenta permanentemente, la tasa de cambio aumenta, pero después de dieciséis trimestres retorna a su nivel inicial y se estabiliza. Los saldos reales de dinero crecen, como es de esperarse, cuando la producción es mayor. Dicho crecimiento en demanda de dinero es satisfecho a través de un mayor crecimiento de la oferta monetaria y de una reducción instantánea de la inflación, de tal forma que la tasa real de interés también disminuye. Esta reacción de la oferta monetaria probablemente acrecienta la fluctuación del PIB.

La descomposición de varianza cambia notablemente en este ejercicio con relación al anterior (Cuadro 9). La contribución de los choques de oferta a la variabilidad del producto, cuando éste se proyecta un trimestre hacia adelante, disminuye al 26% pero continúa siendo el factor más importante en horizontes de ciclo económico, pues a diez trimestres, responde por el 88% de dicha variabilidad. Los choques de productividad explican el 51% de las fluctuaciones de los saldos reales a un trimestre y el 60% a cinco trimestres. Las perturbaciones de oferta no son despreciables, ni mucho menos, en la explicación de los movimientos de la tasa de cambio, pues contribuyen con cerca del 15% de dicha variabilidad en las proyecciones de hasta cinco trimestres. Las variaciones de la inflación en el muy corto plazo (un trimestre) están determinadas principalmente por choques de productividad (52%). Sin embargo, en horizontes de cinco y veinte trimestres, la contribución a la variabilidad inflacionaria de las perturbaciones de oferta se reduce al 14% y al 3.9% respectivamente.

En la segunda columna del gráfico 8 se puede ver la respuesta de la economía ante un choque de demanda. Como lo predice el modelo Mundell-Fleming, el producto crece aunque sólo transitoriamente, en concordancia con el marco teórico usado

**Cuadro 8. RESPUESTAS DINAMICAS A CHOQUES DE UNA DESVIACION ESTANDAR**

Choque	Oferta		Demanda		Demanda dinero		Oferta monetaria		Corto plazo	
<b>PIB</b>										
1 trimestre	0.056	(.024)	0.014	(.030)	-0.075	(.019)	0.011	(.029)	0.055	(.014)
5 trimestres	0.094	(.027)	-0.008	(.029)	-0.017	(.020)	-0.008	(.025)	0.008	(.013)
10 trimestres	0.094	(.040)	-0.003	(.021)	0.006	(.015)	-0.007	(.018)	-0.004	(.011)
20 trimestres	0.095	(.056)	0.000	(.007)	0.000	(.008)	0.000	(.007)	0.000	(.007)
<b>Tasa de cambio real</b>										
1 trimestre	0.197	(.157)	-0.346	(.137)	-0.032	(.132)	0.304	(.123)	-0.149	(.065)
5 trimestres	0.348	(.423)	-0.772	(.263)	-0.104	(.219)	0.447	(.203)	-0.101	(.094)
10 trimestres	0.088	(.635)	-0.993	(.321)	-0.092	(.193)	0.205	(.206)	-0.027	(.075)
20 trimestres	-0.067	(.813)	-0.980	(.437)	-0.004	(.070)	-0.002	(.079)	0.002	(.028)
<b>Saldos reales</b>										
1 trimestre	0.016	(.005)	0.008	(.006)	0.013	(.005)	0.003	(.006)	0.001	(.004)
5 trimestres	0.023	(.008)	-0.003	(.008)	0.016	(.005)	-0.002	(.008)	0.002	(.003)
10 trimestres	0.017	(.012)	-0.003	(.008)	0.015	(.006)	0.000	(.005)	-0.001	(.003)
20 trimestres	0.017	(.016)	-0.003	(.010)	0.013	(.005)	0.000	(.002)	0.000	(.002)
<b>Dinero</b>										
1 trimestre	0.013	(.005)	0.008	(.005)	0.013	(.005)	0.005	(.006)	0.003	(.003)
5 trimestres	0.018	(.007)	0.005	(.007)	0.009	(.005)	0.010	(.005)	0.002	(.003)
10 trimestres	0.016	(.014)	0.006	(.010)	0.005	(.006)	0.017	(.004)	-0.001	(.002)
20 trimestres	0.016	(.021)	0.005	(.013)	0.003	(.008)	0.017	(.004)	0.000	(.002)
<b>Tasa de interés real</b>										
1 trimestre	-0.001	(.003)	-0.007	(.003)	0.001	(.002)	-0.005	(.002)	0.005	(.001)
5 trimestres	-0.003	(.002)	-0.001	(.002)	-0.001	(.002)	-0.002	(.001)	0.001	(.001)
10 trimestres	0.000	(.002)	0.000	(.001)	0.000	(.001)	-0.001	(.001)	0.000	(.001)
20 trimestres	0.000	(.001)	0.000	(.001)	0.000	(.000)	0.000	(.001)	0.000	(.000)
<b>Inflación</b>										
1 trimestre	-0.003	(.001)	-0.000	(.001)	0.000	(.001)	0.002	(.001)	0.002	(.001)
5 trimestres	-0.001	(.002)	-0.000	(.002)	-0.001	(.002)	0.003	(.001)	-0.001	(.001)
10 trimestres	0.001	(.002)	-0.000	(.001)	0.000	(.001)	0.001	(.001)	0.001	(.001)
20 trimestres	0.000	(.001)	-0.000	(.001)	0.000	(.001)	0.000	(.001)	0.000	(.000)

Nota: el número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar calculada con el método de Monte Carlo.

en este artículo, en el que la oferta en el largo plazo está determinada por los factores productivos. El índice de la tasa de cambio real disminuye permanentemente porque aumentan los precios de los productos nacionales con relación a los precios internacionales. La inflación aumenta con un trimestre de rezago y los saldos reales aumentan transitoriamente, pero después de dos períodos se sitúan a un nivel inferior al original como resultado

del aumento en el ritmo inflacionario. El impacto reduce la tasa de interés real debido al incremento en la inflación.

Según el Cuadro 9, los choques de demanda (gasto) parecen no afectar sustancialmente el producto porque son el origen del 1,6% de la varianza del error de predicción del PIB con un trimestre de anticipación y del 1% cuando se estima cinco



**Cuadro 9. DESCOMPOSICION DE VARIANZA DEL ERROR DE PREDICCIÓN**

Componente innovación	Oferta		Demanda		Demanda dinero		Oferta monetaria		Corto plazo	
<b>PIB</b>										
1 trimestre	0.261	(.165)	0.016	(.095)	0.461	(.180)	0.010	(.099)	0.253	(.113)
5 trimestres	0.666	(.154)	0.010	(.082)	0.186	(.101)	0.022	(.066)	0.115	(.045)
10 trimestres	0.846	(.111)	0.005	(.061)	0.082	(.056)	0.014	(.046)	0.052	(.023)
20 trimestres	0.927	(.062)	0.002	(.030)	0.039	(.030)	0.007	(.022)	0.025	(.013)
<b>Tasa de cambio real</b>										
1 trimestre	0.142	(.178)	0.436	(.242)	0.004	(.089)	0.337	(.200)	0.081	(.074)
5 trimestres	0.149	(.196)	0.580	(.250)	0.018	(.086)	0.232	(.148)	0.020	(.026)
10 trimestres	0.082	(.186)	0.741	(.223)	0.019	(.064)	0.149	(.096)	0.009	(.014)
20 trimestres	0.039	(.170)	0.876	(.187)	0.009	(.034)	0.071	(.049)	0.004	(.008)
<b>Saldos reales</b>										
1 trimestre	0.512	(.003)	0.123	(.009)	0.340	(.005)	0.022	(.002)	0.003	(.000)
5 trimestres	0.600	(.005)	0.034	(.001)	0.316	(.001)	0.022	(.001)	0.029	(.001)
10 trimestres	0.599	(.002)	0.024	(.000)	0.347	(.000)	0.012	(.000)	0.018	(.000)
20 trimestres	0.605	(.001)	0.023	(.000)	0.356	(.000)	0.007	(.000)	0.010	(.000)
<b>Dinero</b>										
1 trimestre	0.390	(.158)	0.130	(.054)	0.398	(.195)	0.055	(.040)	0.026	(.018)
5 trimestres	0.515	(.032)	0.089	(.009)	0.258	(.014)	0.105	(.006)	0.033	(.003)
10 trimestres	0.486	(.046)	0.078	(.008)	0.138	(.010)	0.283	(.012)	0.016	(.002)
20 trimestres	0.464	(.110)	0.055	(.016)	0.066	(.015)	0.409	(.034)	0.007	(.002)
<b>Tasa de interés real</b>										
1 trimestre	0.005	(.109)	0.459	(.215)	0.005	(.092)	0.298	(.210)	0.234	(.126)
5 trimestres	0.205	(.118)	0.348	(.143)	0.045	(.075)	0.225	(.128)	0.178	(.082)
10 trimestres	0.232	(.133)	0.317	(.123)	0.051	(.071)	0.225	(.110)	0.176	(.080)
20 trimestres	0.232	(.140)	0.314	(.119)	0.052	(.070)	0.226	(.105)	0.177	(.080)
<b>Inflación</b>										
1 trimestre	0.526	(.195)	0.004	(.109)	0.005	(.090)	0.171	(.159)	0.295	(.119)
5 trimestres	0.138	(.151)	0.257	(.125)	0.128	(.092)	0.321	(.136)	0.156	(.055)
10 trimestres	0.159	(.127)	0.230	(.107)	0.134	(.084)	0.327	(.115)	0.150	(.050)
20 trimestres	0.160	(.121)	0.229	(.101)	0.134	(.084)	0.325	(.107)	0.152	(.049)

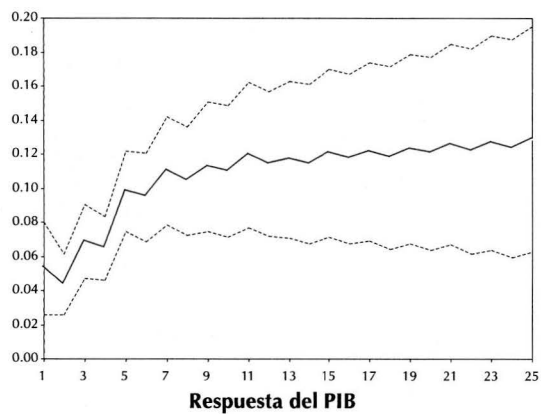
Nota: el número entre paréntesis corresponde a la desviación estándar calculada con el método de Monte Carlo.

trimestres hacia adelante. Sin embargo, estos choques afectan en gran medida las fluctuaciones de la tasa de interés real, porque significan un desplazamiento de la curva IS. Las perturbaciones estructurales que más afectan la variabilidad de la tasa de cambio real son las de gasto (privado y público) que responde por un 44% de la varianza del error en su proyección un trimestre hacia adelante y por un 88% en el caso de veinte tri-

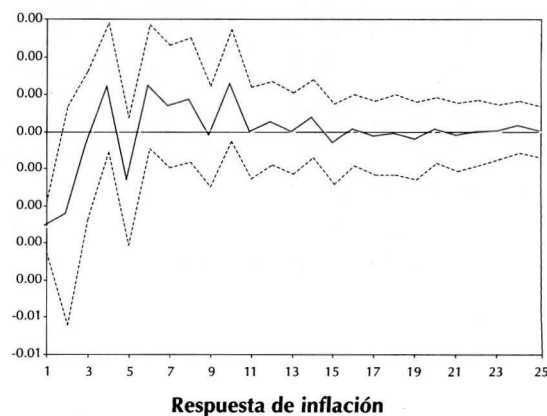
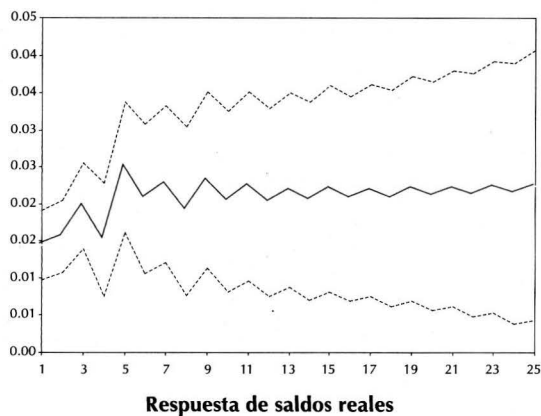
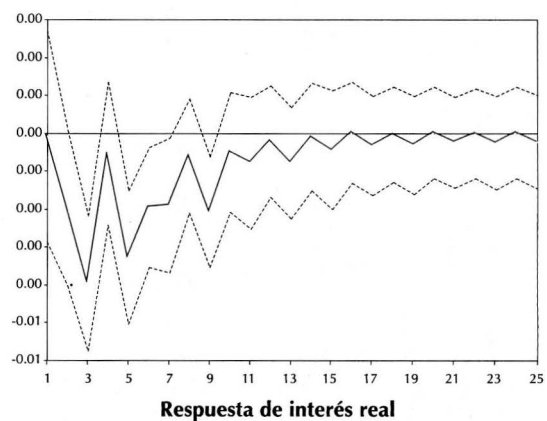
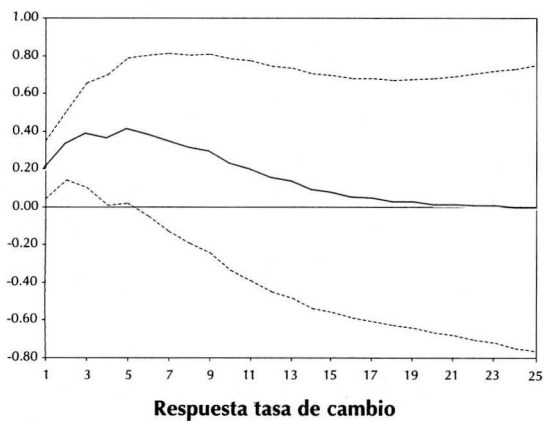
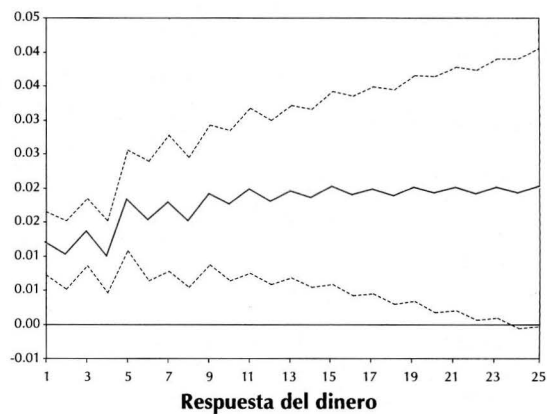
mestres. Estos choques explican el 12% de la variabilidad de los saldos reales en el corto plazo, pero su contribución decae rápidamente. Los choques de demanda afectan en gran medida la inflación, aunque aparentemente con rezago, pues ni siquiera explican el 1% cuando el horizonte de proyección es un período, pero son responsables por el 26% de la variabilidad en los errores de predicción de la inflación cinco trimestres adelante.

## Gráfico 8

**Choque de oferta**

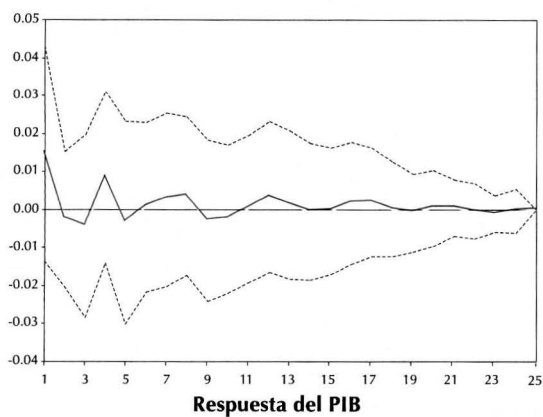


**Choque de oferta**

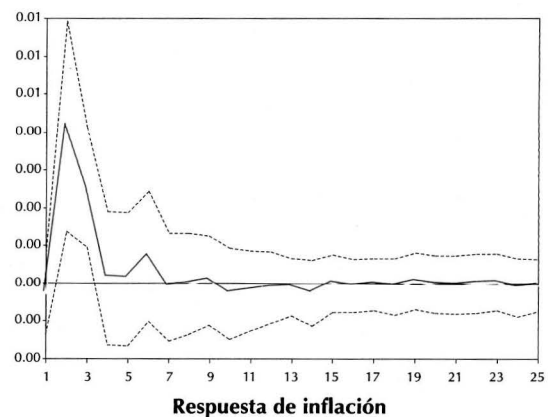
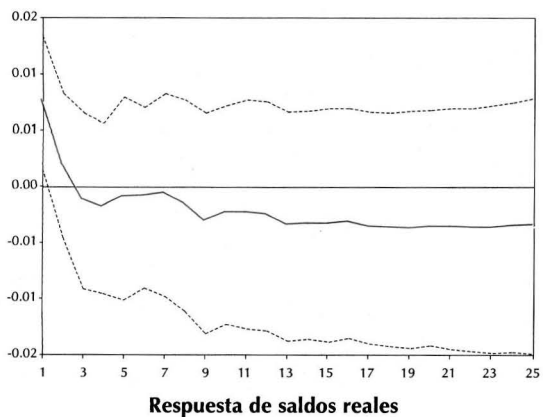
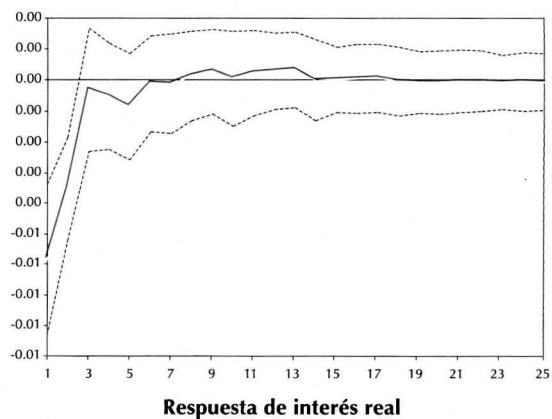
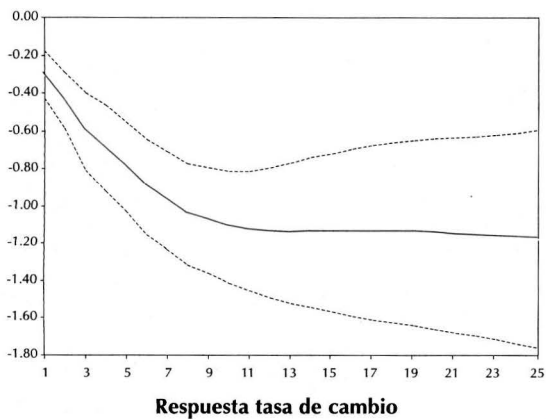
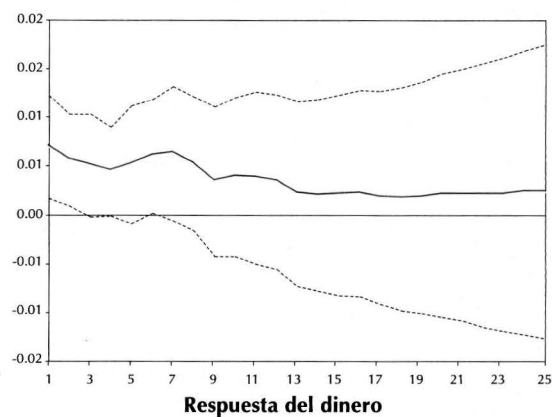


## Gráfico 8 (Continuación)

**Choque de demanda**

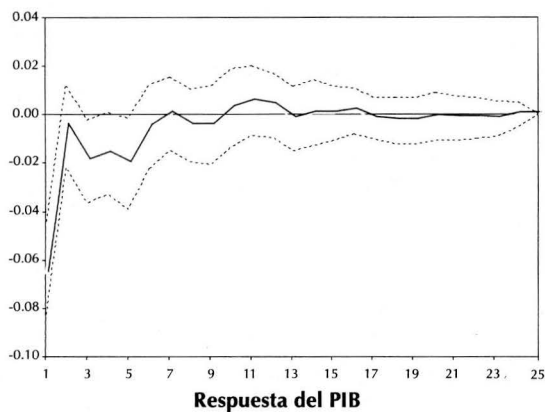


**Choque de demanda**

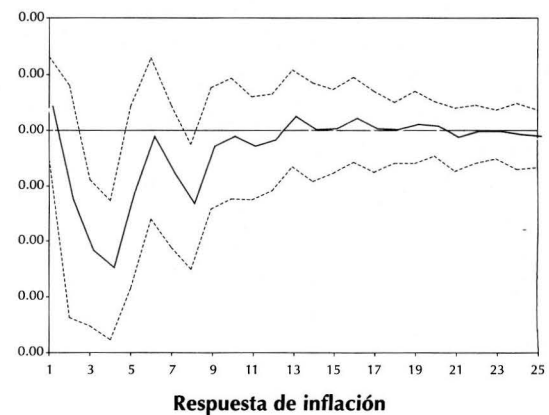
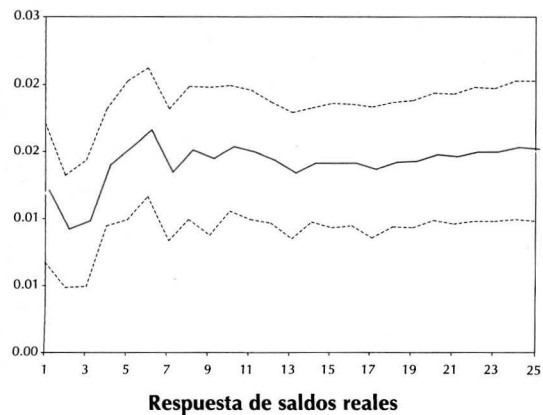
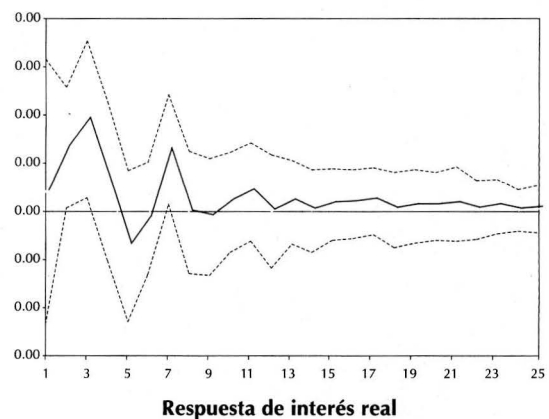
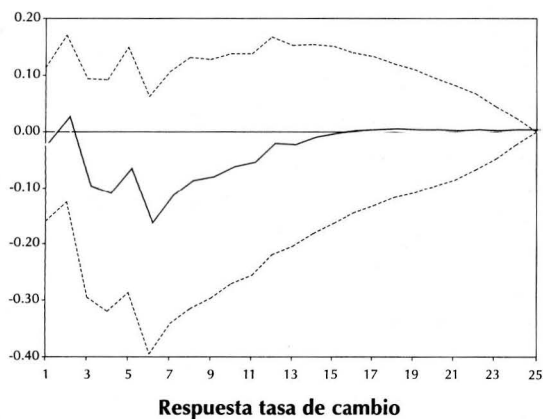
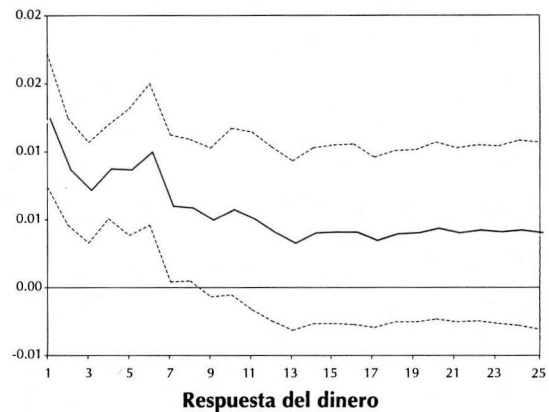


## Gráfico 8 (Continuación)

**Choque de demanda dinero**

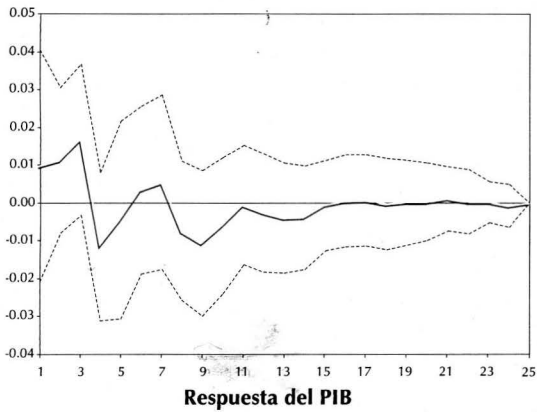


**Choque de demanda dinero**

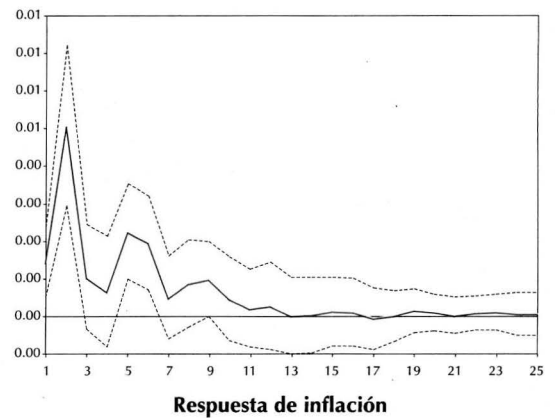
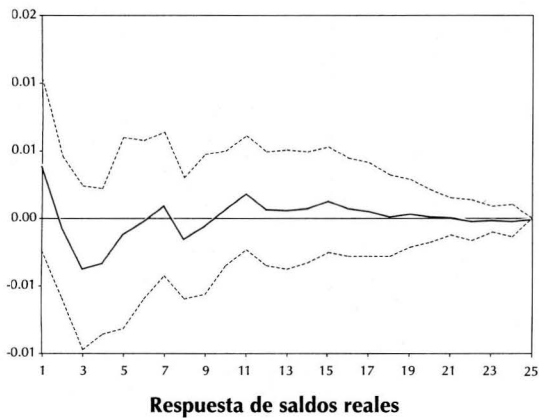
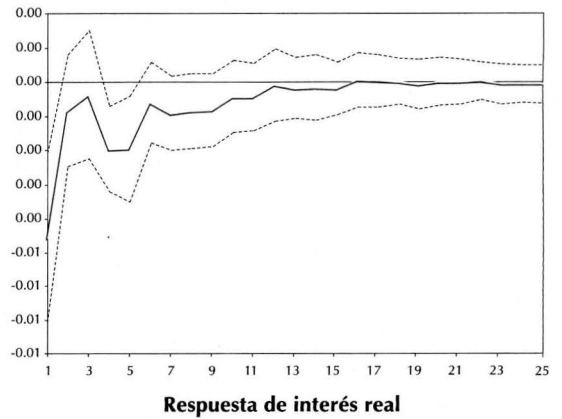
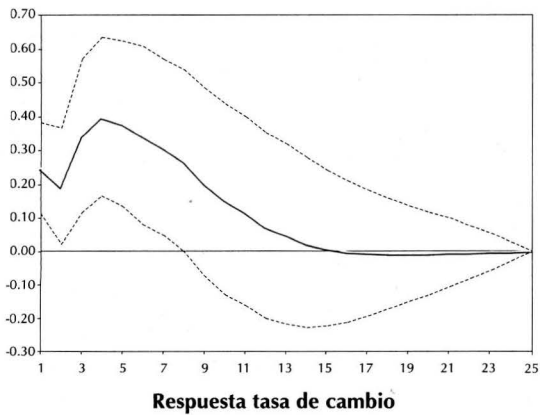
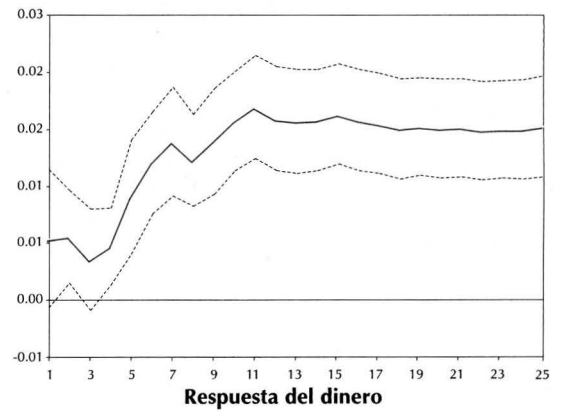


**Gráfico 8 (Continuación)**

**Choque de oferta monetaria**

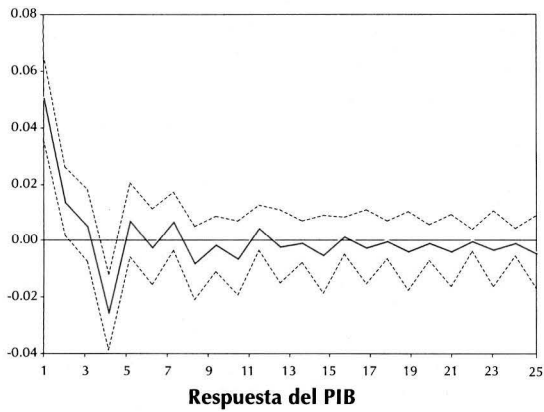


**Choque de oferta monetaria**

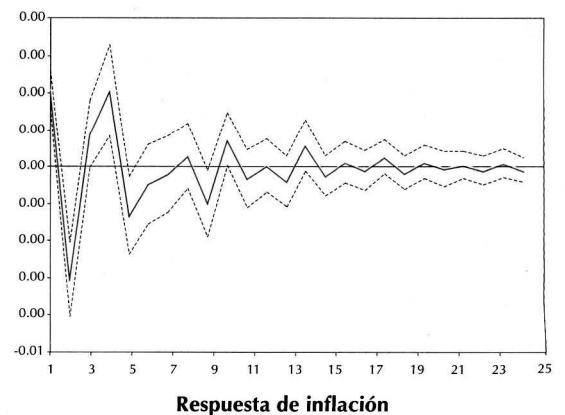
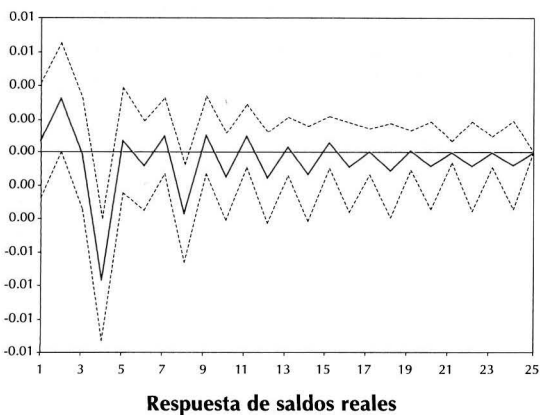
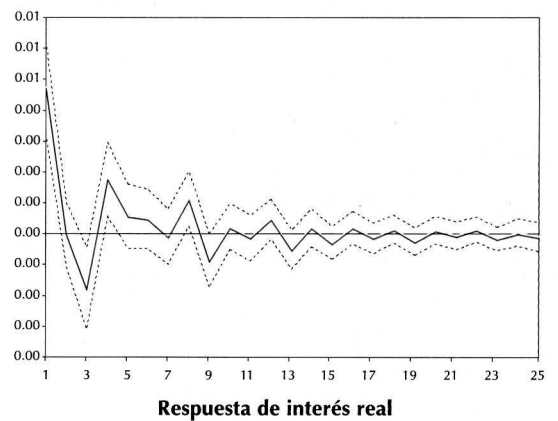
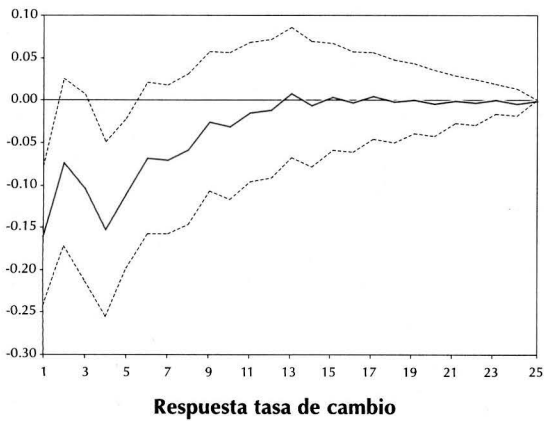
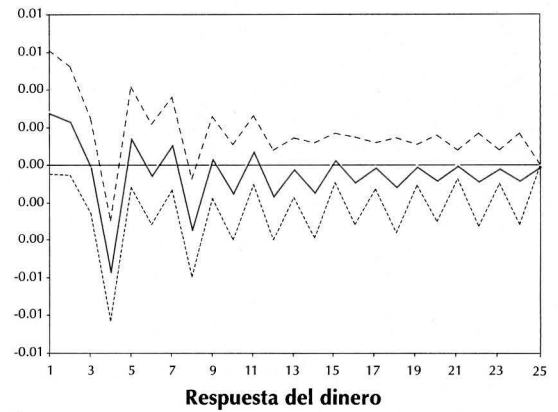


## Gráfico 8 (Continuación)

**Choque de corto plazo**



**Choque de corto plazo**



En el Gráfico 8 se observa el efecto económico de una perturbación en la demanda de dinero. El producto decrece transitoriamente y la tasa de interés real crece con el impacto. Los saldos reales aumentan, por ejemplo, por un cambio en las preferencias de los agentes y se acelera el crecimiento del dinero como resultado de una política que busca acomodar, al menos parcialmente, la oferta de dinero a su demanda. El índice de la tasa de cambio real disminuye y no regresa a su valor inicial sino alrededor de dieciocho trimestres más tarde. Es decir, aunque los efectos sobre la tasa de cambio no son permanentes, sí son bastante duraderos<sup>22</sup>. Finalmente, la tasa de inflación se reduce pero solamente un trimestre después de que la perturbación de demanda de dinero ha ocurrido, o sea, hay un rezago desde el momento en que se presenta el choque.

Las perturbaciones de demanda de dinero explican el 46% y el 19% de la variabilidad en el producto a uno y cinco trimestres respectivamente. Cuando se trata de la variabilidad de los saldos reales, estas perturbaciones responden por un 34% y un 32%, también a uno y cinco trimestres. Dichas perturbaciones también afectan la varianza de los errores de predicción de la inflación en un 13% pero sólo a horizontes de cinco trimestres en adelante porque, en el corto plazo, su efecto es insignificante. Por último, las perturbaciones de demanda de dinero explican gran parte de las fluctuaciones de oferta monetaria (40% a un trimestre, 26% a cinco y 14% a diez) indicando nuevamente que las autoridades económicas han acomodado en parte la oferta monetaria a la demanda de los agentes.

Los efectos generados por un choque de oferta de dinero en la economía colombiana se muestran en el Gráfico 8. En primer lugar, se produce un incre-

mento permanente en la tasa de crecimiento del dinero. El producto crece, pero cuatro trimestres más tarde, el proceso ya se ha revertido. La reducción instantánea de la tasa de interés real muestra la existencia del efecto liquidez e indica la forma en que opera el mecanismo de transmisión en Colombia. Esta reducción de la tasa de interés real se debe a la abundancia de dinero en la economía. Además, la tasa de inflación aumenta con el impacto. Efectivamente, el mayor impacto sobre la inflación se siente en el período siguiente al choque y sus efectos son bastante persistentes porque la tasa de inflación se mantiene por encima de su valor inicial por alrededor de doce trimestres. En concordancia con el modelo, los saldos reales crecen inicialmente pero en el segundo trimestre el efecto ya se ha tornado negativo debido a la mayor inflación; la tasa de cambio crece, es decir, la moneda nacional se desvaloriza en forma bastante persistente como resultado de la abundancia de dinero en el mercado.

Las perturbaciones de oferta de dinero dan cuenta del 34% de la varianza del error en la predicción de la tasa de cambio un trimestre para adelante. Aunque inicialmente los choques a la oferta monetaria responden por el 17% de la variabilidad de la inflación en una proyección a un trimestre, cuando se mira la varianza de las predicciones para la inflación a horizontes de más de cinco períodos, dichas perturbaciones monetarias se convierten en el factor individual más importante porque explican el 32% de dicha variabilidad (Cuadro 9). El crecimiento monetario es nuevamente fundamental en la explicación de las fluctuaciones de la tasa de interés. Así, el 30% de las fluctuaciones de la tasa de interés a un trimestre y el 23% a horizontes de más de cinco períodos, se debe a los choques en el crecimiento del dinero.

El último choque considerado se presenta al final del Gráfico 8. Afecta originalmente la tasa de

---

<sup>22</sup> Ver Rogoff (1996) op.cit.

interés y se designa como de corto plazo porque no tiene ningún efecto permanente sobre ninguna variable<sup>23</sup>. Dicha perturbación, al generar un aumento instantáneo de la tasa de interés real, produce una revaluación de la moneda y oscilaciones de la tasa de inflación empezando por una aceleración inicial. El PIB muestra un aumento de muy corta duración, puesto que en el tercer período después del choque, el efecto positivo ya ha desaparecido. Los saldos reales y el crecimiento monetario se ubican por encima del nivel inicial durante los dos primeros trimestres para enseguida decrecer y oscilar hasta que el efecto desaparece definitivamente.

Es interesante resaltar que al incluir el choque de corto plazo, la contribución de los choques de oferta a la variabilidad del producto se reducen a la mitad. Así, los choques de oferta aportan ahora el 26% de la variabilidad y el choque de corto plazo contribuye con el 25% de la varianza del PIB un trimestre más adelante. Sin embargo, la contribución del choque de corto plazo se reduce a solamente un 5,2% en una proyección diez trimestres hacia adelante. Los resultados parecen indicar que dicho choque puede interpretarse como un aumento temporal de la rentabilidad del capital que sólo tiene efectos transitorios en el PIB<sup>24</sup>. Finalmente, el choque de corto plazo es importante en la explicación de las fluctuaciones de la tasa de cambio real en horizontes de diez trimestres o

menos y también de la variabilidad de la inflación, porque es reponsable por el 30% de ésta a un trimestre y el 15,6% a un horizonte de cinco trimestres.

En resumen, la inclusión del último choque en este ejercicio permitió obtener las respuestas de la tasa de interés real ante los diferentes choques, al mismo tiempo que las otras respuestas continuaron siendo consistentes con lo que se había encontrado en los dos primeros VAR. Son notables en este ejercicio, sin embargo, las diferencias en la descomposición de varianza de las variables, en particular en el caso del producto.

## 2. Anomalías

Para finalizar esta sección se enumeran algunas anomalías discutidas en la literatura de VAR<sup>25</sup>, pues se considera que es relevante compararlas con algunos resultados del tercer ejercicio de este trabajo.

- Cuando los choques de política se identifican con choques en la cantidad de dinero (M1), un choque en M1 está asociado con un incremento en la tasa nominal de interés en vez de una reducción como se esperaba.

En los resultados se encontró que, como resultado de un choque en la cantidad de dinero (M1), la tasa de interés real disminuye como era de esperarse. La tasa de interés nominal, aunque en forma apenas perceptible, por el contrario aumenta. Es decir, la anomalía está presente en este trabajo.

- Una innovación positiva en la tasa de interés está asociada, en algunos países europeos, con

---

<sup>23</sup> La estructura de la matriz de largo plazo en este VAR no permite que ante el choque en tasas de interés, la oferta monetaria crezca de manera permanente. Es decir, en forma implícita, no se permite que las autoridades monetarias reaccionen incrementando permanentemente M1.

<sup>24</sup> El aumento transitorio de la rentabilidad parece aumentar el esfuerzo y por lo tanto el PIB y la demanda de manera poco duradera, de tal forma que no hay un cambio permanente en las condiciones de oferta.

---

<sup>25</sup> Kim y Roubini (1997) discuten las principales anomalías encontradas en la literatura de VAR. En todos los casos dichas anomalías se presentan en ejercicios que incluyen la tasa de interés.



una devaluación de la moneda en vez de una revaluación, como se esperaría y como efectivamente ocurre en los Estados Unidos.

Esta anomalía no fue encontrada en los resultados del ejercicio y, por el contrario, en la última columna del Gráfico 8 se observa claramente una revaluación de la moneda cuando la tasa de interés real aumenta.

- Si existe paridad entre la tasa de interés interna y externa, una innovación positiva en la tasa de interés interna con relación a la externa debería producir una revaluación instantánea y posteriormente una devaluación persistente. Esto, porque la más alta tasa de interés estaría señalando expectativas de devaluación de la moneda. Sin embargo, frecuentemente se encuentran respuestas donde la moneda continúa revaluándose paulatinamente ("delayed overshooting") ante un incremento en la tasa de interés.

Los resultados del tercer VAR parecen indicar que dicha anomalía no se presenta tampoco, aunque la respuesta no es tan definitiva al respecto. En efecto, en la última columna del Gráfico 8 se observa que un choque en la tasa de interés genera una revaluación instantánea (la tasa de cambio real disminuye) y a partir de entonces hay un proceso de devaluación pero con la presencia de fluctuaciones en el camino. A pesar de dichas fluctuaciones, es claro que no se encuentra una revaluación paulatina (delayed overshooting) antes de que la moneda empiece a devaluarse como ocurre en la anomalía mencionada.

### **3. Descomposición histórica**

#### **a. Producto**

El ejercicio de descomposición histórica del PIB con cinco choques estructurales que aparece en el

Gráfico 9, muestra nuevamente que los choques de oferta son los mayores responsables de la evolución del producto. Así, estos choques fueron el origen del pobre crecimiento del producto en la década de los ochenta. A partir de 1981 se observan choques negativos de oferta en forma continua hasta 1985. Cuando se revirtió la tendencia, el PIB creció más rápido pero luego se estabilizó entre 1987 y 1990. En 1992 el crecimiento de la economía se aceleró nuevamente y el nivel del PIB comenzó a aproximarse al valor esperado, de acuerdo con la proyección hecha a partir de su evolución anterior a 1978.

Debido a la confluencia de varios de los choques estructurales liderados por los choques de oferta, los años de 1984 y comienzos de 1985 fueron especialmente malos en términos de niveles de producción. La contribución del gasto al crecimiento del producto fue particularmente negativa en 1985 y posteriormente en 1991. Los choques de demanda de dinero fueron un factor negativo en el crecimiento del producto en una parte del período comprendido entre 1982 y 1984 y en una parte del año 1985; también lo fueron durante algunos meses de 1992 y especialmente en 1993. A partir de 1994 los choques de demanda de dinero han sido expansionistas.

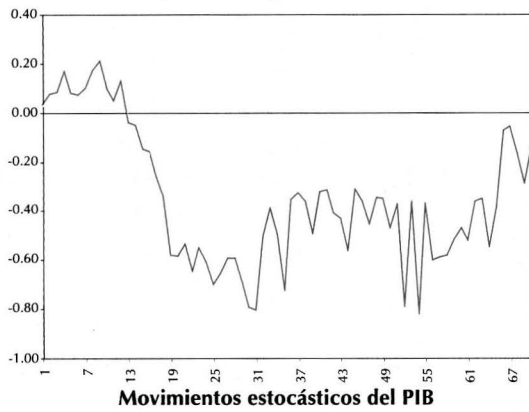
A comienzos de los ochenta, la oferta monetaria contribuyó en forma negativa a la evolución del PIB, pero entre los años 1983 y 1985, el crecimiento del dinero fue un factor expansivo. Sin embargo, la tendencia cambió y en 1986 la oferta monetaria fue un elemento contraccionista. Los choques monetarios también fueron contraccionistas entre una parte de 1990 y la segunda mitad de 1991.

#### **b. Inflación**

El Gráfico 10 ayuda a conocer los factores que han determinado los diferentes movimientos de la

Gráfico 9

Producto (descomposición histórica)



Producto (descomposición histórica)

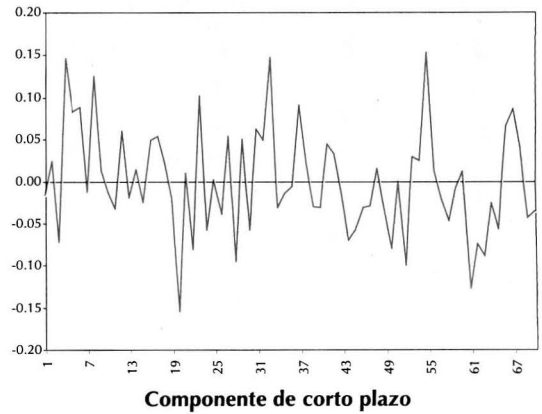
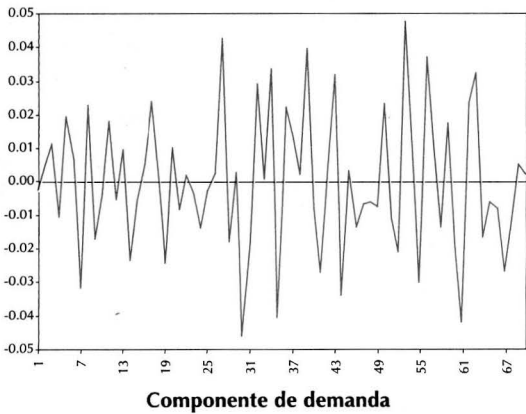
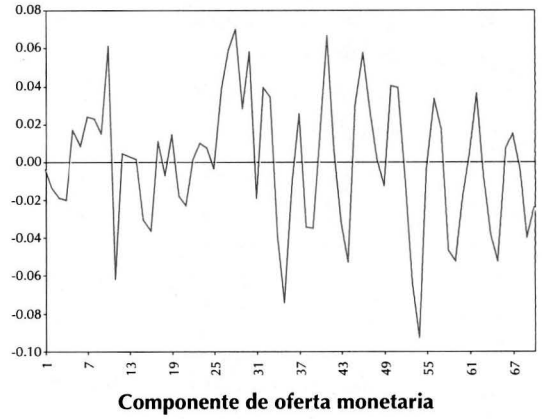
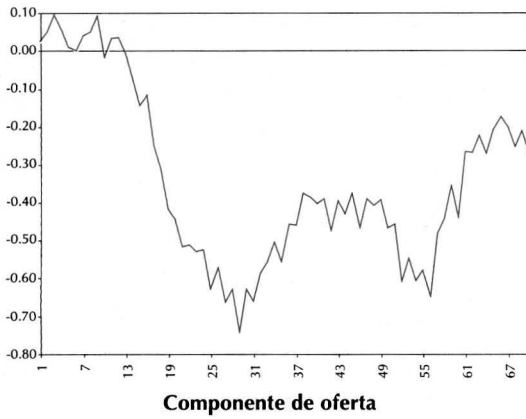
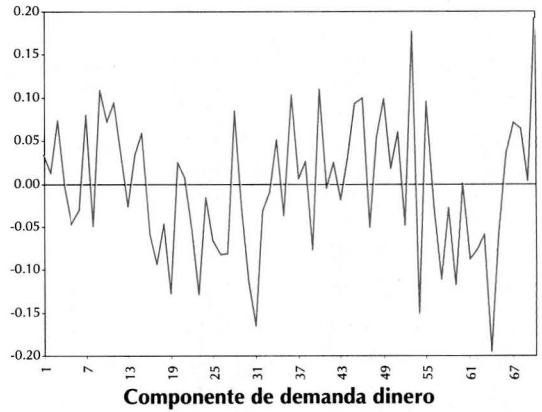
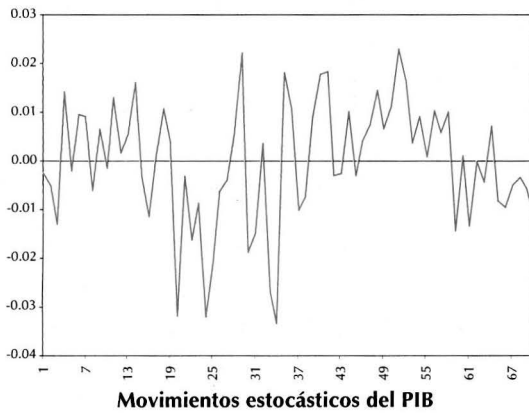
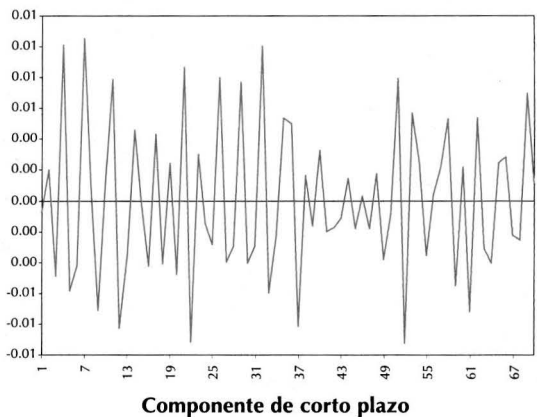
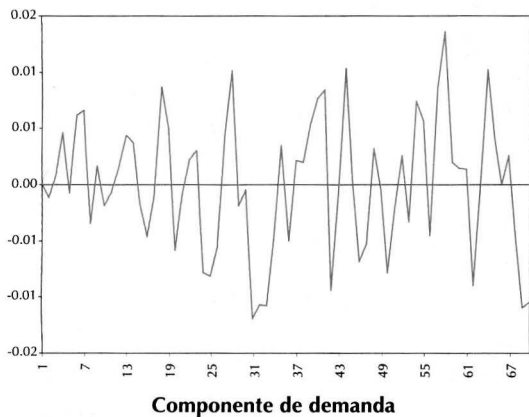
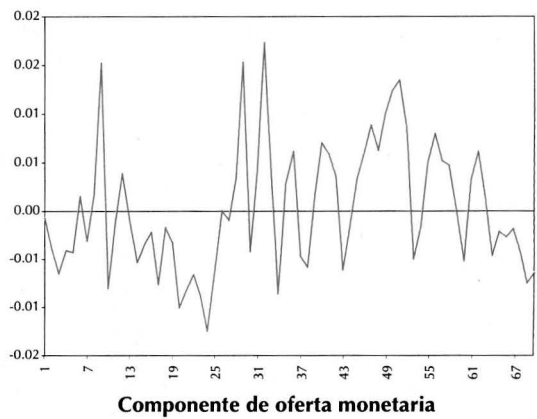
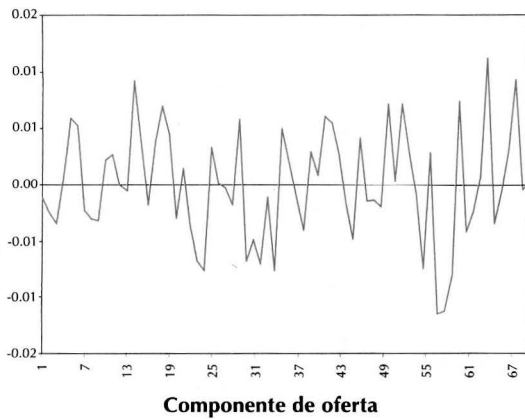
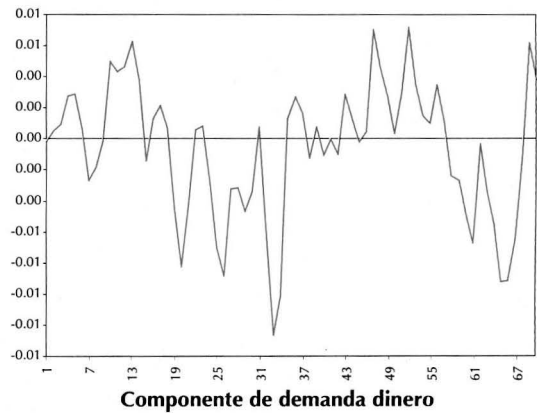


Gráfico 10

Inflación (descomposición histórica)



Inflación (descomposición histórica)



inflación en la historia reciente del país. Así por ejemplo, cuando a finales de 1978 la tendencia de la inflación cambió debido a un choque de oferta, ya la demanda de dinero y el gasto estaban presionando la inflación al alza. Además, durante el último trimestre del año, la oferta monetaria también cambió de tendencia y validó los incrementos en el ritmo inflacionario.

En el segundo semestre de 1982 las perturbaciones de demanda de dinero, oferta monetaria y demanda (gasto), ocasionaron una reducción de la inflación. A finales de 1983 estas perturbaciones, junto con un significativo choque de oferta, ocasionaron una nueva reducción de la inflación<sup>26</sup>.

A los choques de oferta monetaria se unió el gasto e incluso la productividad para generar el aumento sostenido del ritmo inflacionario durante 1984 y comienzos de 1985. A comienzos de 1986 confluyeron principalmente el gasto y la demanda de dinero para reducir la inflación, pero la oferta monetaria y la productividad también contribuyeron. Durante el segundo semestre de 1986 la situación cambió y la inflación repuntó nuevamente liderada por el gasto y un choque negativo de oferta. Además, aparentemente la oferta de dinero se acomodó y validó la nueva situación. La demanda de dinero, por su parte, disminuyó en forma simultánea con el choque de oferta. Es decir, finalmente, todos los choques estructurales contribuyeron a acelerar la inflación.

El incremento de la inflación entre 1989 y comienzos del 1991 se debió en especial a choques de

oferta monetaria, aunque también contribuyeron un choque negativo de oferta a finales de 1990 y los choques de demanda de dinero. La estabilización de 1990-91 es sobre todo monetaria y se vió facilitada por el comportamiento de la oferta durante parte de 1991 y especialmente en 1992. Es así como dichos choques de oferta fueron los principales responsables de la reducción de la inflación en 1992.

En 1993 la inflación fue inferior a lo esperado aunque hubo choques positivos de oferta monetaria porque, al mismo tiempo, los choques de productividad, de gasto y de demanda de dinero empujaron la inflación hacia abajo. En 1994 el gasto causó presiones inflacionarias; sin embargo, las condiciones de demanda de dinero junto con los choques de productividad y oferta monetaria, produjeron una disminución en el ritmo de crecimiento de los precios. En 1995 la inflación nuevamente decreció, al tiempo que los choques negativos de demanda de dinero ejercieron presiones alcistas. Esto sucedió porque durante 1995, a las perturbaciones de la oferta monetaria que son contraccionistas, se sumaron las del gasto que cambiaron y empezaron a presionar la inflación hacia abajo.

## VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se evaluó qué tan adecuado es un modelo Mundell-Fleming aumentado con una curva de Phillips para analizar las fluctuaciones de la economía colombiana. Esto es, un modelo donde hay rigideces de precios en el corto plazo (de tal forma que perturbaciones en las variables nominales y en general de demanda agregada tienen efectos reales) pero donde, al mismo tiempo, los factores de oferta determinan la producción en el equilibrio macroeconómico de largo plazo. Para ello se estimaron diferentes VAR simples que suponen que la economía fluctúa como resultado de

---

<sup>26</sup> Echeverry (1996) atribuye la desaceleración de la inflación entre 1982 y 1984 a una reducción de la demanda. Sin embargo este ejercicio indica que entre 1981 y 1983 la oferta monetaria también presionó la inflación a la baja.

movimientos en la oferta, la demanda, la demanda de dinero, la oferta de dinero y un choque de corto plazo que afecta la tasa de interés real.

En primer lugar, como estrategia para identificar el VAR, se usaron restricciones de largo plazo entre las variables. Así, con base en la teoría económica, se supuso que el modelo es triangular inferior en el largo plazo. Esto significa que en un sistema de tres variables que incluye producto, tasa de cambio real e inflación, con un vector de choques estructurales de oferta ( $s$ ), demanda ( $is$ ) y monetario ( $m$ ), solamente los choques de oferta afectan el producto en el largo plazo, mientras que tanto los choques de oferta como los de demanda afectan la tasa de cambio. De otra parte, los choques de demanda no afectan el producto en forma permanente y los monetarios no tienen efectos de largo plazo ni en el producto ni en la tasa de cambio. Una vez identificados los coeficientes del VAR estructural con este método propuesto originalmente por Blanchard y Quah (1989), fue posible encontrar las respuestas de las diferentes variables ante cada uno de los choques estructurales. Los resultados obtenidos permiten concluir que, en la gran mayoría de los casos, las respuestas dinámicas de las variables concuerdan con las predicciones de la teoría.

Enseguida, se descompuso la varianza y se encontró la participación de cada choque estructural en la varianza de las innovaciones (sorpresas) de cada variable. Finalmente, con cada vector estimado, se hizo la descomposición de las fluctuaciones históricas de algunas series en sus componentes estructurales.

Los resultados muestran que, efectivamente, en el caso del PIB los choques de oferta son los más importantes para explicar su evolución. En consecuencia, el modelo indica que un proceso de creci-

miento económico de largo plazo no se genera mediante choques de gasto o de oferta monetaria que expandan la demanda agregada. Por el contrario, es el mejoramiento del capital físico y humano y en general de las condiciones de oferta lo que garantiza un crecimiento permanente del producto.

Los movimientos de la tasa de cambio, a su vez, son causados principalmente por los choques de gasto. De esta forma, los resultados muestran que la revaluación reciente del peso colombiano ha sido generada por el aumento en el gasto. Así, si se quiere alcanzar un objetivo para el nivel del índice de la tasa de cambio real que garantice la estabilidad de la economía en el largo plazo, es necesario también fijar objetivos sobre el crecimiento del gasto (público y privado).

Todos los tipos de choque son importantes para explicar las fluctuaciones de la inflación. Sin embargo, los resultados muestran que, en el largo plazo, los choques de oferta monetaria son los más importantes y que en el corto plazo los choques de productividad y de gasto también tienen un importante impacto sobre la inflación. Estos resultados deberían tenerse presentes al analizar la evolución de la inflación y al emprender una política antiinflacionaria o evaluarla.

La descomposición histórica permitió analizar en detalle los diferentes movimientos de las tres variables escogidas (PIB, tasa cambio e inflación) porque muestra la dirección en la que los choques estructurales presionaron las variables en cada momento del período. Es notable que dicha descomposición coincida con muchos acontecimientos de la historia reciente del país, documentados en las notas editoriales del Banco de la República y en general en la literatura económica colombiana.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernal, Joaquín, "La política fiscal en los años ochenta", Ensayos sobre política económica, junio 1991.
- Bernanke, Ben, "Alternative Explanations of the Money-Income Correlation", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 25, 1986.
- Bernanke y Blinder "The Federal Funds and the Channels of Monetary Transmission". American Economic Review, Sept.1992, Vol. 82, No.4.
- Bernanke, B. and I. Mihov, "Measuring Monetary Policy", NBER working paper No. 5145, junio 1995.
- Blanchard, Olivier y Mark Watson, "Are Business Cycles all Alike?", The American Business Cycle, Chicago: University of Chicago Press, 1986.
- Blanchard, Olivier and Danny Quah, "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances," American Economic Review, 1989, 655-73.
- Bruno, C. y F. Portier, "Macroeconomic fluctuations in an open economy: how well does the Mundell-Fleming model fit the postwar French data?" Documento de trabajo OFCE y CEBREMAP-MAD Paris I, enero 1994.
- Clarida Richard y Jordi Galí, "Sources of Real Exchange Rate Fluctuations: how important are nominal shocks?" Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 1994.
- Clavijo, Sergio, "Macroeconometrics of a Small Open Economy Using Vector Autoregression Analysis", doctoral dissertation, University of Illinois, Urbana, 1987.
- Echeverry, Juan Carlos, "Indicadores de política y canales de transmisión monetaria, Colombia 1975-1991." Ensayos sobre política económica, 1993, No. 24, diciembre.
- Echeverry, Juan Carlos, "Auge y perpetuación de una inflación moderada. Colombia 1970-1991. Tesis de doctorado, New York University, mayo 1996.
- Enders, Walter. "Applied Econometric Time Series". Wiley & Sons, 1995.
- Frenkel, J. y A. Razin, "Fiscal policies and Growth in the World Economy". 3rd edition, MIT press, 1996, capítulo 4.
- Galí, Jordi, "How Well Does the IS-LM Model Fit Postwar U.S. Data?," Quarterly Journal of Economics, vol. 107, mayo 1992.
- Galí, Jordi, "Technology, employment, and the business cycle: do technology shocks explain aggregate fluctuations?" C.V. Starr center for applied economics, New York University, w.p. #96-28, agosto 1996.
- Garay, Luis J. y Alberto Carrasquilla, "Dinámica del desajuste y proceso de saneamiento económico en Colombia en la década de los ochenta". Ensayos sobre política económica, junio 1987.
- Gaviria Alejandro y Carlos Esteban Posada, "Inflación y crecimiento en Colombia (Estadística con teoría)." Archivos de Macroeconomía, DNP, documento 23, febrero 1994.
- Hamilton, James, "Time Series Analysis". Princeton University Press, 1994.
- Julio, Juan Manuel, "Choques grandes, choques pequeños: evidencia del Log(IPC) e inflación colombianos" Ensayos sobre política económica, diciembre 1995.
- Kamas, Linda, "Inflación y política monetaria bajo un régimen de minidevaluaciones" Ensayos sobre política económica No. 25, junio 1994.
- Kim, Soyoung y Nouriel Roubini, "Liquidity and Exchange Rates in the G-7 Countries: Evidence from Identified VARs. Mimeo, New York University, abril 1997.
- King, Robert, "Will the New Keynesian Macroeconomics Resurrect the IS-LM Model?," Journal of Economic Perspectives, invierno 1993.
- Lucas, Robert, "Liquidity and Interest Rates", Journal of Economic Theory, abril 1990.
- Posada, Carlos Esteban, "Dinero, interés, inflación y fluctuaciones económicas en Colombia desde 1958. Borradores semanales de economía, No. 44, diciembre 1995.
- Prescott, Edward, "Theory Ahead of Business Cycle Measurement" Quarterly Review, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Otoño, 1986.
- Reinhart, Carmen M. y Vincent R. Reinhart, "Output fluctuations and monetary shocks, evidence from Colombia", IMF staff papers 38, diciembre. 1991.
- Restrepo, Jorge Enrique, "Inflation Targeting: the case of Colombia 1973-1994" mimeo, New York University, 1996.
- Revista del Banco de la República. "Notas Editoriales", diciembre 1993 y marzo 1995.
- Rogoff, Kenneth, "The Purchasing Power Parity Puzzle" Journal of Economic Literature, junio 1996.

- Roubini, Nouriel y Vittorio Grilli, "Liquidity Models in Open Economies: Theory and Empirical Evidence", NBER W.P.# 5313, octubre 1995.
- Sánchez, Fabio y Clara E. Parra, "Un modelo keynesiano simple para la economía colombiana". DNP, Archivos de macroeconomía No.53, 18 de febrero de 1997.
- Shapiro, M. y Watson M, "Sources of Business Cycle Fluctuations", NBER Macroeconomics annual 1988.
- Sims, Christopher, "Macroeconomics and Reality", Econometrica, 48, 1980.
- Urrutia, Miguel y Rodrigo Suescún, "Las bonanzas cafeteras y la enfermedad holandesa en Colombia". Cusiana un reto de política económica, DNP y Banco Mundial, Bogotá, 1994.
- Valderrama, Fanny M. "trimestralización del Producto Interno Bruto por el lado de la oferta", Archivos de Macroeconomía No. 54, febrero 1997.
- Vargas, Hernando, "La relación entre el crédito y la inflación", Revista del Banco de la República, junio 1995.
- Zarta, Alvaro, "Crecimiento e inflación bajo la influencia del dinero y el crédito en la economía colombiana", Mimeo, DNP, 1994.