

Recuadro 4: Análisis de los flujos de inversionistas extranjeros en la volatilidad del mercado de contado de TES¹.

Oscar David Botero Ramírez

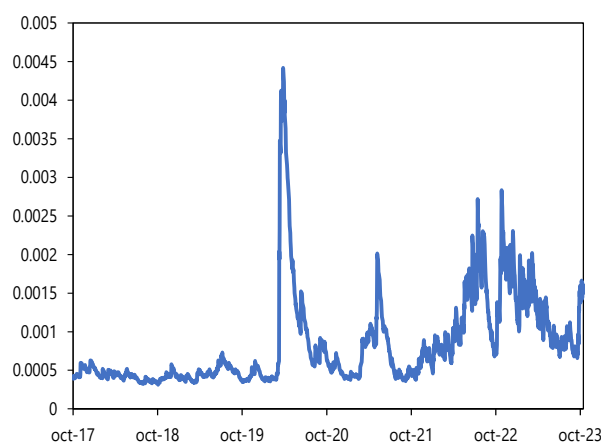
Camilo Andrés Orozco Vanegas

Introducción

El mercado de deuda pública colombiano presentaba niveles de volatilidad relativamente estables previo a 2020. Sin embargo, desde dicho año, tras la crisis del COVID-19 y la pérdida del grado de inversión, la volatilidad de los rendimientos de los títulos TES ha exhibido un aumento significativo (Gráfico R4.1). Este indicador sufrió incrementos importantes y no han retornado a niveles de prepandemia, permaneciendo con mayor probabilidad en un estado de volatilidad medio/alto desde entonces (Gráfico R4.2).

Asimismo, la volatilidad de los flujos de inversionistas extranjeros al mercado de contado de TES aumentó y presenta una tendencia creciente desde 2020 (ver Recuadro 3 del Informe de Mercados Financieros del tercer trimestre de 2023). Esta tendencia ha ocurrido a la par de un incremento en la actividad de estos agentes en el mercado de contado de TES, toda vez que la magnitud de sus flujos netos en TES en pesos y UVR han aumentado considerablemente desde 2021 (Gráfico R4.3.).

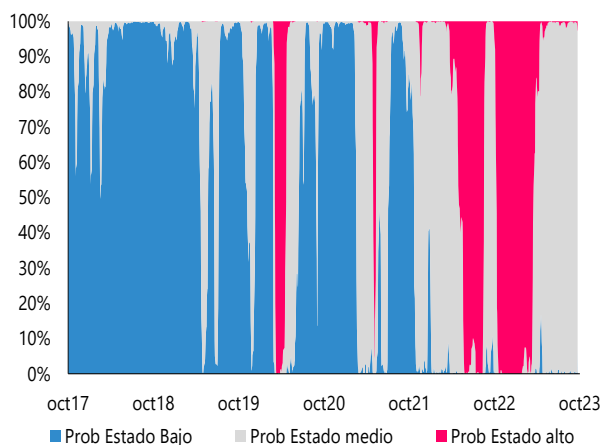
Gráfico R4.1. Volatilidad condicional de los TES a 10 años



Fuente: Banrep, Precia. Cálculos: Banrep.

Nota: la volatilidad condicional se estima mediante un modelo GARCH (1,1) sobre la tasa cero cupón de los TES en pesos para los plazos a 1, 5 y 10 años

Gráfico R4.2. Probabilidad estados de volatilidad – mercado de TES

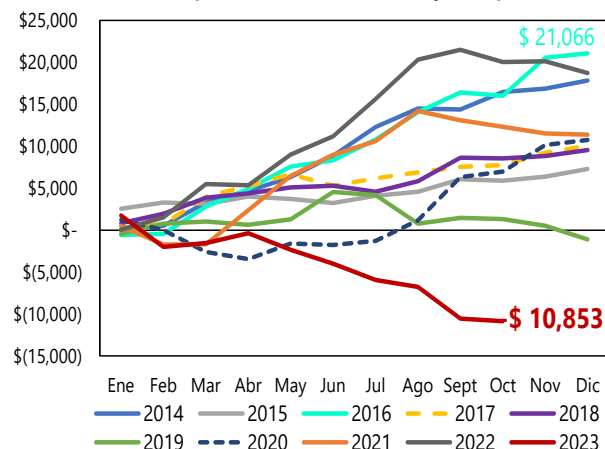


Fuente: BanRep, Precia. Cálculos: Banrep.

Nota: las probabilidades de los regímenes de volatilidad en el mercado de TES se calcularon con un modelo MS-GARCH sobre el índice IDXTES.

¹ El presente trabajo es de carácter provisional, sus opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Gráfico R4.3. Flujos acumulados por año de los inversionistas extranjeros en el mercado de contado de TES (miles de millones de pesos)



Fuente: Banrep.

El presente documento analiza la dinámica conjunta de la volatilidad en los rendimientos de los TES y de los flujos de los inversionistas extranjeros en el mercado spot de deuda pública utilizando un modelo VARX-GARCH y las funciones impulso respuesta en la volatilidad.

Marco conceptual

Para el caso colombiano, son escasos los trabajos que abordan este tema; una aproximación se encuentra en Ocampo et al. (2020). Los autores estiman que un aumento de 1% en la participación de inversionistas extranjeros en el mercado de deuda pública local reduce la volatilidad de los retornos de los TES en un 0,8% respecto de su promedio.

No existe consenso en la literatura sobre la relación entre la actividad (o participación) de los inversionistas extranjeros y la volatilidad de los mercados de deuda pública. En particular, los resultados de Ocampo et al. (2020) son opuestos a los hallazgos de estudios anteriores para economías emergentes, tales como Ebeke y Lu (2014) o Ebeke y Kyobe (2015). Estos últimos encuentran que aumentos en la participación de los extranjeros en los mercados de deuda pública de emergentes se encontrarían correlacionados con aumentos en la volatilidad de estos.

Aproximación empírica

La relación entre las tasas de los TES y los flujos de inversionistas extranjeros a este mercado puede ser interdependiente. Asimismo, la correlación entre ambas variables puede ser asimétrica dependiendo del estado de volatilidad en el que se encuentren los rendimientos de los TES. Es decir, la respuesta de la volatilidad de los TES ante flujos de extranjeros puede ser diferente en un estado de alta volatilidad, y viceversa. Además, los inversionistas extranjeros operan diariamente en el mercado, debido a lo cual los efectos que pueden tener en este pueden ser de corto plazo.

Se presenta un ejercicio econométrico que busca estudiar las relaciones entre los flujos netos diarios por tipo de inversionista extranjero al mercado de contado de TES, la volatilidad en los rendimientos de los TES y un conjunto de variables financieras (Tabla R4.1.). Con el objetivo de

incorporar las particularidades mencionadas sobre los datos en el análisis, se estima un modelo GARCH-SBEKK (*Scalar* BEKK) con periodicidad diaria.

Con este modelo es posible capturar las dinámicas de corto plazo entre choques en los flujos netos de agentes extranjeros y la volatilidad del mercado de deuda pública en diferentes momentos. Esto se debe a que permite incorporar datos de granularidad alta y corregir por la posible simultaneidad de los datos al incorporar una especificación VAR(p) en la ecuación de media del modelo. Además, al modelar las correlaciones dinámicas de los datos, este modelo permite analizar el efecto diferencial de los flujos sobre la volatilidad de los TES dependiente del momento en que el impulso ocurre, es decir, en distintos estados de volatilidad.

En línea con la aproximación empírica desarrollada por Melo y Becerra (2006), se parte de una ecuación de media determinada por un VARX (P,S) representado por:

$$y_t = A_0 + \sum_{p=1}^P A_p y_{t-p} + \sum_{s=0}^S B_p x_{t-s} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, H_t)$$

$$\varepsilon_t = H_t^{\frac{1}{2}} u_t$$

donde y_t corresponde al vector de variables endógenas (i.e. flujos netos diarios por tipo de inversionista extranjero y los retornos de los TES), x_t corresponde al vector de variables control descritas en la Tabla R4.1. La matriz H_t corresponde a la matriz de varianzas y covarianzas del modelo, mientras que $u_t \sim (0, I_k)$ se consideran las innovaciones del modelo.

Teniendo en cuenta la posible respuesta asimétrica que puede presentar el mercado frente a flujos negativos o positivos de los inversionistas extranjeros, se emplean dos variables para capturar los flujos netos de estos agentes al mercado de deuda pública. La primera de ellas es el resultado de multiplicar los flujos netos por una dummy igual a 0 cuando estos son positivos, y a -1 si son negativos, de tal forma que corresponde a la serie del valor absoluto de los flujos de inversionistas extranjeros en los días que estos realizaron ventas. La segunda corresponde a los flujos netos de los extranjeros en los días que realizaron compras de TES, por lo que se calcula como los flujos netos multiplicados por un dummy igual a 0 cuando estos son negativos, y a 1 cuando son positivos (Chang y Wang, 2002).

$$FlujoCompras = Flujo_t * D1$$

$$FlujoVentas_t = Flujo_t * D2$$

donde:

$$D1 = 1, si Flujo_t \geq 0, y D1 = 0 si Flujo_t < 0$$

$$D2 = 0, si Flujo_t \geq 0, y D2 = -1 si Flujo_t < 0$$

La estimación de H_t se realiza utilizando una de las variantes del modelo BEKK (sBEKK), con la finalidad de hacer más parsimoniosa la estimación de los coeficientes de esta matriz. Esta se hace mediante el algoritmo BHHH. La ecuación de varianzas, como mencionan Fülle et al (2020), está dada por:

$$H_t = C_0' C_0 + F_1' \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' F_1 + G_1' H_{t-1} G_1$$

Finalmente, con la estimación de la matriz de varianzas y covarianzas para cada periodo de tiempo, se realiza la estimación de las funciones impulso-respuesta en volatilidad (VIRF-por sus siglas en inglés). Estas se interpretan como la respuesta del segundo momento de una serie j ante un choque en el primer momento de la serie i . Esta, definida por Hafner y Herwardz (2001) como:

$$VIRF_t(\delta) = E[vech(H_t)|\varepsilon_0 = \delta, \Psi_{-1}] - E[vech(H_t)|\varepsilon_0 = \mathbf{0}, \Psi_{-1}]$$

En otras palabras, estas se interpretan como el efecto que tiene un choque δ en el nivel de una variable sobre la varianza condicional de las variables del modelo en un horizonte de proyección especificado (Melo y Becerra, 2006). Esto implica que, a través de este ejercicio, se puede analizar el efecto que tiene el incremento de flujos de inversionistas extranjeros (tanto de compra como de venta) sobre la volatilidad de los rendimientos de las tasas de los TES.

Tabla R4.1. Variables financieras empleadas

Variable	Descripción
Flujos netos diarios por tipo de inversionista extranjero	Sumatoria de las compras menos ventas con frecuencia diaria realizadas por cada grupo de inversionista extranjero
OIS Fed 10 años	<i>Overnight Interest Swap</i> de EE.UU. a 10 años
OIS Colombia 10 años	<i>Overnight Interest Swap</i> de Colombia a 10 años
Compensación por riesgo cambiario	<i>Spread</i> entre los rendimientos de los TES en pesos a 10 años y los Bonos Globales al mismo plazo
BEI a 10 años	Expectativas de inflación medidas como la diferencia entre los rendimientos de los TES en pesos y UVR a 10 años
CDS a 5 años	<i>Credit Default Swap</i> de Colombia a 5 años
Posición agregada de los demás agentes en el mercado	Sumatoria de los flujos netos diarios de los fondos de pensiones y cesantías, las entidades públicas y los bancos comerciales

Fuente: Banrep.

Para el presente ejercicio la magnitud de δ será el percentil 95 de la distribución de los errores (ε_t). Adicionalmente, puesto que estas funciones dependen del periodo en el que se realiza el choque, para su estimación se utilizaron dos fechas: el 9 de diciembre de 2022, periodo de alta volatilidad en el mercado de TES; y el 31 de julio de 2018, como control dado que es una fecha en la que el mercado no se encontraba en un estado de alto de volatilidad.

El presente ejercicio aporta evidencia sugestiva en la medida que puede reflejar la posición que toman los demás agentes en el mercado, en este caso las contrapartes de los inversionistas extranjeros, y por lo tanto sus resultados no deben ser interpretados como una relación causal. Debido a que en sus operaciones diarias el mercado de TES se cierra, es decir lo que compran unos agentes es también el reflejo de los que vendieron sus contrapartes, con la especificación empleada en este ejercicio empírico no es posible establecer una relación causal sino sugestiva entre los flujos de los inversionistas extranjeros y la volatilidad de las tasas de los TES, en la medida que los resultados pueden ser producto de la posición de sus contrapartes.

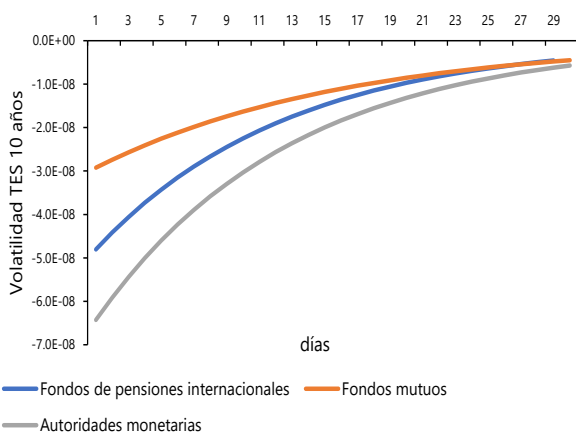
Los gráficos R4.4, R4.5, R4.6 y R4.7 presentan los VIRF estimados para la volatilidad de las tasas de los TES ante un choque en los flujos de compra o venta por parte de cada uno de los inversionistas extranjeros. Mientras los dos primeros gráficos muestran la respuesta en un periodo de baja volatilidad, los dos últimos presentan su comportamiento cuando el estado de volatilidad es alto. Una respuesta positiva indica que el impulso en la variable de flujos de compra/venta por parte de los inversionistas extranjeros fue mayor a la volatilidad vista para la fecha seleccionada, mientras que uno negativo implicaría que el efecto sobre la volatilidad fue menor al realmente observado.

Los resultados sugieren que impulsos en los flujos de inversionistas extranjeros suelen generar respuestas disímiles dependiendo de si se trata de flujos de compra o de venta. En periodos de alta volatilidad, tanto las entradas como las salidas de los fondos mutuos y fondos de pensiones internacionales parecen estar asociadas con incrementos en la volatilidad del mercado de TES. Por el contrario, en un estado de volatilidad baja, las entradas de estos agentes parecen estar asociadas con disminuciones en la volatilidad del mercado. Las salidas generan mayor volatilidad en un estado de volatilidad baja (Gráfico R4.4, Gráfico R4.5, Gráfico R4.6 y Gráfico R4.7).

Se encuentran indicios de que las entradas de autoridades monetarias se encuentran asociadas con disminuciones de la volatilidad de los rendimientos de los TES tanto en un estado de volatilidad alta como baja. Las ventas de estos agentes parecen estar correlacionadas con incrementos de la volatilidad del mercado en un estado de volatilidad alta. No obstante, en un estado de volatilidad baja, resulta estar asociada con disminuciones en la volatilidad de los rendimientos de los TES.

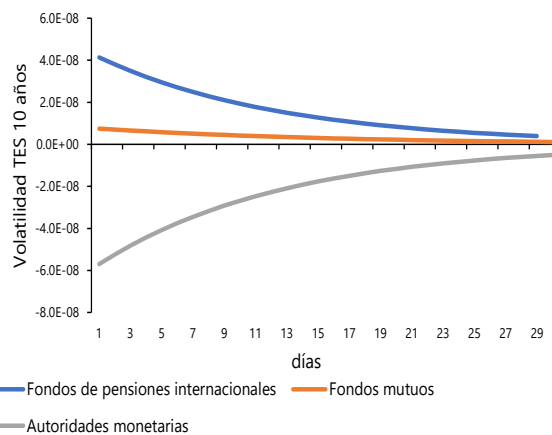
Funciones impulso respuesta en volatilidad – Estado de baja volatilidad

Gráfico R4.4. Choque de flujos de compra



Fuente: Banrep.

Gráfico R4.5. Choque de flujos de venta

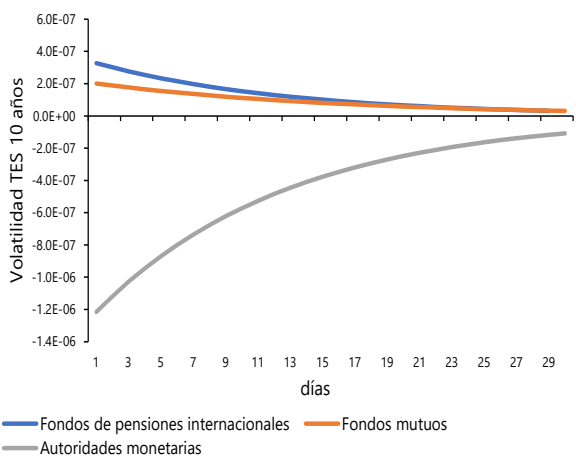


Fuente: BanRep.

Nota: Se presentan los VIRF estimados para la fecha 31 de julio de 2018. Estos muestran la respuesta de la volatilidad condicional de los retornos de los TES a 10 años ante un impulso de los flujos de compra o venta de cada tipo inversionista extranjero (fondos de pensiones internacionales, línea azul; fondos mutuos, línea anaranjada; y autoridades monetarias, línea gris). Una respuesta positiva indica que la volatilidad ante el impulso de los flujos es mayor a la volatilidad observada, mientras que un valor negativo en las VIRF implica que la volatilidad observada es mayor a la volatilidad luego del impulso.

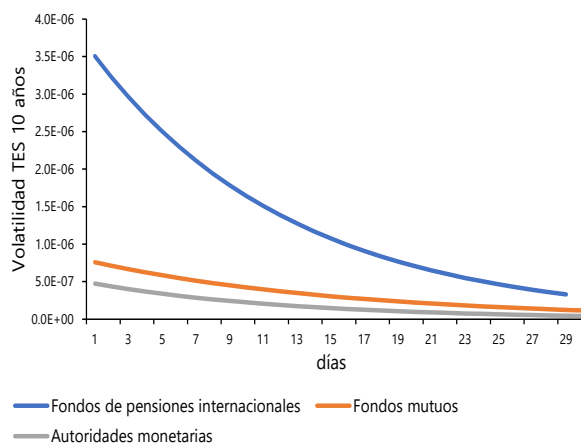
Funciones impulso respuesta en volatilidad – Estado de alta volatilidad

Gráfico R4.6. Choque de flujos de compra



Fuente: Banrep.

Gráfico R4.7. Choque de flujos de venta



Fuente: BanRep.

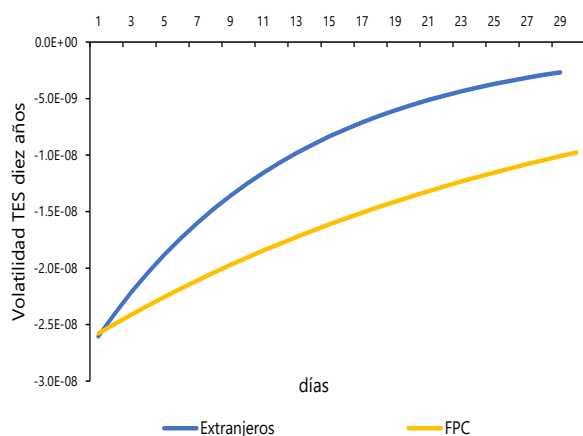
Nota: Se presentan los VIRF estimados para la fecha 09 de diciembre de 2022. Estos muestran la respuesta de la volatilidad condicional de los retornos de los TES a 10 años ante un impulso de los flujos de compra o venta de cada tipo inversionista extranjero (fondos de pensiones internacionales, línea azul; fondos mutuos, línea anaranjada; y autoridades monetarias, línea gris). Una respuesta positiva indica que la volatilidad ante el impulso de los flujos es mayor a la volatilidad observada, mientras que un valor negativo en las VIRF implica que la volatilidad observada es mayor a la volatilidad luego del impulso.

Al ampliar el ejercicio para los fondos de pensiones locales (FPC), se encuentra que estos agentes parecen actuar como estabilizadores del mercado de TES en un estado de volatilidad alta, en la medida que sus compras estarían asociadas con una disminución en la volatilidad de las tasas de estos títulos, al contrario que los extranjeros. En un estado de volatilidad baja ambos tipos de agentes actúan como estabilizadores, en la medida que sus flujos de compra sugieren una reducción en la volatilidad de los TES (Gráfico R4.8., Gráfico R4.9., Gráfico R4.10. y Gráfico R4.11.)

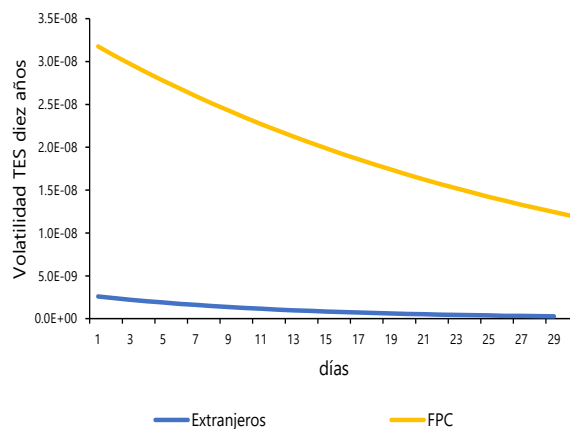
Funciones impulso respuesta en volatilidad – Estado de baja volatilidad

Gráfico R4.8. Choque de flujos de compra

Gráfico R4.9. Choque de flujos de venta



Fuente: Banrep.

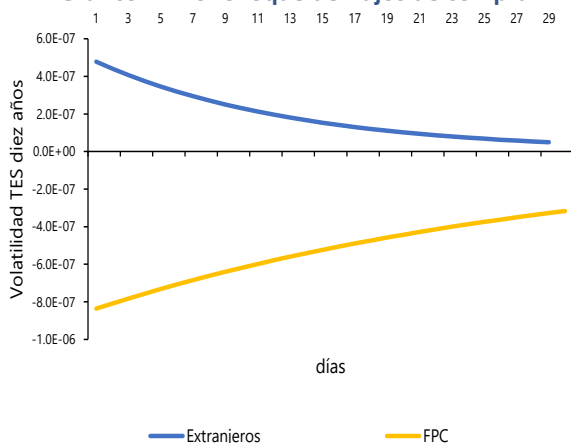


Fuente: BanRep.

Nota: Se presentan los VIRF estimados para la fecha 31 de julio de 2018. Estos muestran la respuesta de la volatilidad condicional de los retornos de los TES a 10 años ante un impulso de los flujos de compra o venta de cada tipo inversionista (fondos de pensiones, línea amarilla; e inversionista extranjero, línea azul). Una respuesta positiva indica que la volatilidad ante el impulso de los flujos es mayor a la volatilidad observada, mientras que un valor negativo en las VIRF implica que la volatilidad observada es mayor a la volatilidad luego del impulso.

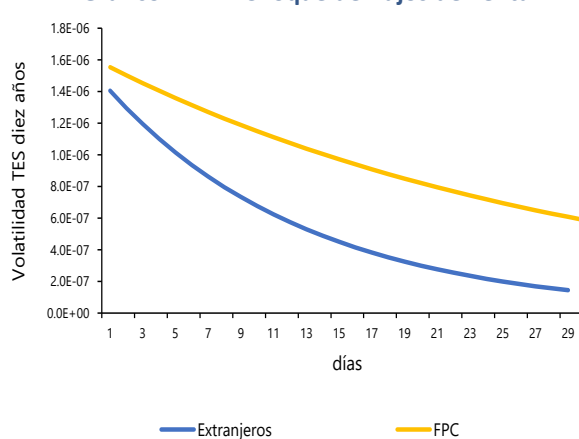
Funciones impulso respuesta en volatilidad – Estado de alta volatilidad

Gráfico R4.10. Choque de flujos de compra



Fuente: Banrep.

Gráfico R4.11. Choque de flujos de venta



Fuente: BanRep.

Nota: Se presentan los VIRF estimados para la fecha 22 de diciembre de 2022. Estos muestran la respuesta de la volatilidad condicional de los retornos de los TES a 10 años ante un impulso de los flujos de compra o venta de cada tipo inversionista (fondos de pensiones, línea amarilla; e inversionista extranjero, línea azul). Una respuesta positiva indica que la volatilidad ante el impulso de los flujos es mayor a la volatilidad observada, mientras que un valor negativo en las VIRF implica que la volatilidad observada es mayor a la volatilidad luego del impulso.

Conclusiones

En períodos de alta volatilidad, tanto las entradas como las salidas de los fondos mutuos y fondos de pensiones internacionales parecen estar asociadas con incrementos en la volatilidad del mercado de TES. Por el contrario, en un estado de volatilidad baja, las entradas de estos agentes parecen estar asociadas con disminuciones en la volatilidad del mercado.

Se encuentran indicios de que las entradas de autoridades monetarias se encuentran asociadas con disminuciones de la volatilidad de los rendimientos de los TES tanto en un estado de volatilidad alta como baja. Las ventas de estos agentes parecen estar correlacionadas con incrementos de la volatilidad del mercado en un estado de volatilidad alta. No obstante, en un estado de volatilidad baja, resulta estar asociada con disminuciones en la volatilidad de los rendimientos de los TES.

Al extender el ejercicio a los FPC, se encuentra que estos agentes parecen actuar como estabilizadores del mercado de TES en un estado de volatilidad alta, en la medida que sus compras estarían asociadas con una disminución en la volatilidad de las tasas de estos títulos.

Bibliografía

Engle, R. F., & Kroner, K. F. (1995). *Multivariate simultaneous generalized ARCH*. *Econometric theory*, 11(1), 122-150.

Fülle, M., et al, (2022). BEKKs: An R Package for Estimation of Conditional Volatility of Multivariate Time Series. Available at SSRN 4233296.

Hafner, C., & Herwartz, H. (2001). Volatility impulse response functions for multivariate GARCH models (No. UCL-Université Catholique de Louvain). Université catholique de Louvain, Center for operations research and econometrics.

Melo, L., & Becerra, O. (2006). Una aproximación a la dinámica de las tasas de interés de corto plazo en Colombia a través de modelos GARCH multivariados. Banco de la República, Subgerencia de Estudios Económicos.