

Dinámica del tipo de cambio en el Perú: Una aproximación a través de modelos de volatilidad

Victor D. Chique Acero

XXV ENCUENTRO DE ECONOMISTAS DEL BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

Lima, 12 de Diciembre de 2007

Contenido

1. Introducción
2. El tipo de cambio en el Perú
3. Metodología econométrica
4. Análisis empírico
 - ▶ Datos
 - ▶ Modelo univariado GARCH(1,1)
 - ▶ Modelo bivariado VAR(7) - MGARCH(1,1) - BEKK
 - ▶ VIRF
5. Conclusiones

1. Introducción

- El canal del tipo de cambio es un caso particular del canal de activos, al ser el tipo de cambio el precio de un activo financiero, y resulta relevante para economías pequeñas y abiertas en un contexto de creciente apertura de mercados.
- Según Mishkin (2001), las fluctuaciones del tipo de cambio en el corto plazo además de tener un efecto en las exportaciones, pueden tener un efecto significativo en las hojas de balance de las empresas financieras y no financieras, cuando estas tienen activos y pasivos en distintas monedas, particularmente en economías pequeñas y abiertas.
- Para Mies, Morandé y Tapia (2004), el comportamiento del tipo de cambio debería depender de la tasa de interés, pero el impacto exacto de un cambio de la tasa de política es incierto. Sin la intervención del banco central para equilibrar las fluctuaciones en la liquidez, la tasa de interés de corto plazo y el tipo de cambio tendrían un comportamiento más volátil de lo necesario y esto tendería a interrumpir el desarrollo del sector financiero y de la economía.

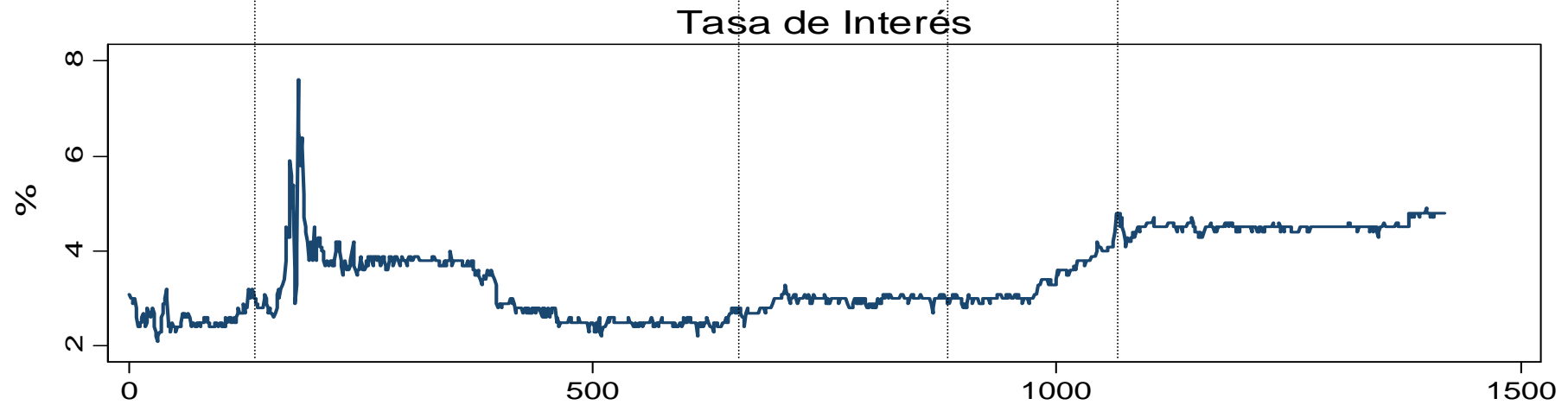
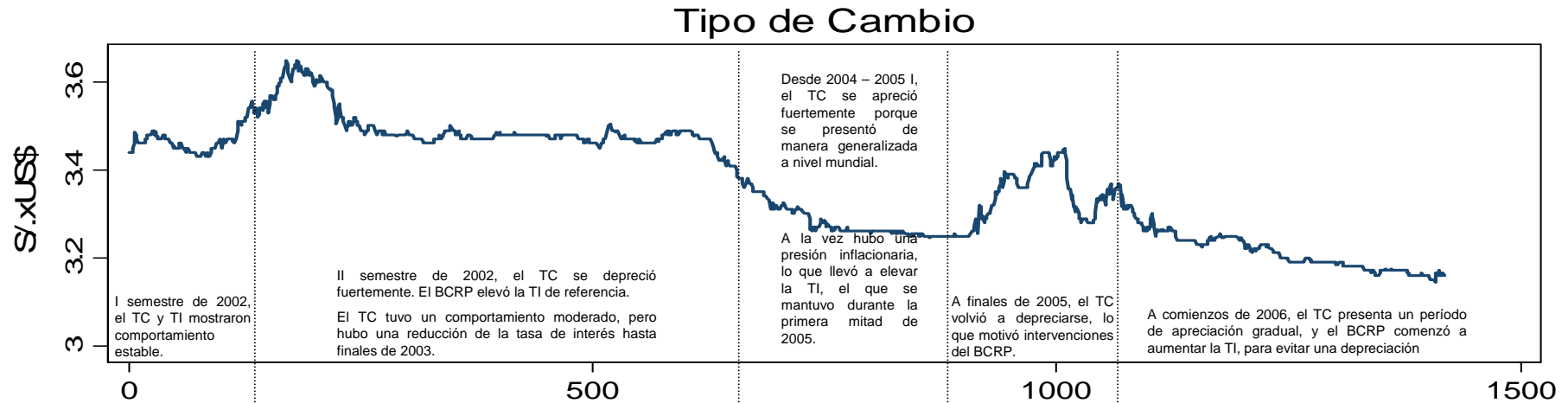
1. Introducción

- El manejo de la tasa de interés tendría un doble objetivo en el Perú, controlar los brotes inflacionarios y las excesivas fluctuaciones del tipo de cambio [Alonso et al, 2006].
- El propósito de este trabajo es examinar la dinámica del tipo de cambio, para el período enero de 2002 – agosto de 2007, a través de la aplicación de modelos GARCH y GARCH Multivariado. La ventaja de este último es que se puede modelar co-volatilidad entre variables.

2. El tipo de cambio en el Perú

- La adopción del esquema de metas explícitas de inflación, a partir de 2002, ha contribuido a mantener la tasa de inflación baja. La tasa de interés de corto plazo (tasa de interés interbancaria) se ha convertido en la meta operativa de la política monetaria.
- Según Leiderman, Maino y Parrado (2006), las decisiones de la política monetaria, que se reflejan en los cambios de la meta operativa, tendría un impacto más elevado sobre el tipo de cambio y los precios en economías parcialmente dolarizadas como el Perú.
- Armas y Grippa (2006) en algunas situaciones se necesitan aumentos rápidos y significativos de la tasa de interés para limitar la variabilidad de la moneda y evitar que el efecto de hoja de balance afecte la actividad económica y la solvencia del sistema financiero

2. El tipo de cambio en el Perú



3. Metodología econométrica

- Se presenta una revisión de los modelos GARCH univariado y GARCH multivariado. Con este último se puede estimar la co-volatilidad entre el tipo de cambio y la tasa de interés.
- El modelo ARCH(q) originalmente propuesto por Engle (1982).
- Bollerslev (1986) desarrolla el modelo ARCH generalizado, o modelo GARCH(p,q).

$$y_t = x_t \beta + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \approx N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1,q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1,p} \beta_j h_{t-j}$$

donde, α_i son los parámetros ARCH y β_j son los parámetros GARCH. Si

$\sum_{i=1,q} \alpha_i + \sum_{j=1,p} \beta_j \geq 1$, la varianza del error no está definida, lo que indica que un

choque en la volatilidad no se desvanece a medida que avanza el tiempo. Por lo tanto, es necesario que la suma de estos coeficientes sea menor que uno.

3. Metodología econométrica

- La extensión multivariada del modelo GARCH puede realizarse a partir de la representación univariada.

La media condicional del proceso Y_t de dimensión $K \times 1$ puede ser representada como un modelo VAR:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \Phi D_t + \epsilon_t$$

donde $Y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})'$ es un vector de K variables endógenas, D_t contiene todas las variables determinísticas (constante, tendencia lineal, variables estacionales, variables dummy), $\epsilon_t = (\epsilon_{1t}, \dots, \epsilon_{Kt})'$ es el vector de los términos de error y, A_i y Φ son matrices de parámetros.

Se asume que $\epsilon_t | \Omega_{t-1} \approx N(0, H_t)$, donde Ω_{t-1} denota el conjunto de información disponible hasta el período $t-1$, y H_t es la varianza condicional.

3. Metodología econométrica

En el modelo GARCH(p,q) multivariado (MGARCH), la matriz de covarianza condicional propuesta por Engle y Kroner (1995) y Bauwens et al (2003) en su representación BEKK tiene la forma:

$$H_t = C_0' C_0 + \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^q \Gamma_{in}' \epsilon_{t-i} \epsilon_{t-i}' \Gamma_{in} + \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^p G_{jn}' H_{t-j} G_{jn}$$

donde C_0 es una matriz triangular inferior y las matrices Γ_{in} y G_{in} son de dimensión $K \times K$.

Propiedades: El modelo BEKK es estacionario si todos los valores propios de la matriz $\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^q \Gamma_{in}' \otimes \Gamma_{in}' + \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^p G_{in}' \otimes G_{in}'$ tienen módulos menores que uno, al menos una de las matrices $C_0, G_{in}, i = 1, \dots, p, n = 1, \dots, N$ no es singular y todos los elementos de la diagonal de la matriz C_0 son positivos.

3. Metodología econométrica

Las Funciones de Impulso Respuesta en la Volatilidad (VIRF) propuesta por Hafner y Herwartz (2001) está basado en la representación MGARCH de Engle y Kroner (1995), llamada representación vec:

$$vech(H_t) = c + \sum_{i=1}^q \Gamma_i vech(\epsilon_{t-i} \epsilon_{t-i}') + \sum_{j=1}^p G_j vech(H_{t-j})$$

donde Γ_i y G_j son matrices de parámetros que contienen $(N^*)^2$ parámetros, mientras que el vector c contiene $N^* = N(N+1)/2$ coeficientes.

La VIRF está definida como la diferencia entre el valor esperado de la volatilidad condicional con y sin choque.

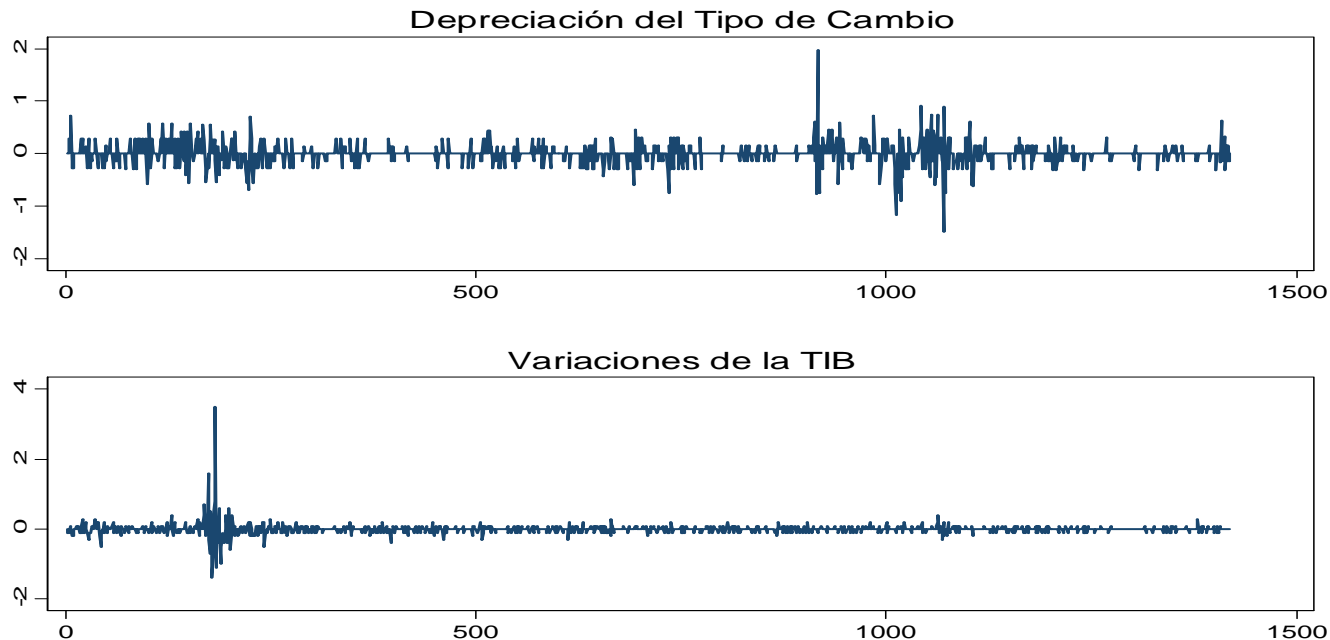
$$V_t(\xi_0) = E[vech(H_t) | \xi_0, F_{-1}] - E[vech(H_t) | F_{-1}]$$

Para el caso de un modelo $MGARCH(1,1)$, la VIRF puede ser calculada recursivamente de la siguiente forma:

$$V_1(\xi_0) = \Gamma_1 * \left\{ vech\left(H_0^{1/2} \xi_0 \xi_0' H_0^{1/2}\right) - vech(H_0) \right\}$$
$$V_t(\xi_0) = (\Gamma_1 + G_1) * V_{t-1}(\xi_0); t > 1$$

4. Análisis empírico

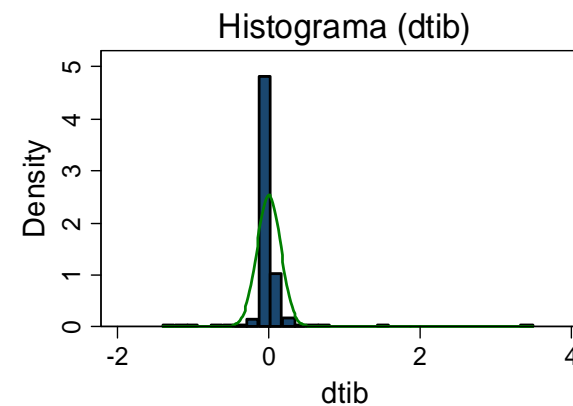
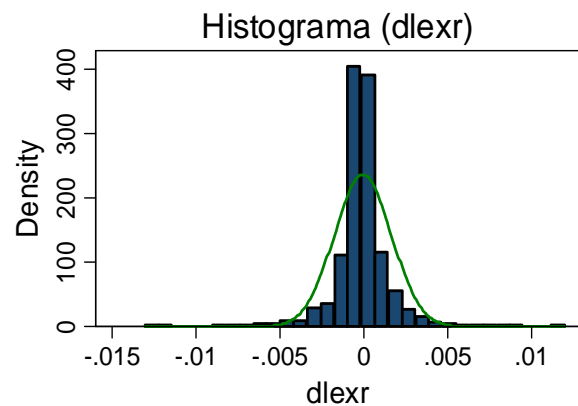
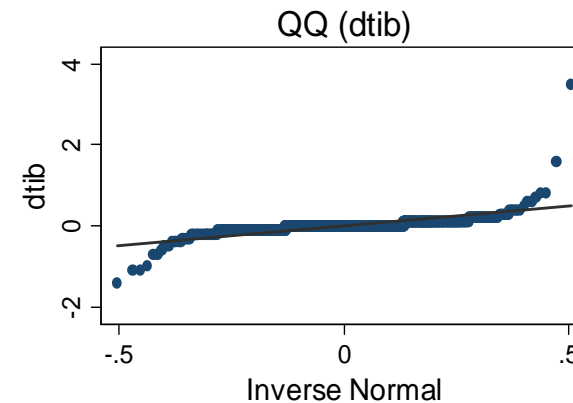
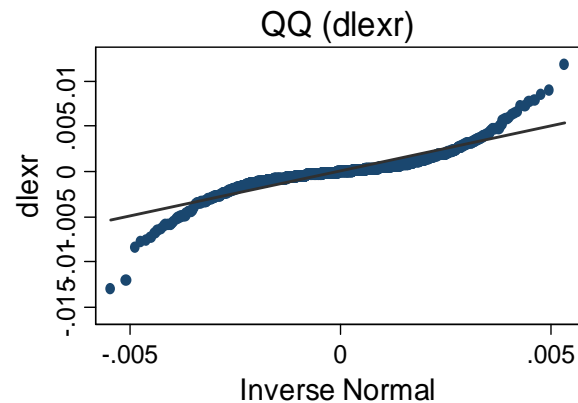
► Datos



Una primera característica que se observa es que grandes cambios tienden a ser seguidos por grandes cambios, de cualquier signo, y pequeños cambios tienden a ser seguidos por pequeños cambios, denominados agrupamientos en las volatilidades (clustering volatility).

4. Análisis empírico

Una segunda característica que muestran las series son distribuciones de colas pesadas, y estas series tienden a ser leptokurticas. El gráfico Q-Q de las variables se aleja de una línea recta principal en los extremos, lo que confirma la presencia de colas pesadas.



4. Análisis empírico

► Modelo univariado GARCH(1,1)

Siguiendo a Dominguez (1998) y Kim et al (2000), se estimó el siguiente modelo:

$$\Delta s_t = a_0 + a_1 \Delta s_{t-1} + a_2 \Delta s_{t-2} + a_3 diti_t + a_4 diti_{t-1} + a_5 diti_{t-2} + \sum_{k=lunes}^{jueves} a_k D_{k,t} + (a_{intv} + a_{intvadum} INTVADUM_t) * INTV_t + \varepsilon_t$$
$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}^2 + (b_{intv} + b_{intvadum} INTVADUM_t) * INTV$$

donde Δs_t es la primera diferencia del logaritmo del tipo de cambio; $diti_t$ es la diferencia entre la tasa de interés doméstica e internacional; $D_{i,t}$ es una dummy diaria, que toma el valor de uno para cada día i de la semana y cero en otro caso; $INTV$ es la intervención del banco central aproximado por las compras netas en mesa de negociaciones, e $INTVADUM$ es una dummy de intervención acumulada, que toma el valor de uno si la intervención en el día t es precedida por intervenciones en la misma dirección en los días $t-1$ y $t-2$, y cero en otro caso.

4. Análisis empírico

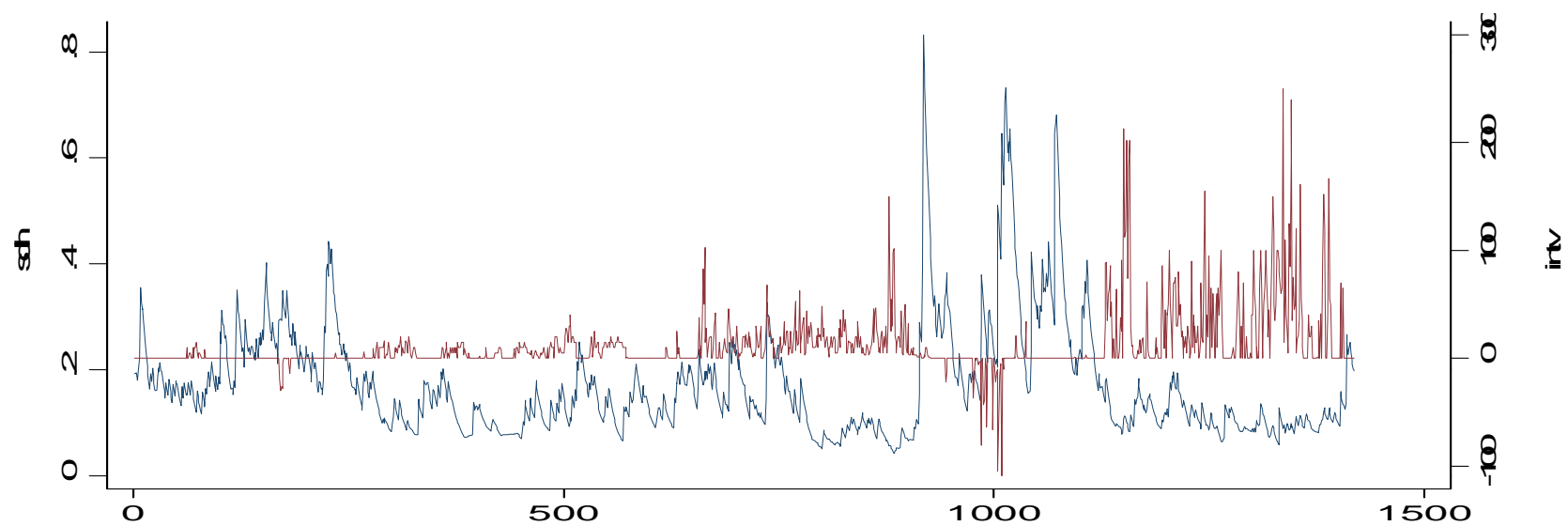
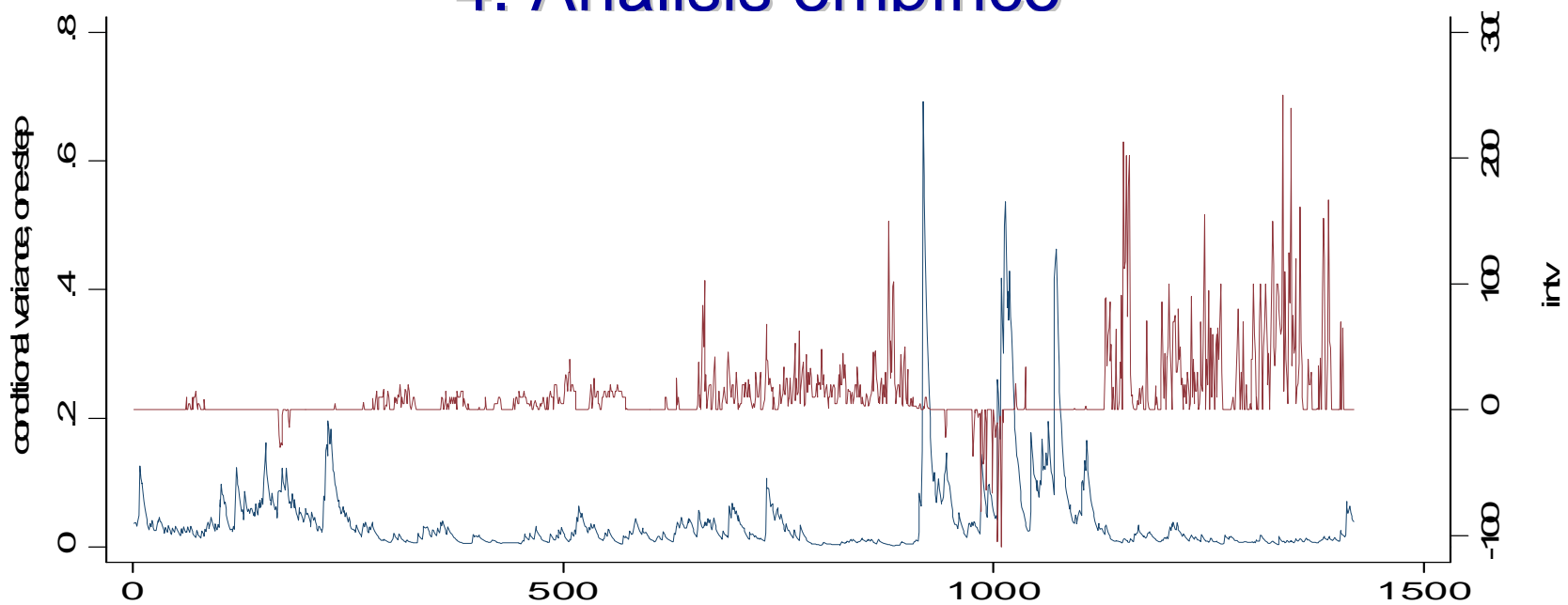
$$\Delta s_t = a_0 + a_1 \Delta s_{t-1} + a_2 \Delta s_{t-2} + a_3 diti_t + a_4 diti_{t-1} + a_5 diti_{t-2} + \sum_{k=lunes}^{jueves} a_k D_{k,t} + (a_{int\ v} + a_{int\ vadium} INTVADUM_t) * INTV_t + \varepsilon_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}^2 + (b_{int\ v} + b_{int\ vadium} INTVADUM_t) * INTV_t$$

Parámetros	Modelo 1		Modelo 2	
	Estimados	Errores Estándar	Estimados	Errores Estándar
Media				
a_0	-0.0057	0.0095	-0.0009	0.0096
a_1	-0.0637	0.0397	-0.0749**	0.0381
a_2	-0.0607*	0.0346	-0.0594*	0.0321
a_3	-0.0032	0.0289	-0.0071	0.0281
a_4	-0.0244	0.0416	-0.0210	0.0407
a_5	0.0238	0.0325	0.0238	0.0315
a_{lunes}	0.0000	0.0117	-0.0079	0.0122
a_{martes}	0.0082	0.0114	0.0058	0.0121
$a_{miercoles}$	0.0162	0.0112	0.0130	0.0116
a_{jueves}	0.0240**	0.0117	0.0228**	0.0118
$a_{int\ v}$	-0.0010*	0.0002	-0.0012***	0.0003
$a_{int\ vadium}$	0.0006**	0.0002	0.0007**	0.0003
Varianza				
α_0	0.0007*	0.0004	-6.8691***	0.5859
α_1	0.1687***	0.0563	0.1543**	0.0620
β_1	0.8300***	0.0504	0.8281***	0.0596
$b_{int\ v}$			0.0085	0.0103
$b_{int\ vadium}$			-0.0597***	0.0137
Chi2 (11)		28.83 [p=0.0024]		29.37 [p=0.002]
Nº de obs.		1416		1416
Log-qmv		666.022		683.1428
Portmanteau test for white noise				
Portmanteau (Q) statistic		11.8315		10.6031
Prob>chi2(10)		0.2965		0.3893

Nota: Los niveles de significancia son: 1%(***) , 5%(**) y 10%(*)

4. Análisis empírico



4. Análisis empírico

► Modelo bivariado VAR(7)

El criterio HQ selecciona un orden de $p=7$. Por lo tanto, se estimó un modelo VAR(7).

Las pruebas de especificación sobre los residuales del modelo VAR(7), indican que no existe evidencia de autocorrelación, los parámetros estimados son estables, pero existe evidencia de efectos ARCH.

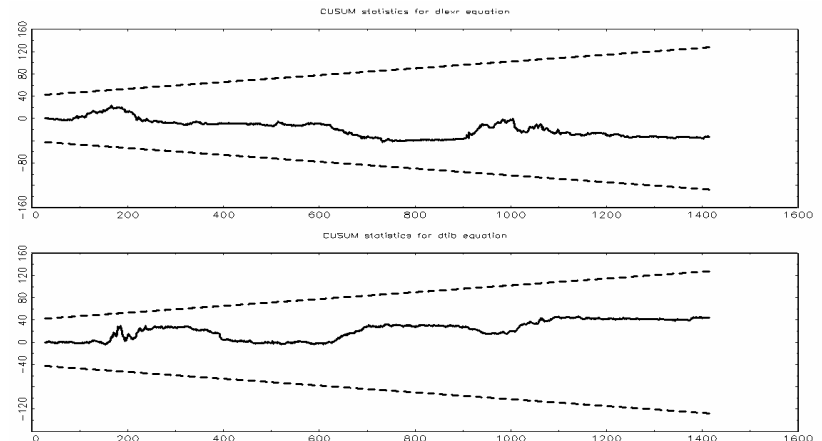
Prueba de Autocorrelación para los Errores Estimados del modelo VAR(7)

Prueba	LM(1)	LM(4)	LM(8)
Estadística	11.155	45.137	95.195
p-valor (chi2)	0.025	0.000	0.000

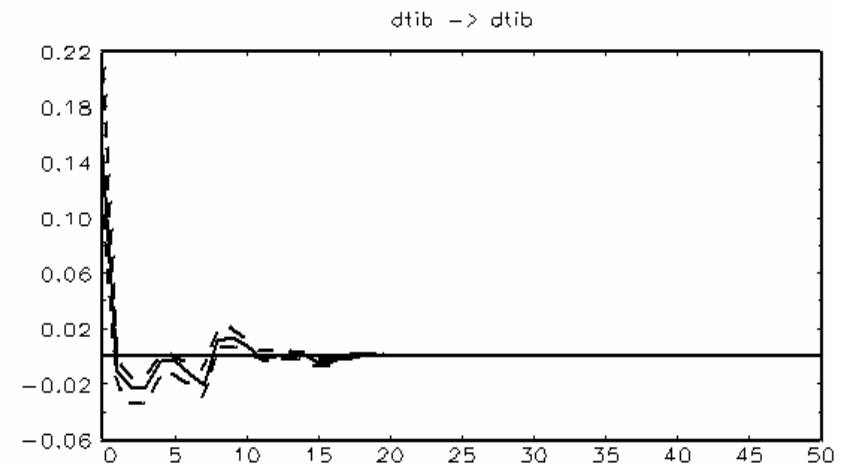
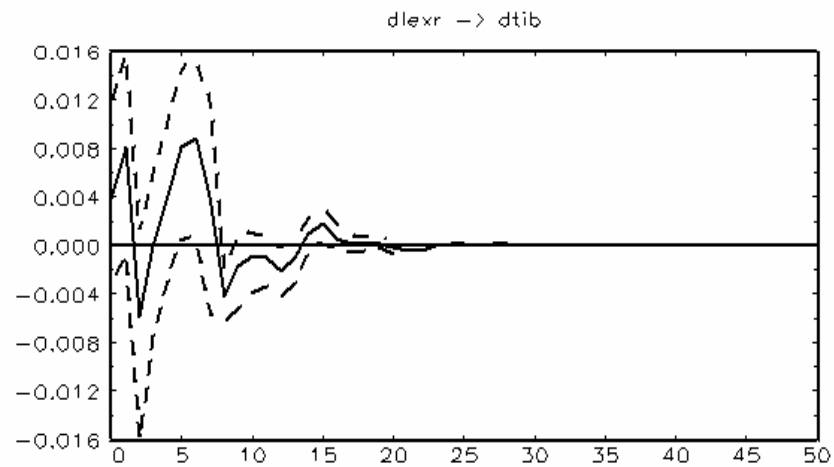
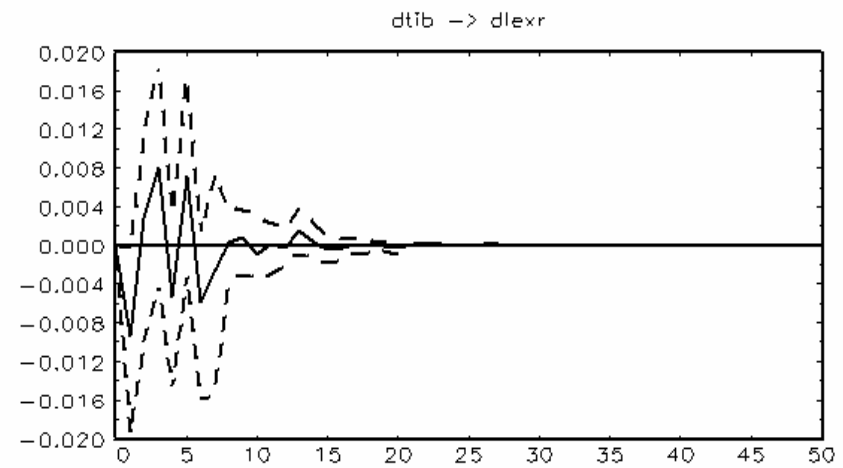
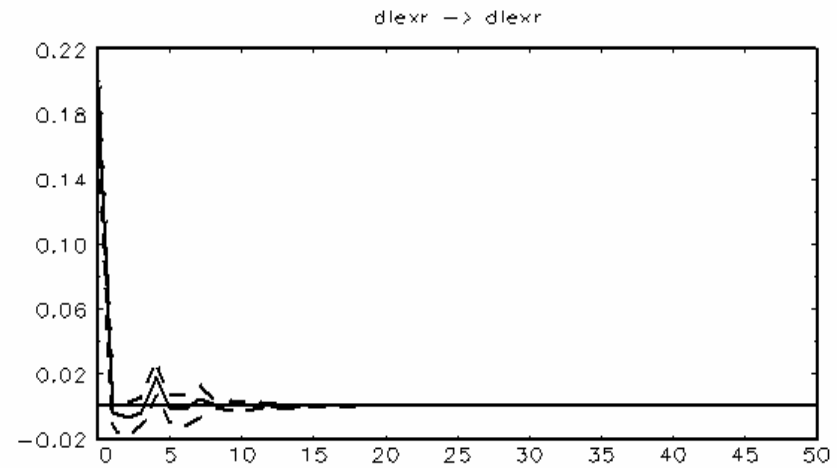
Prueba ARCH-LM para los Errores Estimados del Modelo VAR(7)

Prueba	Bivariado		dlexr		dtib	
	LM(4)	LM(8)	LM(4)	LM(8)	LM(4)	LM(8)
Estadística	403.749	774.417	97.721	103.432	56.448	65.917
p-valor (chi2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Nota: diferencia del logaritmo del tipo de cambio (dlexr) y diferencia de la tasa de interés (dtib)



4. Análisis empírico



4. Análisis empírico

► Modelo bivariado VAR(7) - MGARCH(1,1) - BEKK

Los parámetros del modelo $VAR(7) - MGARCH(1,1)$ fueron estimados bajo la especificación BEKK, mediante el método de QMV, bajo el supuesto de normalidad. El modelo estimado cumple con las condiciones dadas por Engle y Kroner (1995), donde los elementos de la diagonal de C_0 son mayores que cero y los parámetros $\gamma_{11}, g_{11} > 0$.

Mediante el test de ARCH-Portmanteau, se identificó la no presencia de efectos MGARCH.

Prueba de ARCH – Portmanteau	
Prueba	Ho: No hay Efecto MGARCH
Estadística	459.997
p-valor (chi2)	0.014

4. Análisis empírico

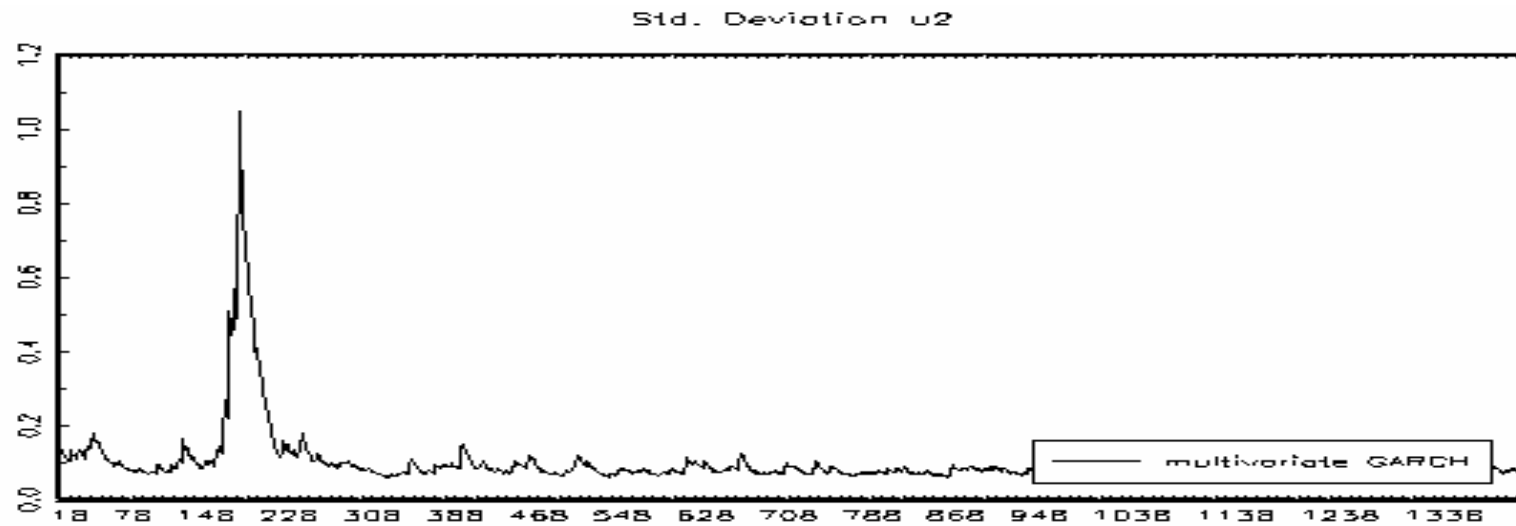
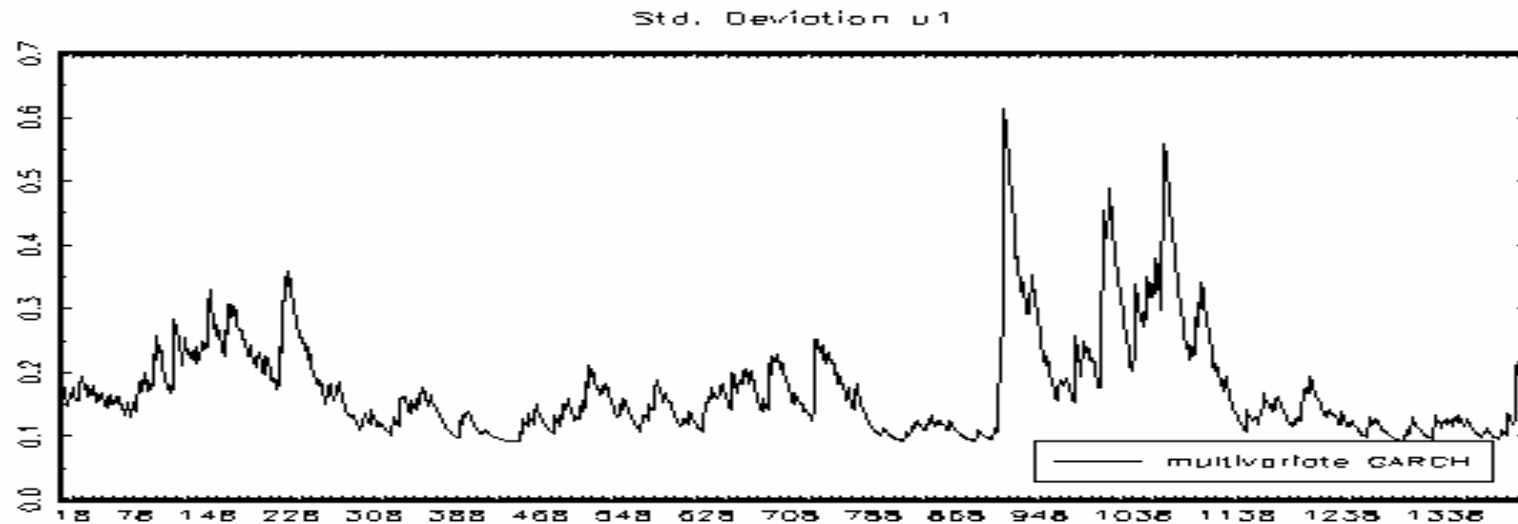
Parámetros Estimados del Modelo $VAR(7) - MGARCH(1,1)$

Modelo	C_0		Γ_{11}		G_{11}		Módulo
BEKK	0.0287		0.2825	0.0305	0.9474	-0.0064	0.9797
	(4.5339)		(6.0844)	(1.5589)	(64.9846)	(-2.2290)	0.9580
	-0.0025	0.0218	-0.0125	0.2919	0.0127	0.9246	0.9377
	(-1.0242)	(6.8316)	(-0.3548)	(7.2652)	(0.5886)	(68.2061)	0.9589

Nota: Los t-estadísticos son reportados entre paréntesis; los valores propios de la matriz $\Gamma_{11} \otimes \Gamma_{11} + G_{11} \otimes G_{11}$ tienen módulos menores que uno.

El parámetro $g_{2,1} = 0.0127$, que capturan el impacto de la volatilidad de la tasa de interés en el tipo de cambio, no es estadísticamente significativo. Esto muestra que la volatilidad de la tasa de interés no afecta la volatilidad del tipo de cambio. Sin embargo, el parámetro $g_{1,2} = -0.0064$ es negativo y estadísticamente significativo, lo que indica que la mayor volatilidad del tipo de cambio reduce la volatilidad de la tasa de interés. Esto soporta la teoría de que una mayor flexibilidad del tipo de cambio disminuye la volatilidad de la tasa de interés.

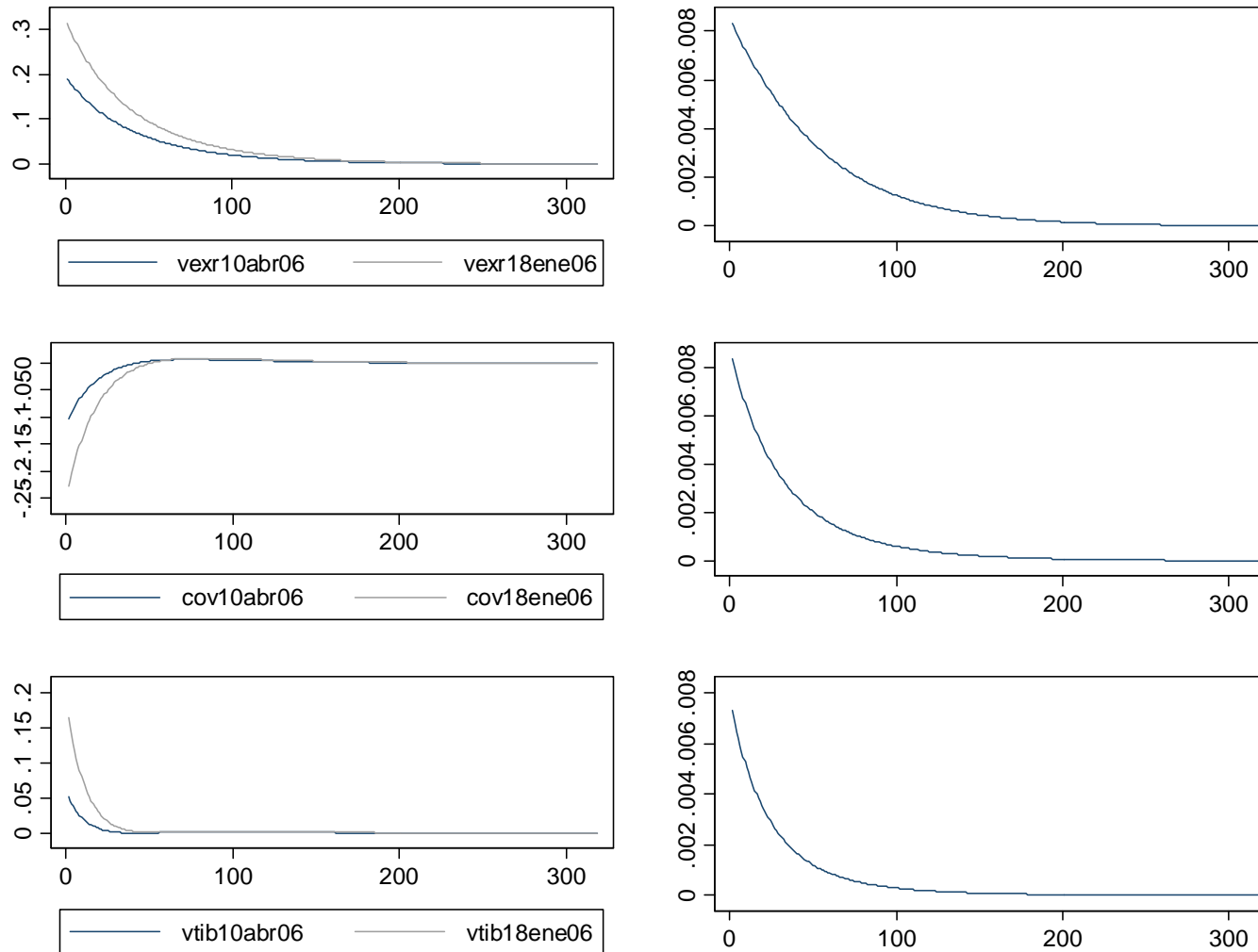
4. Análisis empírico



4. Análisis empírico

► VIRF

Se identificaron tres choques históricos: del 18/01/2006, 10/04/2006 y 06/07/2007 (30 p.b.)



5. Conclusiones

- Las intervenciones en el mercado cambiario en el día de la intervención resulta en apreciación, mientras que intervenciones a lo largo de varios días tiene un afecto depreciatorio.
- Las intervenciones que son parte de una serie de intervenciones reducen la volatilidad del tipo de cambio.
- El impacto de la tasa de interés en el tipo de cambio no es significativo, lo que indica que el comportamiento de este último no está fuertemente ligado al de la tasa de interés.
- Mediante la estimación del modelo VAR(7)-MGARCH(1,1)-BEKK se obtiene una clara persistencia de las innovaciones y volatilidades previas en la volatilidad contemporánea del tipo de cambio y la tasa de interés. La mayor volatilidad del tipo de cambio reduce la volatilidad de la tasa de interés, lo que corrobora la teoría de que bajo sistemas flexibles de tipo de cambio, la volatilidad de la tasa de interés es menor que la del tipo de cambio.
- A través del análisis de la VIRF se encontró evidencia de que la amplitud y duración de la volatilidad del tipo de cambio ante los choques del 18/01/2006 y 10/04/2006 son mayores a los de la tasa de interés. Por otro lado, ante el choque del 06/07/2007, donde la tasa de interés se incrementó, las volatilidades del tipo de cambio y la tasa de interés tienen una magnitud mucho menor a las anteriores.