

## Dinámicas y volatilidades de los rendimientos cambiaros asiáticos, 2020-2024

### Dynamics and Volatilities of the Asian Exchange-Rate Returns, 2020-2024

Antonio Ruiz Porras<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0003-4184-0850

[antoniop@cucea.udg.mx](mailto:antoniop@cucea.udg.mx)

Universidad de Guadalajara,  
Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas  
Guadalajara, Jalisco, México

Huentli Yolotli Suárez Espinosa<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0002-4774-8732

[huentli.suarez@cucea.udg.mx](mailto:huentli.suarez@cucea.udg.mx)

Universidad de Guadalajara,  
Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas  
Guadalajara, Jalisco, México

---

Fecha de recepción: 31 julio de 2024

Fecha de aceptación: 2 de octubre de 2024



**R**esumen. Se estudiaron las dinámicas y volatilidades de seis series de rendimientos cambiaros asiáticos durante y después de la pandemia de COVID-19. El estudio emplea siete modelos ARCH/GARCH, diversos supuestos estadísticos y tres criterios de bondad de ajuste. Los hallazgos indican que los modelos más adecuados para describir las series de rendimientos

1 Profesor Investigador Titular C en el Departamento de Métodos Cuantitativos, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara, Zapopan, México. Dirección postal: Periférico Norte N° 799, Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100.

2 Profesora Docente Titular A en el Departamento de Turismo, Recreación y Servicios y Profesora de Asignatura en el Departamento de Economía, Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad de Guadalajara, Zapopan, México. Dirección postal: Periférico Norte N° 799, Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100.

Cómo citar: Ruiz-Porras, A., y Suárez-Espinosa, H.Y. (2024). Dinámicas y volatilidades de los rendimientos cambiaros asiáticos, 2020-2024. *China Global Review*, 2(4), 44-73. <https://doi.org/10.53897/REvChinaGR.2023.04.03>

cambiaros, son: 1) el FIEGARCH(1,1,1) para los rendimientos de China, Indonesia y Japón; 2) el FIGARCH(1,1) para Malasia; 3) el GARCH(1,1) para Hong Kong; y 4) el PARCH(1,1,1) para Taiwán. Las seis series de tipos de cambio utilizadas incluyen datos diarios desde el 2 de enero de 2020 hasta el 15 de febrero de 2024.

**Palabras clave:** Rendimientos Cambiaros; Asia; Modelos ARCH/GARCH; Bondad de ajuste; COVID-19.

**Abstract.** We study the dynamics and volatilities of six series of Asian exchange returns during and after the COVID-19 pandemic. The study uses seven ARCH/GARCH models, various statistical assumptions, and three goodness-of-fit criteria. The findings show that the best models to describe the series of exchange rate returns are: 1) The FIEGARCH(1,1,1) for the returns of China, Indonesia, and Japan; 2) the FIGARCH(1,1) for Malaysia; 3) the GARCH(1,1) for Hong Kong; and, 4) the PARCH (1,1,1) for Taiwan. The six exchange rate series used include daily data from 01/02/2020 to 02/15/2024.

**Keywords:** Exchange Rate Returns; Asia; ARCH/GARCH Models; Goodness-of-fit; COVID-19.

## Introducción

Históricamente, las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio han generado inquietudes entre los hacedores de políticas y los agentes económicos y financieros. Estas inquietudes se explican por la creencia de que existe una relación inversa entre la volatilidad cambiaria y el desarrollo económico. La volatilidad cambiaria no solamente causa incertidumbre en las economías y en los mercados; también hace más compleja la toma de decisiones racionales. Particularmente, los impactos de la volatilidad cambiaria suelen manifestarse en el comercio internacional, en la inversión privada, en la estabilidad macroeconómica y en el funcionamiento de los mercados financieros.<sup>3</sup>

Recientemente, han resurgido las inquietudes sobre las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio en los países desarrollados y en desarro-

3 La literatura sobre los impactos de la volatilidad cambiaria en el desarrollo económico es relativamente extensa. Algunos estudios representativos de esta literatura son aquellos de Eichengreen y Hausmann (1999), Calvo y Reinhart (2002), Domínguez y Tesar (2006), Krugman (2009) y Diallo (2015).

llo. Este resurgimiento se explica, en buena medida, por las repercusiones que tuvo la pandemia de COVID-19. Hoy, se reconoce que la pandemia contribuyó a elevar significativamente la volatilidad cambiaria en los mercados financieros internacionales (Sethi, *et.al.*, 2021; Hung, Nguyen y Vo, 2022; Jamal y Bhat, 2022). Asimismo, se reconoce que tuvo repercusiones en los mercados financieros, cuya magnitud y profundidad superaron a aquéllas de la Gran Depresión estadounidense y de la Crisis Financiera Global (Li, 2021).

Las mencionadas inquietudes han promovido una literatura empírica sobre las dinámicas y volatilidades de los rendimientos cambiarios. La literatura existente privilegia los análisis sobre los países desarrollados. Los análisis para los países en desarrollo, por contraste, resultan muy escasos. La literatura puede agruparse en dos vertientes. La primera vertiente incluye estudios que describen y analizan las dinámicas y volatilidades cambiarias usando modelos de la familia ARCH/GARCH. Particularmente, el estudio aquí presentado se ubica en esta categoría. La segunda vertiente incluye estudios que analizan los rendimientos cambiarios usando metodologías y técnicas estadísticas alternativas.

En este artículo se investigan las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos cambiarios de seis países de Asia durante y tras la pandemia de la COVID-19. Así se estudian los tipos de cambio spot de China, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia y Taiwán. El estudio se sustenta en un análisis estadístico y en otro de modelación econométrica. Los análisis utilizan estadísticas descriptivas, correlaciones pairwise, un grupo de siete modelos ARCH/GARCH univariados, tres criterios de selección de modelos y múltiples pruebas estadísticas. Las series de los tipos de cambio incluyen datos diarios del 02/01/2020 al 15/02/2024.

El estudio se guía en ciertos lineamientos metodológicos e interpretativos. Los lineamientos metodológicos son los siguientes: 1) los modelos ARCH/GARCH son adecuados para describir y analizar las series de rendimientos cambiarios de los países asiáticos; 2) los mejores modelos para describir las series de rendimientos pueden no ser los mismos para todos los países asiáticos; 3) el modelo que mejor describe a una serie cambiaria puede determinarse usando tres estimadores de criterios de información y una "regla de mayoría"; y, 4) las perturbaciones rezagadas, i.e., las "noticias", pueden tener diferentes efectos y persistencia en las volatilidades cambiarias.

Los lineamientos interpretativos son los siguientes: 1) China, Indonesia y Japón se asumen como países con economías grandes; 2) Hong Kong,

Malasia y Taiwán se asumen como países con economías pequeñas; 3) los efectos simétricos denotan que las “malas noticias” y las “buenas noticias”, i.e., las perturbaciones rezagadas negativas y positivas, tienen un impacto de igual magnitud, pero en sentido contrario, sobre la volatilidad de las series; 4) los efectos apalancamiento denotan que las “malas noticias” tienen un impacto de mayor magnitud que las “buenas noticias”; y, 5) los procesos con “memoria larga” denotan que los impactos de las noticias sobre la volatilidad de las series son persistentes en el tiempo.

Este estudio complementa a aquéllos de Hung, Nguyen y Vo (2022), Adiyat y Danarsari (2022) y Karim (2024). Sus contribuciones específicas se centran en: 1) analizar las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos cambiarios de China, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia y Taiwán durante y tras la pandemia de COVID-19; 2) la modelación de las series de rendimientos con base en múltiples estimaciones ARCH/GARCH y tres criterios de selección; 3) el análisis de los impactos de las “noticias” y de su persistencia sobre la volatilidad de las series; y, 4) el análisis de las implicaciones de tales impactos y persistencias en los tipos de cambio asiáticos.

El artículo está organizado en cuatro secciones sin considerar la introducción ni las conclusiones. La sección 1 revisa la literatura y usa modelos ARCH/GARCH para describir y analizar las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio asiáticos. La sección 2 describe la metodología de investigación. La sección 3 muestra los resultados del análisis estadístico de las series de rendimientos. La sección 4 muestra el análisis de modelación econométrica. Las conclusiones sintetizan los hallazgos y discuten sus implicaciones sobre el desarrollo económico de los países de Asia. El apéndice incluye un resumen de las principales propiedades de los modelos ARCH/GARCH usados en la investigación.

## I. Revisión de la literatura

Los modelos ARCH/GARCH son modelos populares para analizar, describir y pronosticar las dinámicas y las volatilidades de las series económicas y financieras. Los modelos ARCH/GARCH suponen que las series siguen procesos autorregresivos con heteroscedasticidad condicional.<sup>4</sup> Los modelos son capaces de describir series que manifiestan comportamientos no lineales,

4 ARCH es un acrónimo de heteroscedasticidad condicional autorregresiva. GARCH es un acrónimo de ARCH generalizado.

volatilidades no constantes y elevadas, efectos de apalancamiento y clusters de volatilidad. Los modelos describen dichos comportamientos utilizando supuestos sobre las medias y varianzas condicionales y sobre las distribuciones de densidad de las perturbaciones.

La vertiente de la literatura empírica que describe y analiza la volatilidad de las series de rendimientos cambiarios asiáticos no es muy extensa. Los estudios que integran esta vertiente de la literatura usualmente se justifican en términos de: 1) Los efectos de la pandemia de COVID-19; 2) comparaciones entre países desarrollados y en desarrollo; 3) comparaciones entre países de una misma o diferentes regiones de Asia; y, 4) el análisis de políticas económicas y financieras; y 5) coyunturas temporales específicas. Particularmente, la Tabla 1 incluye y señala algunas particularidades que definen a los estudios que estudian los tipos de cambio asiáticos usando modelos de la familia ARCH/GARCH.<sup>5</sup>

---

5 Los estudios que usan metodologías y técnicas estadísticas alternativas tampoco son numerosos. Algunos estudios representativos de esta vertiente son los de Xu y Lien (2020), Sethi, *et al.* (2021), Jamal y Bhat (2022), Kinkyo (2022), y Rai y Garg (2022).

Tabla 1. Estudios que utilizan modelos ARCH/GARCH para describir y analizar las dinámicas de los rendimientos cambiarios de Asia

Referencia	Tipos de cambio (Países analizados)	Contexto	Modelos usados	Supuestos de los modelos
Abbas, Nisa y Abbas (2023)	Afganistán, Bangladesh, Bután, India, Maldivas, Nepal, Pakistán, Sri Lanka	COVID-19	ARCH, GARCH	Efectos simétricos, memoria no larga, univariados
Adiyat y Danarsari (2022)	Filipinas, Indonesia, Malasia, Myanmar; Singapur	COVID-19	GARCH	Efectos apalancamiento, memoria no larga, univariado
Cai, Chen y Fang (2012)	China	2006-2008	GARCH	Efectos simétricos, memoria no larga, univariado
Hung, Nguyen y Vo (2022)	Japón y cinco países desarrollados no asiáticos	COVID-19	DECO-GARCH	Efectos simétricos, memoria no larga, univariado
Karim (2024)	Bangladesh	COVID-19	GARCH	Efectos simétricos, memoria no larga, univariado
Pino, Tas y Sharma (2016)	Corea del Sur, Filipinas, Indonesia, Malasia, Singapur, Tailandia	1974-2011	ARCH, GARCH	Efectos simétricos, memoria no larga, univariados
Rahman y Parvez (2022)	Bangladesh, India, Pakistán	COVID-19	GARCH Multivariado	Efectos simétricos, memoria no larga, multivariado
Ruiz Porras y Fregoso Becerra (2016)	China, Corea del Sur, India, Malasia, Tailandia y cinco países latinoamericanos	2002-2016	GARCH, TGARCH, EGARCH	Efectos simétricos y apalancamiento, memoria no larga, univariados
Wilson y Ng (2009)	Singapur	1994-2003	ARCH, GARCH	Efectos simétricos, memoria no larga, univariados

Fuente: Elaboración de los autores.

Notas: Los supuestos que definen a los modelos ARCH/GARCH se explicitan en sus especificaciones de la varianza condicional.

La Tabla 1 muestra que hay supuestos metodológicos que predominan en los estudios sobre los rendimientos de los tipos de cambio asiáticos. Estos supuestos son los siguientes: 1) Los modelos ARCH/GARCH univariados son adecuados para describir y analizar los tipos de cambio; 2) modelos y supuestos idénticos sirven para estudiar las series de rendimientos cambiarios de distintos países; 3) los modelos utilizados se postulan *a priori*; 4) las volatilidades exhiben efectos simétricos; y, 5) los procesos que definen las volatilidades de los tipos de cambio no tienen memoria larga; i.e., los impactos de las noticias sobre las volatilidades de los tipos de cambio son de corta duración.

Los estudios mencionados tienen algunas limitaciones metodológicas y analíticas. Particularmente, la selección de los modelos ARCH/GARCH usados debiera sustentarse en estimaciones de bondad de ajuste. Franco y Zakoian (2019), entre otros, recomiendan estimar varios tipos de modelos para la misma serie temporal, y comparar sus estimaciones de bondad de ajuste para elegir el modelo que mejor se ajuste a los datos. Sin embargo, con la excepción del Ruiz y Fregoso (2016), ninguno de los estudios que describen y analizan los rendimientos de los tipos de cambio asiáticos sigue tal recomendación. Los estudios simplemente postulan *a priori* los modelos que se consideran adecuados.

Las limitaciones analíticas pueden plantearse con base en las experiencias de la crisis asiática y de la pandemia del COVID-19. Estas limitaciones refieren a la suposición de que los mismos modelos y supuestos sirven para estudiar las series de distintos países. Las experiencias mencionadas muestran que los rendimientos cambiarios no tuvieron dinámicas similares.<sup>6</sup> Otras limitaciones refieren a la existencia de efectos simétricos y memoria no larga. Los efectos simétricos son cuestionables porque implican que los agentes en los mercados son neutrales al riesgo. La memoria no larga, además, implica que los impactos de las noticias podrían no ser persistentes.

En este estudio se abordan las mencionadas limitaciones referidas a la descripción y análisis de las series de los tipos de cambio de Asia. Particularmente, aquí se siguen las recomendaciones de Franco y Zakoian (2019).

6 Esta afirmación se sustenta en los hallazgos de Krugman (2009) y del Análisis Estadístico incluido aquí. Particularmente, Krugman (2009) describe las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio asiáticos durante la crisis asiática (1997-1998). El análisis estadístico, por su parte, describe las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio de cambio durante y tras la pandemia de COVID-19.

Así, para cada serie se estiman tres variaciones de siete tipos de modelos ARCH/GARCH univariados. Asimismo, se utilizan tres criterios de información alternativos para evaluar la bondad de ajuste diferentes para cada modelo. Posteriormente, con base en los criterios de información y una regla de mayoría, se seleccionan los modelos que mejor describen a las series. Hecha la selección de los modelos, se describen y analizan las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos.

Los modelos ARCH/GARCH, usados aquí, tienen distintas especificaciones para describir y analizar las series cambiarias de Asia. Los modelos usados asumen diferentes supuestos para evaluar la utilidad de los mismos. Estos supuestos refieren: 1) Las especificaciones de la media y varianza condicionales; 2) las distribuciones de densidad de las perturbaciones de las series; 3) los efectos de las perturbaciones rezagadas, i.e. de las “noticias” sobre la volatilidad de las series; 4) la persistencia temporal de las noticias sobre la volatilidad; y, 5) los métodos numéricos de estimación de los modelos.

Las contribuciones de este estudio, a la literatura que analiza los tipos de cambio, son las siguientes: 1) Se usan siete modelos ARCH/GARCH y tres variaciones de cada uno de los mismos para analizar las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos cambiarios; 2) se usan tres criterios de información para seleccionar los modelos que mejor describen las series cambiarias; 3) se analizan los modelos seleccionados para determinar las semejanzas y diferencias de las dinámicas y volatilidades cambiarias de países con economías grandes y pequeñas; y, 4) se estudian los tipos de cambio de países asiáticos que no suelen incluirse en los estudios existentes, i.e. Hong Kong y Taiwán.

Finalmente, debe enfatizarse que este estudio se justifica por razones económicas y financieras. Los tipos de cambio asiáticos son importantes por el tamaño de las economías asiáticas en la economía global; por su participación en el comercio mundial y por su influencia en los mercados financieros globales. El tamaño conjunto del PIB de China, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia y Taiwán constituyó, en 2023, aproximadamente el 81 por ciento del PIB de Asia Oriental y del Pacífico y el 23.6 por ciento del PIB global. Estas cifras evidencian que sus tipos de cambio podrían contribuir a entender el desempeño de la economía global tras la pandemia de COVID-19.

## I. Metodología

En esta sección se describe la metodología usada para investigar las dinámicas y volatilidades de los rendimientos cambiarios de Asia. Particularmente, se definen la base de datos, los estimadores de estadística descriptiva, las pruebas de hipótesis, los modelos ARCH/GARCH y los estimadores de bondad de ajuste utilizados en esta investigación. También, se hacen explícitos los supuestos estadísticos que definen a los modelos ARCH/GARCH usados para describir las series de los tipos de cambio asiáticos. Más aún, se describe la “regla de mayoría” usada para evaluar la bondad de ajuste de los mencionados modelos.

La base de datos utilizada incluye los precios de cierre de las monedas de los seis países analizados.<sup>7</sup> Los precios expresan el valor nominal diario de las monedas asiáticas en términos de dólares estadounidenses.<sup>8</sup> Así, el tipo de cambio del país  $i$  en el día  $t$  (i.e., el precio de cierre de la moneda del país  $i$  en el día  $t$ ) se define como  $P_{it}$ . Además, la base de datos incluye los precios de cierre expresados en niveles y en diferencias. Los precios en niveles expresan el tipo de cambio en términos de logaritmos naturales. Así, el tipo de cambio del país  $i$  en el día  $t$  resulta en  $\ln P_{it}$ . Los precios en diferencias, por su parte, expresan el rendimiento cambiario, del país  $i$  en el día  $t$ , como  $r_{it} = \ln P_{it} - \ln P_{t-1}$ .

La base de datos incluye un total de dieciocho series cambiarias. Las seis series de precios de cierre y las seis series en niveles expresan los tipos de cambio diarios entre el 02 de enero de 2020 y el 15 de febrero de 2024.<sup>9</sup> Así, cada una de las primeras doce series incluye 1077 observaciones diarias.<sup>10</sup> Las series en diferencias, por su parte, expresan los rendimientos cambiarios diarios entre el 03 de enero de 2020 y el 15 de febrero de 2024. En este contexto

7 Las series fueron seleccionadas con base en criterios de consistencia e idoneidad estadística de los datos. Estos criterios restringieron la inclusión de las series de Corea del Sur, India, Singapur y otros países. Su inclusión, sin duda alguna, hubiera permitido estudiar un grupo más representativo de los países asiáticos. En este contexto, cabe mencionar aquí que la metodología ni sus hallazgos dependen de las series ausentes.

8 Los precios de cierre de las monedas se expresan en dólares estadounidenses para facilitar las comparaciones de los tipos de cambio y de los rendimientos cambiarios.

9 Los precios de cierre fueron obtenidos de las series históricas de la plataforma Investing. La plataforma se encuentra disponible en: <https://www.investing.com/currencies/>

10 Las series fueron ajustadas para eliminar precios de cierre registrados durante los fines de semana y para evitar sesgos asociados a días festivos.

cabe mencionar que aquí se prioriza el análisis de las series de rendimientos por conveniencia estadística.<sup>11</sup>

Metodológicamente, la investigación utiliza estimaciones de estadística descriptiva, correlaciones pairwise, pruebas estadísticas, siete modelos de la familia ARCH/GARCH y tres criterios de información. Las estadísticas descriptivas se usan para describir las series de rendimientos de las monedas asiáticas. Las correlaciones pairwise se usan para analizar las relaciones entre las series de rendimientos. Los modelos ARCH/GARCH se usan para modelar y analizar las dinámicas, las volatilidades y las propiedades de las series de rendimientos. Particularmente, aquí se usan modelos de los tipos CGARCH, EGARCH, FIEGARCH, FIGARCH, GARCH, PARCH, y TGARCH.

Los modelos de la familia ARCH/GARCH se definen con base en supuestos sobre la media y la varianza condicionales. Todos los modelos usados aquí son univariados, tienen una media constante y una distribución de probabilidad específica. Las principales diferencias entre los modelos se asocian a las especificaciones de la varianza condicional. Particularmente, las especificaciones CGARCH, EGARCH, FIEGARCH, PARCH y TGARCH asumen que la volatilidad de las series exhibe efectos apalancamiento, i.e. efectos asimétricos. Las especificaciones GARCH y FIGARCH, por contraste, asumen que la volatilidad de las series exhibe efectos simétricos.<sup>12</sup>

Las especificaciones de los modelos ARCH/GARCH también refieren a los componentes que definen las dinámicas de las varianzas condicionales. Las especificaciones GARCH, EGARCH y TGARCH priorizan a los componentes de corto plazo (i.e., suponen que las series cambiarias no tienen “memoria larga”). Las especificaciones FIGARCH y FIEGARCH, por contraste, priorizan las propiedades de dependencia de largo plazo (i.e., suponen que las series cambiarias tienen “memoria larga”). Las especificaciones CGARCH y PARCH incluyen componentes de corto y largo plazos (i.e., suponen que las series no necesariamente tienen “memoria larga”).

Las especificaciones de la varianza condicional requieren plantear supuestos adicionales con fines de estimación econométrica. Estos supues-

---

11 El análisis prioriza las series de rendimientos cambiarios porque las pruebas KPSS mostraron que todas las series de los tipos de cambios expresados en niveles eran no estacionarias. Véase Gujarati, Porter y Pal (2021) para una explicación de las relaciones entre las series no estacionarias y las regresiones espurias.

12 El apéndice incluye los acrónimos, nombre, referencias de autoría y principales supuestos de las especificaciones de la varianza condicional de los modelos ARCH/GARCH usados en la investigación.

tos refieren al número de rezagos de los términos de las especificaciones de la varianza. Particularmente, aquí se asume que los términos ARCH ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ), GARCH ( $\sigma_{t-1}^2$ ) y de asimetría (cuando los modelos tienen efectos apalancamiento) son de orden 1. Estos supuestos definen las estructuras temporales de los modelos univariados usados en esta investigación. Así, los modelos estimados aquí son el CGARCH(1,1), el EGARCH(1,1,1), el FIGARCH(1,1), el FIEGARCH(1,1,1), el GARCH(1,1), el PARCH(1,1,1) y el TGARCH(1,1,1).

Los modelos ARCH/GARCH se estiman asumiendo distribuciones de densidad específicas y diversos métodos de optimización numérica. Particularmente, aquí se asume que las perturbaciones ( $\varepsilon_t$ ) se distribuyen siguiendo las distribuciones normal y t-Student. Los métodos de optimización incluyen el Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) y el Berndt-Hall-Hall-Hausman (BHHH). Las distribuciones de densidad y los métodos de optimización permiten estimar tres variaciones de cada tipo de modelo. La primera variación asume una distribución normal y el método BFGS. La segunda asume una distribución normal y el método BHHH. La tercera asume una distribución t-Student y el método BFGS.<sup>13</sup>

Las pruebas de hipótesis se utilizan para analizar las series de rendimientos y las estimaciones de los modelos ARCH/GARCH. Particularmente, aquí se evalúa la normalidad de las series usando pruebas Jarque-Bera (Jarque y Bera, 1987). El orden de integración de las series se evalúa con pruebas KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin, 1992). La existencia de efectos ARCH se evalúa con pruebas ARCH-LM siguiendo la propuesta de Brooks (2019).<sup>14</sup> La significancia de los coeficientes estimados se evalúa con pruebas de significancia individual y conjunta. En todos los casos, y por simplicidad, las pruebas de hipótesis se evalúan usando p-values y un nivel de significancia del 10 por ciento.

Los criterios de información se usan para seleccionar las estimaciones de los modelos ARCH/GARCH que mejor describen las series de rendimientos. Los criterios usados aquí son el de Akaike (AIC), el Bayesiano (BIC) y el

13 Adviértase que, dadas las seis series cambiarias, los siete tipos de modelos, y las tres variaciones por tipo de modelo, se estiman 126 modelos ARCH/GARCH.

14 La prueba ARCH-LM usada aquí asume los siguientes supuestos: 1) La regresión auxiliar incluye una constante y un proceso del tipo ARMA(1,1); 2) hay cinco periodos de rezago para evaluar la existencia de heteroscedasticidad; y, 3) el criterio de decisión se basa en el estadístico LM propuesto por Engle (1982).

Hannan-Quinn (HQ).<sup>15</sup> El proceso de selección de los modelos incluye dos etapas. En la primera etapa se descartan principalmente aquellas variaciones de los modelos con problemas computacionales.<sup>16</sup> Así, para cada serie, se seleccionan las siete estimaciones representativas de los tipos de modelos considerados en este estudio.<sup>17</sup> En la segunda etapa se usan los criterios de información para seleccionar los modelos con mejor bondad de ajuste.<sup>18</sup>

En la segunda etapa, la selección de los modelos que mejor describen la dinámica y volatilidades de las series de los rendimientos cambiarios se basa en una regla de mayoría.<sup>19</sup> La regla establece que el modelo que mejor describe una serie debe ser validado por la mayoría de las estimaciones de los criterios de información. Así, si algún modelo es validado por dos o tres criterios de información, se considera que dicho modelo tiene la mejor bondad de ajuste. La regla de mayoría se usa aquí porque *a priori* no existe ningún criterio que sea mejor que los otros (Burnham y Anderson, 2002). Asimismo, la regla se usa por consistencia con las recomendaciones de Franco y Zakoian (2019).<sup>20</sup>

Finalmente, se analizan las propiedades de las series de rendimientos cambiarios asiáticos con base en los supuestos de los modelos ARCH/GARCH seleccionados. El análisis se enfoca en los efectos (simétricos, apalancamiento) que exhiben las series y en la persistencia de los impactos de

15 Véase Burnham y Anderson (2002) para una descripción de los criterios de información.

16 Las estimaciones numéricas suelen adolecer de problemas computacionales. Particularmente, algunas de las estimaciones realizadas mostraron problemas de falta de convergencia en las iteraciones numéricas y limitaciones para estimar los gradientes de optimización. Más aún, algunas estimaciones indujeron "pasmos" del ordenador usado en las estimaciones.

17 Adviértase que, dadas las seis series cambiarias y los siete tipos de modelos, se seleccionan 42 estimaciones de un total de 126.

18 Adviértase que, dadas las seis series cambiarias, se seleccionan seis estimaciones de un total de 42.

19 En la primera etapa, la mayoría de las estimaciones fueron descartadas por problemas computacionales y estadísticos. De hecho, los mencionados problemas justificaron el uso de los métodos de optimización BFGS y BHHH y el uso de la regla de mayoría. En este contexto, no sobra mencionar que estos problemas también se presentaron, aunque con mucho menor frecuencia, durante la segunda etapa.

20 La razón que justifica el uso de la regla de mayoría se basa en la consideración de que diferentes criterios de información pueden señalar diferentes modelos como los que mejor describen un mismo conjunto de datos. Ruiz Porras y Hernández Rodríguez (2023) han usado la regla de mayoría para seleccionar los modelos que mejor describieron las series bursátiles del Este de Asia durante la pandemia de COVID-19.

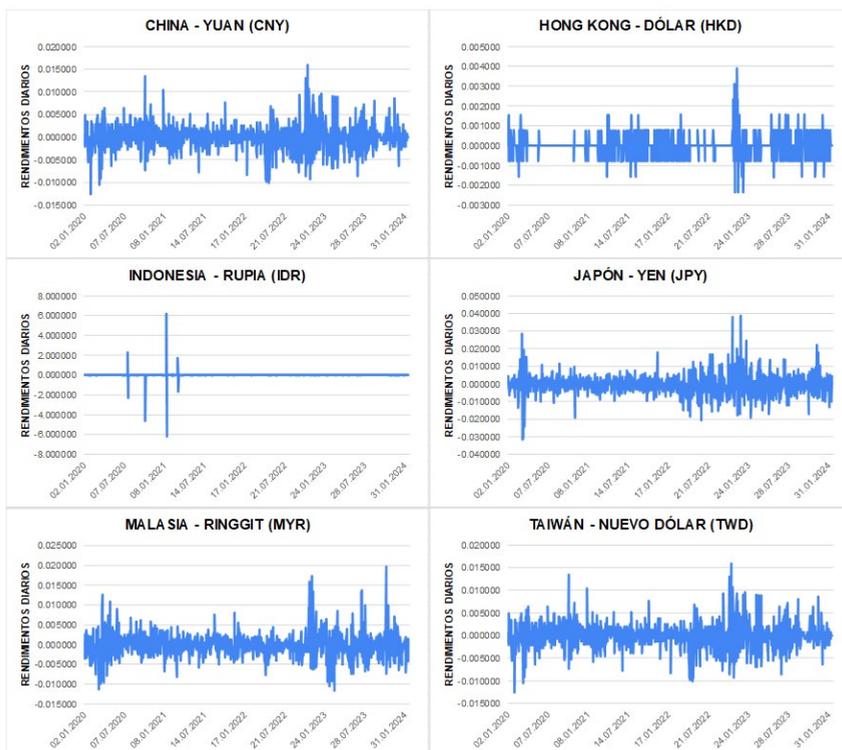
las noticias sobre la volatilidad de las series. Así, se estudian las dinámicas y las volatilidades de las series de los rendimientos entre el 03/01/2020 y el 15/02/2024. Asimismo, se justifican los modelos y supuestos usados para describir y analizar los rendimientos cambiarios de cada país. Más aún, se facilitan las comparaciones de las dinámicas y volatilidades cambiarias entre los países con economías grandes y pequeñas.<sup>21</sup>

## II. Análisis estadístico

Esta sección incluye el análisis estadístico de las series de rendimientos cambiarios durante el periodo analizado (03/01/2020-15/02/2024). Las series, y los resultados de las estimaciones, se muestran y sintetizan en figuras y tablas. Así, la Figura 1 muestra las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos cambiarios. La Tabla 2 incluye las estadísticas descriptivas y las pruebas de normalidad de Jarque-Bera de las series. La Tabla 3 muestra las correlaciones pairwise de las series de rendimientos y los p-values asociados a sus pruebas de significancia. Finalmente, la Tabla 4 muestra los resultados de las pruebas de estacionaridad KPSS para las series cambiarias en niveles y en diferencias.

21 La clasificación de las economías asiáticas se sustenta en el tamaño de su PIB medido en dólares corrientes (USD). En 2023, los valores del PIB de las economías analizadas fueron los siguientes: China: \$17.8 trillones USD (Grupo Banco Mundial, 2024); Japón: \$4.21 trillones USD (Grupo Banco Mundial, 2024); Indonesia: \$1.37 trillones USD (Grupo Banco Mundial, 2024); Taiwán: \$0.76 trillones USD (Textor, 2024); Hong Kong: \$0.38 trillones USD (Grupo Banco Mundial, 2024); Malasia: \$0.40 trillones USD (Grupo Banco Mundial, 2024). En este contexto, cabe señalar que los PIB de China, Japón e Indonesia equivalieron, respectivamente, al 16.88, 4.0 y 1.3 por ciento del PIB global. Por esta razón, aquí se clasifican como grandes a las economías de dichos países. Las economías de Hong Kong, Malasia y Taiwán, por contraste, se clasifican como pequeñas.

Figura 1. Series de rendimientos cambiarios de las monedas asiáticas



Fuente: Estimaciones de los autores con precios de cierre diarios obtenidos de [Investing.com](https://www.investing.com). Notas: Los tipos de cambio expresan los valores nominales diarios de las monedas asiáticas en términos de dólares estadounidenses. Las series de rendimientos miden la diferencia diaria de los logaritmos de los tipos de cambio. Las series de rendimientos incluyen datos diarios del 03 de enero de 2020 al 15 de febrero de 2024.

La Figura 1 sugiere que las series de rendimientos cambiarios podrían describirse y analizarse con modelos ARCH/GARCH. La figura muestra que la mayoría de las series tienen comportamientos no lineales, volatilidades excesivas, clusters de volatilidad y volatilidades no constantes. Además, la figura evidencia que las series de rendimientos no necesariamente tienen dinámicas ni volatilidades comunes. Por tanto, la figura sugiere que las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio asiáticos han sido relativamente independientes entre sí. Estos hallazgos sugieren que, durante el periodo

analizado, hubo oportunidades de diversificar riesgos cambiarios usando las monedas asiáticas.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas y pruebas Jarque-Bera de las series de rendimientos cambiarios

	<b>China</b>	<b>Hong Kong</b>	<b>Indonesia</b>	<b>Japón</b>	<b>Malasia</b>	<b>Taiwán</b>
Media	0.0000	0.0000	-0.0044	-0.0003	-0.0001	0.0000
Máximo	0.0159	0.0039	6.2174	0.0387	0.0197	0.0160
Mínimo	-0.0126	-0.0023	-6.2148	-0.0316	-0.0117	-0.0129
Desviación estándar	0.0029	0.0005	0.3268	0.0059	0.0030	0.0029
Coefficiente de variación	-97.0946	-143.2507	-74.4173	-19.5819	-20.9517	-67.9481
Sesgo	0.2326	0.6482	-2.5614	0.4398	0.8292	0.3088
Curtosis	6.3243	9.4229	286.2299	9.4015	8.4918	5.8924
Jarque-Bera	505.1418	1924.9050	3597669	1871.9490	1475.4720	392.1855
P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	1076	1076	1076	1076	1076	1076

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Las series de rendimientos incluyen datos diarios del 03 de enero de 2020 al 15 de febrero de 2024.

La Tabla 2 muestra que todas las monedas asiáticas perdieron valor durante y tras la pandemia de COVID-19. Particularmente, la tabla muestra que Hong Kong e Indonesia tuvieron, respectivamente, las menores y mayores pérdidas cambiarias. Japón y Hong Kong, además, experimentaron, relativa y respectivamente, las menores y mayores volatilidades cambiarias.<sup>22</sup> La tabla también muestra que todas las series son leptocúrticas y que predominan aquellas que tienen sesgos a la izquierda. Además, la tabla sugiere que ninguna de las series tiene una distribución normal. Así, los hallazgos confirman que las dinámicas y volatilidades de las series fueron y han sido relativamente independientes entre sí.

22 Esta afirmación se sustenta en las estimaciones de los coeficientes de variación.

Tabla 3. Correlaciones pairwise y pruebas de significancia de las series de rendimientos cambiarios

	China	Hong Kong	Indonesia	Japón	Malasia	Taiwán
China	<b>1.0000</b> -----					
Hong Kong	<b>0.1088</b> *** <i>0.0003</i>	<b>1.0000</b> -----				
Indonesia	<b>0.0321</b> <i>0.2924</i>	<b>0.0081</b> <i>0.7895</i>	<b>1.0000</b> -----			
Japón	<b>0.2917</b> *** <i>0.0000</i>	<b>0.0498</b> <i>0.1027</i>	<b>-0.0249</b> <i>0.4137</i>	<b>1.0000</b> -----		
Malasia	<b>0.3720</b> *** <i>0.0000</i>	<b>0.0853</b> *** <i>0.0051</i>	<b>0.0207</b> *** <i>0.4974</i>	<b>0.1239</b> *** <i>0.0000</i>	<b>1.0000</b> -----	
Taiwán	<b>0.4232</b> *** <i>0.0000</i>	<b>0.1256</b> *** <i>0.0000</i>	<b>0.0057</b> *** <i>0.8506</i>	<b>0.3089</b> *** <i>0.0000</i>	<b>0.2679</b> *** <i>0.0000</i>	<b>1.0000</b> -----

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Las correlaciones pairwise se denotan en negritas. Los p-values asociados a las pruebas de significancia estadística se denotan en itálicas. Uno, dos y tres asteriscos denotan, respectivamente, niveles de significancia del diez, cinco y uno por ciento.

La Tabla 3 muestra que la mayoría de las correlaciones de las series de rendimientos cambiarios son positivas y significativas, pero también que sus valores son muy bajos (i.e. menores a 0.80). La serie de Taiwán destaca por tener correlaciones positivas, significativas y relativamente altas con las series de la región. La serie de Indonesia, por contraste, no presenta ninguna correlación significativa. Además, las series de Taiwán, China y Hong Kong presenta correlaciones relativamente altas entre sí, lo que evidencia los lazos monetarios entre los tres países. Así, la evidencia valida nuevamente la existencia de diferencias significativas en las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio.

La Tabla 4 muestra que todas las series de los tipos de cambio, expresadas en niveles, son integradas de orden uno,  $I(1)$ . Este hallazgo valida que todas las series de rendimientos cambiarios son estacionarias y adecuadas, en principio, para describirse usando modelos econométricos para series de tiempo.<sup>23</sup> Sin embargo, cabe señalar que la existencia de series de rendimientos estacionarias no es una condición suficiente para justificar el uso

23 Adviértase que las series en diferencias, por construcción, son iguales a las series de rendimientos.

de modelos de la familia ARCH/GARCH. Las series de rendimientos, además de ser estacionarias, deben exhibir efectos ARCH; i.e., los residuales de una regresión ARMA(1,1) deben exhibir heteroscedasticidad condicional.

Tabla 4. Pruebas KPSS para las series en niveles y en diferencias de los tipos de cambios

	Niveles			Diferencias			I(d)
	Estadístico KPSS	P-value	Bandwith	Estadístico KPSS	P-value	Bandwith	
<b>China</b>	0.8359	0.0000	25	0.1133	0.1341	3	1
<b>Hong Kong</b>	0.4507	0.0000	25	0.0816	0.8834	10	1
<b>Indonesia</b>	0.7106	0.0000	25	0.0418	0.6464	34	1
<b>Japón</b>	0.4236	0.0000	25	0.0818	0.4063	8	1
<b>Malasia</b>	0.5095	0.0000	25	0.0416	0.4880	10	1
<b>Taiwán</b>	0.7696	0.0000	25	0.1322	0.2190	5	1

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: La hipótesis nula de la prueba KPSS es que la serie es estacionaria. La prueba se realiza sobre las series de los logaritmos de los tipos de cambio (series en niveles) y sobre las series de los rendimientos cambiarios (series en diferencias). Las estimaciones de la prueba KPSS asumen una tendencia lineal y una constante como regresores externos. El bandwith se determina con el kernel de Bartlett.

### III. Análisis de Modelación Econométrica

Esta sección incluye el análisis de modelación de las series de rendimientos cambiarios asiáticos. Al igual que en la sección anterior, los resultados de la estimación se resumen en tablas. En particular, la Tabla 5 muestra las pruebas ARCH-LM de las series de rendimientos. La Tabla 6 muestra las estimaciones de los criterios de información asociados a los modelos utilizados para describir las series de rendimientos. La Tabla 7 muestra los modelos ARCH/GARCH que mejor describen las series de rendimientos cambiarios de cada país. Las Tablas 8, 9, 10 y 11 muestran, respectivamente, las estimaciones utilizadas para describir y analizar las series de rendimientos.

Tabla 5. Pruebas ARCH-LM para las series de rendimientos

	<b>Estadístico LM</b>	<b>P-value</b>
China	67.9891	0.0000
Hong Kong	106.9288	0.0000
Indonesia	65.6979	0.0000
Japón	75.8040	0.0000
Malasia	62.6958	0.0000
Taiwán	29.1529	0.0000

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: La hipótesis nula de la prueba ARCH-LM es que la serie no exhibe efectos ARCH. El estadístico LM se basa en el método de verosimilitud. La hipótesis nula se rechaza bajo un nivel de significancia del cinco por ciento.

Tabla 6. Bondad de ajuste de los modelos ARCH/GARCH usados para describir las series de rendimientos

	<b>CGARCH (1,1)</b>	<b>EGARCH (1,1,1)</b>	<b>FIGARCH (1,1)</b>	<b>FIEGARCH (1,1,1)</b>	<b>GARCH (1,1)</b>	<b>PARCH (1,1,1)</b>	<b>TGARCH (1,1,1)</b>	<b>Modelo con mejor bondad de ajuste</b>
<b>Criterio de Información de Akaike (AIC)</b>								
<b>China</b>	-8.9977	-8.9970	-8.9924	-9.001264	-8.9973	-9.0007	-9.0008	FIEGARCH
<b>Hong Kong</b>	~	-12.7919	-12.8190	~	-12.8201	~	-12.8183	GARCH
<b>Indonesia</b>	~	-0.1201	~	-3.4497	0.1432	~	~	FIEGARCH
<b>Japón</b>	-7.6886	-7.6852	-7.6859	-7.763898	-7.6834	-7.6851	-7.6850	FIEGARCH
<b>Malasia</b>	-8.9565	-8.9562	-8.9677	-9.051033	-8.9578	-8.9571	-8.9586	FIEGARCH
<b>Taiwán</b>	-8.9382	-8.9532	-8.9414	~	-8.9400	-8.9552	-8.9382	PARCH
<b>Criterio de Información Bayesiano (BIC)</b>								
<b>China</b>	-8.9700	-8.9739	-8.9693	-8.96886	-8.9788	-8.9729	-8.9777	FIEGARCH
<b>Hong Kong</b>	~	-12.7688	-12.7959	~	-12.8016	~	-12.7951	GARCH
<b>Indonesia</b>	~	-0.0970	~	-3.4173	0.1617	~	~	FIEGARCH
<b>Japón</b>	-7.6608	-7.6621	-7.6628	(-7.726865)	-7.6649	-7.6573	-7.6618	GARCH
<b>Malasia</b>	-8.9288	-8.9330	-8.9446	(-9.013999)	-8.9392	-8.9293	-8.9355	FIGARCH
<b>Taiwán</b>	-8.9105	-8.9301	-8.9183	~	-8.9215	-8.9274	-8.9150	EGARCH

Criterio de Información Hannan-Quinn (HQ)								
<b>China</b>	-8.9872	-8.9883	-8.9836	(-8.988992)	-8.9903	-8.9902	-8.9921	TGARCH
<b>Hong Kong</b>	~	-12.7832	-12.8103	~	-12.8131	~	-12.8095	GARCH
<b>Indonesia</b>	~	-0.1113	~	-3.4374	0.1502	~	~	FIGARCH
<b>Japón</b>	-7.6780	-7.6765	-7.6772	(-7.749873)	-7.6764	-7.6746	-7.6762	FIGARCH
<b>Malasia</b>	-8.9460	-8.9474	-8.9589	(-9.037008)	-8.9507	-8.9466	-8.9499	FIGARCH
<b>Taiwán</b>	-8.9277	-8.9444	-8.9326	~	-8.9330	-8.9446	-8.9294	PARCH

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: La tabla muestra las estimaciones de bondad de ajuste de acuerdo a cada uno de los criterios de información. Cada fila de la tabla incluye las siete estimaciones representativas de los modelos usados para una serie específica. Las estimaciones omitidas para un modelo cualquiera denotan que las tres variaciones asociadas a ese tipo de modelo manifestaron problemas computacionales. La última columna en cada fila de la tabla señala el modelo con mejor bondad de ajuste para la serie de acuerdo a un criterio de información específico.

Las Tablas 5 y 6 confirman que las series de rendimientos cambiarios pueden describirse y analizarse con modelos de la familia ARCH/GARCH. Específicamente, la Tabla 5 muestra que las pruebas ARCH-LM rechazan la hipótesis nula y confirman la existencia de efectos ARCH en todas las series. La Tabla 6 muestra que, con excepción de las series de Hong Kong y Indonesia, HKD e IDR, no existen consensos estadísticos sobre los modelos que pudieran tener la mejor bondad de ajuste. La ausencia de consensos justifica el uso de la regla de la mayoría para seleccionar los modelos que mejor describen las series de rendimientos cambiarios.

Tabla 7. Modelos con mejor bondad de ajuste de acuerdo a la regla de mayoría y sus características

	China	Hong Kong	Indonesia	Japón	Malasia	Taiwán
<b>Modelos con la Mejor Bondad de Ajuste de acuerdo a la Regla de Mayoría</b>						
<b>Modelo</b>	FIEGARCH (1,1,1)	GARCH (1,1)	FIEGARCH (1,1,1)	FIEGARCH (1,1,1)	FIGARCH (1,1)	PARCH (1,1,1)
<b>Distribución</b>	Normal	Normal	Normal	t-Student	Normal	Normal
<b>Efecto de noticias</b>	Asimétrico	Simétrico	Asimétrico	Asimétrico	Simétrico	Asimétrico
<b>Persistencia de impactos</b>	Memoria Larga	Memoria No Larga	Memoria Larga	Memoria Larga	Memoria Larga	Memoria No Necesariamente Larga

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Los modelos ARCH/GARCH incluidos en la tabla son los que tienen la mejor bondad de ajuste para describir las series de rendimientos de acuerdo a la regla de mayoría. La distribución de densidad, el efecto de las noticias y la persistencia de impactos sobre la volatilidad son características de los modelos seleccionados.

La Tabla 7 muestra los modelos ARCH/GARCH con mejor bondad de ajuste para describir las series de rendimientos cambiarios de los países asiáticos, según la regla de la mayoría. Así, el modelo FIEGARCH (1,1,1) resulta el mejor para describir que las series de China, Indonesia y Japón. El modelo GARCH (1,1) resulta el mejor para describir que las series de Hong Kong. El modelo FIGARCH (1,1) resulta el mejor para describir que las series de Malasia. El modelo PARCH (1,1,1) resulta el mejor para describir que las series de Taiwán. Así, los hallazgos muestran que deben considerarse modelos y supuestos distintos para estudiar las series de rendimientos cambiarios de los distintos países.

Tabla 8. Estimaciones del modelo FIEGARCH(1,1,1) para las series de rendimientos

Parámetro		China	Hong Kong	Indonesia	Japón	Malasia	Taiwán
$\omega$	Coef.	-11.1370	~	6.3562	-10.4055	-11.5194	~
	P-value	0.0000	~	0.0000	0.0000	0.0000	~
a	Coef.	-0.3475	~	-0.9707	-0.9612	-0.5472	~
	P-value	0.1850	~	0.0000	0.0000	0.0088	~
b	Coef.	0.9095	~	0.6131	0.9365	0.8721	~
	P-value	0.0000	~	0.0000	0.0000	0.0000	~
$f_1$	Coef.	0.1125	~	0.5025	0.2569	0.3238	~
	P-value	0.0015	~	0.0000	0.0001	0.0000	~
$f_2$	Coef.	-0.0351	~	-0.2253	-0.0005	0.0117	~
	P-value	0.0184	~	0.0000	0.9874	0.6957	~
d	Coef.	-0.7232	~	21.4703	1.6908	-0.4609	~
	P-value	0.0044	~	1.0000	0.0602	0.6063	~
gdl (t-Student)	Coef.	~	~	~	4.8952	4.2946	~
	P-value	~	~	~	0.0000	0.0000	~

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Los modelos ARCH/GARCH asumen una media condicional constante y una distribución de probabilidad de los errores. La distribución utilizada para cada modelo, normal o t-Student, es aquella que tiene la mejor bondad de ajuste. Los grados de libertad (gdl) se reportan únicamente para las distribuciones t-Student. Los p-values para evaluar la significancia individual de los coeficientes se estiman con base en la distribución utilizada. Las estimaciones omitidas para una serie denotan que las tres variaciones asociadas al modelo evaluado manifestaron problemas computacionales. Particularmente, el modelo FIEGARCH es el que mejor describe las series de rendimientos cambiarios de China (CNY), Indonesia (IDR) y Japón (JPY).

La Tabla 8 muestra las estimaciones del modelo FIEGARCH (1,1,1). Estas estimaciones son las mejores para describir y analizar las series de rendimientos cambiarios de China, Indonesia y Japón, i.e., las economías grandes. Las estimaciones sugieren que las volatilidades de las series de rendimientos de dichos países exhiben efectos apalancamiento y que las series de rendimientos tienen una memoria larga. La primera característica implica que las “malas” noticias incrementan la volatilidad en los rendimientos cambiarios en mayor medida que las “buenas” noticias. La segunda característica implica que los impactos de las noticias sobre las volatilidades de las series son persistentes en el tiempo.

La Tabla 9 muestra las estimaciones del modelo FIGARCH(1,1). Estas estimaciones son las mejores para describir y analizar las series de rendimien-

tos cambiarios de Malasia. Las estimaciones sugieren que las volatilidades de las series de rendimientos, de dicho país, exhiben efectos simétricos y que las series de rendimientos tienen una memoria larga. La primera característica implica que las “buenas y “malas” noticias incrementan la volatilidad en los rendimientos cambiarios en sentidos opuestos y en la misma magnitud. La segunda característica implica que los impactos de las noticias sobre las volatilidad de la serie son persistentes en el tiempo.

Tabla 9. Estimaciones del modelo FIGARCH(1,1) para las series de rendimientos

Parámetro		China	Hong Kong	Indonesia	Japón	Malasia	Taiwán
$\omega$	Coef.	0.0000	0.0000	~	0.0000	0.0000	0.0000
	P-value	0.0007	0.0000	~	0.0001	0.0000	0.0003
a	Coef.	0.4105	0.0671	~	0.0857	-0.1870	0.0814
	P-value	0.0000	0.0079	~	0.1274	0.0057	0.3962
b	Coef.	0.6937	0.7958	~	0.5354	0.1011	0.3098
	P-value	0.0000	0.0000	~	0.0000	0.2579	0.0074
D	Coef.	0.3762	0.9404	~	0.5078	0.4185	0.3555
	P-value	0.0000	0.0000	~	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Los modelos ARCH/GARCH asumen una media condicional constante y una distribución de probabilidad de los errores. La distribución utilizada para cada modelo, normal o t-Student, es aquella que tiene la mejor bondad de ajuste. Los grados de libertad (gdl) se reportan únicamente para las distribuciones t-Student. Los p-values para evaluar la significancia individual de los coeficientes se estiman con base en la distribución utilizada. Las estimaciones omitidas para una serie denotan que las tres variaciones asociadas al modelo evaluado manifestaron problemas computacionales. Particularmente, el modelo FIGARCH es el que mejor describe las series de rendimientos cambiarios de Malasia (MYR). La Tabla 10 muestra las estimaciones del modelo GARCH(1,1). Estas estimaciones son las mejores para describir y analizar las series de rendimientos cambiarios de Hong Kong. Las estimaciones sugieren que las volatilidades de las series de rendimientos, de dicho país, exhiben efectos simétricos y que las series de rendimientos no tienen una memoria larga. La primera característica implica que las “buenas y “malas” noticias incrementan la volatilidad en los rendimientos cambiarios en sentidos opuestos y en la misma magnitud. La segunda característica implica que los impactos de las noticias sobre las volatilidades de la serie no son persistentes en el tiempo.

Tabla 10. Estimaciones del modelo GARCH(1,1) para las series de rendimientos

Parámetro		China	Hong Kong	Indonesia	Japón	Malasia	Taiwán
$\omega$	Coef.	0.0000	0.0000	0.0582	0.0000	0.0000	0.0000
	P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
a	Coef.	0.0618	0.2038	0.5238	0.0978	0.1576	0.1103
	P-value	0.0000	0.0000	0.1743	0.0000	0.0000	0.0000
b	Coef.	0.9042	0.8085	0.0949	0.8871	0.8133	0.8606
	P-value	0.0000	0.0000	0.1793	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Los modelos ARCH/GARCH asumen una media condicional constante y una distribución de probabilidad de los errores. La distribución utilizada para cada modelo, normal o t-Student, es aquella que tiene la mejor bondad de ajuste. Los grados de libertad (gdl) se reportan únicamente para las distribuciones t-Student. Los p-values para evaluar la significancia individual de los coeficientes se estiman con base en la distribución utilizada. Las estimaciones omitidas para una serie denotan que las tres variaciones asociadas al modelo evaluado manifestaron problemas computacionales. Particularmente, el modelo GARCH es el que mejor describe las series de rendimientos cambiarios de Hong Kong (HKD).

La Tabla 11 muestra las estimaciones del modelo PARCH(1,1,1). Estas estimaciones son las mejores para describir y analizar las series de rendimientos cambiarios de Taiwán. Las estimaciones sugieren que las volatilidades de las series de rendimientos de dicho país exhiben efectos apalancamiento y que las series de rendimientos no necesariamente tienen una memoria larga. La primera característica implica que las “malas” noticias incrementan la volatilidad en los rendimientos cambiarios en mayor medida que las “buenas” noticias. La segunda característica implica que los impactos de las noticias sobre la volatilidad de la serie no son necesariamente persistentes en el tiempo.

Tabla 11. Estimaciones del modelo PARCH(1,1,1) para las series de rendimientos

Parámetro		China	Hong Kong	Indonesia	Japón	Malasia	Taiwán
$\omega$	Coef.	0.0000	~	~	0.0000	0.0000	0.0027
	P-value	0.5804	~	~	0.5153	0.4251	0.4434
a	Coef.	0.0646	~	~	0.1018	0.1689	0.1126
	P-value	0.0000	~	~	0.0000	0.0000	0.0000
n	Coef.	0.2142	~	~	-0.1555	-0.1010	-0.1332
	P-value	0.0093	~	~	0.0246	0.0161	0.1592
b	Coef.	0.9120	~	~	0.8984	0.8071	0.8579
	P-value	0.0000	~	~	0.0000	0.0000	0.0000
f	Coef.	1.5281	~	~	1.5020	1.8167	0.5108
	P-value	0.0000	~	~	0.0000	0.0000	0.0166

Fuente: Estimaciones de los autores.

Notas: Los modelos ARCH/GARCH asumen una media condicional constante y una distribución de probabilidad de los errores. La distribución utilizada para cada modelo, normal o t-Student, es aquella que tiene la mejor bondad de ajuste. Los grados de libertad (gdl) se reportan únicamente para las distribuciones t-Student. Los p-values para evaluar la significancia individual de los coeficientes se estiman con base en la distribución utilizada. Las estimaciones omitidas para una serie denotan que las tres variaciones asociadas al modelo evaluado manifestaron problemas computacionales. Particularmente, el modelo GARCH es el que mejor describe las series de rendimientos cambiarios de Taiwán (TWD).

Las tablas 8, 9, 10 y 11 muestran que los procesos que definen las volatilidades tienen diferencias en lo referente a los efectos y la persistencia de los shocks informativos sobre las volatilidades de las series. Las tablas muestran que: 1) las series de rendimientos de China, Indonesia y Japón, ie., las economías grandes, suelen exhibir efectos apalancamiento y una memoria larga; 2) la serie de rendimientos de Malasia suele exhibir efectos apalancamiento y una memoria larga; 3) la serie de rendimientos de Hong Kong suele exhibir efectos simétricos y una memoria no larga; y 4) la serie de rendimientos de Taiwán suele exhibir efectos apalancamiento y no necesariamente una memoria larga.

## Conclusiones y discusión

En este artículo se han investigado las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos cambiarios de seis países de Asia durante y tras la pande-

mia de la COVID-19. Así se han estudiado los tipos de cambio spot de China, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia y Taiwán. El estudio se ha sustentado en un análisis estadístico, y en otro de modelación econométrica. Los análisis han utilizado estadísticas descriptivas, correlaciones pairwise, siete modelos univariados de la familia ARCH/GARCH, tres criterios informacionales de selección de modelos y múltiples pruebas estadísticas. Las series de los tipos de cambio han incluido datos diarios del 02/01/2020 al 15/02/2024..

Los hallazgos del análisis estadístico sugieren que las series de rendimientos cambiarios no tuvieron dinámicas ni volatilidades comunes durante el periodo analizado. Los hallazgos principales muestran que: 1) Todas las monedas asiáticas perdieron valor durante y tras la pandemia de COVID-19; 2) Hong Kong e Indonesia tuvieron, respectivamente, las menores y mayores pérdidas cambiarias; 3) las series de Taiwán, China y Hong Kong mostraron correlaciones relativamente altas entre sí; 4) las series de rendimientos tuvieron comportamientos no lineales, volatilidades excesivas, clusters de volatilidad y volatilidades no constantes; y, 5) todas las series de rendimientos cambiarios fueron estacionarias.

Los hallazgos del análisis de modelación validan que deben considerarse modelos y supuestos distintos para describir las dinámicas y volatilidades de las series de rendimientos cambiarios de los distintos países. Las diferencias refieren a las especificaciones de la varianza condicional, a los efectos y a la persistencia de las noticias sobre la volatilidad de las series. Los hallazgos, además, muestran que los mejores modelos para describir las series de rendimientos cambiarios, son: 1) El FIEGARCH(1,1,1) para China, Indonesia y Japón, i.e., las economías grandes; 2) el FIGARCH(1,1) para Malasia; 3) el GARCH(1,1) para Hong Kong; y, 4) el PARCH (1,1,1) para Taiwán.

Los hallazgos evidencian que la pandemia tuvo impactos diferentes sobre las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio asiáticos. Particularmente, el tipo de cambio de Indonesia experimentó las mayores pérdidas durante el periodo analizado, mientras que su contraparte de Hong Kong experimentó las menores. Los efectos prevalecientes en los modelos, además, sugieren que predominaron las conductas neutrales al riesgo en Hong Kong y Malasia, mientras que predominaron las conductas aversas al riesgo en Taiwán. Además, los hallazgos sugieren que los impactos de la pandemia tuvieron duraciones diferenciadas en los países con economías pequeñas.

Los hallazgos también muestran que, a diferencia de los países con economías pequeñas, la pandemia tuvo impactos parecidos sobre las

dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio de los países con economías grandes. Particularmente, los hallazgos sugieren que los mercados cambiarios de China, Japón e Indonesia fueron aversos al riesgo y, por tanto, relativamente vulnerables frente a las noticias de los mercados. Asimismo, los hallazgos sugieren que los impactos de las noticias podrían ser persistentes en el tiempo en dichos tipos de cambio. Así, la evidencia sugiere que los tipos de cambio de las economías grandes todavía podrían seguir experimentando las secuelas de la pandemia.

Los hallazgos también sugieren que la pandemia del COVID-19 tuvo impactos sobre el comercio internacional y los mercados cambiarios de Asia. Las generalizadas pérdidas cambiarias denotan que, pese a la contracción económica, ocurrida tras la pandemia, los países asiáticos tuvieron oportunidad de incrementar sus exportaciones y de mejorar sus balanzas comerciales. Las variaciones de los coeficientes de variación, por su parte, denotan que los mercados cambiarios tuvieron niveles de resiliencia financiera muy diferenciados. Así, los mercados relativamente más volátiles fueron los de Hong Kong y China mientras que, por contraste, los mercados más estables fueron los de Japón y Malasia.

¿Qué implicaciones tienen los hallazgos para los tipos de cambio de China, Hong Kong y Taiwán? Aquí debe señalarse que los resultados del análisis sugieren que las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio del Triángulo de la Productividad China no son necesariamente comunes. Los tipos de cambio de China y Taiwán, exhiben efectos apalancamiento; Hong Kong, por contraste, exhibe efectos simétricos. Además, los impactos de las noticias en los tres países tienen diferentes duraciones. Estos hallazgos sugieren que las dinámicas, las volatilidades y, eventualmente, las políticas cambiarias de los mencionados países se están volviendo relativamente más independientes entre sí.

Finalmente, cabe señalar algunas ideas para desarrollar futuras investigaciones. En concreto, futuros estudios deberían considerar incluir series adicionales para evaluar las similitudes y diferencias entre los tres tipos clásicos de países asiáticos (desarrollados, en vías de desarrollo y pobres). Asimismo, sería conveniente modelar las dinámicas y las volatilidades conjuntas de los tipos de cambio con las tasas de interés, la inflación, los precios forward de los tipos de cambio y otras variables similares. Incrementar la muestra de países y extender los modelos al ámbito multivariado contribuirá

a mejorar nuestro entendimiento de las dinámicas y volatilidades de los tipos de cambio asiáticos.

## Apéndice

### Modelos ARCH/GARCH y especificaciones de la varianza condicional

Tabla A1. Modelos ARCH/GARCH y especificaciones de la varianza condicional utilizadas en la investigación

<b>Acrónimo del modelo</b>	<b>Nombre del modelo</b>	<b>Referencias de autoría</b>	<b>Supuestos de la especificación de la varianza condicional</b>	
CGARCH	Component GARCH	Engle y Lee (1999)	Efectos Simétricos	No necesariamente tiene memoria larga
GARCH	Generalized ARCH	Bollerslev (1986)	Efectos Simétricos	Memoria no larga
EGARCH	Exponential GARCH	Nelson (1991)	Efectos Apalancamiento	Memoria no larga
FIGARCH	Fractionally Integrated GARCH	Baillie, Bollerslev y Mikkelsen (1996)	Efectos Simétricos	Memoria larga
FIEGARCH	Fractionally Integrated EGARCH	Bollerslev y Mikkelsen (1996)	Efectos Apalancamiento	Memoria larga
PARCH	Power ARCH	Ding, et. al. (1993)	Efectos Apalancamiento	No necesariamente tiene memoria larga
TGARCH	Threshold GARCH	Zakoian (1994)	Efectos Apalancamiento	Memoria no larga

Fuente: Elaboración de los autores.

## Referencias

- Abbas, M., Nisa, Z. U., & Abbas, U. (2023). Exchange rate volatility in response to COVID-19 in SAARC countries. *SAR Journal of Medical Case Reports*, 4(4), 36-45. <https://doi.org/10.36346/sarjmc.2023.v04i04.001>
- Adiyat, M.R., & Danarsari, D.N. (2022). The COVID-19 information impact on movement and volatility of ASEAN-5 currency. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 23(1), 16-29. <https://doi.org/10.24198/jbm.v23i1.903>
- Baillie, R.T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H.O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 74(1), 3-30. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(95\)01749-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(95)01749-6)
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bollerslev, T. (2010). Glossary to ARCH (GARCH). En T. Bollerslev, J.R. Russell & M. W. Watson (Eds.), *Volatility and Time Series Econometrics: Essays in Honor of Robert F. Engle* (pp. 137-163). Oxford University Press.
- Bollerslev, T., & Mikkelsen, H.O. (1996). Modeling and pricing long memory in stock market volatility. *Journal of Econometrics*, 73(1), 151-184. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01736-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01736-4)
- Burnham, K.P., & Anderson, D.R. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach* (Segunda edición). Springer.
- Cai, Z., Chen, L., & Fang, Y. (2012). A new forecasting model for USD/CNY exchange rate. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 16(3), Artículo 4. <https://doi.org/10.1515/1558-3708.1878>
- Calvo, G.A., & Reinhart, C.M. (2002). Fear of floating. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(2), 379-408. <https://doi.org/10.1162/003355302753650274>
- Diallo, I.A. (2015). Exchange rate volatility and investment: A panel data cointegration approach. *Expert Journal of Economics*, 3(2), 127-135. [https://economics.expertjournals.com/ark:/16759/EJE\\_322015.pdf#page=41](https://economics.expertjournals.com/ark:/16759/EJE_322015.pdf#page=41)
- Ding, Z., Granger, C.W., & Engle, R.F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1(1), 83-106. [https://doi.org/10.1016/0927-5398\(93\)90006-D](https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D)
- Dominguez, K.M., & Tesar, L.L. (2006). Exchange rate exposure. *Journal of International Economics*, 68(1), 188-218. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2005.01.002>
- Eichengreen, B., & Hausmann, R. (1999). *Exchange Rates and Financial Fragility* (Documento de Trabajo, Working Paper W7418). National Bureau of Economic Research, NBER. <https://www.nber.org/papers/w7418>
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50(4), 987-1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Engle, R.F., & Lee, G.G.J. (1999). A long-run and short-run component model of stock return volatility. En R.F. Engle & H. White (Eds.), *Cointegration, Causality, and Forecasting: A Festschrift in Honor of Clive W.J. Granger* (pp. 475-497). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198296836.003.0020>
- Franco, C. & Zakoian, J.M. (2019). *GARCH Models. Structural Models, Statistical Inference and Financial Applications* (2<sup>nd</sup> ed). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119313472>

- Grupo Banco Mundial (2024). *Producto Interno Bruto (PIB) (US\$ a precios actuales)*. [https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?most\\_recent\\_year\\_desc=true](https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?most_recent_year_desc=true)
- Gujarati, D.N., Porter, D.C. & Pal, M. (2021). *Basic Econometrics* (6th ed). McGraw-Hill.
- Hung, N.T., Nguyen, L.T.M., & Vo, X.V. (2022). Exchange rate volatility connectedness during outbreak: DECO-GARCH and Transfer Entropy approaches. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 81, 101628. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2022.101628>
- Jamal, A., & Bhat, M.A. (2022). COVID-19 pandemic and the exchange rate movements: Evidence from six major COVID-19 hot spots. *Future Business Journal*, 8(1), 17. (2022). <https://doi.org/10.1186/s43093-022-00126-8>
- Jarque, C.M., & Bera, A.K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 55(2), 163-172. <https://doi.org/10.2307/1403192>
- Karim, R. (2024). *Impact of COVID-19 on Exchange Rate Volatility of Bangladesh: Evidence through GARCH Model* (Preimpreso, ArXiv:2403.02560v1 [econ.GN]). ArXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.02560>
- Kinkyo, T. (2022). The intermediating role of the Chinese renminbi in Asian currency markets: Evidence from partial wavelet coherence. *The North American Journal of Economics and Finance*, 59, Article 101598. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101598>
- Krugman, P. R. (2009). *The Return of Depression Economics and the Crisis of 2008*. WW Norton & Company.
- Kusumahadi, T. A., & Permana, F. C. (2021). Impact of COVID-19 on global stock market volatility. *Journal of Economic Integration*, 36(1), 20-45. <https://doi.org/10.11130/jei.2021.36.1.20>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
- Nelson, D.B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 59(2), 347-370. <https://doi.org/10.2307/2938260>
- Pino, G., Tas, D., & Sharma, S. C. (2016). An investigation of the effects of exchange rate volatility on exports in East Asia. *Applied Economics*, 48(26), 2397-2411. <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2015.1122730>
- Rahman, N., & Parvez, M.A.A. (2022). *Exploring the Impact of COVID-19 on Exchange Rate Volatility: Evidence from South Asia* (Documento de Trabajo, Paper 4037809). Social Science Research Network, SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4037809>
- Rai, K., & Garg, B. (2022). Dynamic correlations and volatility spillovers between stock price and exchange rate in BRIICS economies: Evidence from the COVID-19 outbreak period. *Applied Economics Letters*, 29(8), 738-745. <https://doi.org/10.1080/13504851.2021.1884835>
- Ruiz Porras, A., & Fregoso Becerra, L.E. (2016). Modelación de los rendimientos cambiarios de Asia y Latinoamérica: Un análisis basado en los modelos GARCH, TGARCH y EGARCH. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 10(2), 62-75. <https://rches.udem.cl/?p=651>
- Ruiz Porras, A., & Hernández Rodríguez, C. (2023). The East-Asian stock markets during the COVID-19 pandemic. *China Global Review*, 1(1), 77-97. <https://doi.org/10.53897/Rev-ChinaGR.2023.01.04>

- Sethi, M., Dash, S.R., Swain, R.K., & Das, S. (2021). Economic consequences of COVID-19 pandemic: An analysis of exchange rate behaviour. *Organizations and Markets in Emerging Economies*, 12(2), 258-284. <https://doi.org/10.15388/omee.2021.12.56>
- Textor, C. (2024, 5 de septiembre). *Producto interno bruto (PIB) de Taiwán 2015-2025*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/321363/taiwan-gross-domestic-product/>
- Wilson, P., & Ng, H.S.R. (2009). Managing exchange rate volatility: A comparative counterfactual analysis of Singapore, 1994–2003. *The Singapore Economic Review*, 54(04), 543-568. <https://doi.org/10.1142/S0217590809003525>
- Xu, Y., & Lien, D. (2020). Dynamic exchange rate dependences: The effect of the U.S.-China trade war. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 68, Article 101238. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2020.101238>
- Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18(5), 931-955. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0165-1889(94)90039-6)