

## Finance, Markets and Valuation

### Identificación de shocks en tipos de cambio con datos composicionales y prensa escrita

#### Identification of exchange rate shocks with compositional data and written press

Daniel Gámez Velázquez<sup>1</sup>, Germà Coenders <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía, Universidad de Girona. Girona, España. Email: [u1939793@campus.udg.edu](mailto:u1939793@campus.udg.edu)

<sup>2</sup>Departamento de Economía, Universidad de Girona. Girona, España. Email: [germa.coenders@udg.edu](mailto:germa.coenders@udg.edu)

JEL: C49; F31; F37

---

#### Resumen

La evolución de los tipos de cambio obedece a eventos que afectan de manera distinta a los distintos países, es decir, a shocks asimétricos. Al ser ratios de valores, los tipos de cambio son lo que se conoce como datos composicionales. La metodología de análisis de datos composicionales transforma los tipos de cambio de forma que asegura la validez de su análisis estadístico posterior. En este trabajo sometemos los tipos de cambio diarios del dólar estadounidense, el yen, la libra esterlina, el euro, el real de Brasil y el yuan a la transformación por log-ratios centradas. A continuación, usamos los residuos de un análisis Box-Jenkins para estimar los shocks, y representarlos en gráficos de control estadístico para una identificación rápida y visual tanto de las revaluaciones y devaluaciones significativas, como los períodos de mayor volatilidad, que a continuación relacionamos con las noticias aparecidas en la prensa escrita.

*Keywords:* Datos composicionales; Gráficos de control; Tipos de cambio; Shocks asimétricos; Prensa escrita

---

#### Abstract

The evolution of exchange rates results from events that affect different countries differently, that is, asymmetric shocks. Being value ratios, exchange rates constitute what is known as compositional data. The compositional data analysis methodology transforms exchange rates in a way that ensures the validity of their subsequent statistical analysis. In this paper we submit the daily exchange rates of the US dollar, the yen, the pound sterling, the euro, the Brazilian real, and the yuan to transformation by centred log-ratios. We then use the residuals from a Box-Jenkins analysis to estimate shocks and represent them in statistical control charts for a simple visual identification of both significant revaluations and devaluations, and periods of greatest volatility, which we then relate to news stories in the written press.

*Keywords:* Compositional data; Control charts; Exchange rates; Asymmetric shocks; Written press

DOI:  
[10.46503/LDAW9307](https://doi.org/10.46503/LDAW9307)

Corresponding author  
Germà Coenders

Recibido: 1 May 2020  
Revisado: 16 Jun 2020  
Aceptado: 25 Jun 2020

Finance, Markets and  
Valuation  
ISSN 2530-3163.

## 1 Introducción

Como es bien sabido, en el transcurso del tiempo ocurren multitud de eventos que afectan la economía. También pueden llegar a afectarla de manera distinta entre distintos países. Es lo que se conoce como shocks asimétricos. El tipo de cambio nos puede servir para detectar estos shocks (Clarida y Gali, 1994). Dado que el tipo de cambio solo es el valor de una moneda respecto la otra, obtenemos los shocks asimétricos entre parejas de países o grupos de países que comparten una moneda única.

En este artículo planteamos un método a la vez innovador y sencillo para detectar y representar gráficamente los shocks cambiarios significativos. El método consiste en tratar los tipos de cambio como datos composicionales (Maldonado, Egozcue, y Pawlowsky-Glahn, 2019), por lo cual aplicamos una transformación por log-ratios (Pawlowsky-Glahn, Egozcue, y Tolosana-Delgado, 2015). De este modo, por un lado, tenemos todas las monedas relacionadas entre sí, de manera que si una se revalúa es que gana valor respecto todas las monedas estudiadas y no solo respecto la otra moneda con la cual se calcula tipo de cambio. Por otro lado, se resuelven los problemas estadísticos en el tratamiento de tipos de cambio, en tanto que ratios del valor de una moneda sobre otra (Linares-Mustarós, Coenders, y Vives-Mestres, 2018).

Una vez calculadas las log-ratios, se ajusta un modelo Box-Jenkins y para finalizar se representa un gráfico de control estadístico diario de los residuos del modelo Box-Jenkins y un gráfico de control de desviación típica de los residuos agrupados semanalmente. De este modo se obtienen unas sencillas herramientas gráficas para la detección visual de los shocks asimétricos significativos. En los días en los que hay un shock asimétrico, buscamos las noticias en medios de prensa escrita seleccionados del día de antes, del día actual y del posterior para tratar de identificar algún evento o eventos que podrían haber originado el shock.

El estudio que presentamos en este artículo consiste en 180 días consecutivos de los tipos de cambio de la libra esterlina, el dólar norteamericano, el yuan de China, el yen de Japón, el real de Brasil y el Euro, entre el 30 de agosto de 2019 y el 25 de febrero de 2020.

El artículo está organizado como sigue. En primer lugar, resumimos el marco conceptual que pone en relación los shocks económicos asimétricos de diversa naturaleza con los tipos de cambio. En segundo lugar, presentamos detalladamente la metodología empleada. En tercer lugar, presentamos los gráficos de control y las noticias de prensa como resultados principales, para finalizar con un apartado de conclusiones.

## 2 Marco conceptual

Un shock es un evento que afecta la economía, ya sea positiva o negativamente. Los shocks pueden ser tanto simétricos como asimétricos. Un shock que afectara a todos los países por igual sería simétrico, mientras que un shock que afecta los países de manera distinta es asimétrico.

Como cada país tiene una especialización económica distinta, cada país reacciona de manera distinta a un shock común. Por añadidura, los shocks suelen tener mayores efectos en determinados sectores, afectando, por ejemplo, su oferta, sus precios, su demanda o sus costes, por lo que es de sobra conocido que países especializados en esos sectores responden de manera distinta a los shocks que tienen en común con otros países (Kraay y Ventura, 2007). Por ejemplo, Kalemli-Ozcan, Sørensen, y Yosha (2001) investigan la asimetría según las fluctuaciones del PIB y concluyen que cuanto mayor es la especialización, más asimétricas son las fluctuaciones.

Cuando el tipo de cambio es flotante, en función de la oferta y demanda de la moneda, el hecho que los shocks asimétricos afectan el tipo de cambio (Clarida y Gali, 1994) y vice-versa

(Farrant y Peersman, 2006; Sekkat y Mansour, 2005) es de sobra conocido, pero sigue estando en la agenda de investigación (Adu, Litsios, y Baimbridge, 2019). Por una parte, los tipos de cambio se relacionan con las importaciones, las exportaciones y los aranceles, lo que incluye asimetrías en la oferta, la demanda y la estructura del mercado (Feinberg, 1986; Sekkat y Mansour, 2005) y sus shocks correspondientes. Por otra parte, los tipos de cambio responden también a las políticas monetarias y a sus correspondientes shocks (Clarida y Gali, 1994; Farrant y Peersman, 2006; Peersman, 2010). Finalmente, no hay que olvidar el impacto de los desastres naturales y fenómenos relacionados (Farhi y Gabaix, 2015). Como ejemplos de todo lo anterior, un aumento de la demanda de un bien tiende a revaluar las monedas de los países especializados en él, un aumento del tipo de interés tiende a revaluar la moneda afectada, un aumento de costes de producción en un país tiende a devaluar la moneda afectada, eliminar un arancel tiende a revaluar la moneda del país exportador y un desastre natural tiende a devaluar las monedas de los países más afectados.

### 3 Metodología

#### 3.1 Datos

Los datos se han obtenido de *Exchange Rates UK* ([exchangerates.org.uk](http://exchangerates.org.uk)) el 26 de febrero del 2020. Los datos constan del tipo de cambio nominal de los últimos 180 días de la Libra esterlina del Reino Unido (GBP), el dólar norteamericano (USD), el yen japonés (JPY), el yuan chino (CNY), y el real brasileño (BRL) respecto el Euro (EUR).

Los criterios de selección de la fuente para estos datos han sido los siguientes:

1. Que los datos fueran consecutivos en el tiempo, es decir, que no hubiera ni un día en el que no hubiera datos.
2. Que hubiera una cantidad significativa de datos, como mínimo de 120 días.
3. Que la misma fuente tuviera los tipos de cambio de todas las divisas que se querían estudiar, mencionadas anteriormente.

Nuestra serie temporal de datos va del 30 de agosto de 2019 hasta el 25 de febrero de 2020.

#### 3.2 Análisis estadístico

El análisis de datos composicionales nació con el objetivo de tratar estadísticamente los datos de composiciones químicas, que típicamente se expresan en porcentajes, proporciones, o partes por millón, lo que les confiere una suma constante (Aitchison, 1986). La idea principal subyacente es que, una vez establecida una suma constante, los valores absolutos dejan de tener interés, que recae únicamente en la importancia relativa de los componentes. Más recientemente, el uso del método se ha extendido mucho más allá de la química, incluso a las ciencias sociales (Coenders y Ferrer-Rosell, 2020), y mucho más allá del problema de suma constante. En efecto, modernamente se definen los datos composicionales como cualesquiera “vectores de números estrictamente positivos para los cuales sus ratios son consideradas relevantes” (Egozcue y Pawlowsky-Glahn, 2019). Esta consideración convierte los precios y los valores de las monedas en un campo natural de estudio por medio de datos composicionales, puesto que los precios relativos y los tipos de cambio son siempre ratios. Por otro lado, el uso de las ratios directamente en análisis estadísticos está plagado de problemas, como la no linealidad, no normalidad, asimetría y valores atípicos o incluso la dependencia de los resultados ante la decisión arbitraria de qué moneda colocamos en el numerador y cuál en el denominador (Carreras-Simó y Coenders, 2020; Creixans-Tenas, Coenders, y Arimany-Serrat, 2019; Linares-Mustarós y cols., 2018), que la metodología composicional resuelve. Ortells, Egozcue, Ortego, y Garola (2016)

fueron los primeros en aplicar la metodología composicional a los datos de precios relativos en mercados financieros y de materias primas. [Maldonado y cols. \(2019\)](#) presentaron la primera aplicación a los tipos de cambio. Otras aplicaciones notables a mercados financieros son las de [Belles-Sampera, Guillen, y Santolino \(2016\)](#), [Kokoszka, Miao, Petersen, y Shang \(2019\)](#) y [Wang, Lu, y Zhao \(2019\)](#).

Una composición se define como un vector estrictamente positivo siempre que el interés del investigador radique en la importancia relativa de sus componentes, en este caso los valores de  $D$  monedas expresados en cualquier unidad común ([Aitchison, 1986](#)):

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_D) \in \mathbb{R}_+^D, \text{ con } x_j > 0 \text{ para todo } j \in 1, 2, \dots, D \quad (1)$$

Aunque lo habitual sea normalizar la composición a suma unitaria; en el caso de los tipos de cambio, una de las monedas suele servir de referencia y tiene un tipo de cambio unitario respecto a sí misma. Dada la reducidísima presencia del arbitraje ([Maldonado y cols., 2019](#)), el vector  $\mathbf{z}$  contiene toda la información relevante de los tipos de cambio de cualquier moneda con cualquier otra en un momento dado:

$$\mathbf{z} = (z_1, z_2, \dots, z_D) = \left( \frac{x_1}{x_D}, \frac{x_2}{x_D}, \dots, 1 \right) \in \mathbb{R}_+^D, \\ \text{con } \frac{x_j}{x_D} > 0 \text{ tipo de cambio entre las monedas } j \text{ y } D \quad (2)$$

El tipo de cambio en  $\mathbf{z}$  se expresa en unidades de la moneda  $D$  por una unidad de la moneda  $j$ , de manera que aumentos en  $\frac{x_j}{x_D}$  implican revaluaciones de la moneda  $j$  con respecto a la moneda  $D$ . A fin de darles un tratamiento simétrico y permitir el uso de distribuciones como la normal que toman valores en toda la recta real, las composiciones se transforman por medio de logaritmos de ratios siguiendo distintas estrategias ([Greenacre, 2018](#); [Van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2013](#)). En el caso concreto de los tipos de cambio, las llamadas log-ratios centradas (*clr*) son directamente interpretables como el valor de una moneda relativo a todas las monedas consideradas, más concretamente a su media geométrica:

$$clr(\mathbf{z}) = \left( \ln \left( \frac{z_1}{\sqrt[D]{z_1 z_2 \dots z_D}} \right), \ln \left( \frac{z_2}{\sqrt[D]{z_1 z_2 \dots z_D}} \right), \dots, \ln \left( \frac{z_D}{\sqrt[D]{z_1 z_2 \dots z_D}} \right) \right) \quad (3)$$

Una vez transformados, los datos composicionales permiten la aplicación de métodos estadísticos estándar ([Greenacre, 2018](#); [Pawlowsky-Glahn y cols., 2015](#); [Van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2013](#)), con lo cual la estrategia de transformación facilita enormemente el análisis estadístico aplicado, a la vez que resuelve los problemas de asimetría, no normalidad, valores atípicos y no linealidad de las ratios brutas ([Carreras-Simó y Coenders, 2020](#); [Creixans-Tenas y cols., 2019](#); [Linares-Mustarós y cols., 2018](#)). Por otro lado, los valores de la moneda de referencia dejan de ser constantes e iguales a la unidad y pueden incluirse en el análisis.

Los análisis estadísticos estándar posibles incluyen, entre otros muchos, los modelos de series temporales ([Kynčlová, Filzmoser, y Hron, 2015](#)) y los gráficos de control estadístico de procesos ([Vives-Mestres, Daunis-i-Estadella, y Martín-Fernández, 2013](#)), aunque nuestra aproximación es algo diferente a la de los mencionados autores. Más concretamente, procedemos según las siguientes cuatro etapas:

1. Transformamos los tipos de cambio como series temporales de log-ratios centradas.

Moneda	Valor $p$	Se rechaza la hipótesis nula
EUR	0,4447	No
GBP	0,3387	No
USD	0,9645	No
CNY	0,9896	No
JPY	0,5381	No
BRL	0,1047	No

**Tabla 1.** Valor  $p$  del contraste Box-Ljung de todos los tipos de cambio estudiados

Fuente: Elaboración propia

2. Dado que los gráficos de control estadístico de procesos suponen la independencia de las observaciones (Alwan y Roberts, 1988), blanqueamos cada serie de log-ratios centradas por medio de calcular sus residuos en un modelo univariante de series temporales ARIMA, según la metodología Box-Jenkins y utilizando la librería forecast del programa R (Hyndman y Khandakar, 2008). Con ello obtenemos los shocks en el tipo de cambio (Pankratz, 1983).
3. Sometemos dichos residuos a gráficos de control de datos individuales y de desviaciones típicas, usando métodos estándar (Grant y Leavenworth, 1988) recogidos en la librería qcc del programa R (Scrucca, 2004).
4. Identificamos noticias relevantes en la prensa escrita internacional para las fechas fuera de los límites de control.

En detalle, las etapas descritas se realizaron como sigue. Para obtener los residuos, primero mediante correlogramas simples y parciales observamos que el comportamiento de todas nuestras series temporales de log-ratios centradas sigue un proceso de paseo aleatorio con deriva, así que estimamos un modelo ARIMA (0,1,0) con término constante. Para saber si este modelo es el indicado, realizamos el contraste Box-Ljung (Ljung y Box, 1978) donde la hipótesis nula es la siguiente, referida a las primeras 21 autocorrelaciones (tres semanas) de los residuos:

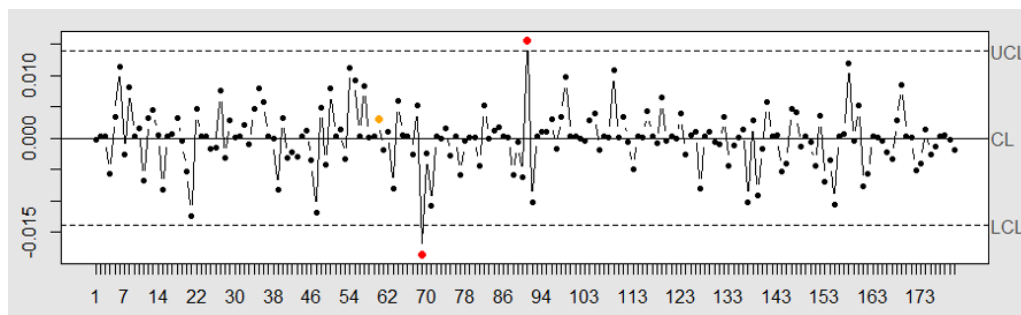
$$H_0 : p_k = 0 \text{ para todo } k = 1, 2, \dots, 21 \quad (4)$$

Al contrastar muchas hipótesis aumentan las probabilidades de rechazar incorrectamente una de las hipótesis nulas. Por eso usamos la corrección de Bonferroni (Bonferroni, 1936), la cual consiste en obtener un nuevo riesgo de primera especie  $\alpha$  dividiendo el riesgo deseado (en nuestro caso 0,05) entre el número de hipótesis que estamos contrastando, que son seis. De manera que la hipótesis nula se va a rechazar siempre que:

$$p < \frac{\alpha}{m} \quad (5)$$

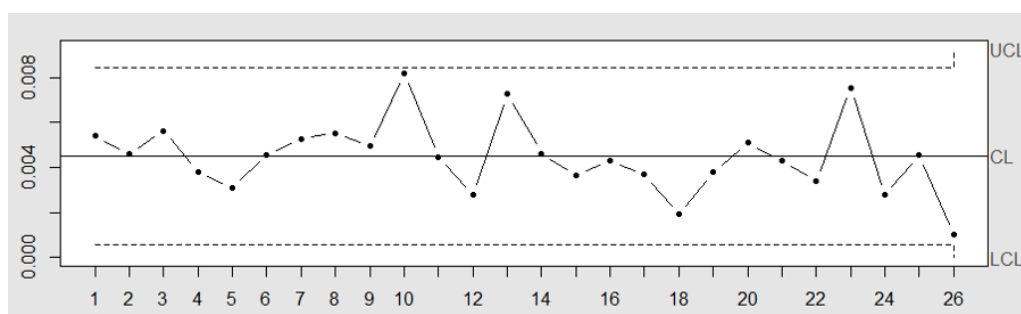
donde  $p$  es el valor  $p$ ,  $\alpha$  es el nivel global de riesgo deseado y  $m$  el número de hipótesis nulas contrastadas. En nuestro caso, al asumir un riesgo global de 0,05 y al tener seis tipos de cambio cuyos modelos estamos contrastando, para rechazar la hipótesis nula el valor  $p$  debe ser menor a 0,00833.

Como podemos observar en la Tabla 1, todos los valores  $p$  son superiores a 0,00833. De esta manera no hay evidencia contra la hipótesis que todos los residuos son independientes y podemos realizar con ellos gráficos de control estadístico de procesos. En particular, represen-



**Figura 1.** Gráfico de control sobre los residuos diarios del real de Brasil

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.** Gráfico de control de desviación sobre los residuos semanales del real de Brasil

Fuente: Elaboración propia

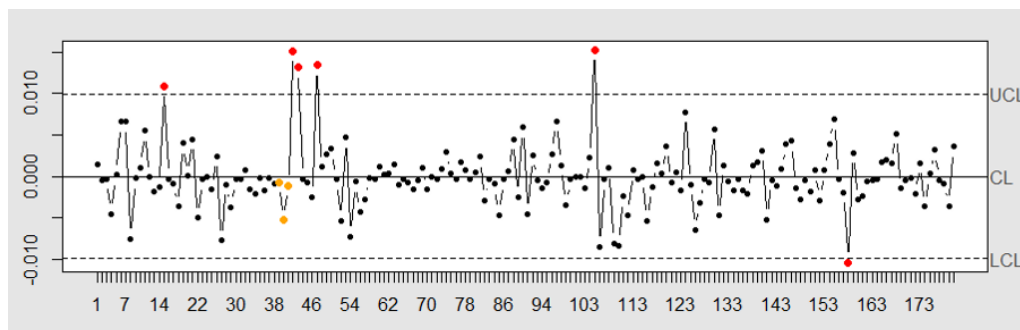
tamos un gráfico de control de las desviaciones típicas de los residuos agrupando los residuos semanalmente. Las 180 observaciones arrojan 25 semanas completas y una última de 5 días, que por este hecho tendrá unos límites de control distintos al resto. De esta manera obtenemos las semanas en las que hay mucha volatilidad, es decir, subidas y bajadas repetidas y substanciales del valor de la moneda, si superan el límite superior de control. También representamos un gráfico de control diario de los residuos, y así obtenemos los días en los que tiene lugar una subida brusca del valor de la moneda si supera el límite superior de control y una bajada de valor brusca si supera el límite inferior. Los gráficos se realizaron según la opción “3 sigmas” (Grant y Leavenworth, 1988), de manera que los límites de control tienen un riesgo  $\alpha$  asociado de 0,0027.

Una vez identificados los puntos fuera de control, buscamos las noticias más destacadas en los titulares de la misma fecha, la anterior y la posterior de las publicaciones Miami Herald, The Guardian, Sky news, The Week, The New York Times, Express, CNN, U.S. News, The Telegraph, BCCJ, CNBC, e International Press. El detalle se encuentra en el Anexo 1.

## 4 Resultados

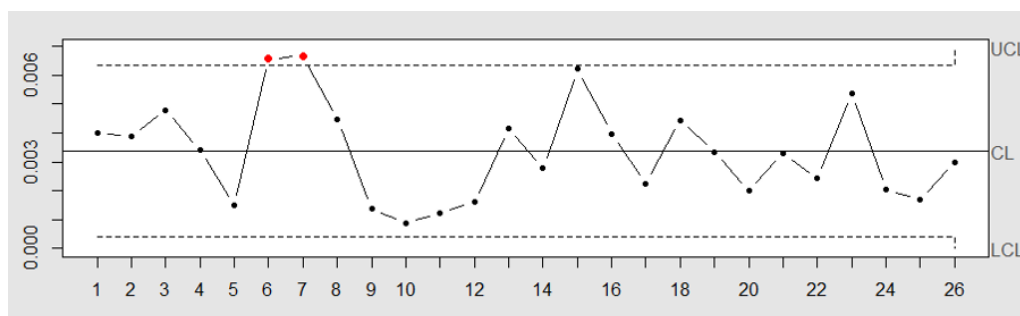
Presentamos a continuación los doce gráficos de control diarios y semanales para las seis monedas consideradas, cuyos ejes horizontales representan los 180 días o las 26 semanas entre el 30 de agosto de 2019 y el 25 de febrero de 2020.

En la Figura 1, correspondiente al Real de Brasil, observamos que los puntos que sobrepasan los límites son el 69, que está por debajo de la línea de control inferior y el 91, que está por



**Figura 3.** Gráfico de control de valores individuales sobre los residuos diarios de la libra esterlina

Fuente: Elaboración propia



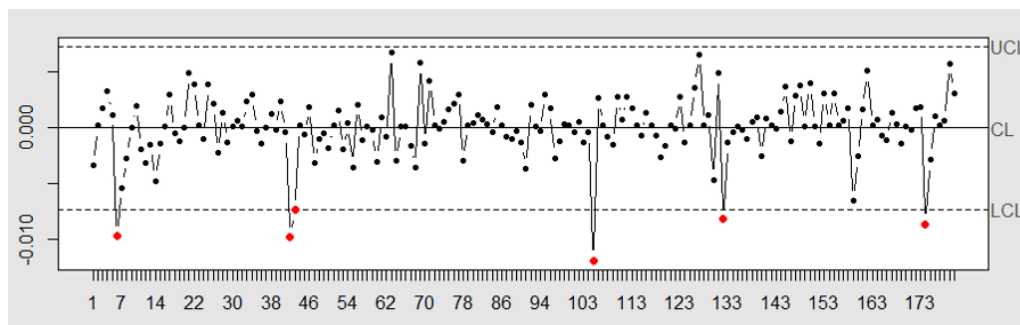
**Figura 4.** Gráfico de control de desviación sobre los residuos semanales de la libra esterlina

Fuente: Elaboración propia

encima de la superior. El 69 pertenece al día 6 de noviembre, día en el cual Brasil recolectó 17 mil millones de dólares en una subasta de reservas de petróleo (aunque el gobierno esperaba recolectar más). El 91 pertenece al día 28 de noviembre de 2019; este día abogados de Brasil y exministros pidieron a la Corte Penal Internacional que abriera una investigación contra el presidente del país en aquel momento, Jair Bolsonaro.

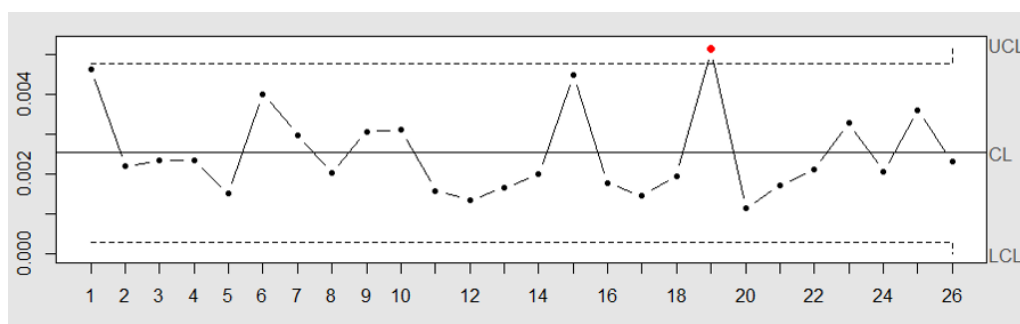
Del gráfico de la desviación típica (Figura 2) observamos que ningún punto sobresale de los límites de control y, por lo tanto, su volatilidad en todo el tiempo que la hemos estudiado se mantiene estable.

En la Figura 3, correspondiente a la libra esterlina, observamos que los puntos 15, 42, 43, 47 y 105 están por encima del límite de control superior mientras que el 158 está por debajo del inferior. El 15 pertenece al 13 de septiembre, día en el que el entonces primer ministro del Reino Unido, Boris Johnson anunció que se negaba a retrasar más allá del 31 de octubre la salida del país de la Unión Europea (el entonces llamado Brexit). Los datos 42, 43 y 47 pertenecen al 10, 11 y 15 de octubre. En esos días hay noticias en las que parece que el Brexit va a poder tener lugar el 31 de octubre sin ningún problema y con un acuerdo favorable en las negociaciones. El residuo 105 es del 12 de diciembre, fecha en la cual se realizaban elecciones al parlamento británico y todo apuntaba a que el resultado sería propicio a los partidos a favor del Brexit. El dato 158 pertenece al día 3 de febrero; entonces el Brexit ya había tenido lugar, pero aún se estaba negociando y Boris Johnson pidió la ausencia de aranceles entre el Reino Unido y la Unión Europea, pero manteniendo que no estaba dispuesto a aceptar las normativas de la



**Figura 5.** Gráfico de control sobre los residuos diarios del yen de Japón

Fuente: Elaboración propia



**Figura 6.** Gráfico de control de desviación sobre los residuos semanales del yen de Japón

Fuente: Elaboración propia

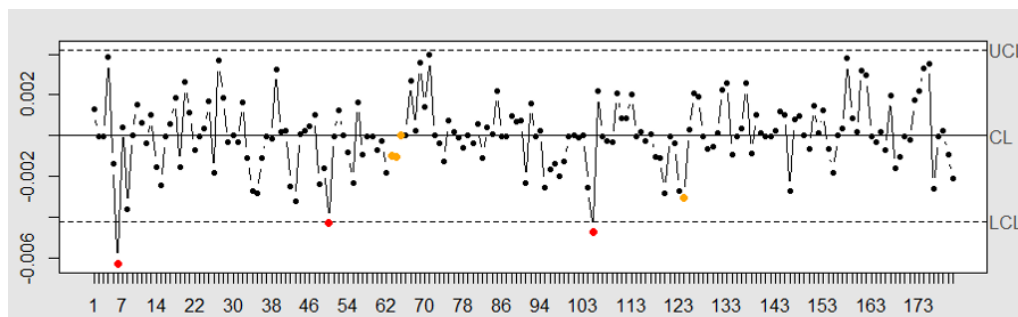
Unión Europea.

En la Figura 4 vemos como solo hay dos puntos en los que la volatilidad sobrepasa el límite superior; esos dos puntos son la sexta semana (del 4 al 10 de octubre) y la séptima (del 11 al 17 de octubre). Podemos ver como estas dos semanas coinciden con los días en los que hubo tantas noticias debido al Brexit y a las negociaciones para ampliar su plazo.

En la Figura 5, correspondiente al yen, los datos en los que sobrepasan los límites inferiores son los 6, 42, 43, 105, 132 y 174. El dato 6 corresponde al 4 de septiembre, día en el cual Corea del sur hace un boicot a los productos japoneses, afectando considerablemente las marcas de cerveza y los automóviles. Los datos 42 y 43 corresponden al 10 y 11 de octubre; en esas fechas se estaba acercando el Tifón Hagibis, el cual causó que se cancelaran muchos vuelos y partidos del mundial de rugby. El dato 105 pertenece al 12 de diciembre de 2019. Ese día Japón restringió la inversión extranjera directa, haciendo más difícil invertir en Japón desde fuera. El dato 132 es del 8 de enero, cuando Carlos Ghosn, el expresidente de Nissan-Renault, acusa la justicia de Japón de infringir la ley al interrogarlo. El dato 174 es del 19 de febrero, día en el que las empresas japonesas empezaron a pedir a los empleados que trabajaran desde casa a causa de la entonces todavía incipiente pandemia del coronavirus COVID-19.

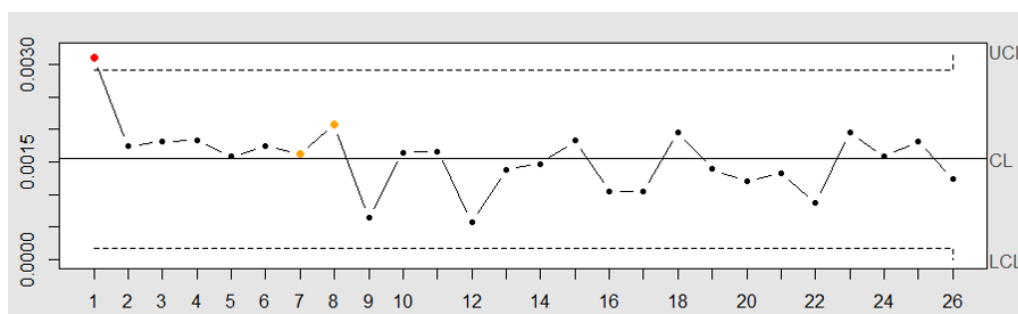
En la Figura 6 solamente la semana 19 sobrepasa el límite superior. Esa semana va del 3 al 9 de enero, y observamos que vuelve a coincidir con un valor que se sobrepasa del límite en el gráfico de control de residuos diarios (Figura 5). Esa semana hubo muchas declaraciones por parte del expresidente de Nissan-Renault en contra de la justicia japonesa y del gobierno de





**Figura 7.** Gráfico de control sobre los residuos diarios del dólar norteamericano

Fuente: Elaboración propia



**Figura 8.** Gráfico de control de desviación sobre los residuos semanales del dólar norteamericano

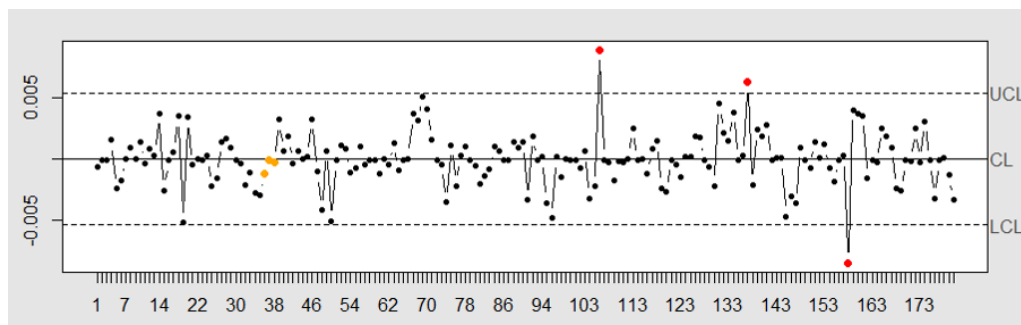
Fuente: Elaboración propia

Japón respondiendo a las mismas.

De la Figura 7 que representa el dólar norteamericano, los datos que sobrepasan el límite inferior son los 6, 50 y 105. El dato 6 corresponde al 4 de septiembre. Ese día se acercaba a Estados Unidos el huracán llamado Dorian, que sobre todo afectó mucho a las Bahamas, pero después se desplazó hacia el norte afectando la costa este de Estados Unidos. Aunque no causó muchos estragos fue necesario evacuar población en muchos estados de la costa este. El dato 50 es del día 18 de octubre, que fue cuando el jefe de gabinete de la Casa Blanca, Mick Mulvaney confesó que el entonces presidente Donald Trump había bloqueado casi 400 millones en ayuda militar a Ucrania para que se investigara a políticos demócratas. También confesó que ese “quid pro quo” era habitual en política exterior, aunque después salió a desmentirlo. El residuo 105 corresponde al día 12 de diciembre: Estados Unidos firma un acuerdo comercial llamado fase uno que ha de permitir que los nuevos aranceles que Donald Trump instaurará no afecten a China. También en este acuerdo, China prometía comprar más productos agrícolas estadounidenses.

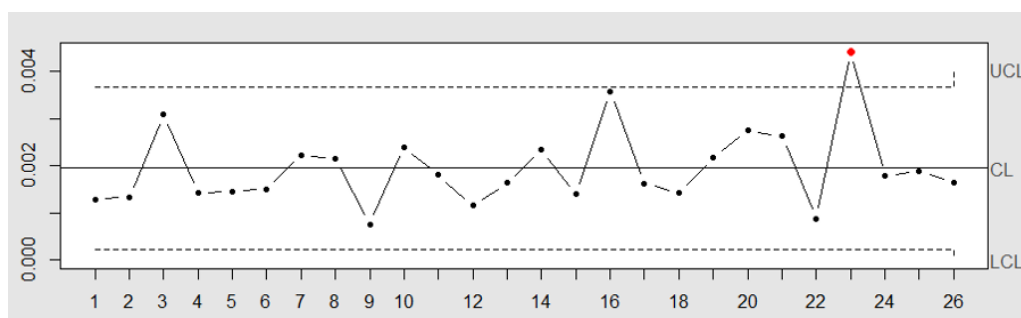
En la Figura 8 observamos como solo hay una semana en la cual se sobrepasa el límite superior y esa es la primera (del 30 de agosto al 5 de septiembre), que coincide con el huracán Dorian que iba acercándose a la costa este de Estados Unidos y al final acabó causando muchos más daños en las Bahamas.

En la Figura 9 vemos como en el yuan de China los datos que sobrepasan el límite superior son el 106 y el 137. El límite inferior lo sobrepasa sólo el 158. El dato 106 es del 13 de diciembre, fecha en la cual China alcanzó un acuerdo con Estados Unidos para que China no tuviera



**Figura 9.** Gráfico de control sobre los residuos diarios del yuan de China

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Gráfico de control de desviación sobre los residuos semanales del yuan de China

Fuente: Elaboración propia

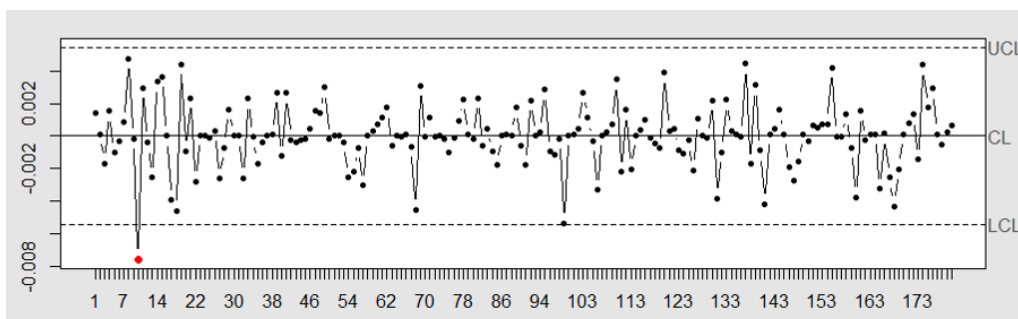
aranceles con sus exportaciones a Estados Unidos; también se pactó que China compraría maquinaria agrícola norteamericana. El período 137 corresponde al día 13 de enero; ese día se firmó oficialmente el pacto que habían alcanzado previamente Estados Unidos y China. El 158 pertenece al 3 de febrero, día en que se abrieron de nuevo los mercados financieros chinos, que llevaban cerrados desde el 23 de enero, y bajaron entre un 8,7 y un 9 por ciento.

En la Figura 10 vemos que la semana 23, del 1 al 7 de febrero, es la que sobrepasa el límite superior. En esa semana se encuentra el día 3 de febrero que se sale del límite inferior en la Figura 9. Esa misma semana construyeron el hospital en Wuhan en 10 días, y se extendió la cuarentena, aparte de otras noticias relacionadas con la pandemia causada por el coronavirus.

En la Figura 11 observamos como el Euro solo sobrepasa el límite inferior el día 10, que corresponde al 8 de septiembre, día en que Francia amenaza con formular un veto a alargar el plazo para el Brexit, argumentando que no quedan motivos para seguir posponiéndolo.

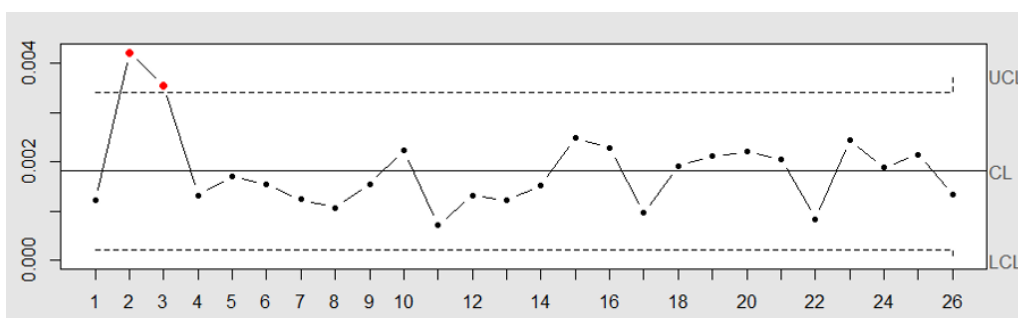
En la Figura 12 las semanas 2 (6 al 12 de septiembre) y 3 (13 al 19 de septiembre) sobrepasan los límites superiores, indicando que la volatilidad en esas semanas fue elevada. Vuelve a coincidir con un valor que superaba los límites de control diarios, el 10 de la Figura 11. Durante esas dos semanas tenían lugar conversaciones continuas entre la Unión Europea y el Reino Unido respecto la fecha límite del Brexit y sus condiciones.

En la Tabla 2 que resume los gráficos de control, vemos por cada moneda en qué días ocurre un shock cambiario; con “+” marcamos una revaluación de la moneda con respecto al conjunto de las cinco monedas restantes y con “-“ una devaluación.



**Figura 11.** Gráfico de control sobre los residuos diarios del Euro

Fuente: Elaboración propia



**Figura 12.** Gráfico de control de desviación sobre los residuos semanales del Euro

Fuente: Elaboración propia

Fecha	GBP	EUR	USD	CNY	JPY	BRL
04/09/19			-		-	
08/09/19		-				
13/09/19	+					
10/10/19	+				-	
11/10/19	+				-	
15/10/19	+					
18/10/19			-			
6/11/19						-
28/11/19						+
12/12/19	+		-		-	
13/12/19				+		
8/1/20					-	
13/1/20				+		
3/2/20	-			-		
19/2/20					-	

**Tabla 2.** Resumen de los gráficos de control diarios para las seis monedas

Fuente: Elaboración propia

## 5 Conclusiones

El período de datos escogido para el análisis incluye acontecimientos de impacto económico muy destacado, como son el Brexit, el inicio de la pandemia del coronavirus, desastres naturales, y una guerra comercial entre Estados Unidos y China, entre otros. Constituye, por lo tanto, un caso de estudio notable para la identificación de shocks cambiarios entre algunas de las principales economías mundiales. En efecto, en total, de los gráficos de control diarios, han aparecido 21 puntos que sobrepasaban los límites de control y esto sucedía en 15 días distintos. Por lo tanto, había días en los que coincidían shocks que afectaban asimétricamente a más de un país.

También hemos observado que cuando los gráficos de desviación revelaban una volatilidad alta coincidía con uno o más shocks en los gráficos de control sobre los residuos diarios.

Se puede observar con la Figura 11 que el euro es muy estable. Dado que la región del Euro consiste en diversos países con distintas especializaciones, los shocks afectan de manera distinta a esos países que usan esa misma moneda y tienden a compensarse.

Viendo los resultados que hemos obtenido y comparándolos con las noticias encontradas, podemos decir que el que proponemos es un buen método para identificar visualmente los shocks asimétricos y hacerlo de manera sencilla. Cuando ocurre un shock podemos ver qué moneda es la que se devalúa o revalúa respecto al conjunto de las otras monedas estudiadas. Por ejemplo, si nos fijamos en la Figura 3 y buscamos las noticias de los días que sobrepasaban los límites de control, podemos observar la historia del Reino Unido con el Brexit. Se da la circunstancia que siempre que salían noticias según las cuales era posible materializar el Brexit pronto la libra se revaluaba, pero una vez se realizó el Brexit y empezaron las negociaciones post-Brexit con la Unión Europea las noticias relacionadas resultaron en devaluaciones.

Hay que tener en cuenta que con la diferencia horaria en el cierre de los mercados monetarios, el mismo shock puede observarse en dos días distintos, como podemos observar con el dólar y el yuan los días 12 y 13 de diciembre en los Gráficos 7 y 9. Por este motivo la búsqueda de noticias incluyó los días anterior y posterior a los datos fuera de los límites de control. Aun así, hay que tener en cuenta que el método propuesto no puede ni pretende establecer relaciones causa efecto entre las noticias y los tipos de cambio. Las noticias que hemos identificado deben ser consideradas simples candidatas para la explicación de la salida de control de los residuos del tipo de cambio. Dicho esto, son noticias que encajan en el tipo de acontecimientos a los que la literatura económica citada atribuye un impacto sobre los tipos de cambio.

Animamos a los investigadores interesados en un modo sencillo de visualizar los shocks cambiarios a usar nuestro método. Por otro lado, y más allá de nuestra aproximación gráfica y descriptiva, los datos transformados por logaritmos de ratios según el análisis de datos composicionales pueden someterse a análisis más complejos entre los habituales en el estudio de los tipos de cambio (Peersman, 2010), como por ejemplo modelos de vectores autoregresivos (Kynčlová y cols., 2015) o modelos mixtos (Palarea-Albaladejo, Rooke, Nevison, y Dewhurst, 2017).

## Agradecimientos

El presente trabajo ha gozado del soporte de las becas de FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades “RTI2018-095518-B-C21 METHODS for COMpositional analysis of DATA (CODAMET)”, de la Generalitat de Catalunya “2017SGR656 Análisis de DATos COMposicionales y eSpaciales (COSDA)” y del Centro de Investigación Biomédica en Red en Epidemiología y Salud Pública “CIBER CB06/02/1002”.

## Anexo 1

Alex Harris, Joey Flechas, Sarah Blaskey y David Ovalle (3 de septiembre de 2019). Stationary Hurricane Dorian hangs over Bahamas as a Cat 3, but could be on move soon. Miami Herald. Recuperado de <http://miamiherald.com>

Justin McCurry (4 de septiembre de 2019). South Korean boycott of Japanese goods hits beer and carmakers. The Guardian. Recuperado de <http://theguardian.com>

Rob Merrick (8 de septiembre de 2019). France will veto another Brexit delay unless UK ends political chaos. Independent. Recuperado de <http://independent.co.uk>

Tamara Cohen (12 de septiembre de 2019). Court asked to write Brexit Extension letter – if PM won't. Sky news. Recuperado de <http://news.sky.com>

The Week (9 de octubre de 2019). The blame game: Boris Johnson's Brexit strategy. The Week. Recuperado de <http://theweek.co.uk>

Motoko Rich (10 de octubre de 2019). Japan braces for typhoon Hagibis, with millions in its path. The New York Times. Recuperado de <http://nytimes.com>

Frances Perraudin, Mattha Busby y Matthew Weaver (11 de octubre de 2019) Brexit: Johnson refuses to rule out NI staying in customs union – as it happened. The Guardian. Recuperado de <http://theguardian.com>

Gavin Blair (12 de octubre de 2019). Typhoon Hagibis: millions across Japan told to evacuate homes. The Guardian. Recuperado de <http://theguardian.com>

Carly Read (14 de octubre de 2019). Brexit LIVE: Boris Johnson will reject short delay offer from EU- 'we leave October 31'. Express. Recuperado de <http://express.co.uk>

Jeremy Diamond, Kevin Liptak and Katelyn Polantz (18 de octubre de 2019). Mulvaney brashly admits quid pro quo over Ukraine aid as key details emerge – and then denies doing so. CNN. Recuperado de <http://edition.cnn.com>

Diane Jeantet (6 de noviembre de 2019). Brazil's Oil Tender Yields \$17 Billion, Falls Short of Hopes. U.S.News. Recuperado de <http://usnews.com>

Diane Jeantet (29 de noviembre de 2019). Correction: Brazil-International Court Story. U.S.News. Recuperado de <http://usnews.com>

Tony Diver y Amy Jones (11 de diciembre de 2019). General Election 2019: Boris Johnson 'fighting for every vote' as parties complete final campaign frenzy. The Telegraph. Recuperado de <http://telegraph.co.uk>

BCCJ (11 de diciembre de 2019). Reform of Foreign Direct Investment Regulations in Japan: Expansion of Pre-Transaction Approval Regime. BCCJ. Recuperado de <http://bccjapan.com>

Lily Kuo y Dominic Rushe (13 de diciembre de 2019). China confirms 'phase one' trade deal with US. The Guardian. Recuperado de <http://theguardian.com>

Graeme Wearden (8 de enero de 2020). Carlos Ghosn insists he is innocent over fraud charge 'plot'- business live. The Guardian. Recuperado de <http://theguardian.com>

Thomas Franck (13 de enero de 2020). Here's what's in the phase one China trade deal Trump is signing this week. CNBC. Recuperado de <http://cnbc.com>

Austin Ramzy y otros (3 de febrero de 2020). Stocks sink as Markets Open in China. The New York Times. Recuperado de <http://nytimes.com>

Silvia Amaro (3 de febrero de 2020). Brexit battle starts for real as UK and EU lay out their wishes on trade. CNBC. Recuperado de <http://cnbc.com>

International Press (19 de febrero de 2020). Compañías japonesas piden a sus empleados que trabajen desde casa. International Press. Recuperado de <http://internationalpress.jp>

## Referencias

- Adu, R., Litsios, I., y Baimbridge, M. (2019). Real exchange rate and asymmetric shocks in the west african monetary zone (WAMZ). *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 59, 232–249. doi: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2018.12.005>
- Aitchison, J. (1986). *The statistical analysis of compositional data. monographs on statistics and applied probability*. Chapman and Hall.
- Alwan, L. C., y Roberts, H. V. (1988). Time-series modeling for statistical process control. *Journal of Business & Economic Statistics*, 6(1), 87–95. doi: <https://doi.org/10.2307/1391421>
- Belles-Sampera, J., Guillen, M., y Santolino, M. (2016). Compositional methods applied to capital allocation problems. *The Journal of Risk*. doi: <https://doi.org/jor.2016.345>
- Bonferroni, C. (1936). Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità. *Pubblicazioni del R Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze*, 8, 3–62.
- Carreras-Simó, M., y Coenders, G. (2020). Principal component analysis of financial statements. a compositional approach. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 29, 18–37.
- Clarida, R., y Gali, J. (1994). Sources of real exchange-rate fluctuations: How important are nominal shocks? *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 41, 1–56. doi: [https://doi.org/10.1016/0167-2231\(94\)00012-3](https://doi.org/10.1016/0167-2231(94)00012-3)
- Coenders, G., y Ferrer-Rosell, B. (2020). Compositional data analysis in tourism: Review and future directions. *Tourism Analysis*, 25(1), 153–168. doi: <https://doi.org/10.3727/108354220x15758301241594>
- Creixans-Tenas, J., Coenders, G., y Arimany-Serrat, N. (2019). Corporate social responsibility and financial profile of spanish private hospitals. *Heliyon*, 5(10), e02623. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02623>
- Egozcue, J. J., y Pawlowsky-Glahn, V. (2019). Compositional data: the sample space and its structure. *TEST*, 28(3), 599–638. doi: <https://doi.org/10.1007/s11749-019-00670-6>
- Farhi, E., y Gabaix, X. (2015). Rare disasters and exchange rates. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(1), 1–52. doi: <https://doi.org/10.1093/qje/qjv040>
- Farrant, K., y Peersman, G. (2006). Is the exchange rate a shock absorber or a source of shocks? new empirical evidence. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 38(4), 939–961. doi: <https://doi.org/10.1353/mcb.2006.0056>
- Feinberg, R. M. (1986). The interaction of foreign exchange and market power effects on german domestic prices. *The Journal of Industrial Economics*, 35(1), 61–70. doi: <https://doi.org/10.2307/2098606>
- Grant, E. L., y Leavenworth, R. S. (1988). *Statistical quality control*. McGraw-Hill.
- Greenacre, M. (2018). *Compositional data analysis in practice*. Chapman and Hall/CRC press.
- Hyndman, R., y Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 26(3), 1–22. doi: <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i03>
- Kalemli-Ozcan, S., Sørensen, B. E., y Yosha, O. (2001). Economic integration, industrial specialization, and the asymmetry of macroeconomic fluctuations. *Journal of International Economics*, 55(1), 107–137. doi: [https://doi.org/10.1016/s0022-1996\(01\)00097-6](https://doi.org/10.1016/s0022-1996(01)00097-6)
- Kokoszka, P., Miao, H., Petersen, A., y Shang, H. L. (2019). Forecasting of density functions with an application to cross-sectional and intraday returns. *International Journal of Forecasting*, 35(4), 1304–1317. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.05.007>
- Kraay, A., y Ventura, J. (2007). Comparative advantage and the cross-section of business cycles. *Journal of the European Economic Association*, 5(6), 1300–1333. doi:

<https://doi.org/10.1162/jeea.2007.5.6.1300>

- Kynčlová, P., Filzmoser, P., y Hron, K. (2015). Modeling compositional time series with vector autoregressive models. *Journal of Forecasting*, 34(4), 303–314. doi: <https://doi.org/10.1002/for.2336>
- Linares-Mustarós, S., Coenders, G., y Vives-Mestres, M. (2018). Financial performance and distress profiles. from classification according to financial ratios to compositional classification. *Advances in Accounting*, 40, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2017.10.003>
- Ljung, G. M., y Box, G. E. P. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2), 297–303. doi: <https://doi.org/10.1093/biomet/65.2.297>
- Maldonado, W. L., Egozcue, J. J., y Pawlowsky-Glahn, V. (2019). No-arbitrage matrices of exchange rates: Some characterizations. *International Journal of Economic Theory*. doi: <https://doi.org/10.1111/ijet.12249>
- Ortells, R., Egozcue, J., Ortego, M., y Garola, A. (2016). Relationship between the popularity of key words in the google browser and the evolution of worldwide financial indices. En *Compositional data analysis. springer proceedings in mathematics & statistics* (Vol. 187, pp. 145–165).
- Palarea-Albaladejo, J., Rooke, J. A., Nevison, I. M., y Dewhurst, R. J. (2017). Compositional mixed modeling of methane emissions and ruminal volatile fatty acids from individual cattle and multiple experiments. *Journal of Animal Science*, 95(6), 2467–2480. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2016.1339>
- Pankratz, A. (1983). *Forecasting with univariate box-jenkins models: Concepts and cases* (Vol. 224). John Wiley.
- Pawlowsky-Glahn, V., Egozcue, J. J., y Tolosana-Delgado, R. (2015). *Modeling and analysis of compositional data*. Wiley.
- Peersman, G. (2010). The relative importance of symmetric and asymmetric shocks: The case of united kingdom and euro area. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 73(1), 104–118. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2010.00612.x>
- Scrucca, L. (2004). qcc: an r package for quality control charting and statistical process control. *R News*, 4(1), 11–17.
- Sekkat, K., y Mansour, J. M. (2005). Exchange rate fluctuations, trade and asymmetric shocks in the economic and monetary union. *International Finance*, 8(1), 119–137. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1367-0271.2005.00153.x>
- Van den Boogaart, K. G., y Tolosana-Delgado, R. (2013). *Analyzing compositional data with r*. Springer.
- Vives-Mestres, M., Daunis-i-Estadella, J., y Martín-Fernández, J.-A. (2013). Out-of-control signals in three-part Compositional $T^2$  control chart. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(3), 337–346. doi: <https://doi.org/10.1002/qre.1583>
- Wang, H., Lu, S., y Zhao, J. (2019). Aggregating multiple types of complex data in stock market prediction: A model-independent framework. *Knowledge-Based Systems*, 164, 193–204. doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.10.035>