

Impacto de las Intervenciones
Cambiarias sobre el Nivel y la
Volatilidad de la Tasa de Cambio en
Colombia

Por: Juan José Echavarría
Diego Vásquez y Mauricio Villamizar

Núm. 561
2009

Borradores de ECONOMÍA



tá - Colombia - Bogotá - Col

Impacto de las Intervenciones Cambiarias sobre el Nivel y la Volatilidad de la Tasa de Cambio en Colombia¹

Juan José Echavarría
Diego Vásquez
Mauricio Villamizar

Resumen:

Este trabajo evalúa los determinantes de las compras de divisas y su impacto sobre la tasa de cambio nominal en Colombia durante 2000-2008. Estimaciones Tobit muestran que el Banco Central compró divisas para compensar las revaluaciones frente al día anterior y para corregir tendencias “excesivas”, cuando se redujo la presión inflacionaria y cuando el Banco Central tuvo una posición acreedora neta. La estimación de un modelo E-GARCH muestra que las compras de divisas devaluaron la tasa de cambio y redujeron su volatilidad, tanto en el corto (1 día) como en el mediano plazo (1 mes, 3 meses y 6 meses). Las posibles contradicciones macroeconómicas no fueron suficientemente fuertes como para afectar la función de reacción de las autoridades o el impacto de las intervenciones. El trabajo utiliza metodologías que permiten evaluar la estabilidad de los parámetros de la ecuación de media y de volatilidad para el modelo E-GARCH en forma simultánea.

Resumen en Inglés

This paper evaluates the determinants of foreign exchange purchases and their impact on the nominal exchange rate in Colombia during 2000-2008. Tobit estimations show that the Central Bank bought foreign exchange in order to compensate day to day revaluations and to correct “excessive” trends, when inflation pressures were low and when the central bank was a net creditor. We estimate an E-GARCH model to show that foreign exchange purchases increased (devalued) the exchange rate and reduced its volatility, not only in the short (1 day) but also in the medium term (1 month, 3 months and 6 months). Possible macroeconomic contradictions were not strong enough to affect the reaction function of the authorities or the impact of interventions. We develop some methodologies which allow an evaluation of parameter stability for the mean and volatility equation in the E-GARCH model.

Palabras claves: Intervenciones cambiarias, monto, modalidades e impacto de las intervenciones, función de reacción del banco central, estabilidad de parámetros, estimación Tobit, E-GARCH.

Clasificación JEL: E58, F31, F32, G15.

¹ Los puntos de vista de este documento no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Tabla de Contenido

I. Introducción	3
II. ¿Cuándo Intervienen los Bancos Centrales?	3
A. Las Intervenciones Cambiarias en Colombia	5
B. Estimación de la Función de Reacción a Partir de un Modelo Tobit	16
III. El Efecto de las Intervenciones Cambiarias	21
A. Efecto de las Intervenciones sobre el Nivel y la Volatilidad de la Tasa de Cambio	21
B. Estimación del Nivel y la Volatilidad a Partir de un Modelo E-GARCH	27
C. Estabilidad de los Coeficientes	35
IV. Conclusiones	38
V. Bibliografía	39
VI. Anexos	44
A. Estacionariedad de las Variables	44
B. Valores para las Diferentes Pruebas de Estabilidad (Sup LM, L_c y L_w)	45

I. Introducción

El número de países con sistemas cambiarios relativamente flexibles se ha incrementado durante los últimos años, pero son pocos los que siguen un esquema de flotación pura. Los bancos centrales intervienen para reducir las fuertes fluctuaciones de corto plazo en la tasa de cambio, para suavizar o corregir tendencias “excesivas” en ésta, para modificar el nivel de las reservas internacionales, los medios de pago, y el nivel de largo plazo de la cuenta corriente y de la cuenta de capital. Los costos de los “desalineamientos” de la tasa de cambio respecto a su nivel “de equilibrio” podrían ser incluso superiores en los países emergentes, donde la volatilidad es más alta, y también mayor el impacto de un movimiento similar en la tasa de cambio sobre el comercio y sobre la economía real.

El presente documento evalúa la experiencia Colombiana de intervención en el período 2000-2008, un período en que se compraron más de US\$ 18 mil millones bajo diferentes modalidades, opciones y compras directas, y con cambios importantes en intensidad (el nivel actual de reservas internacionales del país se encuentra cercano a los US\$ 23 mil millones). La Sección II describe los diferentes episodios de intervención, los motivos que llevaron a las autoridades a intervenir y los resultados de la estimación de su función de reacción bajo una especificación Tobit. La Sección III discute los diferentes canales a través de los cuales la intervención afecta la tasa de cambio, y utiliza un modelo E-GARCH para determinar el impacto de las intervenciones, la tasa de interés interna y externa y el riesgo sobre el nivel y la volatilidad de la tasa de cambio a diferentes plazos. En dichas Secciones se evalúa si hay estabilidad de los coeficientes estimados. Surgen interrogantes tales como si las crecientes contradicciones macroeconómicas estimularon un menor nivel de intervención, o si disminuyó el impacto de las intervenciones en el tiempo. La Sección IV presenta las principales conclusiones. El Anexo muestra los niveles de integración de las distintas variables, y desarrolla contrastes de estabilidad para las estadísticas suprema LM (Andrews, 1993), L_C (Nyblom, 1989) y L_W (Hansen, 1990), con lo cual es posible estimar conjuntamente la estabilidad de los parámetros de la ecuación de media y de volatilidad en el modelo E-GARCH.

II. ¿Cuándo Intervienen los Bancos Centrales?

El número de países con sistemas cambiarios relativamente flexibles se ha incrementado durante los últimos años, y son pocos los que siguen un esquema de flotación pura. Aún los

clasificados por el IMF como *con libre flotación (free floaters)* intervienen en el mercado periódicamente, o mantienen el derecho a hacerlo; defensores de la flotación como Estados Unidos y Japón también intervienen, menos que en el pasado pero en mayor volumen (Edwards, 2006). El temor a la flotación parece ser incluso mayor en los países emergentes, tanto durante procesos de devaluación (Calvo y Reinhart, 2002) como de revaluación (Levy-Yeyati y Sturzenegger, 2007).² Colombia y México incluso han adoptado reglas automáticas y explícitas de intervención.

¿Cuándo se interviene? Según los estatutos del Fondo Monetario Internacional (*Surveillance over Exchange Rate Policies*) un estado miembro deberá intervenir en el mercado cambiario para compensar condiciones desordenadas, caracterizadas por movimientos bruscos de corto plazo en la tasa de cambio (Neely, 2006).³ Diferentes estudios y entrevistas con autoridades monetarias sugieren que los bancos centrales también intervienen para suavizar o corregir tendencias “excesivas” en la tasa de cambio, para modificar el nivel de las reservas internacionales, los medios de pago, el nivel de largo plazo de la cuenta corriente y de la cuenta de capital.⁴ La mayoría de los bancos centrales tratan de estabilizar la tasa de cambio (*lean against the wind*), con intervenciones que en ocasiones difieren en intensidad para procesos de revaluación y de devaluación de la tasa de cambio, y en signo frente a variaciones intra-día e inter-día.⁵

La volatilidad y las tendencias “excesivas” pueden tener costos reales importantes tales como reducir el volumen de comercio internacional, elevar las presiones hacia el proteccionismo, incrementar la persistencia de la inflación (con lo cual se retarda el ajuste en la tasa de cambio real), y retardar el desarrollo del sector financiero (Rigobón, 2008). Estos costos podrían ser incluso mayores en los países emergentes, donde la volatilidad es mayor (los mercados financieros son pequeños y poco profundos y la credibilidad de las autoridades es baja), y también mayor el impacto de un movimiento similar en la tasa de cambio sobre el comercio y sobre la economía real.

² La preocupación con el comportamiento de la tasa de cambio en los países emergentes también se evidencia al analizar la influencia de dicha variable en la llamada regla de Taylor. Así, Blundell-Wignall y Masson (1985) encuentran un coeficiente positivo y significativo para la tasa de cambio real en 11 de 13 países emergentes para los cuales estimaron reglas de Taylor “ampliadas”, y Edwards (2006) muestra un coeficiente mayor para esa variable en países con mayor historia inflacionaria o con alta volatilidad de la tasa de cambio real. Ello sugiere que en esos países la tasa de interés se determina parcialmente con un objetivo cambiario.

³ Almekinders y Eijffinger (1992) presentan definiciones alternativas de condiciones desordenadas: altos diferenciales entre los precios de compra y venta (*bid-ask*), fuertes movimientos intra-día, transacciones en mercados pequeños (*thin*) altamente inciertos, y movimientos cambiarios auto-sostenidos que pueden adquirir una dinámica propia.

⁴ Sobre el nivel de las reservas internacionales ver Takagi (1989); Tapia y Tokman (2004) y Blundell-Wignall y Masson (1985); sobre otras variables ver Almekinders y Eijffinger (1992) y Bonser-Neal y Tanner (1996).

⁵ Ver la revisión de la literatura en Edison (1993), y el análisis para los Estados Unidos en Neely (2002).

Generalmente, este tipo de países se caracteriza por tener economías más abiertas, con mayores niveles de *pass-through* y con altos niveles de dolarización de los pasivos (Calvo (1999); Domac y Mendoza (2004)).

Las intervenciones que buscan fijar excesivamente el nivel de la tasa de cambio pueden resultar contraproducentes, debido a que reducen el poder contra-cíclico de la política monetaria (en un contexto de capitales relativamente móviles, la llamada *trilogía imposible*). Se argumenta, en este contexto, que los países que han adoptado un régimen de *inflación objetivo* deberían considerar el impacto de la tasa de cambio sobre la inflación y la brecha del producto, sin mantener una meta cambiaria.⁶ Una variante de esta propuesta descarta la conveniencia de la flotación cambiaria pura y considera que las intervenciones ejecutadas en forma “sensata” (i.e. sin tratar de defender un determinado nivel) pueden jugar un papel útil en el esquema de inflación objetivo, disminuyendo los efectos adversos de los choques temporales sobre la tasa de cambio.⁷

A. Las Intervenciones Cambiarias en Colombia

1. Montos y Modalidades

El Cuadro 1 presenta la evolución de las compras y ventas de dólares en Colombia en el período 1999-2008 y la importancia relativa de las distintas modalidades de intervención. Como puede observarse, las compras superan ampliamente las ventas. En efecto, para el período total las compras ascienden a US\$ 18.3 mil millones (especialmente marcadas en 2007, US 5.1 mil millones; en 2005, US\$ 4.7 mil millones; y en 2004, US\$ 2.9 mil millones), mientras que las ventas tienen un valor de sólo US\$ 2.3 mil millones.⁸

La ley define que la *Junta* es responsable de la política cambiaria en Colombia, y con algunas excepciones las intervenciones son adelantadas por el Banco. El gobierno está representado en la *Junta* a través del Ministro de Hacienda quien la preside. En otros países como Brasil y México el gobierno tiene una alta injerencia en la política cambiaria (Junguito y Vargas, 1997).

⁶ Ver Taylor (2001), Edwards (2006) y Mishkin y Schmidt-Hebbel (2002).

⁷ Ver Domac y Mendoza (2004) y Mishkin y Savastano (2001).

⁸ En las ventas no se incluyen las de reservas al gobierno por cerca de US\$ 4.7 mil millones utilizadas en su totalidad para el pago de deuda externa. Estas últimas resultan especialmente elevadas en 2005 (US\$ 3.2 mil millones) y 2006 (US\$ 1 mil millones).

Existen tres modalidades de intervención: subastas holandesas⁹ de opciones para acumulación/desacumulación de reservas, subastas holandesas de opciones para el control de volatilidad, e intervenciones discrecionales para acumulación/desacumulación de reservas. Las subastas de opciones para acumulación/desacumulación de reservas se realizan con una periodicidad mensual, y el derecho puede ejercerse parcial o totalmente durante el mes siguiente, siempre y cuando la tasa representativa del mercado (TRM) del día en que se ejerzan sea inferior al promedio móvil de los últimos 20 días hábiles. Se garantiza así que las compras del Banco de la República sólo se hagan cuando la TRM (la tasa de cambio promedio del día anterior) sea inferior a su tendencia, y que se compren divisas a un precio “bajo”, y se vendan a un precio “alto”. La *Junta* puede citar a una nueva subasta si la oferta de opciones anterior no ha expirado.

En relación a las subastas de opciones para control de volatilidad, la *Junta* acordó inicialmente realizarlas cuando la TRM (la tasa de cambio promedio del día anterior) presentara una desviación de 5% durante 1 día con respecto al promedio móvil de los últimos 20 días hábiles, con cupos de US\$ 120 millones. Ambas variables fueron modificadas en Diciembre de 2001 a 4% y a US\$ 180. El mecanismo se activó por primera vez en Octubre de 2002.

Ramírez (2004) considera que las intervenciones cambiarias han sido más transparentes en Colombia que en la mayoría de países emergentes, debido a que son anunciadas el mismo día en que se ejercen (se mantiene en secreto el nombre de la entidad que la ejerce, y si la intervención fue o no esterilizada¹⁰). Adicionalmente, en cualquier momento es posible estimar cercanamente el monto de la intervención pues cada semana se publica el nivel de reservas internacionales y de la base monetaria. Finalmente, en varias ocasiones se anunció el monto máximo (o total) de divisas que se compraría en los próximos meses.

⁹ Las primas se ordenan de mayor a menor, y se otorga a todos los ganadores de la subasta la prima de corte a la cual se cubre el cupo ofrecido. En todas las subastas participan las entidades financieras clasificadas como intermediarias del mercado cambiario (IMC) y la Dirección General del Tesoro (se excluyen los *brokers* y las casas de cambio). Cada participante puede realizar cinco ofertas, las cuales no pueden superar el cupo (Uribe y Toro, 2005).

¹⁰ De todas formas el Banco revela luego si la intervención fue o no esterilizada.

Cuadro 1
Operaciones de Compraventa de Divisas del Banco de la República

	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	99-08
Compras	200	319	629	252	106	2,905	4,658	1,781	5,082	2,381	18,313
Opciones Put	200	319	629	252	106	1,580	-	584	555	965	5,189
Para Acumulación de Reservas Internacionales	200	319	629	252	106	1,400	-	-	-	450	3,355
Para el Control de la Volatilidad	-	-	-	-	-	180	-	584	555	515	1,834
Intervención Discrecional para Acumulación de Reservas Internacionales	-	-	-	-	-	1,325	4,658	1,197	4,527	1,416	13,123
Ventas (opciones call)	-	-	-	414	345	-	-	944	369	235	2,306
Para Acumulación de Reservas Internacionales	-	-	-	-	345	-	-	-	-	-	345
Para el Control de la Volatilidad	-	-	-	414	-	-	-	944	369	235	1,962
Compras Netas	200	319	629	-163	-238	2,905	4,658	836	4,713	2,147	16,006
Ventas al Gobierno Nacional	-	-	-	-	-	500	3,250	1,000	-	-	4,750
Compras Netas sin Gobierno Nacional	200	319	629	-163	-238	2,405	1,408	-164	4,713	2,147	11,256

Fuente: Banco de la República y cálculos de los autores

El Gráfico 1 presenta los montos diarios de intervención para las tres modalidades mencionadas: las subastas de opciones destinadas a acumular/desacumular reservas (panel A), las compras discrecionales (panel B) y las subastas de opciones destinadas a reducir la volatilidad. El panel A también presenta el nivel de la tasa de cambio nominal, y el panel B sus variaciones porcentuales frente al mismo día del año anterior.

Con base en el comportamiento de las compras para acumulación/desacumulación de reservas (mediante subastas y discrecionales),¹¹ se subdivide el período en 7 sub-períodos, cuyas fechas se indican en el Gráfico 1 y en el Cuadro 2.¹² Como puede apreciarse, se intervino a través de opciones en los períodos 1-3, con compras en 1 y 3, y con ventas en 2. Se compraron divisas de manera discrecional en los períodos 4 y 5, y a través de opciones en 6. En el período 7 se implementó un programa pre-anunciado de compras diarias de baja cuantía (US\$ 20 millones).

El cambio de intervención con opciones en los períodos 1-3 por intervenciones discrecionales en el período 4 obedeció posiblemente a la intuición de que estas últimas tenían mayor impacto sobre el nivel y la volatilidad de la tasa de cambio, en un contexto de marcada revaluación y alta volatilidad.¹³ Como se observa en el Gráfico, la tasa de cambio nominal pasó de \$ 2,968 por dólar a mediados del período 2 a \$ 2,245 a finales del período 4. Durante el primer

¹¹ La periodización propuesta no utiliza las intervenciones de reducción de volatilidad; son automáticas y su nivel es relativamente reducido.

¹² El período 2, no incluido en el Cuadro 2 va desde Marzo 3, 2003 hasta Mayo 21, 2003

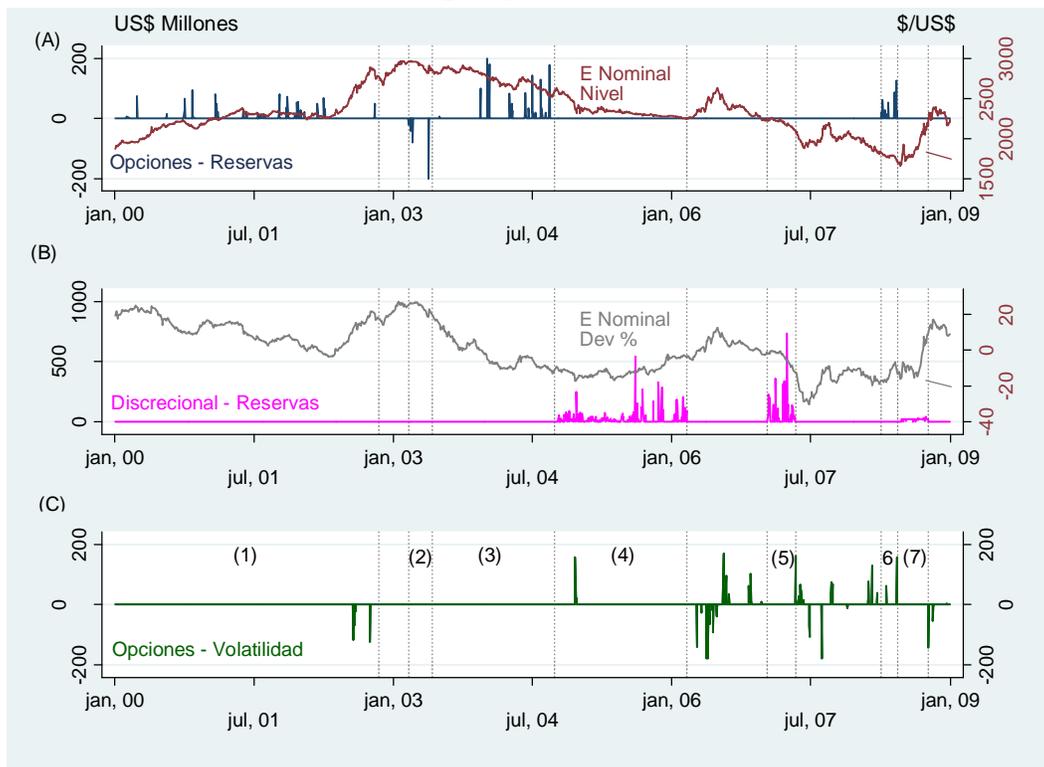
¹³ Solo Colombia y México utilizan el sistema de opciones para acumular o desacumular reservas, y México dejó de hacerlo desde Mayo de 2001 (Uribe y Toro, 2005). Werner (1997) no encuentra en México un impacto significativo de las intervenciones vía opciones.

semestre de 2006 se dejó de intervenir cuando la tasa de cambio se devaluó. La revaluación que tuvo lugar entre Junio de 2006 y Mayo de 2007 fue incluso más aguda que en los períodos anteriores, lo cual en parte motivó las nuevas intervenciones observadas en el período (5).

La revaluación continuó durante todo el período 5 y durante la primera parte del período 6, pero las intervenciones fueron menos intensas debido a las fuertes restricciones macroeconómicas que enfrentaron las autoridades. En particular, se consideró que las intervenciones discrecionales fuertes estimulaban los ataques especulativos cuando no eran coherentes con el resto de la política macroeconómica. Surge el interrogante sobre cómo explicar la necesidad de una devaluación (o una revaluación menor) expansionista e inflacionaria, cuando la política monetaria trataba de enfriar la economía (Sección II.A.2.b). Siguiendo el ejemplo de programas similares adoptados por Chile e Israel, en el período 7 se adoptó un programa pre-anunciado de intervenciones diarias pequeñas (US\$ 20 millones); el programa duró aproximadamente tres meses, debido en parte a la tendencia devaluacionista observada desde Abril de 2008.

En cuanto a la volatilidad de la tasa de cambio, Vásquez (2008) estimó un modelo IGARCH (1,1) para el período 1967-2008, y encontró que la volatilidad durante el régimen de flotación administrada post-1999 más que duplicó la volatilidad observada durante el régimen de bandas que rigió en la década de los 1990s. El autor también muestra que la volatilidad ha sido especialmente marcada durante el 2008 (períodos 5 y 6), seguida por la de los meses finales de 2007, por la de Agosto de 2002 (finales del período 1) y Diciembre de 2004 (período 4). La Sección II.A.2 discute las razones que llevaron a las distintas modalidades de intervención.

Gráfico 1
Intervenciones Diarias, Compras y Ventas, 1999-2008 (millones de US\$)



El Cuadro 2 caracteriza la frecuencia, intensidad y duración de las intervenciones¹⁴ durante todo el período (columna 1) y para 6 de los 7 sub-períodos considerados en el Gráfico 1. No se incluye el período 2 de ventas pues en este trabajo sólo se analiza el impacto de las compras (ver nota al pie 11).

Como puede observarse: i) las compras registradas en los períodos 4 y 5 representaron más del 70% de las compras del período total; ii) las compras vía opciones de volatilidad fueron menores (cercanas al 10%,) que las destinadas a acumulación de reservas;¹⁵ iii) las compras fueron esporádicas (20.8% de los 2,261 días hábiles en que hubo transacciones); iv) se presentan diferencias importantes para las distintas modalidades de intervención y sub-períodos, con la compra discrecional de acumulación de reservas como la modalidad de intervención más frecuente (15.8% de los días hábiles), especialmente en los sub-períodos 7 (95.8% de los días), 4 (67.5%) y 5 (58.1%

¹⁴ Se utiliza el formato presentado por Kamil (2008).

¹⁵ Además, su tamaño relativo disminuyó pues el monto de las transacciones diarias se elevó desde un promedio de US\$ 609 millones en el período 1 a US\$ 1719 millones en el período 7.

de los días); v) no hubo ventas bajo ninguna modalidad en los días en que hubo ventas.

Adicional a lo anterior, el *valor promedio* y *máximo* de las compras diarias resultaron mayores para las opciones de acumulación de reservas (17.6% del tamaño del mercado en promedio, 130.2% máximo) y relativamente similar para las otras dos modalidades (7.2% y 5% promedio; 48.6% y 36.5% máximo). En concordancia con los argumentos anteriores, el volumen relativo de las intervenciones diarias fue mucho menor en los sub-períodos 6 y 7.

Finalmente, el número máximo y promedio de intervenciones continuas fue mucho mayor para las compras discrecionales de acumulación de reservas (34 días el máximo, y 8.1 días el promedio) que para las compras de acumulación de reservas vía opciones (4 y 1.4 días) o para las compras automáticas de volatilidad vía opciones (3 y 1.4 días). La duración de las intervenciones continuas fue especialmente marcada en los períodos 7 (máximo de 34 días) y 4 (máximo de 30 días).

Cuadro 2
Caracterización de las Intervenciones de Compra

Periodo	Total	(1)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Desde	Dic 29, 99	Dic 29, 99	Jul 2, 03	Sep 21, 04	Ene 15, 07	Abr 4, 08	Jun 24, 08
Hasta	Dic 31, 08	Oct 21, 02	Sep 8, 04	Mar 01, 06	Abr 30, 07	Jun 5, 08	Oct 6, 08
Modalidad		Opciones	Opciones	Discrecional	Discrecional	Opciones	Opciones
Compras/Ventas		Compras	Compras	Compras	Compras	Compras	Compras
Compras Totales Acumulación de Reservas (US\$ Millones)	16,061	1,199	1,499	7,148	4,381	430	1,356
Compras Totales Opciones de Volatilidad (US\$ Millones)	1,833	-	-	180	-	243	-
I. Frecuencia							
1. Número de días	3,290	1027	434	526	105	62	104
2. Número de días en que hay transacciones 1/	2,261	706	298	360	74	43	72
3. Número de días con intervención	470	40	26	245	43	14	69
Acumulación de Reservas - Discrecional	357		26	243	43		69
Acumulación de Reservas - Opciones	79	40				11	
Volatilidad - Opciones	34			2		3	
4. % de días en que se interviene	20.8	5.7	8.7	68.1	58.1	32.6	95.8
Acumulación de Reservas - Discrecional	15.8	-	8.7	67.5	58.1	-	95.8
Acumulación de Reservas - Opciones	3.5	5.7	-	-	-	25.6	-
Volatilidad - Opciones	1.5	-	-	0.6	-	7.0	-
II. Intensidad							
1. Valor Promedio de la Intervención (US \$ millones)	43	30	58	60	102	60	20
Acumulación de Reservas - Discrecional	36		58	29	102		20
Acumulación de Reservas - Opciones	40	30				39	
Volatilidad - Opciones	54			90		81	
2. Valor Máximo de la Intervención (US \$ millones)	733	94	200	542	733	157	39
Acumulación de Reservas - Discrecional	733		200	542	733		39
Acumulación de Reservas - Opciones	200	94				125	
Volatilidad - Opciones	170			158		157	
3. Valor Promedio de la Intervención (% del valor de las transacciones diarias)	9.9	24.0	14.5	12.3	10.4	5.6	1.9
Acumulación de Reservas - Discrecional	5.0		14.5	5.0	10.4		1.9
Acumulación de Reservas - Opciones	17.6	24.0				4.3	
Volatilidad - Opciones	7.2			19.6		6.8	
4. Valor Máximo de la Intervención (% del valor de las transacciones diarias)	130.2	130.2	44.2	40.9	48.6	14.1	3.3
Acumulación de Reservas - Discrecional	48.6		44.2	40.9	48.6		3.3
Acumulación de Reservas - Opciones	130.2	130.2				14.1	
Volatilidad - Opciones	36.5			36.5		12.0	
III. Duración							
1. Número de días con intervención continua (máximo)	34.0	4.0	3.0	30.0	8.0	3.0	34.0
Acumulación de Reservas - Discrecional	34.0		3.0	30.0	8.0		34.0
Acumulación de Reservas - Opciones	4.0	4.0				3.0	
Volatilidad - Opciones	3.0			1.0		2.0	
2. Número de días con intervención continua (promedio)	3.6	1.3	1.4	4.2	3.1	1.4	14.1
Acumulación de Reservas - Discrecional	8.1			7.3	3.1		14.1
Acumulación de Reservas - Opciones	1.4	1.3	1.4			1.5	
Volatilidad - Opciones	1.4			1.0		1.3	

1/. Excluyendo los sábados, domingos, y los días de fiesta en los Estados Unidos. No se incluye el período de ventas (2), comprendido entre el 3 de marzo y el 21 de mayo de 2003.

2. Razones para Intervenir

a) Tasa de Cambio y Reservas Internacionales

Como parte integral de la política de inflación objetivo adoptada en Noviembre de 1999

Colombia abandonó en Septiembre de 2000 el régimen de bandas cambiarias que había regido desde Septiembre de 1994¹⁶. Se pasó a un sistema de relativa flexibilidad cambiaria pero la *Junta* nunca descartó la posibilidad y conveniencia de intervenir. Se afirmó que “aún cuando se permita que la tasa de cambio flote, es necesario evitar volatilidades extremas por los efectos perversos que esto podría tener sobre la estabilidad económica” (*Informe de la Junta Directiva al Congreso*, IJDC, Marzo de 2000, p.30-32).

Desde comienzos de 2000 la *Junta* consideró conveniente establecer reglas permanentes de intervención con dos propósitos: el control de los excesos de volatilidad de la tasa de cambio y la acumulación de reservas. La definición de “volatilidad” posiblemente cambió en el tiempo, y en el IJDC de marzo de 2004 (p.46) también menciona su preocupación por las tendencias de mediano plazo:¹⁷

“en vista de la persistencia de las presiones revaluacionistas del tipo de cambio durante 2004, las cuales se considera pueden ser transitorias, la JDBR estimó prudente convocar a subastas de acumulación de reservas internacionales para enfrentar en el mediano y largo plazo posibles reversiones de los flujos de capital y ajustes en la tasa de cambio que pueden afectar el comportamiento futuro de la inflación”...”las compras de reservas serán esterilizadas hasta en un 50%”.

El anuncio de intervención se hizo inicialmente por una suma fija de US \$ 1,000 millones, y por un período limitado, correspondiente al último trimestre de 2004. No obstante, hacia la tercera semana de diciembre de 2004 la autoridad monetaria anunció su intención de continuar interviniendo discrecionalmente por un periodo y un monto indefinidos (IJDC, julio de 2007, p.69).

Adicionalmente, en el IJDC de Julio de 2006 (p.64) se menciona que:

“Desde el año 1999 cuando Colombia adoptó un régimen de flotación cambiaria, la estrategia de inflación objetivo se ha combinado con intervenciones en el mercado cambiario por parte del Banco de la República, como mecanismo complementario para evitar volatilidad en el crecimiento económico y en la tasa de cambio real. El Banco de la República interviene en el mercado cambiario para acumular reservas internacionales con el propósito de reducir la vulnerabilidad externa del país, para reducir la volatilidad de la tasa de cambio, o para moderar las presiones que puedan presentarse hacia revaluaciones insostenibles o hacia depreciaciones excesivas que puedan afectar el comportamiento de la inflación.”

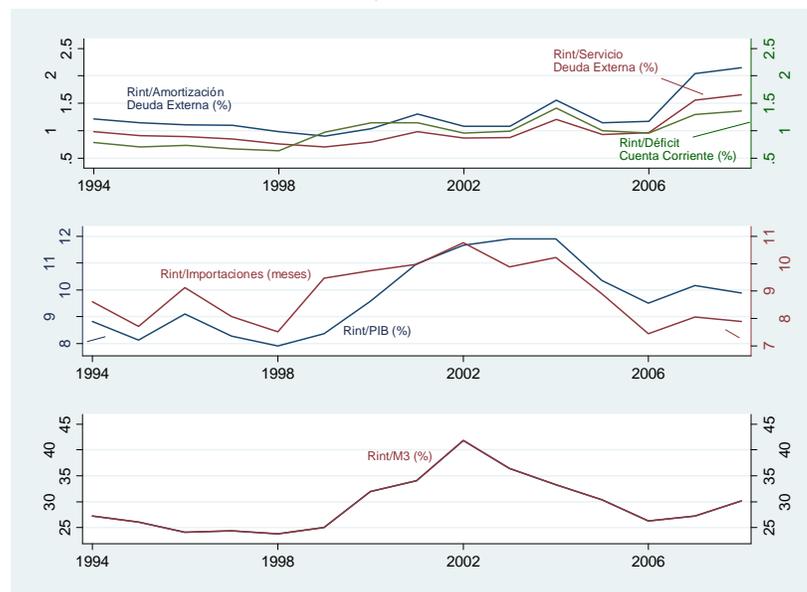
¹⁶ Luego de haber logrado un principio de acuerdo con el *Fondo Monetario Internacional* sobre el programa de ajuste macroeconómico. El compromiso con el *Fondo* implicaba un mayor compromiso sobre el ajuste fiscal, un mayor acceso al crédito de la banca multilateral y el respaldo de un crédito importante de balanza de pagos.

¹⁷ Esta mayor preocupación por las tendencias de mediano plazo posiblemente explica el paso de intervenciones vía opciones a intervenciones directas en Septiembre de 2004 (ver arriba).

El Gráfico 2 muestra la evolución de las reservas internacionales de Colombia entre 1994 y 2008, cuyo nivel constituye otra razón potencial para comprar divisas. En el panel A) se considera la relación entre las reservas y la amortización, el servicio de la deuda externa, y la cuenta corriente; en el panel B) la relación con las importaciones y el PIB; y en el panel C) la relación con los medios de pago (M3).

Las implicaciones de política difieren para los distintos indicadores, pero el comportamiento de algunos de ellos explica el interés de la *Junta* por elevar el nivel de reservas internacionales en algunos años. En particular, en los paneles B) y C) se sugiere que el nivel de reservas era relativamente bajo frente a años pasados. Además, el nivel de reservas del país fue moderado frente al de otros países de la región.¹⁸ La variable relevante para una discusión sería sobre el nivel de reservas es la comparación entre el nivel observado y el “óptimo”, una discusión que desborda el alcance de este documento.¹⁹

Gráfico 2
Reservas Internacionales de Colombia, diferentes indicadores en 1994-2008



¹⁸ Para 2003 ver Banco de la República (2003). El promedio de los ordenamientos (de mayor a menor) frente a otros 5 países de la región para las 6 variables del Gráfico anterior es 2.83 en 2003 y 3.67 en 2007; se tuvo una posición intermedia en 2003, la cual incluso se deterioró en términos relativos en el tiempo. El país aparece con indicadores especialmente bajos en 2007 para las variables reservas/importaciones (orden 5 entre 6) y reservas/PIB (orden 4).

¹⁹ El Departamento Técnico del Banco realizó en 2003 un ejercicio sobre el nivel óptimo de reservas y concluyó que el nivel observado en ese entonces, cercano a US \$ 10.000 millones, no era muy diferente al “óptimo”, suponiendo que la falta de reservas “ocasionaba” una caída del PIB de 5.5%; el nivel óptimo para una caída del PIB de 10% era US \$ 11.885 millones. Ver Banco de la República (2003) y “Análisis del Nivel Adecuado de Reservas Internacionales”, *Reporte del Emisor*, Diciembre de 2003, Banco de la República.

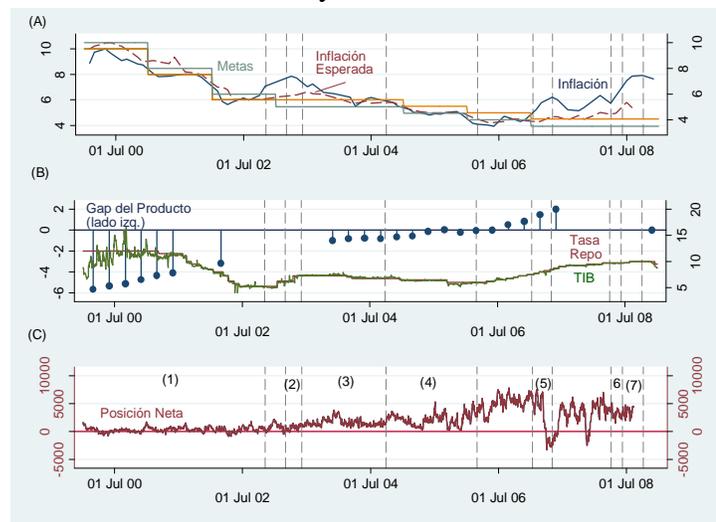
b) Consistencia Macroeconómica

Las intervenciones pueden resultar coherentes con el resto de la política económica en ciertos períodos, lo cual las hace creíbles y probablemente incrementa su impacto (Sección III.A), y pueden aparecer inconsistentes en otros (Hufner, 2004). La discusión puede ilustrarse para el caso de Colombia entre 1999 y 2008 con base en la información contenida en el Gráfico 3, en diferentes Informes de la *Junta* al Congreso (IJDC) y en otros documentos sobre la política de intervención.²⁰

La inflación descendió año tras año entre 1999 y 2006. Se cumplieron las metas de la *Junta* en seis de los ocho años comprendidos entre 1999 y 2006 y la brecha del producto fue negativa hasta el segundo trimestre del 2006. Debido a esto la *Junta* decidió mantener la tasa de interés de intervención (REPO) en niveles bajos, y la redujo en varias oportunidades; la tasa de intervención REPO y la tasa interbancaria (TIB) se movieron cercanamente.

Sin embargo la inflación comenzó a subir desde mediados de 2006 (período 4 en el Gráfico 3), estuvo muy cerca del rango superior de la meta en 2006 (4.48% vs 5.0%), y llevó a que se incumplieran las metas en 2007 y 2008. La brecha del producto fue crecientemente positiva entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, y permaneció en niveles positivos en los trimestres posteriores. Frente a esta situación las autoridades comenzaron a subir las tasas de interés de intervención en abril de 2006.

Gráfico 3
La Situación Macroeconómica y las Intervenciones Cambiarias



²⁰ En particular ver Kamil (2008), Uribe y Toro (2005) o Toro y Julio (2006).

Parece enteramente razonable que la *Junta* tratara de elevar la tasa de cambio en los períodos 1 y 2, como medida adicional para expandir la economía cuando la inflación era baja y el *gap* del producto era negativo. En el IJDC de Julio de 2003 (p.17) se afirma que la *Junta* puede tratar de modificar el nivel de la tasa de cambio como consecuencia de los objetivos del Banco de estabilizar la inflación y reducir las desviaciones del producto con respecto a su nivel potencial, y en forma aún más explícita se afirma en marzo de 2005 (p.32) que:

“en períodos en los que se requiere una estrategia monetaria expansiva, la compra de divisas puede actuar como complemento de reducciones en las tasas de interés de intervención... esto es precisamente lo que ha sucedido en Colombia durante 2004 y comienzos de 2005...Incluso países como Nueva Zelandia, considerados tradicionalmente entre los pioneros de la estrategia de inflación objetivo, han aceptado la intervención cambiaria con propósitos que van más allá del control de la volatilidad de corto plazo...Este tipo de política monetaria...resulta superior a la que se concentra de manera exclusiva en el manejo de la tasas de interés”.

Sin embargo, como menciona Kamil (2008), resulta difícil explicar intervenciones cambiarias excesivamente agresivas a partir de comienzos de 2007 (períodos 5 y 6). ¿Por qué adoptar una política cambiaria expansiva cuando las autoridades elevan las tasas de interés y en mayo de 2007 introducen medidas adicionales para evitar el recalentamiento de la economía y el ingreso de capitales de corto plazo? En ese momento se estableció un depósito obligatorio por un monto equivalente al 40% del valor de los desembolsos de deuda externa diferente de prefinanciación de exportaciones; se estableció un límite de apalancamiento del 500% del patrimonio técnico de los intermediarios financieros para operaciones en el mercado de derivados; en el caso de las inversiones de portafolio de capital extranjero se estableció un depósito obligatorio no remunerado en moneda legal en el Banco de la República, equivalente al 40% del valor de las nuevas inversiones (IJDC, marzo de 2008, pp.41-43).

Además, y es un tema poco mencionado en la discusión, no existe garantía de que las autoridades puedan esterilizar la tasa de cambio en todos los plazos, aún si desean hacerlo. De hecho, en un documento reciente Echavarría, López, y Misas (2009) muestran que las intervenciones del período redujeron la tasa de interés a 90 días y elevaron el nivel de precios.

En el Informe de Julio de 2007 (p.71) la *Junta* afirma:

“La efectividad de la intervención cambiaria y su impacto sobre las expectativas de inflación dependen del estado de la economía y de la percepción del público sobre la coherencia entre la política monetaria y la política cambiaria. Con la intervención, el público puede pensar que el banco central tiene un objetivo inflacionario y otro cambiario. En la medida en que se

perciba alguna contradicción en el logro simultáneo de ambos objetivos, la credibilidad de los mismos quedará en entredicho, y la efectividad de la intervención en el mercado cambiario puede verse reducida. Por ejemplo, si el compromiso con la meta de inflación goza de alta credibilidad y la autoridad juzga necesario incrementar las tasas de interés para el logro de la meta de inflación, una intervención esterilizada no será muy efectiva, puesto que el mercado asignará una baja probabilidad a un descenso futuro de las tasas de interés, con lo cual se mantendrá el atractivo para la entrada de capitales al país.”

Con base en este tipo de argumentos la *Junta* abandonó el esquema de intervenciones de acumulación de reservas (mantuvo las opciones automáticas de volatilidad) entre mayo de 2007 y junio de 2008, y en ese último mes cambia su estrategia de intervención por un mecanismo totalmente transparente y poco propenso a ataques. Como se mencionó antes, en el período 7 se decide intervenir diariamente con cantidades pequeñas y pre-anunciadas:

“En junio 20 de 2008 el Emisor anunció un nuevo mecanismo de intervención en el mercado cambiario, al determinar una acumulación diaria de US\$20 m a través de subastas diarias de compra directa, que se llevarán a cabo en lo que resta del año. Por este mecanismo se comprarán US\$2.400 m entre julio y diciembre, con lo cual la compra total de divisas será cercana a US\$3.500 m en el año completo.” (IJDC, Julio de 2008, p.76).

Adicional a lo anterior, para la Junta constituyó siempre un factor de preocupación el hecho de que el Banco Central tuviese una posición neta negativa frente al sistema financiero (i.e. fuese deudor neto, con una liquidez excesiva en el mercado²¹). En este caso el sistema bancario no tiene que recurrir al Banco Central y se pierde el efecto de modificaciones de la tasa de intervención sobre las tasas de interés de mercado de corto plazo (Bofinger, 2001, pp.250).²² Como se indica en el panel inferior del Gráfico 3, los niveles de deuda neta que tuvieron lugar a comienzos y finales de 2007 no se presentaron en ningún otro período.

B. Estimación de la Función de Reacción a Partir de un Modelo Tobit

De las secciones anteriores puede concluirse que el Banco de la República y buena parte de los bancos centrales del mundo intervienen para calmar mercados excesivamente volátiles y “desordenados”, para evitar tendencias “excesivas” en la tasa de cambio y para acumular reservas internacionales. Las compras de divisas pueden ayudar a expandir una economía en recesión (y baja

²¹ Formalmente, la posición neta del Banco de la República se define como la diferencia entre el *stock* de Repos en poder del Banco y los Depósitos Remunerados no Constitutivos de Encaje.

²² Algunos países que utilizan el esquema de inflación objetivo han solucionado el problema de la pérdida de control de las tasas de interés mediante la creación simultánea de una ventanilla de contracción y otra de expansión, con lo cual se fijan límites a la fluctuación de la tasa de interés de corto plazo.

inflación), pero pueden resultar contraproducentes cuando la economía comienza a recalentarse. Finalmente, la posición neta del Banco Central fue un aspecto citado frecuentemente por la *Junta* en sus decisiones de intervención.

Con el fin de formalizar los planteamientos anteriores y cuantificar la importancia de algunos de ellos en la determinación de los niveles de intervención se especifica la siguiente función de reacción del banco central, con los correspondientes signos esperados para las distintas variables:

$$I^c = \gamma_0 \pm \gamma_1 I_{-1}^c - \gamma_2 \Delta e - \gamma_3 (e - \bar{e}) - \gamma_4 \pi + \gamma_5 D_{pos_neta} - \gamma_6 R^{int} + \mu_t \quad (1)$$

donde I^c corresponde a las intervenciones (compras) diarias de dólares, Δe a la devaluación diaria de la tasa de cambio (pesos por dólar), π a la inflación anual, y R^{int} al nivel de reservas internacionales; D_{pos_neta} es una variable *dummy* que toma el valor de 1 cuando la posición neta del Banco Central es negativa (deudor neto) y 0 en caso contrario; \bar{e} es el (logaritmo del) valor promedio de la tasa de cambio durante los últimos 20 días²³ (con $\bar{e} = \ln(\bar{\varepsilon})$, donde:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{20} \sum_{j=1}^n \varepsilon_{t-j} \quad (2)$$

Debido a la naturaleza de variable dependiente limitada de la intervención, la ecuación (1) es generalmente especificada como un modelo econométrico Tobit, y su estimación se lleva a cabo por medio del método de máxima verosimilitud. En efecto, las intervenciones son nulas durante un gran número de días (el banco central no interviene hasta que la intervención necesaria supera un nivel mínimo o *threshold*, Cuadro 2) y no existen valores negativos de la variable (sólo se consideraron las compras de divisas). Las variables se estimaron en niveles por ser I(0) (Anexo A).

Los signos de la ecuación sugieren que la probabilidad esperada de que el banco central compre divisas es mayor cuando la tasa de cambio se revalúa durante el día (puede ser el día anterior),²⁴ cuando se revalúa frente a un “nivel objetivo” ($\bar{\varepsilon}$), cuando la inflación es baja, cuando el Banco Central es acreedor neto y cuando las reservas internacionales son bajas. Se incluye I_{t-1}^c para

²³ Este es el valor que arbitrariamente utiliza Kamil (2008), en parte porque ese es el período con respecto al cual se interviene en el caso de las opciones de volatilidad. Almekinders y Eijffinger (1992) utilizan un promedio de 7 días.

²⁴ Guimaraes y Karacadag (2004) argumentan que cuando la intervención se realiza mediante opciones el signo negativo de γ_2 no significa que el banco central “leans against the wind”; simplemente se deriva de la forma en que operan las opciones.

capturar los efectos persistentes o “clusters” observados en las intervenciones. Una constante γ_0 positiva y significativa indica un sesgo del banco central en sus intervenciones, inducido por la presencia de otras variables fundamentales diferentes a las de la ecuación (1) (ver nota al pie 3).

Adicionalmente, se incorporan variables *dummy* para los periodos 5, 6 y 7 (D_{per5} , D_{per6} y D_{per7}), y el producto de cada variable y esas mismas *dummies*, con el fin de capturar posibles cambios en la sensibilidad de la reacción de las autoridades monetarias. Kamil (2008) sugiere que los parámetros estimados cambiaron en el tiempo, posiblemente por que las autoridades incrementaron su sensibilidad a algunas de las variables independientes cuando enfrentaron restricciones macroeconómicas fuertes en los últimos sub-periodos.²⁵

El Cuadro 3 muestra los resultados de la estimación de los parámetros de la función de reacción, teniendo en cuenta las *dummies* y las variables multiplicativas mencionadas, con datos diarios entre Enero 1 de 2000 y Diciembre 31 de 2008. Como variable dependiente se utilizan las compras de divisas diarias para acumulación de reservas (discrecionales y mediante opciones) sin incluir las intervenciones *automáticas* de reducción de volatilidad (ver nota al pie 11).

Las columnas (1) – (3) difieren en la definición de inflación utilizada: el nivel de la inflación observada en la columna (1), la diferencia con la inflación observada y la meta $\pi - \pi^m$ (valor superior del rango en los periodos en que existió rango) en la columna (2), y la diferencia con la inflación esperada según encuestas $\pi - \pi^e$ en la columna (3).²⁶ $D_{posneta}$ es una variable *dummy* que adopta el valor de 1 en los días en que la posición neta del Banco Central es negativa y 0 en caso contrario. La variable reservas internacionales no resulta significativa, probablemente debido a que lo relevante sería su relación con el nivel óptimo.²⁷

Los resultados son satisfactorios. En efecto, las variables de la ecuación (1) aparecen

²⁵ Los valores y la significancia de los coeficientes cambia para la regresión en el período Enero de 2007 a Abril de 2007 (nuestro período 5). Ver, en especial, Kamil (2008), Tabla 2, columnas 1 y 2.

²⁶ Almekinders y Eijffinger (1992) y Bonser-Neal y Tanner (1996) utilizan las sorpresas en cada variable (su valor menos el esperado) pues trabajan con la volatilidad implícita en un sistema de opciones. Kamil (2008) también utiliza $\pi - \pi^e$ como variable independiente, aún cuando esta no es necesariamente la mejor variable.

²⁷ Se utilizaron como variables explicativas el nivel de reservas internacionales y su relación con la deuda externa total del país. El coeficiente resultó significativo y con el signo contrario al esperado. Nuevas investigaciones deberán considerar variables tales como la diferencia entre el nivel de reservas observado y óptimo.

estadísticamente significativos al 5%, y los coeficientes asociados tienen el signo esperado,²⁸ sugiriendo que las autoridades compraron más divisas cuando la tasa de cambio se revaluó respecto al día anterior o al promedio móvil de los últimos 20 días, cuando se redujo la presión inflacionaria y cuando el Banco Central tuvo una posición acreedora neta.

Adicionalmente se observa una mayor sensibilidad de las autoridades a los cambios diarios en la tasa de cambio en el período 5, y a la diferencia entre la tasa de cambio y el promedio en los períodos 5 y 7²⁹ Pero no se presentan cambios en la sensibilidad ante las distintas mediciones de la inflación, o ante variaciones en la posición neta del Banco Central. Los resultados descritos son relativamente robustos a la inclusión (o no) de las variables *dummy* y de sus efectos multiplicativos.³⁰ En síntesis, en algunos casos se incrementó la sensibilidad de las autoridades ante las variaciones de la tasa de cambio, pero la posible contradicción macroeconómica descrita en la Sección II.A.2.b) no parece haber afectado la función de reacción de las autoridades.

²⁸ El coeficiente asociado a la variable Δe_{t-1} solo es significativo al 10% en la columna (1), pero al 5% en las columnas (2) y (3).

²⁹ La variable $\Delta e_{t-1} * D_{per5}$ resulta significativa al 5% en las columnas 1 y 2, y al 10% en la columna 3. La variable $(e_t - \bar{e}) * D_{per5}$ resulta significativa al 5% en las columnas 1 y 2, y al 10% en la columna 3; la variable $(e_t - \bar{e}) * D_{per7}$ resulta significativa al 5% en las columnas 1 y 2, y al 1% en la columna 3.

³⁰ Algunas de las variables pierden relevancia cuando no se incluyen la *dummies* para el período 7, lo cual se debe, posiblemente, a las características enteramente diferentes de la intervención en dicho período.

Cuadro 3
Determinantes de las Intervenciones Diarias del Banco Central, Regresión Tobit, 1/01/2000 -
12/31/2008

$$I_t^c = \gamma_0 \pm \gamma_1 I_{t-1}^c - \gamma_2 \Delta e_{t-1} - \gamma_3 (e_{t-1} - \overline{e_{t-1}}) - \gamma_4 (\pi_t) - \gamma_5 D_{pos_neta} + \mu_t$$

	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)
Definición de Inflación	π_t	$\pi_t - \pi^m$	$\pi_t - \pi^e$	Definición de Inflación	π_t	$\pi_t - \pi^m$	$\pi_t - \pi^e$
I_{t-1}^c	0.56 (6.5)***	0.52 (6.2)***	0.63 (7.0)***	Inflación*D _{per5}	-34.13 (-0.8)	-10.37 (-0.2)	-32.78 (-0.6)
Δe_{t-1}	-1287.90 (-1.9)*	-1755.40 (-2.3)**	-1703.06 (-2.2)**	Inflación*D _{per6}	66.05 (0.7)	94.70 (1.1)	91.26 (0.7)
$\overline{e_{t-1}} - e_{t-1}$	-954.57 (-3.4)***	-1823.37 (-5.5)***	-1641.89 (-4.8)***	Inflación*D _{per7}	17.78 (0.3)	45.36 (0.7)	22.70 (0.5)
Inflación	-23.76 (-8.2)***	-51.28 (-8.8)***	-29.82 (-4.8)***	D _{posneta} *D _{per5}	55.59 (1.1)	89.01 (1.8)*	88.30 (1.9)*
D _{posneta}	-41.50 (-2.4)**	-74.20 (-4.1)***	-83.06 (-4.5)***	D _{per5}	232.61 (1.0)	124.58 (3.5)***	129.46 (2.5)**
$\Delta e_{t-1} * D_{per5}$	-10501.22 (-2.2)**	-10508.59 (-2.2)**	-9510.80 (-1.9)*	D _{per6}	-295.52 (-0.7)	42.00 (0.5)	40.48 (0.5)
$\Delta e_{t-1} * D_{per6}$	2948.54 (0.4)	3270.86 (0.4)	3562.01 (0.4)	D _{per7}	1.57 (0.0)	122.78 (0.6)	115.77 (1.3)
$\Delta e_{t-1} * D_{per7}$	1392.32 (1.3)	1857.35 (1.6)	1738.22 (1.2)	constante	49.21 (3.0)***	-98.41 (-16.2)***	-98.06 (-16.1)***
$\overline{e_{t-1}} - e_{t-1} * D_{per5}$	-4969.70 (-2.3)**	-4288.10 (-2.0)**	-4138.99 (-1.8)*	No.Obs	1700	1700	1638
$\overline{e_{t-1}} - e_{t-1} * D_{per6}$	5445.13 (0.7)	6362.46 (0.8)	6155.09 (0.8)	Pseudo R ²	0.078	0.084	0.063
$\overline{e_{t-1}} - e_{t-1} * D_{per7}$	1021.70 (2.0)**	1890.46 (3.6)***	1733.23 (2.7)***	Log Likelihood	-2339.86	-2323.93	-2253.65

Estadística "t" en paréntesis: * p<0.10; **p<0.05; ***p<0.01; lc: compras de divisas; pm y pe: inflación meta y esperada; Dposneta: 1 cuando el banco central es deudor neto; Dper5, 6 y 7=1 para los días incluidos en los períodos 5, 6 y 7, respectivamente. Problemas de multicolinealidad impiden reportar el coeficiente de las variables D_{posneta}*D_{per6} y D_{posneta}*D_{per7}

III. El Efecto de las Intervenciones Cambiarias

A. Efecto de las Intervenciones sobre el Nivel y la Volatilidad de la Tasa de Cambio

1. Nivel

La literatura propone tres canales a través de los cuales las intervenciones de los bancos centrales afectan la tasa de cambio: a través de sus efectos sobre el portafolio de los agentes, vía señales sobre la política monetaria futura, y a través de señales sobre burbujas, cuando las autoridades estiman que el nivel de la tasa de cambio difiere del que determinarían las variables fundamentales.

Partiendo de la ecuación de paridad no cubierta (PNC) con riesgo, Kearns y Rigobón (2005) plantean el siguiente modelo:

$$E_t \{e_{t+1} | \Omega_t\} - e_t = (i_t - \rho_t) - i_t^* \quad (3)$$

donde i_t e i_t^* corresponden a las tasas de interés nominal local e internacional, e_t al logaritmo de la tasa de cambio *spot*, y $E(e_{t+k})$ al valor esperado en t del logaritmo de la tasa de cambio en $t+k$; la inclusión del riesgo variable (ρ_t) en la ecuación (3) supone que los bonos representan riqueza (no existe equivalencia ricardiana) y que los bonos en dólares y en pesos son sustitutos imperfectos.

Según la ecuación (3) el valor esperado de la tasa de cambio depende del conjunto de información disponible en t (Ω_t), el cual a su vez depende de las intervenciones contemporáneas y rezagadas $(I_j)_{j=-\infty}^t \subset \Omega_t$. Sustituyendo hacia delante, y suprimiendo otros elementos del conjunto de información diferentes a I , se tiene que:

$$e_t = E_t \left\{ \sum_{j=0}^{T-1} [i_{t+j}^* - (i_{t+j} - \rho_{t+j})] | I_t \right\} + E_t \{e_{t+T} | I_t\} \quad (4)$$

Según la ecuación (4) el nivel observado de la tasa de cambio hoy (e_t) depende de la senda esperada de la política monetaria (tasas de interés observadas y futuras) en Colombia y en el exterior, de los valores esperados para el riesgo hoy y en el futuro, y de la tasa de cambio esperada en el futuro lejano en $t+T$. Todas las variables dependen a su vez de I_t , si I_t es una parte fundamental del conjunto total de información Ω_t .

El efecto positivo de la expansión monetaria (reducción de tasas de interés, $i_{t,t+k}$) sobre la

tasa de cambio nominal es ampliamente aceptado en la literatura, teniendo en cuenta que el precio del dólar, como el de cualquier otro bien, aumenta con la cantidad de dinero.³¹ Sin embargo, se suscita discusión cuando la intervención es esterilizada, y surge el interrogante si una intervención que no afecte la tasa de interés observada pueda alterar la tasa de cambio *spot*. En otras palabras ¿existe la posibilidad de una política cambiaria independiente de la política monetaria?

Los tres canales mencionados están incorporados en la ecuación (4) El efecto portafolio corresponde al impacto sobre el riesgo actual y futuro, medido por $E_t \left\{ \sum_{j=0}^{T-1} \rho_{t+j} \mid I_t \right\}$, el efecto señal sobre la política monetaria futura se captura a partir de $E_t \left\{ \sum_{j=1}^{T-1} [i_{t+j}^* - i_{t+j}] \mid I_t \right\}$, y el efecto señal sobre burbujas cambiarias está representado por $E_t \{ e_{t+T} \mid I_t \}$.

El *efecto portafolio* puede explicarse de la siguiente forma: la venta de TES requerida para esterilizar la compra de dólares genera un riesgo adicional de *default* de los TES debido al incremento de su volumen en el mercado. En este sentido, la variable ρ incluye no sólo el riesgo país (riesgo de *default*, de nuevos impuestos y de controles de capital) sino también el riesgo cambiario. En relación con este punto, Dominguez y Frankel (1993) plantean que los agentes mantienen un portafolio en el que la cantidad de dólares depende del riesgo de los papeles en pesos:

$x_t = a + b\rho_t$, donde $x_t = \frac{\varepsilon_t \text{US\$}}{W}$, US\$ corresponde a la cantidad de dólares en el portafolio y W a la riqueza total del agente. En otras palabras, la cantidad de dólares en el portafolio será mayor a medida que tengan más riesgo los papeles en pesos. Re expresando la función que define el riesgo, se tiene que $\rho_t = -a\frac{1}{b} + \frac{1}{b}x_t$. El coeficiente b indica el grado de sustitución entre activos: cuando $b = \infty$ ($\rho = 0$), los activos son sustitutos perfectos; y cuando $b < \infty$ ($\rho > 0$) son sustitutos imperfectos.

El efecto señal sobre la política monetaria futura se observa en la ecuación (4) a partir del

³¹ La relación entre la tasa de cambio y la tasa de interés es negativa en el llamado modelo *stock* de la tasa de cambio, pero positivo en el enfoque monetario de tasa de cambio. Este último enfoque utiliza la tasa de interés de largo plazo, determinada fundamentalmente por expectativas de inflación (*efecto Fisher*).

impacto de I sobre $E_t \left[\sum_{j=0}^{T-1} i_{t+j}^* - i_{t+j} \right]$. La credibilidad del Banco Central es crucial, y se pierde rápidamente si las compras de divisas no van acompañadas por una política monetaria expansiva en el futuro. En este caso se tiene una intervención *no esterilizada con rezago* que por lo tanto no elimina la mencionada *trilogía imposible* ((Dominguez (1998); Tapia y Tokman (2004)). Los resultados empíricos y las encuestas a los banqueros centrales sobre la importancia de este canal resultan poco concluyentes,³² aún cuando parece ser mayor que la del canal de portafolio³³. Sin embargo, el canal de portafolio podría ser relativamente más importante en los países emergentes que en los desarrollados (ver abajo).

Finalmente, las autoridades pueden considerar que la tasa de cambio se encuentra desalineada respecto a sus determinantes fundamentales ($E_t \{e_t^{t+T} / I_t\}$ en la ecuación (4) quizá debido al *overshooting* cambiario que producen las rigideces de precios (Dornbusch, 1976) o a la influencia de las acciones de un conjunto de “chartistas” que desplazan a las de un segundo grupo de agentes estabilizadores que operan con base en fundamentales. El anuncio de la intervención puede jugar un papel coordinador que estimule a este segundo grupo a tranzar en el mercado cambiario.³⁴ Este canal supone que el banco central posee información privilegiada de la que no dispone el mercado (Schwartz, 2000). Además, si la política monetaria cuenta con suficiente credibilidad, sólo se requiere del anuncio, sin necesidad de ejecutar la intervención.

En su estudio elaborado para Chile, Tapia y Tokman (2004) sugieren que los (pocos) anuncios sobre desalineamiento de la tasa de cambio que realizaron las autoridades en Agosto 16 de 2001 y Octubre 10 de 2002 jugaron un papel mucho más importante que las mismas intervenciones, con efectos relativamente prolongados. Probablemente por esta razón algunos bancos centrales que adoptan esquemas cambiarios relativamente flexibles sólo intervienen en ocasiones “excepcionales”

³² Lewis (1995), Dominguez y Frankel (1993) y Kim (2003) plantean que el nivel de la intervención es un buen predictor de las tasas de interés y de los agregados monetarios en Japón y en Estados Unidos respectivamente, pero los resultados no son satisfactorios en otros trabajos. Fatum y Hutchison (1999) no encuentran dicha evidencia para los Estados Unidos, y Kaminsky y Lewis (1993) y Humpage (1991) encuentran una relación, pero muchas veces en la dirección contraria a la esperada; Flood y Garber (1991) obtienen resultados mixtos.

³³ Ver Disyatat y Galati (2005), Lecourt y Raymond (2006) y Dominguez y Frankel (1993). Los banqueros entrevistados por Neely (2006) también consideran importantes los canales relacionados con el monto de liquidez que brinda o elimina la intervención.

³⁴ Ver Cutler, Poterba, y Summers (1990) y Sarno y Taylor (2001). Otra forma de decirlo, la intervención puede proveer el impulso hacia el equilibrio deseado, cuando existe equilibrio múltiple en el nivel de la tasa de cambio, donde cada valor es consistente con el mismo conjunto de fundamentales pero difiere en materia de expectativas (Hutchison, 2002).

(Mihalkej, 2005). Para el caso colombiano, únicamente en el comunicado de junio de 2008 la *Junta* sugirió que la tasa de cambio se encontraba desalineada respecto a la tendencia de sus determinantes fundamentales

La evaluación del impacto de las intervenciones ha cambiado varias veces durante las últimas décadas (Sarno y Taylor, 2001), y podría afirmarse que la opinión sobre el éxito de la intervención se encuentra dividido en la actualidad, no sólo en cuanto a su impacto, sino también sobre la importancia relativa de los distintos canales en que opera. Esta divergencia en opiniones ha estado influenciada por las conclusiones encontradas en diferentes investigaciones. El trabajo de Dominguez y Frankel (1993) elevó el nivel de la discusión, y se ha constituido en uno de los más influyentes en mostrar el poder de las intervenciones. También encuentran un efecto positivo los trabajos basados en “estudios de eventos” (Fatum y Hutchison (1999); Humpage (1996)), coincidiendo con lo que piensan todos los banqueros centrales entrevistados por Neely (2006). Sin embargo, otros trabajos concluyen que, aún si existe, su impacto es pequeño.

Una parte de la literatura coincide en señalar que las intervenciones tienen mayor impacto cuando son anunciadas públicamente,³⁵ coordinadas entre países, consistentes con el resto de la política fiscal y monetaria, y cuando existe una gran incertidumbre del mercado sobre el efecto de las variables fundamentales o de los eventos recientes (Neely, 2006). Algunos trabajos encuentran que las intervenciones de gran volumen y poco frecuentes tienen mayor influencia, y que la primera intervención (luego de un período de no intervención) es más influyente,³⁶ y Taylor (2004) muestra que las intervenciones tienen mayor impacto cuando la tasa de cambio se encuentra desalineada con respecto al nivel de equilibrio.³⁷

Domac y Mendoza (2004) encuentran que las ventas de divisas en México han contribuido a

³⁵ Por esta razón es difícil explicar las intervenciones secretas adoptadas por muchos bancos centrales en el pasado, una tendencia que parece estar cambiando; 77% de los banqueros centrales entrevistados por Neely (2001) algunas veces o siempre intervienen secretamente “para maximizar el impacto de la intervención”, aún cuando Neely (2006) argumenta que la mayoría de las intervenciones actuales no son secretas. Sobre las posibles explicaciones de las intervenciones secretas ver Sarno y Taylor (2001) y Beine y Bernal (2005).

³⁶ Ver Kamil (2008) y Neely (2006) y la literatura allí citada.

³⁷ Ver también Edwards (1991). En la misma dirección, algunos de los banqueros centrales entrevistados por Mihalkej (2005) consideran que es poco lo que puede hacer el banco central para evitar una devaluación que obedece a fundamentales débiles tales como un déficit fiscal amplio.

evitar la devaluación, con un impacto no significativo para las compras.³⁸ Algunos banqueros centrales entrevistados por Mihalkej (2005) consideran que las intervenciones son más efectivas cuando existen controles de capital o límites al apalancamiento en dólares de las entidades financieras.

La evidencia revisada por Canales, Guimaraes, y Karacadag (2003) y por Mihalkej (2005) sugiere que las intervenciones tienen mayor impacto en los países emergentes, en donde el tamaño relativo de la intervención (i.e. frente al mercado) es usualmente mayor; existe menor nivel de sustitución entre los bonos en moneda local y en moneda extranjera (por lo que opera más fácilmente el canal de portafolio), y donde los bancos centrales podrían tener información adicional frente a los mercados de divisas (en parte debido a la amplia regulación creada por el mismo banco central).³⁹

2. Volatilidad

El objetivo de la intervención (nivel vs volatilidad), la credibilidad con que cuenta el Banco Central, y la eficiencia con que operan los mercados cambiarios son las variables consideradas por Dominguez (1998) al analizar el impacto potencial de las intervenciones sobre la volatilidad.⁴⁰ El peso relativo de esas tres variables en el momento de la intervención podría explicar por qué para algunos autores la intervención no parece afectar el nivel de la tasa de cambio aún cuando eleva su volatilidad; por qué para otros afecta el nivel y reduce la volatilidad; mientras para los demás la intervención no afecta ninguna de las dos variables.⁴¹ Para algunos autores las ventas de divisas (más no las compras) tienen impacto sobre la volatilidad (Domac y Mendoza, 2004), y para otros lo relevante son los anuncios, incluso más que las compras efectivas (Tapia y Tokman, 2004).

Según el marco analítico propuesto por Dominguez, una intervención que produzca una señal

³⁸ Una conclusión similar aparece en Guimaraes y Karacadag (2004). Algunos banqueros entrevistados por Mihalkej (2005) consideran más fácil resistir una apreciación que una depreciación cambiaria, aunque otros no encuentran diferencia en el impacto de cada tipo de intervención.

³⁹ Ver también Mihalkej (2005). En sentido contrario jugaría el hecho de que los bancos centrales poseen menor credibilidad en los países emergentes, lo cual posiblemente debilita el canal de expectativas.

⁴⁰ En la misma dirección, los modelos teóricos de Flood y Garber (1991) y de Krugman (2003) sobre el comportamiento de la tasa de cambio dentro de las bandas cambiarias depende en forma crucial de que las intervenciones sean conocidas y creíbles. También los llamados modelos de crisis cambiarias “de 2ª generación” asignan un papel central a la credibilidad de las autoridades y a la posible incoherencia entre múltiples objetivos (Obstfeld, 1994).

⁴¹ El efecto de las intervenciones sobre la volatilidad ha sido uno de los temas más estudiados en la literatura, pero los resultados han sido mixtos. Las mismas posiciones diversas se observan en las encuestas a los banqueros centrales (Neely, 2006).

de reducción de las tasas de interés futuras, en un Banco con credibilidad, que opera en un contexto de mercados eficientes, tenderá a devaluar *el nivel* de la tasa de cambio y no afectará su volatilidad. Sin embargo, podría incrementar la volatilidad si el Banco no cuenta con amplia credibilidad o si los mercados cambiarios son ineficientes. De esta forma, la intervención, cuyo propósito es disminuir la volatilidad, será exitosa si las autoridades monetarias cuentan con suficiente credibilidad, si los mercados cambiarios son eficientes y si se anuncia claramente que este es su propósito.

Las intervenciones anunciadas de manera transparente deberían reducir la volatilidad, principalmente si se realizan con el propósito de “calmar mercados desordenados”, teniendo en cuenta que los períodos de calma y de turbulencia podrían estar explicados en parte por la incertidumbre sobre los objetivos que motivan las intervenciones (Mussa, 1979).⁴² En la misma dirección, Dominguez (1993) encuentra que las intervenciones secretas en los Estados Unidos han incrementado la volatilidad. Las intervenciones podrían tener un impacto menos favorable en los países emergentes, en los que la credibilidad de los bancos centrales es menor (Calvo, 1999), y menos aún cuando entran en contradicción con la política macroeconómica (Sección II.A.2.b).

Las entrevistas reportadas por Mihalkej (2005) sugieren que los banqueros centrales son más optimistas sobre su capacidad para reducir la volatilidad que para afectar el nivel de la tasa de cambio, pero la mayoría de los *traders* encuestados por Cheung y Chinn (1999) consideran que las intervenciones de los Bancos Centrales incrementan la volatilidad, con conclusiones heterogéneas sobre si la intervención puede jalonar la tendencia de la tasa de cambio hacia la de los fundamentales (Neely, 2006).⁴³

Adicional a lo anterior, se presentan diferencias sobre el período de influencia de las intervenciones. En efecto, para una muestra de 13 países industrializados y 9 países emergentes Neely (2001) encontró que en 39% de estos sólo se requería de unos minutos para observar el efecto de la intervención, en 22% unas pocas horas, y en 49% de los casos, unos pocos días. Otros estudios empíricos sugieren igualmente que la influencia es mayor en el corto plazo (e.g. entre 1 día y 1 semana) que en el mediano plazo (3 meses o más). Probablemente por esta razón, un porcentaje significativo de banqueros centrales entrevistados consideran que el máximo impacto de las intervenciones se observa en unos pocos días (Neely, 2001) y que para afectar la tasa de cambio en

⁴² Para una revisión de los resultados empíricos en varios países y períodos ver Neely (2006).

⁴³ Las respuestas más fuertes se presentan en Cheung y Wong (2000) para Tokio (55%) y para Hong Kong (71%).

el mediano plazo se requiere repetir las intervenciones (Mihalkej, 2005). En la misma dirección, Truman (2003) afirma que la intervención no afecta la tasa de cambio en el largo plazo.

Sin embargo, el análisis de Kim (2003), basado en la metodología VAR estructural, sugiere que la intervención puede tener un impacto de varios meses. Además, la discusión sobre el período de influencia es compleja. Como mencionan Dominguez y Frankel (1993, pp.140) “Puede ser que la intervención sólo tenga efectos en el corto plazo, pero si estos “efectos de corto plazo” incluyen desinflar una burbuja nueve meses antes de lo que hubiese sucedido sin intervención...”.

B. Estimación del Nivel y la Volatilidad a Partir de un Modelo E-GARCH

Algunos trabajos que recurren a la aplicación de un modelo GARCH (Bollerslev, Chou, y Kroner, 1992) sugieren que es posible predecir parcialmente la volatilidad en los mercados financieros, y que los choques a la tasa de cambio en el período t muestran una larga persistencia sobre la volatilidad condicional en $t+s$ (Almekinders y Eijffinger, 1992). Con el fin de cuantificar el efecto de algunas variables económicas sobre la tasa de cambio y su volatilidad, se especifica y estima el modelo GARCH exponencial –EGARCH (1,1) sugerido por Nelson (1991). La ventaja de este tipo de modelos consiste en que al modelar el logaritmo natural de la varianza se garantiza el cumplimiento de la condición de no negatividad para dicha varianza (que podría incumplirse cuando algunas variables explicativas presentan valores negativos). Adicionalmente, esta especificación permite capturar posibles efectos asimétricos de los choques sobre la volatilidad. Domac y Mendoza (2004) sugieren que en este campo el modelo E-GARCH es “superior” al modelo GARCH.

El modelo E-GARCH tiene la siguiente especificación:

$$e^{e_{t+t+k}} - e_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*} \right) - \beta_2 \rho_{pais,t} - \beta_3 \widehat{I_{t-1}^c} - \beta_4 (\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^e) + \mu_t \quad (5)$$

$$\ln \sigma_t^2 = c + a \frac{|\mu_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + b \log \sigma_{t-1}^2 \pm \gamma_1 \ln \left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*} \right) + \gamma_2 \rho_{pais,t} \pm \gamma_3 \widehat{I_{t-1}^c} + \gamma_4 (\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^e) \quad (6)$$

con $\mu_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$; e_t corresponde al logaritmo de la tasa de cambio nominal, $e^{e_{t+t+k}}$ al

logaritmo de la tasa de cambio esperada en t para $t+k$ (igual a e_{t+k} bajo expectativas racionales), $i_{t,t+k}$ y $i_{t,t+k}^*$ a la tasa de interés marginal-*forward* entre t y $t+k$ en Colombia y en los Estados Unidos,⁴⁴ y $\rho_{país,t}$ al “riesgo país”, \widehat{I}^c es el valor estimado para I^c en la ecuación (1) de la Sección II.B, $\pi_t - \pi_t^e$ es el diferencial entre la inflación y la inflación esperada, y σ_t^2 es la volatilidad de la tasa de cambio. Siguiendo a Humpage (1996) y a Kamil (2008), se trabajó con \widehat{I}^c en lugar del valor observado de las compras (I^c), con el fin de reducir problemas potenciales de simultaneidad que llevan a producir parámetros estimados positivos aún si el valor verdadero es negativo.⁴⁵

La ecuación (5) puede expresarse en términos de la ecuación “ampliada” de paridad no cubierta, en la que la variable $e_t^{t+k} - e_t$ depende del diferencial de tasas de interés y del riesgo⁴⁶. Dicho riesgo, a su vez, puede descomponerse en riesgo país y riesgo cambiario, y este último puede verse afectado por las variables \widehat{I}_{t-1}^c y $\pi_t - \pi_{t-1}^e$. A su vez, la ecuación (6) permite estimar el efecto sobre la volatilidad de las mismas variables explicativas consideradas en la ecuación de media.

En cada ecuación se indican los signos esperados de los coeficientes. Siguiendo el consenso de la literatura sobre paridad no cubierta (PNC) se considera en (5) que e_t^{t+k} varía menos que e_t ,

por lo que el signo esperado para la variable $\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$ es positivo; así, un incremento en $i_{t,t+k}$

induce entradas de capital, disminuye la tasa de cambio *spot* y eleva $e_t^{t+k} - e_t$. Un incremento en las

⁴⁴ En todos los casos se utilizó la variable $\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right) \approx i_{t,t+k} - i_{t,t+k}^*$. Sobre el cálculo de las tasas marginales-*forwards* a partir de las tasas de interés *spot* ver Echavarría, Vásquez, y Villamizar (2008).

⁴⁵ Lo cual podría explicar el coeficiente no significativo (o positivo y significativo) que encuentra un grupo amplio de trabajos en el área. Sobre el tema ver Sarno y Taylor (2001) y Tapia y Tokman (2004). Otros trabajos como Baillie y Osterberg (1997) y Lewis (1995) utilizan la intervención rezagada, una alternativa no recomendada si los mercados cambiarios son eficientes y la intervención brinda nueva información a los agentes. Kearns y Rigobón (2005) sugieren metodologías más sofisticadas, aplicables cuando las autoridades cambian la regla de intervención en el tiempo, y Neely (2005) sugiere utilizar la tasa de cambio “overnight” como instrumento. Otros trabajos utilizan información intra-diaria de alta frecuencia. Ver Fatum y King (2005) para Canadá, Dominguez (2003) para los Estados Unidos, Chang y Taylor (1998) para Japón y Toro y Julio (2006) para Colombia.

⁴⁶ Alternativamente, se incluye la tasa de interés para aislar el efecto de la política monetaria y de las intervenciones no esterilizadas (en su totalidad) sobre la tasa de cambio.⁴⁶ En algunas ocasiones se esterilizó solo una parte de las compras (ver página 12).

otras tres variables $\rho_{país,t}$, \widehat{I}_{t-1}^c y $\pi_t - \pi_t^e$ eleva e_t y reduce $e^{t+k} - e_t$, por lo que el signo esperado del coeficiente respectivo es negativo.⁴⁷

Los resultados en la literatura no son tan concluyentes cuando se considera el signo esperado de dichas variables en la ecuación (6) de volatilidad, aún cuando es de esperar que la volatilidad crezca con la inflación y con el riesgo. Como se explicó en la Sección III.A.2, el efecto de la intervención puede variar dependiendo del anuncio que haga el Banco, de su credibilidad, y de la eficiencia de los mercados cambiarios.

En muchos trabajos se utiliza el EMBI como *proxy* del riesgo país. Sin embargo, en Colombia esta variable depende fundamentalmente del comportamiento de 4 títulos con períodos de maduración superior a 9 años (Echavarría, Vásquez, y Villamizar, 2008), y no se obtuvieron resultados satisfactorios (ver abajo). Por ello, siguiendo a Domowitz y Hakkio (1985), el indicador de riesgo país utilizado se basa en la ecuación de paridad cubierta (PC); es más preciso que el EMBI y varía con el período de maduración:⁴⁸

$$\rho_{país,t} = \frac{er_{pc} - \widehat{\alpha}_{pc} - (\widehat{\beta}_{pc} - 1) \ln\left(\frac{1+i_t}{1+i_t^*}\right)}{-\widehat{\beta}_{pc}}$$

Donde $\widehat{\alpha}_{pc}$ y $\widehat{\beta}_{pc}$ corresponden a los coeficientes estimados en la ecuación de paridad cubierta, y er_{pc} al exceso de rendimiento en esa misma ecuación, $er_{pc} = (f_t^{t+k} - e_t) - \ln\left(\frac{1+i_t}{1+i_t^*}\right)$, siendo f_t^{t+k} la tasa de cambio *forward* en t para $t+k$.

El Cuadro 4 muestra los resultados de la estimación de las ecuaciones (5) y (6) para $k=1$ día. En la columna (1) se incluyen todas las variables consideradas en (5) y (6), en la columna (2) se excluye el riesgo (ρ) de las ecuaciones, y en la columna (3) se excluye también la variable $\pi_t - \pi_t^e$.

Las estimaciones se hacen con información hasta Agosto 12 de 2008, se utiliza como medida

⁴⁷ Los signos esperados de los coeficientes son los opuestos en otros trabajos que utilizan $e_t - e_{t-1}$ como variable dependiente, suponiendo que e_{t-1} es pre-determinada. Este es el caso para Kamil (2008), Domac y Mendoza (2004), Guimaraes y Karacadag (2004) y Disyatat y Galati (2005).

⁴⁸ En el cálculo se excluyó el error, corrigiendo ligeramente la propuesta de Echavarría, Vásquez, y Villamizar (2008).

de inflación el diferencial entre la inflación y las expectativas reveladas por las encuestas, y la variable \widehat{I}_{t-1}^c utilizada se calculó como se señala en el Cuadro 3 pero excluyendo las *dummies* y las *dummies* multiplicativas. Las tres decisiones se adoptaron con el fin de que los resultados fuesen comparables con los de Kamil (2008).⁴⁹ Las variables se estimaron en niveles por ser I(0) en todos los casos (Anexo A).

En el proceso de estimación por máxima verosimilitud, tanto de la ecuación de media como de volatilidad, se lleva a cabo la corrección de los errores estándar, por heteroscedasticidad y mala especificación, utilizando la metodología Newey-West y por autocorrelación incorporando una media móvil de orden 5 de los residuales, respectivamente. Respecto al supuesto distribucional de los errores, necesario para llevar a cabo la estimación por máxima verosimilitud de los parámetros, tanto de la ecuación de media como de la de volatilidad, en el ejercicio a un día se supone una distribución *t* de *student* cuyos grados de libertad fueron estimados directamente en un valor cercano a 4.4 lo que implica, según Campbell, Lo y MacKinlay (1997, p.489), un cuarto momento de dicha distribución tendiente a infinito y por lo tanto con más masa de probabilidad en las colas que la distribución Normal. El error estándar estimado y corregido para dicho parámetro de grados de libertad es 0.26, resultando estadísticamente significativo.

Los resultados para la ecuación (5) consignados en la columna (1), son satisfactorios. El coeficiente de 2.59 para la variable $\ln\left(\frac{1+i_t}{1+i_t^*}\right)$ (significativo al 1%) indica que la ecuación de paridad no cubierta es válida, y la intervención cambiaria (\widehat{I}_{t-1}^c) , $\pi_t - \pi_t^e$ y $\rho_{país,t}$ resultan significativas al 1% y con el signo negativo esperado.

Los resultados para la ecuación de volatilidad sugieren que el incremento en las tasas de interés y la información no esperada sobre inflación $(\pi_t - \pi_t^e)$ aumentan la volatilidad, mientras que las intervenciones cambiarias la reducen. La variable riesgo (ρ) aparece con el signo positivo esperado pero no resulta significativa (aunque si resulta significativa para otros horizontes de maduración, como se menciona adelante).

⁴⁹ Además, los resultados del Cuadro 3 son relativamente similares para las tres definiciones de inflación utilizadas y también similares cuando se incluyen o excluyen las *dummies* y sus efectos multiplicativos.

La ecuación de media resulta relativamente similar cuando se excluye la variable ρ en la columna 2 o las variables ρ y $\pi_t - \pi_t^e$ en la columna 3. Los signos de las variables incluidas son los esperados y el nivel de significancia permanece alto.⁵⁰ También resultan relativamente robustos los signos y nivel de significancia de las distintas variables en la ecuación de volatilidad cuando se excluye la variable ρ , aún cuando \widehat{I}_{t-1}^c deja de ser significativa en la columna 3 cuando se excluyen ρ y $\pi_t - \pi_t^e$. Se hizo la estimación considerando las primeras diferencias en el EMBI, con resultados muy pobres.⁵¹

⁵⁰ Sin embargo, el coeficiente de la variable $\ln\left(\frac{1+i_t}{1+i_t^*}\right)$ se reduce de 2.59 a 1.19 y 1.14, respectivamente, y su nivel de significancia cambia de 1% a 5%.

⁵¹ Los resultados para la ecuación de media continúan siendo satisfactorios para las variables $\ln\left(\frac{1+i_t}{1+i_t^*}\right)$ e inflación (signos esperados y coeficientes significativos), el coeficiente de \widehat{I}_{t-1}^c aparece con el signo esperado pero no resulta significativo, y la variable $\Delta EMBI$ resulta con el signo contrario al esperado y su coeficiente es significativo. Los coeficientes de la ecuación de volatilidad si aparecen con el signo esperado y son significativos en todos los casos.

Cuadro 4
 Impacto de las Intervenciones Cambiarias sobre la Tasa de Cambio, Plazo de 1 día (abril 1 de 1999
 – Agosto 12 de 2008), variable dependiente: $e^e_{t+k} - e_t$

		(1)	(2)	(3)
Ecuación de Media				
	constante	-3.7E-04 (-8.2***)	-2.3E-04 (-1,316.6***)	-2.2E-04 (-55.7***)
	$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i^*_{t,t+k}}\right)$	2.59 (5.3)***	1.19 (2.2)**	1.14 (2.2)**
	\hat{I}_{t-1}	-6.1E-06 (-2.4***)	-5.0E-06 (-83.8***)	-6.0E-06 (-1,043.0***)
	$\pi - \pi^e$	-3.7E-04 (-8.8***)	-4.4E-04 (-5.9***)	
	ρ	-2.88 (-304.0***)		
Ecuación de Volatilidad				
	C	-0.80 (-305.7***)	-0.84 (-92.2***)	-0.67 (-78.0***)
	A	0.42 (72.0)***	0.42 (32.5)***	0.43 (34.9)***
	B	0.95 (3,535.5)***	0.95 (1,168.2)***	0.97 (1,235.3)***
	$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i^*_{t,t+k}}\right)$	64.54 (2.6)***	153.35 (2.7)***	110.23 (2.0)**
	\hat{I}_{t-1}	-3.8E-03 (-8.3***)	-3.6E-03 (-3.2***)	-1.3E-03 (-1.2)
	$\pi - \pi^e$	0.04 (3.8)***	0.05 (3.8)***	
	ρ	95.41 (1.1)		
No.Obs		1,601	1,601	1,601
Log Likelihood		6,602	6,593	6,580
***, **, *: significativo al 1%, 5% y 10%, respectivamente				
Se eliminó la información para los días en que no hubo transacciones				
Se corrigieron los errores estándar por heteroscedasticidad y mala especificación, utilizando la metodología Newey-West, y por autocorrelación incorporando una media móvil de orden 5 de los residuales				
Se supuso una distribución t de student cuyos grados de libertad fueron estimados directamente en un valor cercano a 4.4				

$$e^e_{t+k} - e_t = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i^*_{t,t+k}}\right) - \beta_2 \rho_{pais,t} - \beta_3 \hat{I}_{t-1} - \beta_4 (\pi_t - \pi^e_{t-1}) + \mu_t$$

$$\log \sigma_t = c + a \frac{|\mu_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}}} + b \log \sigma_{t-1} + d \frac{\mu_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}}} \pm \gamma_1 \ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i^*_{t,t+k}}\right) + \gamma_2 \rho_t \pm \gamma_3 \hat{I}_{t-1} + \gamma_4 (\pi_t - \pi^e_t) + v_t$$

¿Cuántos días/meses dura el impacto positivo de la intervención? Como se señaló antes (página 26), la mayoría de estudios sugieren que el impacto de la intervención perdura por unos pocos días, aún cuando el trabajo de Kim (2003) indica lo contrario. Además, eliminar una burbuja especulativa puede significar que la intervención tiene efectos duraderos. El Cuadro 5 reproduce en la primera columna los resultados de la columna (1) del Cuadro 4, y en las siguientes considera horizontes mayores a 1 día: 1 mes, 3 meses, 6 meses y 1 año.

Nuevamente, en el proceso de estimación por máxima verosimilitud de los parámetros, tanto de la ecuación de media como de la de volatilidad y para cada uno de los horizontes de vencimiento considerados, se lleva a cabo la corrección de los errores estándar, por heteroscedasticidad y mala especificación, utilizando la metodología Newey-West y por autocorrelación incorporando una media móvil de orden 1, 4, 4 y 4 de los residuales, respectivamente. Se llevo a cabo la estimación por máxima verosimilitud bajo el supuesto de distribución generalizada de errores (GED). La estimación del parámetro de forma de dicha distribución, en forma conjunta con el resto de coeficientes, arrojó valores menores a 2 (0.69, 0.30, 0.36 y 0.14, respectivamente). Siguiendo a Nelson (1991), estos resultados señalan que las distribuciones de los residuales son de colas más anchas que la distribución normal. Los errores estándar corregidos, asociados fueron de 0.055, 0.024, 0.037 y 0.018, resultando estadísticamente significativos.

De especial relevancia, la variable \widehat{I}_{t-1}^c resulta con el signo esperado y significativa al 1% en la ecuación de media para todos los horizontes excepto 1 año (signo positivo, no significativa); y en la ecuación de volatilidad tiene signo negativo (reduce la volatilidad) en todos los casos, y es significativa para todos los plazos excepto 1 mes (signo negativo, no significativa).

Los demás resultados en la ecuación de media también parecen robustos para los distintos plazos: las sorpresas inflacionarias y el riesgo devaluán la tasa de cambio *spot* (signo negativo) y las mayores tasas de interés la revalúan (signo positivo), con coeficientes significativos al menos al 5% en todos los casos.⁵² Y resultan relativamente robustos y satisfactorios los coeficientes de las variables en la ecuación de volatilidad: los incrementos en la tasa de interés y en la inflación elevan la volatilidad para todos los plazos (excepto para 1 año en el caso de las tasas de interés, con un coeficiente no significativo); y sólo para el riesgo se presentan resultados inconsistentes según el

⁵² Aún cuando se presentan cambios importantes en el valor del coeficiente para las tasas de interés: 2.59 a 1 día y 0.14 – 0.-16 a 6 meses y 1 año.

período.

Cuadro 5
Impacto de las Intervenciones Cambiarias sobre la Tasa de Cambio, Diferentes Plazos, (abril 1 de 1999 – Agosto 12 de 2008), variable dependiente: $e^{e_{t+k}} - e_t$

		1 día	1 mes	3 meses	6 meses	1 año
Ecuación de Media						
	constante	-3.7E-04 (-8.2***)	-5.8E-03 (-974.6***)	-2.0E-02 (-865.6***)	-1.3E-02 (-8.2***)	-1.4E-02 (-26.3***)
	$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	2.59 (5.3)***	0.22 (316.5)***	1.14 (903.0)***	0.16 (3.3)***	0.14 (17.1)***
	\hat{I}_{t-1}	-6.1E-06 (-2.4***)	-2.0E-05 (-87.4***)	-1.6E-05 (-465.4***)	-6.5E-05 (-56.3***)	2.1E-05 (0.6)
	$\pi - \pi^e$	-3.7E-04 (-8.8***)	-3.3E-03 (-532.9***)	-2.8E-02 (-4,506.8***)	-1.1E-02 (-48.6***)	-6.2E-02 (-59.7***)
	ρ	-2.88 (-304.0***)	-0.14 (-156.6***)	-0.22 (-66.7***)	-1.13 (-5.0***)	-1.18 (-14.1***)
Ecuación de Volatilidad						
	c	-0.80 (-305.7***)	-2.50 (-5.8***)	-2.95 (-17.1***)	-1.50 (-5.9***)	-3.52 (-439.8***)
	a	0.42 (72.0)***	1.04 (7.8)***	1.27 (25.9)***	0.87 (7.7)***	1.59 (28.8)***
	b	0.95 (3,535.5)***	0.82 (22.1)***	0.77 (40.0)***	0.88 (40.3)***	0.70 (275.3)***
	$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	64.54 (2.6)***	26.28 (1.7)*	-5.66 (-98.2***)	-6.68 (-2.7***)	-0.25 (-0.4)
	\hat{I}_{t-1}	-3.8E-03 (-8.3***)	-6.0E-03 (-1.3)	-1.5E-03 (-2.6***)	-2.8E-03 (-1.9**)	-9.2E-03 (-12.8**)
	$\pi - \pi^e$	0.04 (3.8)***	0.17 (3.1)***	0.09 (11.0)***	0.09 (2.5)***	0.11 (2.3)***
	ρ	95.41 (1.1)	41.83 (1.7)*	33.24 (4.6)***	-2.52 (-0.4)	-0.44 (-0.2)
No.Obs		1,601	1,185	1,636	1,203	987
Log Likelihood		6,602	3,155	3,825	2,284	1,567

***, **, *: significativo al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Se eliminó la información para los días en que no hubo transacciones. Se corrigieron los errores estándar por heteroscedasticidad y mala especificación, utilizando la metodología Newey-West, y por autocorrelación incorporando una media móvil de orden 5, 1, 4, 4 y 4 de los residuales, respectivamente. Para el período de maduración de 1 día se supuso una distribución t de student (con 4.4 grados de libertad estimados), y para los demás períodos se supuso una distribución generalizada de errores (GED) con parámetros de forma estimados 0.69, 0.30, 0.36 y 0.14, respectivamente

$$e^{e_{t+k}} - e_t = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right) - \beta_2 \rho_{pais,t} - \beta_3 \hat{I}_{t-1}^c - \beta_4 (\pi_t - \pi_{t-1}^e) + \mu_t$$

$$\log \sigma_t = c + a \frac{|\mu_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}}} + b \log \sigma_{t-1} + d \frac{\mu_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}}} \pm \gamma_1 \ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right) + \gamma_2 \rho_t \pm \gamma_3 \hat{I}_{t-1}^c + \gamma_4 (\pi_t - \pi_{t-1}^e) + v_t$$

C. Estabilidad de los Coeficientes

El efecto de las intervenciones cambiarias sobre el nivel y la volatilidad de la tasa de cambio depende potencialmente del tipo de intervención, de la credibilidad del Banco Central, y de las características del mercado cambiario (Sección III.A). Con base en este tipo de argumentos, Kamil (2008) plantea (y encuentra empíricamente) que en Colombia las intervenciones del Banco de la República fueron relativamente exitosas antes de marzo de 2006, aún cuando tuvieron poco impacto en los meses subsiguientes a enero de 2007: en el período inicial la devaluación de la tasa de cambio jugó un papel reactivador, complementario al de la tasa de interés, mientras que en el segundo las intervenciones fueron inconsistentes con los incrementos en las tasas de interés tendientes a enfriar una economía que comenzaba a sobre-recalentarse (ver Sección II.A.2.b). Este tipo de consideraciones probablemente llevaron a que la *Junta* interviniera de manera menos agresiva en los períodos 6 y 7 (Gráfico 1). Kamil (2008) fundamenta su conclusión en la comparación de los coeficientes estimados en dos períodos: septiembre 2004 – marzo de 2006, y enero de 2007 – abril de 2007, y muestra que la significancia de la intervención desaparece en el segundo período.⁵³

En este trabajo se cuenta con información más reciente (las estimaciones de la sección anterior se obtienen con datos hasta Agosto de 2008), y se utiliza en esta Sección una metodología que permite analizar con mayor rigor si en efecto se presentó (o no) un cambio estructural en los coeficientes de la ecuación de media y/o de la ecuación de volatilidad. El Cuadro 6 presenta las conclusiones que se desprenden de aplicar las 3 pruebas consideradas en el apéndice (ver Cuadros A.1 – A-5), con el fin de establecer si existió (o no) un cambio significativo en el impacto de la variable \widehat{I}^c sobre la media y volatilidad de $e_t^{t+k} - e_t$. Se presentan los resultados de los contrastes de estabilidad con las siguientes estadísticas: i) suprema LM (Andrews, 1993); ii) L_C (Nyblom, 1989); y iii) L_W (Hansen, 1990). La estadística suprema L_M permite capturar de manera endógena el momento del cambio estructural, pero depende del estimador de la matriz de varianzas y covarianzas del modelo. La estadística L_C permite independizar el resultado de la estadística de la estimación de dicha matriz, aún cuando no reconoce el momento del quiebre, y supone que el riesgo de inestabilidad en parámetros es constante. Finalmente la estadística L_W no requiere suponer que el riesgo de cambio estructural es constante, y por lo tanto es superior a la estadística L_C cuando la

⁵³ Los signos son opuestos a los de este trabajo, pues el autor utiliza $e_t - e_{t-k}$ como variable dependiente. Ver nota al pie 47.

inestabilidad en los parámetros ocurre hacia el comienzo o el final de la muestra (ponderando más duramente estos tramos de la muestra, y elevando por tanto la probabilidad de detectar la variabilidad en parámetros).

Los resultados del panel superior del Cuadro 6 (ecuación e media) se basan en el Cuadro A. 2 del Anexo, y sugieren que no se presentó un cambio estructural en el impacto de las intervenciones sobre la tasa de cambio a 1 día, el plazo utilizado por Kamil (2008), pues no se encuentra evidencia de cambio estructural con ninguna de las 3 estadísticas de prueba. El valor de la estadística Sup LM a 1 día es 5.55 en la fila 3, menor al valor crítico de 22.36 tabulado al 5% para la distribución Chi cuadrado. El valor de la estadística L_c en este caso es 0.06, inferior al valor crítico de 0.47, y también es inferior para la estadística L_w (1.05 vs 2.48).

No parece haberse presentado un cambio estructural a 1 mes, ya que el cambio que sugiere la prueba suprema LM no aparece corroborado por las otras dos. El valor de la estadística Sup LM a 1 día es 27.04, mayor al valor crítico (22.36). El valor de la estadística L_c en este caso es 0.11, inferior al valor crítico (0.47), y lo mismo sucede para la estadística L_w (1.46 vs 2.48).

No hay evidencia de cambio estructural en 2007 y 2008 (período de supuesta contradicción macro) a 3 meses, 6 meses o un año. En caso de haber cambio estructural, la estadística suprema LM sugiere que éste habría ocurrido en 2003 y 2002, respectivamente ($\pi=0.44$ y 0.31 corresponden a valores hacia la parte media baja de la muestra). Sin embargo, la estadística L_c (aplicable en este caso pues el cambio ocurre hacia la parte media baja de la muestra) señala que no existió cambio estructural. A un horizonte de 1 año no hay quiebre estructural en el impacto de las intervenciones sobre la tasa de cambio, excepto para la estadística L_w , y debe recordarse que el coeficiente de \hat{I}^c no resultó significativo para ese horizonte en el Cuadro 5.

En relación con la capacidad que tiene la intervención de reducir la volatilidad (parte inferior del Cuadro 6), las tres pruebas de estabilidad sugieren que no hubo cambio estructural a 1 día: el valor de la estadística Sup LM a 1 día es 9.86, menor al valor crítico (22.36); el valor de la estadística L_c es 0.16, inferior al valor crítico (0.47), y lo mismo sucede para la estadística L_w (1.98 vs 2.48).

A un mes habría alguna evidencia de cambio estructural con base en la estadística L_w ; pero no es posible identificar el momento de dicho cambio ya que no hay cambio según las pruebas Sup LM y L_c . Sí parece haber evidencia de cambio estructural en volatilidad para 2007 y 2008 cuando se consideran horizontes de 3 meses, 6 meses y 1 año (como se desprende de los resultados de 2 de las

3 pruebas en cada caso), aún cuando el quiebre ocurre en 2004 (6 meses) y en 2001 (1 año); sólo para 3 meses podría haber evidencia de un quiebre en el impacto sobre la volatilidad hacia el final de la muestra como sugiere Kamil (2008).

En síntesis, no existe evidencia de cambio estructural en los coeficientes estimados de la ecuación de media a un horizonte de 1 día (el período considerado por Kamil), 1 mes o 1 año. No existió cambio estructural a 3 y a 6 meses en los períodos 5, 6 o 7 del Gráfico 1, y si hubiera alguna evidencia de cambio estructural sería en la mitad de la muestra. De ser así, las diferencias importantes no se presentarían entre períodos para una misma modalidad de intervención, sino entre las compras de reservas vía opciones y las compras discrecionales (Gráfico 1).⁵⁴

A nivel de volatilidad, no hay evidencia de cambio estructural a 1 día, y es débil la evidencia de quiebre hacia el final de la muestra. Lo anterior sugeriría que en los pocos casos en que hubo quiebre, éste se presentó hacia 2004, nuevamente como consecuencia del cambio en la estrategia de intervención, desde opciones a intervenciones discrecionales. No se presentó un quiebre hacia el final de la muestra cuando existieron probables contradicciones macroeconómicas.

¿Cómo explicar que las compras de reservas hubieran tenido un impacto relativamente estable, aún cuando se presentaron fuertes restricciones macroeconómicas a las compras de divisas en los períodos 5-7 (Gráfico 1)? Una posibilidad es que las contradicciones entre la política macro y las intervenciones no fueron suficientemente agudas para producir cambios en el impacto de la intervención. Otra posibilidad guarda relación con la importancia relativa de los distintos canales. Finalmente, es posible que otras variables hayan reforzado el impacto de la intervención.

En cuanto a la importancia de los distintos canales, se mencionó en la Sección III.A que las intervenciones afectan la tasa de cambio a través de sus efectos sobre el portafolio de los agentes, vía señales sobre la política monetaria futura, y a través de señales sobre burbujas. Pero las restricciones macroeconómicas sólo juegan un papel importante para el canal relacionado con la política monetaria futura. El canal de portafolio y los anuncios de burbujas operan con la misma fuerza con y sin restricciones macroeconómicas. Y podría ser que el canal de portafolio y la credibilidad sobre los anuncios de burbujas fueron canales importantes en el período completo.

⁵⁴ En la misma dirección, algunos trabajos para México encuentran un impacto reducido de las intervenciones vía opciones (Werner, 1997).

Finalmente, otras variables pudieron haber reforzado el impacto de la intervención. Se mencionó en la Sección III.A.1 que el impacto de las intervenciones puede crecer cuando existe una gran incertidumbre del mercado sobre el impacto de las variables fundamentales o de los eventos recientes, cuando la tasa de cambio se encuentra desalineada con respecto al nivel de equilibrio, o cuando existen controles de capital o límites al apalancamiento en dólares de las entidades financieras. Como se mencionó arriba, Vásquez (2008) encuentra que la volatilidad de la tasa de cambio fue especialmente pronunciada durante el 2008 (períodos 5 y 6) y en los meses finales de 2007; además, en mayo de 2007 se adoptaron medidas adicionales para evitar el recalentamiento de la economía y el ingreso de capitales de corto plazo (ver página 15).

Cuadro 6

¿Existió un Cambio Estructural en el Impacto de \hat{I}_t^c sobre $e_t^{t+k} - e_t$?

Media					
Prueba	a un día	a un mes	a 3 meses	a 6 meses	a un año
Sup LM	NO HAY	04-abr-07	19-sep-03	09-ago-02	NO HAY
L_c	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY
L_w	NO HAY	NO HAY	SI HAY	SI HAY	SI HAY
Volatilidad					
Prueba	a un día	a un mes	a 3 meses	a 6 meses	a un año
Sup LM	NO HAY	NO HAY	10-feb-06	14-may-04	17-sep-01
L_c	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY	NO HAY
L_w	NO HAY	SI HAY	SI HAY	SI HAY	SI HAY

Sup LM, L_c , L_w : estadísticas de prueba tipo Multiplicador de Lagrange, propuestas por Andrews (1993), Nyblom (1989), y Hansen (1990), respectivamente

IV. Conclusiones

Entre 2000 y 2008 se compraron más de 18 mil millones de dólares, un monto cercano al nivel actual de reservas de Colombia, bajo diferentes modalidades (opciones y compras directas) y con cambios importantes en intensidad. Las autoridades compraron divisas para compensar condiciones desordenadas (revaluaciones frente al día anterior) y para corregir tendencias “excesivas”, cuando se redujo la presión inflacionaria y cuando el Banco Central tuvo una posición acreedora neta. La posible contradicción macroeconómica entre la política monetaria y la política de

intervención no parece haber afectado la función de reacción de las autoridades: se incrementó la sensibilidad frente a las variaciones de la tasa de cambio, pero no frente a la inflación o a la posición neta del banco central.

El nivel de la tasa de cambio se elevó cuando las tasas de interés fueron bajas, cuando la inflación y el riesgo país fueron altos, y cuando el banco central compró divisas en el mercado. La inflación, las tasas de interés, y el riesgo (signo correcto, no significativo) incrementaron la volatilidad de la tasa de cambio, mientras que las intervenciones cambiarias la redujeron. Los efectos de la intervención sobre el nivel y la volatilidad de la tasa de cambio perduraron, con resultados consistentes para 1 día, 1 mes, 1 trimestre y 1 semestre.

Los resultados del trabajo no coinciden con los de Kamil (2008) – o con las intuiciones de la *Junta* - en cuanto al menor impacto que deberían tener las compras de divisas en un contexto macroeconómico desfavorable a la intervención. No existió un cambio estructural en la ecuación de media ni de volatilidad a 1 día (el período considerado por Kamil) o a 1 mes, y si hubo cambio estructural a 3 y a 6 meses ocurrió en 2004 cuando se modificó la modalidad de compras desde opciones hacia compras directas.

Las contradicciones entre la política macro y las intervenciones pudieron no haber sido lo suficientemente agudas, o los canales de portafolio y señales sobre burbujas pudieron haber jugado un papel importante, canales que no se ven afectados por las contradicciones macro. Por último, otras variables pudieron haber reforzado el impacto de la intervención al final del período, pues el impacto de las intervenciones posiblemente crece cuando existe incertidumbre del mercado sobre el impacto de las variables fundamentales o de los eventos recientes, cuando la tasa de cambio se encuentra desalineada con respecto al nivel de equilibrio, o cuando existen controles de capital o límites al apalancamiento en dólares de las entidades financieras.

V. Bibliografía

- Almekinders, G. J., S. C. Eijffinger, (1992) "Daily Bundesbank and Federal Reserve Intervention and the Conditional Variance Tale in DM/\$-Returns", *Federal Reserve System*, v.438
- Andrews, D., (1993) "Test for Parameter Instability and Structural Change with Unknown Change Point", *Econometrica*, v.61-4, pp.821-856.
- Baillie, R. T., W. P. Osterberg, (1997) "Why do Central Banks Intervene?", *Journal of International Money and Finance*, v.16-6, pp.909-919.
- Banco de la República, (2003) "Análisis del Nivel Adecuado de Reservas Internacionales", *Revista del Banco de la República*
- Beine, M., O. Bernal, (2005) "Why Do Central Banks Intervene Secretly? Preliminary Evidence from the Bank of Japan", *Journal of International Financial Markets, Institutions and*

- Money*, v.(forthcoming), pp.
- Blundell-Wignall, A., P. R. Masson, (1985) "Exchange Rate Dynamics and Intervention Rules", *International Monetary Fund Staff Papers*, v.32, pp.132-159.
- Bofinger, P., (2001) *Monetary Policy. Goals, Institutions, Strategies and Instruments*, Oxford University Press, Oxford
- Bollerslev, T., R. Y. Chou, K. F. Kroner, (1992) "ARCH Modelling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence", *Journal of Econometrics*, v.52, pp.5-59.
- Bonser-Neal, C., G. Tanner, (1996) "Central bank Intervention and the Volatility of Foreign Exchange Rates: Evidence from the Options Market", *Journal of International Money and Finance*, v.15-6, pp.853-878.
- Calvo, G. A., (1999), "Fixed Versus Flexible Exchange Rates: Preliminaries of a Turn-of-Millennium Rematch", _.
- Calvo, G. A., C. Reinhart, (2002) "Fear of Floating", *Quarterly Journal of Economics*, v.67, pp.379-408.
- Campbell, J., A. Lo, A. C. MacKinlay, (1997) *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, Princeton
- Canales, J. I., R. Guimaraes, C. Karacadag, (2003) "Official Intervention in the Foreign Exchange Market: Elements of Best Practice", *IMF Working Paper*, v.WP/03/152, International Monetary Fund
- Chang, Y., S. J. Taylor, (1998) "Intraday Effects of Foreign Exchange Intervention by the Bank of Japan", *Journal of International Money and Finance*, v.17-1, pp.191-210.
- Cheung, Y.-W. & M. D. Chinn, (1999), "Macroeconomic Implications of the Beliefs and Behavior of Foreign Exchange Traders", (*mimeo*).
- Cheung, Y.-W., C. Wong, (2000) "A Survey of Market Practitioners' Views on Exchange Rate Dynamics", *Journal of International Economics*, v.51-2, pp.401-419.
- Cutler, D. M., J. M. Poterba, L. H. Summers, (1990) "Speculative Dynamics and the Role of Feedback Traders", *The American Economic Review*, v.80-2, pp.63-68.
- Disyatat, P., G. Galati, (2005) "The Effectiveness of Foreign Exchange Intervention in Emerging Market Countries: Evidence from the Czech Koruna", *BIS Working Papers*, v.172
- Domac, I., A. Mendoza, (2004) "Is There Room for Foreign Exchange Interventions under an Inflation Targeting Framework?", *World Bank Policy Research Working Paper*, v.3288
- Dominguez, K. M., (1993) "Does Central Bank Intervention Increase the Volatility of Foreign Exchange Rates?", *NBER Working Paper*, v.4532, pp.
- , (1998) "Central Bank Intervention and Exchange Rate Volatility", *Journal of International Money and Finance*, v.17, pp.161-190.
- , (2003) "The Market Microstructure of Central Bank Intervention", *Journal of International Economics*, v.59-1, pp.25-45.
- Dominguez, K. M., J. A. Frankel, (1993) "Does Foreign Exchange Intervention Matter? The Portfolio Effect", *American Economic Review*, v.83-5, pp.1356-1369.
- , (1993) "Does Foreign Exchange Intervention Work?", *Institute for International Economics*
- Domowitz, I., C. S. Hakkio, (1985) "Conditional Variance and the Risk Premium in the Foreign Exchange Market", *Journal of International Economics*, v.19, pp.47-66.
- Dornbusch, R., (1976) "Expectations and Exchange Rate Dynamics", *Journal of Political Economy*, v.84, pp.1161-1176.
- Echavarría, J. J., E. López & M. Misas, (2009), "Intervenciones Cambiarias e Inflación", (*mimeo*).
- Echavarría, J. J., D. Vásquez, M. Villamizar, (2008) "Expectativas, Tasa de Interés y Tasa de Cambio: Paridad Cubierta y No Cubierta en Colombia 2000-2007", *Ensayos Sobre Política Económica*, v.26-56, pp.150-204.

- Edison, H. J., (1993) "The effectiveness of central-bank intervention: A survey of the literature after 1982", *Special Papers in International Economics Princeton*, v.18
- Edwards, S., (1991) *Real Exchanges Rates, Devaluation, and Adjustment. Exchange Rate Policy in Developing Countries*,
- , (2006) "The Relationship between Exchange Rates and Inflation Targeting Revisited", *NBER Working Paper Series*, v.12163
- Fatum, R., M. Hutchison, (1999) "Is Intervention a Signal of Future Monetary Policy? Evidence from the Federal Funds Futures Market", *Journal of Money, Credit and Banking*, v.31-1, pp.54-69.
- Fatum, R., M. R. King, (2005) "Rules versus Discretion in Foreign Exchange Intervention: Evidence from Official Bank of Canada High- Frequency Data", *Working Paper, Santa Cruz Center for International Economics*, v.04
- Flood, R. P., P. Garber, (1991) "The Linkage Between Speculative Attack and Target Zone Models of Exchange Rates", *Quarterly Journal of Economics*, v.106-4, pp.1367-1372.
- Guimaraes, R., C. Karacadag, (2004) "The Empirics of Foreign Exchange Intervention in Emerging Market Countries: The Case of Mexico and Turkey", *IMF Working Paper*, v.WP/04/123
- Hansen, B., (1990) "Lagrange Multiplier Tests for Parameter Instability in Non-Linear Models", *Paper presented at the Sixth World Congress of the Econometric Society*, pp.
- Hufner, F., (2004) *Foreign Exchange Intervention as a Monetary Policy Instrument. Evidence for Inflation Targeting Countries*, Centre for European Economic Research, Heidelberg-New York
- Humpage, O. F., (1991) "Central Bank Intervention: Recent Literature. Continuing Controversy", *Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review*, v.27-2, pp.12-26.
- , (1996) "U.S. Intervention: Assessing the Probability of Success", *Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper*, v.9608
- Hutchison, M., (2002) "The Role of Sterilized Intervention in Exchange Rate Stabilization Policy", (*mimeo*)
- Junguito, R., H. Vargas, (1997) "Independencia de los Bancos Centrales y Políticas Cambiarias en América Latina.", E. Aguirre, R. Junguito, G. Miller, *La Banca Central en América Latina: Aspectos económicos y jurídicos.*, Banco de la República, Tercer Mundo Editores, pp.281-332.
- Kamil, H., (2008) "Is Central Bank Intervention Effective Under Inflation Targeting Regimes? The Case of Colombia", *IMF Working Paper*, v.WP/08/88
- Kaminsky, G., K. K. Lewis, (1993) "Does Foreign Exchange Intervention Signal Future Monetary Policy", *NBER Working Paper*, v.4298, pp.
- Kearns, J., R. Rigobón, (2005) "Identifying the Efficacy of Central Bank Interventions: Evidence from Australia and Japan", *Journal of International Economics*, v.66, pp.31-48.
- Kim, S., (2003) "Monetary Policy, Foreign Exchange Intervention, and the Exchange Rate in a Unifying Framework", *Journal of International Economics*, v.60-2, pp.355-386.
- Krugman, P. R., (1991) "Target Zones and Exchange Rate Dynamics", *Quarterly Journal of Economics*, v.August, pp.669-682.
- Lecourt, C., H. Raymond, (2006) "Central Bank Interventions in Industrialized Countries: A Characterization Based on Survey Results", *International Journal of Finance and Economics*, v.11-2, pp.123-138.
- Levy-Yeyati, E., F. Sturzenegger, (2007) "Fear of Appreciation", *World Bank Policy Research Working Paper*, v.4387
- Lewis, K. K., (1995) "Are Foreign Exchange Intervention and Monetary Policy Related and Does It Really Matter", *Journal of Business*, pp.

- Mandeng, O., (2003) "Central Bank Foreign Exchange Market Intervention and Option Contract Specification: The Case of Colombia", *IMF Working paper*, v.03/135
- Mihalkej, D., (2005) "Survey of Central Banks' Views on Effects of Intervention", *BIS Papers*, v.24
- Mishkin, F. S., M. Savastano, (2001) "Monetary Policy Strategies for Latin America", *Journal Of Development Economics*, v.66, pp.415-444.
- Mishkin, F. S., K. Schmidt-Hebbel, (2002) "One Decade Of Inflation Targeting In The World: What Do We Know And What Do We Need to Know?", *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, Central Bank Of Chile
- Mussa, M., (1979) "Empirical Regularities in the Behavior of Exchange Rtes and Theories of the Foreign Exchange Market", K. Brunner, A. H. Meltzer, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, North Holland, pp.9-57.
- Neely, C., (2001) "The Practice of Central Bank Intervention: Looking Under The Hood", *The Regional Economist, Federal Reserve Bank of St Louis*, pp.1-10.
- , (2002) "The Temporal Pattern of Trading Rule Returns and Central Bank Intervention: Intervention Does Not Generate Technical Trading Rule Profits", *Journal of International Economics*, v.58, pp.211-232.
- , (2005) "An Analysis of Recent Studies of the Effect of Foreign Exchange Intervention", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, v.87-6, pp.685-717.
- , (2006) "Central Bank Authorities' Beliefs about Foreign Exchange Intervention", *Federal Reserve Bank of St. Louis WP*, v.045C
- Nelson, D. B., (1991) "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", *Econometrica*, v.59-2, pp.347-370.
- Nyblom, J., (1989) "Testing for the Constancy of Parameters Over Time", *Journal of the American Statistical Association*, v.84, pp.223-230.
- Obstfeld, M., (1994) "Currency Crises", *Cahiers Economiques et Monetaires*, v.43-2, pp.189-213.
- Ramírez, J. M., (2004) "Foreign Exchange Market Intervention through Options: the Case of Colombia", *Proceedings of a Conference held at the Czech National Bank in May 2004 on Practical Aspects of Inflation Targeting*
- Rigobón, R., (2008) "Exchange Rate Volatility", S. N. Durlauf, L. E. Blume, *The New Palgrave Dictionary of Economics*.
- Sarno, L., M. P. Taylor, (2001) "Official Intervention in the Foreign Exchange Market: Is it Effective and, if so, how does it work?", *Journal of Economic Literature*, v.39, pp.839-868.
- Schwartz, A. J., (2000) "The Rise and Fall of Foreign Exchange Market Intervention", *Journal of Financial Services Research*, v.18-2, pp.319-339.
- Takagi, S., (1989) "Foreign Exchange Market Intervention and Domestic Monetary Control in Japan, 1973-89", *IMF Working Paper*, v.89/101
- Tapia, M., A. Tokman, (2004) "Effects of Foreign Exchange Intervention Under Public Information: The Chilean Case", *Central Bank of Chile*, v.255
- Taylor, J. B., (2001) "The Role of the Exchange Rate in Monetary-Policy Rules", *American Economic Review*, v.91-2, pp.263-267.
- Taylor, M. P., (2004) "Is Official Exchange Rate Intervention Effective?", *Economica*, v.71, pp.1-11.
- Toro, J. & J. M. Julio, (2006), "The Effectiveness of Discretionary Intervention by the Banco de la Republica on the Foreign Exchange Market", (*mimeo*).
- Truman, E. M., (2003) "The Limits of Exchange Rate Intervention", F. Bergsten, J. Williamson, *Dollar Overvaluation and the World Economy*, pp.247-265.

- Uribe, J. D., J. Toro, (2005) "Foreign Exchange Market Intervention in Colombia", *Foreign Exchange Market Intervention in Emerging Markets: Motives, Techniques and Implications, BIS Papers*, v.24 , Basel
- Vásquez, D., (1997), ""Procedimiento para Prueba de Raíz Unitaria en Presencia de Tendencias Determinísticas de Schmidt y Phillips para el Software RATS"", (*mimeo*).
- , (2008) "La Volatilidad de la Tasa de Cambio Nominal en Colombia para Tres Regímenes Cambiarios: 1967-2008", (*mimeo*), pp.
- Werner, A. M., (1997) "El Efecto Sobre el Tipo de Cambio y las Tasas de Interés de las Intervenciones en el Mercado Cambiario y del Proceso de Esterilización", *Documento de Investigación, Banco de México*, v.9706

VI. Anexos

A. Estacionariedad de las Variables⁵⁵

Cuadro A. 1
Nivel de Integración de las Variables

Variable	Orden polinomial ** (p)	Estadística *** Z_t	Valor Crítico al 5%	Resultado
I_t^c	2	-79,84	-3,52	I(0)
\widehat{I}_t^c	1	-7,38	-3,02	I(0)
$e_{t+1}-e_t$				
1 día	1	-128,44	-3,02	I(0)
1 mes	1	-43,06	-3,02	I(0)
1 trimestre	1	-20,56	-3,02	I(0)
1 semestre	1	-4,28	-3,02	I(0)
1 año	1	-5,93	-3,02	I(0)
$1 + i_{t,t+k}$				
$1 + i_{t,t+k}^*$				
1 día	3	-10,83	-3,93	I(0)
1 mes	3	-11,08	-3,95	I(0)
1 trimestre	3	-11,60	-3,93	I(0)
1 semestre	3	-11,29	-3,95	I(0)
1 año	2	-6,03	-3,53	I(0)
Riesgo				
1 día	1	-22,92	-3,02	I(0)
1 mes	1	-14,84	-3,02	I(0)
1 trimestre	1	-13,43	-3,02	I(0)
1 semestre	1	-9,34	-3,02	I(0)
1 año	1	-3,77	-3,04	I(0)
$\pi-\pi^e$	1	-7,38	-3,02	I(0)
$D_{posneta}$	3	-36,66	-3,93	I(0)

I_t^c : compras de divisas; \widehat{I}_t^c : compras de divisas estimadas en la ecuación Tobit estimada en la Sección II.B

e: logaritmo de la tasa de cambio nominal; i, i^* : tasa de interés nominal en Colombia y en los Estados Unidos; riesgo: calculado a partir de la ecuación de paridad no cubierta para diferentes períodos; π^e : inflación esperada

* Realizada mediante el procedimiento SPUNIT.SRC elaborado para el software RATS por Vásquez (1997); ** de la tendencia determinística bajo H_a ; *** Corrección semiparamétrica (por autocorrelación) de la estadística t

⁵⁵ Sobre la metodología utilizada ver Vásquez (1997).

B. Valores para las Diferentes Pruebas de Estabilidad (Sup LM, L_C y L_W)

Cuadro A. 2
Pruebas de Estabilidad

1 día

Parámetro	Chi-sq (1;0.050)			$L_C(0.050)$	$L_W(0.050)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Sup LM	(pi)	p-value	L_C	L_W
I. Media					
constante	23.76	0.44	0.0000	0.31	6.88
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	21.93	0.44	0.0000	0.42	7.73
\hat{i}_{t-1}	5.55	0.84	0.0190	0.06	1.05
$\pi - \pi^e$	8.99	0.37	0.0030	0.38	3.02
ρ	2.55	0.24	0.1100	0.06	0.30
II. Volatilidad					
c	22.43	0.73	0.0000	0.26	4.24
a	12.34	0.73	0.0000	0.19	2.53
b	23.16	0.73	0.0000	0.22	3.88
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	10.39	0.73	0.0010	0.22	4.16
\hat{i}_{t-1}	9.86	0.72	0.0020	0.16	1.98
$\pi - \pi^e$	9.15	0.84	0.0020	0.59	4.11
ρ	4.74	0.84	0.0290	0.30	1.89

1 mes

Parámetro	Chi-sq (1;0.050)			$L_C(0.050)$	$L_W(0.050)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Sup LM	(pi)	p-value	L_C	L_W
I. Media					
constante	15.80	0.84	0.0000	0.36	3.46
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	15.56	0.71	0.0000	0.28	2.83
\hat{i}_{t-1}	27.04	0.85	0.0000	0.11	1.46
$\pi - \pi^e$	6.09	0.15	0.0140	0.22	1.26
ρ	13.93	0.44	0.0000	0.47	4.25
II. Volatilidad					
c	23.63	0.53	0.0000	0.32	4.89
a	23.58	0.53	0.0000	0.23	3.79
b	18.75	0.53	0.0000	0.32	3.81
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	15.94	0.53	0.0000	0.38	7.19
\hat{i}_{t-1}	19.80	0.53	0	0.21	4.95
$\pi - \pi^e$	16.28	0.65	0.0000	0.27	6.01
ρ	8.15	0.71	0.0040	0.09	1.38

3 meses

Parámetro	Chi-sq (1;0.050)			$L_C(0.050)$	$L_W(0.050)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Sup LM	(pi)	p-value	L_C	L_W
I. Media					
constante	37.10	0.62	0.0000	0.40	12.25
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	45.36	0.62	0.0000	0.21	8.85
\hat{i}_{t-1}	30.29	0.44	0.0000	0.16	9.68
$\pi - \pi^e$	10.98	0.84	0.0010	0.27	4.35
ρ	12.25	0.84	0.0000	0.05	2.49
II. Volatilidad					
c	58.31	0.73	0.0000	0.28	10.04
a	29.32	0.73	0.0000	0.16	5.51
b	55.14	0.73	0.0000	0.28	9.65
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	20.87	0.77	0.0000	0.21	5.60
\hat{i}_{t-1}	74.68	0.73	0.0000	0.31	19.31
$\pi - \pi^e$	30.66	0.80	0.0000	0.62	12.28
ρ	4.76	0.84	0.0290	0.07	1.31

6 meses

Parámetro	Chi-sq (1;0.050)			$L_C(0.050)$	$L_W(0.050)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Sup LM	(pi)	p-value	L_C	L_W
I. Media					
constante	117.62	0.31	0.0000	0.14	23.00
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	171.21	0.31	0.0000	0.13	27.06
\hat{i}_{t-1}	121.55	0.31	0.0000	0.05	14.56
$\pi - \pi^e$	4.26	0.28	0.0390	0.07	0.71
ρ	7.37	0.28	0.0070	0.04	0.62
II. Volatilidad					
c	106.23	0.57	0.0000	0.14	16.71
a	38.92	0.24	0.0000	0.13	7.55
b	91.74	0.57	0.0000	0.15	14.85
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	59.85	0.65	0.0000	0.17	19.72
\hat{i}_{t-1}	39.30	0.53	0.0000	0.18	6.47
$\pi - \pi^e$	56.91	0.65	0.0000	0.20	21.14
ρ	7.88	0.65	0.0050	0.09	1.77

1 Año

Parámetro	Chi-sq (1;0.050)			$L_C(0.050)$	$L_W(0.050)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Sup LM	(pi)	p-value	L_C	L_W
I. Media					
constante	77.41	0.24	0.0000	0.16	10.73
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	71.27	0.24	0.0000	0.41	10.78
\hat{i}_{t-1}	19.77	0.84	0.0000	0.11	3.80
$\pi - \pi^e$	4.66	0.24	0.0310	0.14	1.16
ρ	13.75	0.22	0.0000	0.24	3.52
II. Volatilidad					
c	33.53	0.15	0.0000	0.21	7.16
a	54.47	0.15	0.0000	0.25	7.89
b	24.81	0.47	0.0000	0.24	5.37
$\ln\left(\frac{1+i_{t,t+k}}{1+i_{t,t+k}^*}\right)$	44.46	0.58	0.0000	0.31	15.85
\hat{i}_{t-1}	41.26	0.15	0.0000	0.28	5.73
$\pi - \pi^e$	79.70	0.58	0.0000	0.27	23.30
ρ	47.91	0.38	0.0000	0.41	17.76