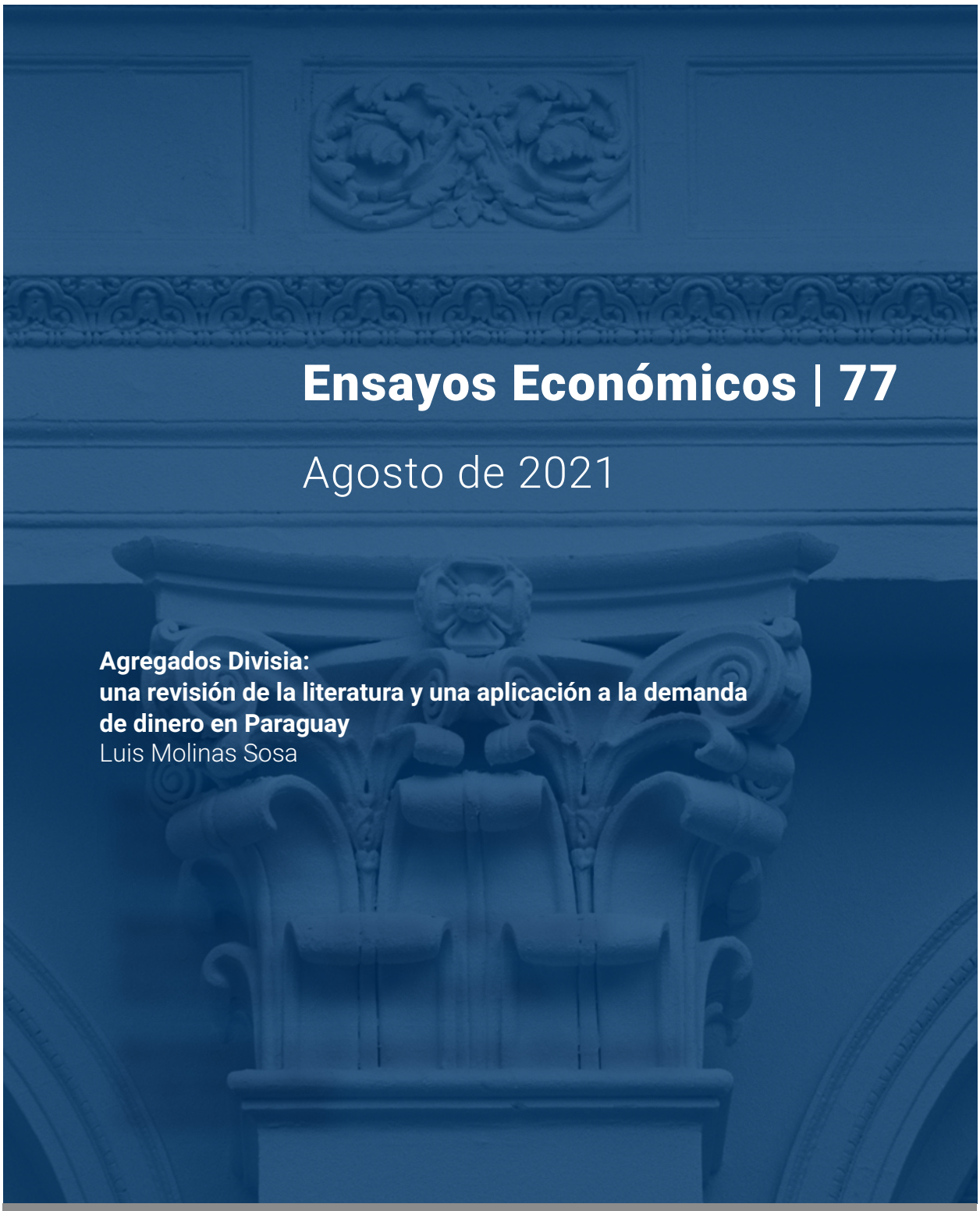

Ensayos Económicos | 77

Agosto de 2021

Agregados Divisia:
una revisión de la literatura y una aplicación a la demanda de dinero en Paraguay

Luis Molinas Sosa

BANCO CENTRAL
DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Ensayos Económicos es una revista editada por la Subgerencia General de Investigaciones Económicas

ISSN 1850-6046
Edición electrónica

Banco Central de la República Argentina
San Martín 235 / Edificio San Martín Piso 7, Oficina 701 (C1003ABF)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Argentina
Tel.: (+5411) 4348-3582/3814
Email: ensayos.economicos@bcra.gob.ar
Página Web: http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Ensayos_economicos.asp

Fecha de publicación: Agosto de 2021

Diseño de tapa e interior | Gerencia Principal de Comunicación y Relaciones con la Comunidad, BCRA
Diagramación | Subgerencia General de Investigaciones Económicas, BCRA

Ensayos Económicos está orientada a la publicación de artículos de economía de carácter teórico, empírico o de política aplicada, y busca propiciar el diálogo entre las distintas escuelas del pensamiento económico para contribuir a diseñar y evaluar las políticas adecuadas para sortear los desafíos que la economía argentina enfrenta en su proceso de desarrollo. Las opiniones vertidas son exclusiva responsabilidad de los autores y no se corresponden necesariamente con la visión institucional del BCRA o de sus autoridades.

Esta revista apoya el acceso abierto a su contenido bajo el principio de que la libre disponibilidad de la investigación para el público estimula un mayor desarrollo global del intercambio de conocimiento. Para facilitar una mayor difusión y utilización, los artículos se encuentran bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Esta licencia permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, y transformar y construir a partir del material original, mientras no sea con fines comerciales, se mencione el origen del material de manera adecuada, brindando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios, y se distribuya bajo la misma licencia del original.

Agregados Divisia: una revisión de la literatura y una aplicación a la demanda de dinero en Paraguay

Luis Molinas Sosa*
Banco Central del Paraguay

Resumen

Se ha demostrado que los agregados monetarios de Divisia superan a los agregados monetarios de suma simple utilizados por los responsables de la formulación de políticas en la gran mayoría de los bancos centrales del mundo. Dado que Barnett (1978, 1980) derivó el precio de costo de usuario y produjo el valor teórico correcto de la agregación, los agregados monetarios de Divisia han ayudado a resolver algunos de los problemas difíciles de la profesión. Por lo mismo, en el presente estudio se calculan los agregados monetarios de Divisia para Paraguay con el objetivo de examinar su desempeño frente a los agregados monetarios de suma simple en la estimación de la demanda de dinero. Los resultados sugieren que los agregados monetarios de Divisia son superiores a los agregados de suma simple en la estimación de la demanda de dinero.

Clasificación JEL: E41, E43, E59, E52, F30.

Palabras clave: demanda de dinero, Divisia, finanzas internacionales, política monetaria, tasas de interés.

* Las opiniones expresadas en el presente trabajo son del autor y no se corresponden necesariamente con las del Banco Central de la República Argentina o sus autoridades. Email: lmolinas@bcp.gov.py.

Divisia Aggregates: A Literature Review and an Application to the Demand for Money in Paraguay

Luis Molinas Sosa
Central Bank of Paraguay

Abstract

Divisia's monetary aggregates have been shown to outperform the simple sum monetary aggregates used by policymakers in the vast majority of the world's central banks. Since Barnett (1978, 1980) derived the user cost price and produced the correct theoretical value of the aggregation, Divisia's monetary aggregates have helped to solve some of the profession's most difficult problems. Therefore, this study calculates Divisia's monetary aggregates for Paraguay in order to examine its performance against simple-sum monetary aggregates in estimating the demand for money. The results suggest that Divisia's monetary aggregates are superior to the simple sum aggregates in estimating the demand for money.

JEL Classification: E41, E43, E59, E52, F30.

Keywords: Divisia, interest rates, international finance, monetary policy, money demand.

1. Introducción

La política monetaria debe llevarse a cabo utilizando las mejores herramientas disponibles para los responsables de las políticas públicas. Sin embargo, en términos de agregación monetaria, la mayoría de los bancos centrales de todo el mundo todavía se sirven de agregados monetarios de suma simple. Pero como mostró Barnett (1978, 1980) en su investigación pionera, estas últimas son medidas defectuosas de la cantidad de dinero en un sistema, ya que suponen que los diferentes componentes de cualquier agregado son sustitutos perfectos entre sí. Teniendo en cuenta esto, Barnett primero derivó el precio de costo de usuario de los activos monetarios, que representa el costo de oportunidad de mantener cualquier activo que pueda ser considerado dinero. Luego, uniendo las teorías monetaria y de agregación, Barnett elaboró el índice Divisia basado en sólidos fundamentos microeconómicos. El índice Divisia rastrea correctamente las funciones del agregador monetario.

Los agregados monetarios de Divisia han demostrado ser una herramienta muy útil para muchas aplicaciones. Por ejemplo, Barnett *et al*. (1984) mostraron que los agregados Divisia prevalecían sobre los agregados de suma simple para estimar la demanda de dinero; Keating *et al.* (2019) encuentran que un agregado monetario amplio (Divisia M4) podría usarse como indicador de política monetaria para identificar *shocks* de política monetaria. Con la creciente evidencia a favor del uso de agregados Divisia, varios bancos centrales han comenzado a usarlos y a mantenerlos en sus bases de datos junto con agregados de suma simple: la Reserva Federal a través de su Banco de la Reserva Federal de Saint Louis en su página web de la Federal Reserve Economic Data (conocida popularmente como FRED) y donde se encuentran bajo el nombre de Índice de Servicios Monetarios (o MSI, por sus siglas en inglés); el Banco de Inglaterra, también en su página web donde se llaman Índices de Servicios Financieros (FSI, por sus siglas en inglés); el Banco Central Europeo (BCE) cuyos índices de Divisia son mantenidos en realidad por el instituto Bruegel de Bélgica; el Banco de Israel cuyos índices están en su página web de estadísticas pero fueron calculados solamente hasta 2015 y solamente para M2; el Banco de Japón, cuyos índices no están disponibles para el público en general; y el Banco Nacional de Polonia, en cuya página web se encuentran los índices pero no así sus precios de costo de usuario.[1] Además, los índices Divisia se han calculado para más de 40 países, incluidos Perú, Brasil y Uruguay.

El presente estudio es una pequeña contribución a la creciente literatura sobre los agregados monetarios Divisia. En este trabajo se calculan los índices Divisia para Paraguay. En particular, se calculan los agregados monetarios Divisia para las medidas M2 y M3. Como no existe una tasa de referencia para M1 (ver la sección 3), no se calculan agregados de Divisia para esta medida. El objetivo es comparar el desempeño de Divisia frente a los agregados de suma simple en la estimación de la demanda de dinero simple. Para hacer esto, se utiliza un modelo de corrección de errores vectoriales (VECM, por sus siglas en inglés). Antes de evaluar los modelos, primero se implementa la prueba de Johansen que comprueba la cointegración. Se verifica la autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad usando las pruebas de Durbin-Watson (DW) y Breusch-Godfrey

[1] Esta información se encuentra disponible en la página web del Center for Financial Stability de Nueva York. Link: http://centerforfinancialstability.com/.

(BF o LM), las pruebas de White y Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH, por sus siglas en inglés) y la prueba de Jarque-Bera (JB), respectivamente. Los resultados indican que, con esta especificación de la demanda de dinero, los agregados Divisia muestran un mejor comportamiento que sus pares de suma simple.

El ensayo prosigue de la siguiente manera: la sección 2 habla de la literatura previa; la sección 3 explica el concepto de agregados Divisia; la sección 4 describe la metodología; la sección 5 describe los datos; la sección 6 muestra los resultados; y la sección 7 concluye el estudio.

2. Literatura Previa

Como se mencionó en la introducción, Barnett (1978, 1980) derivó el precio de costo de usuario y luego produjo el índice Divisia.[2] Después de este trabajo fundamental, ha habido una serie de estudios que han demostrado la utilidad de los agregados monetarios Divisia. Para una revisión del extenso trabajo de Barnett sobre Divisia, vea Barnett y Serletis (2000) y Barnett y Binner (2004).

De manera más específica, podemos hablar del caso de Australia con Lim y Martin (2000) y Van Hoa (1985); para el Consejo de Cooperación del Golfo (GCC, por sus siglas en inglés), el cual incluye a Bahrein, Omán, Kuwait, Qatar, Arabia Saudita y los Emiratos Árabes Unidos, el artículo Alkhareif y Barnett (2012); o aun lugares bastante más pequeños como Barbados con Lambert (1989); un ejemplo del trabajo realizado para Brasil es Neto *et al.* (2002); el caso de Bulgaria durante la transición luego de la caída de la Unión Soviética en Ganev (1998); en el caso de Canadá existe una extensa literatura al respecto con Donovan (1978), donde ya se estudia la sustitubilidad de los activos que componen los distintos agregados monetarios; Cockerline y Murray (1981) hacen una comparación entre formas alternativas de agregación monetaria y encuentran resultados favorables a los índices Divisia; Longworth y Atta-Mensah (2000) argumentan a favor del uso de agregados Divisia para una serie de aplicaciones de política monetaria; Hueng (1998) estudia el efecto de los intereses en la elección de activos de los agentes económicos; y Serletis y Molik (2000) investigan la relación entre los índices Divisia y la política monetaria en la economía canadiense; el caso de Chile en Taiganides (1991), que estudia la política monetaria desde el gobierno de Salvador Allende hasta casi el final de la dictadura chilena; para China, dos trabajos destacados son Qiao y Albert (2000), Barnett y Tang (2016), el segundo de los cuales muestra la superioridad de agregados de Divisia para hacer *nowcasting* del PIB chino.

Continuando con la revisión histórica del material relacionado con Divisia, tenemos también un importante acervo de estudios realizados para la economía de la zona euro y la Unión Europea, donde se destaca a Fase y Winder (1994) que ya estudia la demanda de dinero en Europa con un enfoque de Divisia; los primeros trabajos de Wesche, Wesche (1996) en donde se construye el primer índice Divisia para Europa; Wesche (1997) estudia la demanda de dinero Divisia en el contexto de una unión monetaria; Fase (2000) que continúa el trabajo de la construcción de agregados Divisia para la unión monetaria europea; Beyer *et al*. (2001) construyen un índice Divisia histórico

[2] Aunque, estrictamente hablando, no sean lo mismo, los términos dinero, índice y agregado Divisia se utilizarán de manera indistinta.

para la zona euro; Stracca (2004) investiga las propiedades de un agregado Divisia sintético; Barnett (2003) estudia las propiedades de un agregado Divisia para países heterogéneos; los trabajos de Jane Binner, Binner *et al.* (2008) donde se muestra la superioridad de los agregados Divisia para pronosticar tasas de inflación; Binner *et al.* (2009a) en el cual utilizan varios test para probar las condicionas de separabilidad débil de Varian y encontrar agregados monetarios admisibles para la zona euro; el estudio Darvas (2015) que calcula la versión más reciente y actualizada de los índices Divisia para Europa; Gogas *et al.* (2019) que muestran que los agregados Divisia son superiores y proveen evidencia en contra de la neutralidad del dinero; Brill *et al.* (2021) muestran el poder predictivo para recesiones en los países de la zona euro; Belongia y Ireland (2021) argumentan que el uso de agregados de Divisia podría ayudar al Banco Central Europeo (BCE) a lograr sus objetivos nominales; Barnett y Gaekwad (2021) producen agregados multilaterales que también se muestran como buenos predictores de recesiones. De hecho, existe un *corpus* literario que se enfoca más en países específicos de la zona euro, tanto previos a la aparición del euro como posteriores. Para Francia, tenemos Lecarpentier (1996). En el caso de Alemania, asoman Gaab (1996) que realiza un extenso análisis partiendo desde 1960 y yendo hasta 1993, también Herrmann *et al.* (2000), Janssen y Kool (2000) que examinan el impacto de agregados de Divisia alemanes y neerlandeses en los Países Bajos, Dorsey (2000) muestra la superioridad de los agregados Divisia al momento de predecir la inflación con redes neurales, Belongia (2000) explica los errores teóricos en la creación de índices basados en la agregación de suma simple, Donaghy y Richard (2006) estiman una demanda continua de dinero basada en los agregados Divisia para Alemania, Chen y Nautz (2015) estudian en detalle la información estadística contenida en los agregados Divisia relacionada con la Gran Recesión. Para el caso de Italia encontramos a Gaiotti (1996) que también establece la superioridad de los índices Divisia como medida del dinero para la entonces lira italiana. Para el caso polaco, tenemos a Kluza y Kluza (2003), el cual habla de la superioridad del dinero Divisia como predictor del PIB de Polonia; así también tenemos un estudio histórico sobre Austria realizado por Driscoll *et al.* (1985). Existen asimismo estudios para el caso particular de Suiza, a saber, Yue y Fluri (1991), que destaca el mejor desempeño de Divisia M2; el libro Mullineux (1996) que contiene un capítulo relacionado a la agregación monetaria Divisia en Suiza; y el estudio Fluri y Spoerndli (2000), el cual presenta algunas evidencias empíricas de la preferencia en el uso de Divisia.

Turquía es otro país sobre el cual se han realizado una serie de estudios, como Celik (1999) en el que se calculan los agregados Divisia para este país; Birkan (2011) se enfoca en la sustituibilidad entre activos financieros; Celik y Uzun (2009) comparan los agregados Divisia con los de suma simple utilizando datos de panel; Karaman (2009) muestra que es preferible el uso de Divisia para predecir niveles de precios y producción; más recientemente, en Polat (2018) se observa una relativa superioridad de los agregados Divisia al momento de predecir precios.

En el caso del Reino Unido también tenemos una cantidad significativa de estudios que involucran el uso de agregados Divisia. Primeramente, Batchelor (1988) construyó un índice de servicios monetarios (un nombre alternativo para los índices Divisia) para el Reino Unido; Belongia y Chrystal (1991) evalúan la separabilidad débil de los componentes de los agregados más abarcativos; Drake (1992) utiliza funciones *translog* para examinar cuáles son los componentes que se deben incluir en los agregados monetarios; Fisher *et al.* (1993) discurren sobre la relevancia de los índices Divisia

para el Reino Unido; Ford y Mullineux (1996) reevalúan la relación entre el sector bancario y los agregados monetarios desde 1977 hasta 1993; Janssen (1996) estudia la demanda de agregados Divisia del sector industrial; Drake *et al.* (2000) construyen un índice Divisia M4 y lo comparan con el M4 de suma simple; Elger y Binner (2004) relacionan el sector inmobiliario y la demanda de dinero de alto riesgo; Hancock (2005) actualiza el método de construcción de los índices Divisia para el Banco de Inglaterra; Elger *et al.* (2008) hacen varios test de separabilidad débil para determinados activos que constituyen los agregados Divisia; Binner *et al*. (2009b) encuentran que el dinero Divisia es superior a los agregados de suma simple al utilizar redes neuronales para pronosticar tres tipos distintos de índices de inflación.

Retomando el área de los GCC, existen otros estudios como Barnett y Alkhareif (2013) y Barnett y Alkhareif (2015), el último de los cuales también demuestra la superioridad de Divisia para los agregados M2 como índice que rastrea el dinero. De hecho, para el caso particular de Arabia Saudita existen varios estudios específicos como Alsahafi (2009), donde también se avizora ya la superioridad de los índices Divisia en contextos no lineales; Alkhareif y Barnett (2015) el cual utiliza los agregados Divisia para analizar los indicadores de inflación de Arabia Saudita; Alkhareif y Barnett (2020) muestran la importancia de los agregados Divisia en modelos de *nowcasting*.

En cuanto a Asia, además de los trabajos ya mencionados sobre la economía china, tenemos varios trabajos realizados para Japón, empezando por Ishida (1984), que ya entonces calculaba el primer índice Divisia para dicho país; Hirayama y Kasuya (1996) estudian las relaciones entre la desregulación de los mercados financieros y los agregados monetarios; Ishida y Nakamura (2000) es una reevaluación del mencionado ensayo de Ishida. Además, tenemos estudios que incluyen a Corea del Sur, como el de Habibullah y Habibullah (1999) y Hahm y Kim (2000), el segundo de los cuales argumenta a favor del uso de agregados Divisia en el contexto de una economía en desarrollo de sus mercados financieros.

Para Taiwán, Shih (2000) calcula los agregados Divisia; Binner *et al.* (2002) hacen uso de redes neuronales para evaluar el desempeño de los índices Divisia y Binner *et al.* (2004) utilizan las mismas redes neuronales para hacer pronósticos del tipo de cambio con agregados Divisia; Binner y Kelly (2017) exploran la relevancia de estos agregados en el contexto de modelos de equilibrio general. Continuando con los estudios relacionados a Asia, se encuentran los que se refieren a Indonesia, como Puah y Hiew (2010) el cual estima una demanda de dinero con agregados Divisia; Sianturi *et al.* (2017) también examinan la función de demanda de dinero con agregados Divisia.

Para Malasia, Sriram (2002) estudia la estabilidad de la demanda de dinero M2; Dahalan *et al.* (2005) construyen los agregados Divisia para Malasia; Dahalan *et al.* (2007) evalúan cuáles son las variables más relevantes al construir una ecuación de demanda de dinero; *Puah et al.* (2018) encuentran que utilizar índices Divisia M2 contribuye a una demanda de dinero más estable.

Davoudi y Zarepour (2007) calculan índices Divisia para Irán. Hasan *et al.* (1988) estudian la sustituibilidad de los componentes de los agregados monetarios en el contexto Pakistaní; Tariq y Matthews (1997) construyen los índices Divisia para Pakistán y los compara con agregados de suma simple;

Sarwar *et al.* (2011) concluyen que las elasticidades de los componentes de agregados monetarios muestran que estos no son sustitutos perfectos y, por ende, recomienda el uso de Divisia.

Para la India existe un *corpus* literario importante sobre el tema, empezando por Jadhav (1989), que examina la relevancia de los agregados Divisia para ese país; Ramachandran (1995) hace una comparación entre agregados Divisia y de suma simple; Jha y Longjam (1999) concluyen que los agregados Divisia son los adecuados para la India; Acharya y Kamaiah (2001) utilizan tests de separabilidad débil no paramétricos para comparar los componentes de agregados monetarios; Ramachandran *et al.* (2010) utilizan tres métodos distintos de evaluación para establecer la superioridad de los agregados Divisia como indicadores de inflación; Barnett *et al*. (2016) concluyen que el uso de agregados Divisia en un modelo VAR estructural ayuda a mejorar pronósticos del tipo de cambio.

Ha habido también una serie de ensayos que estudian el caso de Israel de manera más reciente, como Offenbacher y Shachar (2011) en el Banco de Israel, el cual produjo un primer cálculo de los agregados Divisia para la economía israelí; Benchimol (2016) estudia el desempeño de los agregados Divisia en el contexto de modelos de equilibrio general neo-keynesianos.

Muchos más estudios han demostrado lo valioso que puede ser el índice Divisia en los últimos años. Reimers (2002) encontró que los agregados Divisia para varios países de Europa tienen mejor poder de predicción fuera de la muestra ("out of sample") para el deflactor del PIB en la zona del euro que los agregados de suma simple. De manera similar, Schunk (2001) mostró que el uso de agregados Divisia mejora la precisión de las predicciones del PIB real y del deflactor del PIB de EE. UU. Además, Binner *et al.* (2005) encuentran que hay fuertes indicios de que Divisia supera a los agregados de suma simple en un marco no lineal al pronosticar la inflación para el euro. Barnett y Kwag (2006) muestran cómo el uso de agregados monetarios Divisia y el precio de costo del usuario mejoran los modelos de pronóstico estructural. Barnett y Chauvet (2011) argumentan que los agregados Divisia habrían ayudado a predecir la crisis financiera de 2008. Además, Ghosh y Bhadury (2018) muestran que los agregados monetarios Divisia son indicadores poderosos de los movimientos cambiarios de varias economías.

3. Agregados Monetarios de Divisia

Desde el innovador trabajo de Barnett sobre la teoría microeconómica y la teoría de la agregación, sabemos que el *stock* de capital de dinero en un periodo de tiempo determinado no es igual al flujo de servicios monetarios, ya que los bienes de capital no se deprecian completamente en un periodo. El precio de estos flujos de servicios monetarios es el costo de oportunidad, o costo de usuario, de mantener un activo monetario particular durante ese periodo. El precio de costo de usuario es entonces el valor actual de la cantidad de interés que un agente no recibe al poseer un activo determinado, dado que existe un activo de inversión puro que proporciona un mayor rendimiento sin proveer servicios monetarios. El precio de costo de usuario se calcula así:

$$\pi_{it} = (R_t - y_{it})/(1 + R_t) \qquad (1)$$

donde y_{it} es el rendimiento del activo i y R_t es el rendimiento de la inversión pura, o activo de referencia.

Con el precio de costo del usuario definido con precisión, se puede elaborar un agregado para los flujos de servicios monetarios que rastreará estos flujos correctamente. Para ello se utiliza un índice Divisia. Para la construcción de índices Divisia, sea:

$$s_{it} = \pi_{it} m_{it} / \sum \pi_{jt} m_{jt} \quad (2)$$

donde m_{it} es el activo monetario nominal i en el momento t. Y entonces, el índice monetario Divisia es:

$$\ln M_t - \ln M_{t-1} = \sum_n s_{it}^* (\ln m_{it} - \ln m_{it-1}) \quad (3)$$

Aquí M_t es el índice de cantidad y s_{it}^* se define como $s_{it}^* = 1/2(s_{it} + s_{it-1})$. De la ecuación anterior, se puede ver que la tasa de crecimiento del índice es una suma ponderada de cada activo monetario i. Cada i tiene una participación en el costo de usuario y ésta es precisamente su ponderación correspondiente en el índice Divisia. Finalmente, el índice de precio de costo de usuario adjunto Π se define como:

$$\ln \Pi_t - \ln \Pi_{t-1} = \sum_n s_{it}^* (\ln \pi_{it} - \ln \pi_{it-1}) \quad (4)$$

La idea aquí es que los agentes sustituyen la tenencia de los activos monetarios que tienen los costos de usuario relativos más bajos siempre que haya un cambio en la tasa de interés propia de otro activo monetario componente. Esto refleja cómo los agentes tienen en cuenta los costos de oportunidad en su proceso de decisión.

4. Metodología

4.1. El modelo

La ecuación de demanda de dinero es la siguiente:

$$\ln {M^d}/{P_t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln OC_t + \epsilon_t \quad (5)$$

donde M^d es M2, M3, Divisia M2 (DM2) o Divisia M3 (DM3), según corresponda; P_t es el índice de precios al consumidor (IPC); Y_t es el producto; y, OC_t (el costo de oportunidad) es i_t (la tasa de referencia) o el precio de costo del consumidor. De aquí en adelante, UCM2 será el costo de oportunidad asociado (la tasa de interés) con M2 y UCM3 será el costo de oportunidad (la tasa de interés) asociado con M3. UCDM2 y UCDM3 serán los precios de costo de usuario para DM2 y DM3. Además, me referiré al modelo con el agregado M2 y UCM2 como modelo M2, al modelo con el agregado M3 como modelo M3, y así sucesivamente.

4.2. Los test

Antes de evaluar los modelos, primero se aplica el test de Johansen que verifica la cointegración. Asimismo, se verifica la ausencia de autocorrelación, ausencia de heterocedasticidad y normalidad usando los test de Durbin-Watson (DW) y Breusch-Godfrey (BF o LM), las pruebas de White y Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) y la prueba de Jarque-Bera (JB), respectivamente.

5. Datos

Todos los datos correspondientes a Paraguay se obtuvieron del Anexo Estadístico del Informe Económico anual publicado por el Banco Central de Paraguay (BCP). Estos incluyen el agregado monetario de suma simple M0 (efectivo simple), cuentas corrientes, M1 (M0 + cuentas corrientes), depósitos de ahorro, depósitos a plazo, certificados de ahorro, M2 (M1 + depósitos de ahorro + depósitos a plazo + certificados de ahorro), cuentas corrientes en dólares estadounidenses (USD), cuentas de ahorro en USD, depósitos a plazo en USD, certificados de depósitos en USD, M3 (M2 + cuentas corrientes en USD + cuentas de ahorro en USD + depósitos a plazo en USD + certificados de depósito en USD), el correspondiente tipo de interés, según corresponda, el IPC y el Índice de Actividad Económica Mensual (IMAEP), que se utiliza para calcular el PIB mensual.

6. Resultados

El test de cointegración de Johansen se aplica a M2 y UCM2, M3 y UCM3, DM2 y UCDM2, y UCDM3 y DM3. La hipótesis nula de que hay como máximo dos vectores de cointegración no se rechaza al nivel del 5%.

El Término de Corrección de Errores (ECT, por sus siglas en inglés) del VECM indica qué tan rápido las variables en el modelo están convergiendo hacia el equilibrio. Si es negativo y entre -1 y 0 su coeficiente, para aquellas variables por las que se normaliza la relación de cointegración, las mismas ajustarían al equilibrio, de lo contrario, divergirían. En este caso, lo que se observa es que, a pesar de que individualmente los ECTs de todos los agregados y sus correspondientes costos de oportunidad tienen el signo correcto como para converger al equilibrio, solamente en el modelo que utiliza DM3 y UCDM3 las variables validan la demanda de dinero a partir de su significatividad en la convergencia a la relación de largo plazo.

Si bien la hipótesis de homocedasticidad residual es rechazada, la inferencia estadística es aún válida en el VECM (ver Juselius, 2006). En el caso de DM2 (5%) y DM3 (1%) no se rechaza la hipótesis de normalidad de los residuos a los valores tradicionales de significatividad. En todos los casos no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación.

Los resultados previamente descriptos claramente favorecen el uso de DM3, y en un segundo lugar de DM2, ya que son los modelos con mejor comportamiento. Asimismo, DM3 incluye todos los componentes de lo que se considera dinero y, por lo tanto, tiene en cuenta el efecto sustitución de

más agentes que responden a cambios en los rendimientos de los activos componentes. Cabe señalar que los componentes dolarizados de M3 representan desde el 35% en su nivel más bajo hasta alrededor del 50% en su punto máximo hasta alrededor del 40% desde 2017. Esto podría explicar la importancia estadística de UCDM3. Por otro lado, los DM2 son los agregados sobre los cuales el Banco Central tiene más poder para actuar, ya que no incluyen activos denominados en dólares. La implicancia es que el Banco Central debería usar esta variable para monitorear mejor el sistema y actuar sobre su comportamiento.

7. Conclusión

En este trabajo se revisa exhaustivamente la literatura teórica y empírica existente sobre agregados Divisia a nivel internacional. En dicha revisión se ha mostrado que los agregados monetarios de Divisia superan a los agregados monetarios de suma simple utilizados por los responsables de la formulación de políticas en la gran mayoría de los bancos centrales del mundo. Dado que Barnett (1978, 1980) derivó el precio de costo de usuario y produjo el valor teórico correcto de la agregación, los agregados monetarios de Divisia han ayudado a resolver algunos de los problemas difíciles de la profesión. Por lo mismo, en el presente estudio se calculan los agregados monetarios de Divisia para Paraguay con el objetivo de examinar su desempeño frente a los agregados monetarios de suma simple en la estimación de la demanda de dinero. Los resultados sugieren que los agregados monetarios de Divisia son superiores a los agregados de suma simple en la estimación de la demanda de dinero para Divisia M3, fundamentalmente, y en un segundo lugar para Divisia M2. Aunque las mejoras no son del todo definitorias y seguirá trabajándose la modelación empírica de estos agregados, los agregados Divisia son claramente relevantes para la política monetaria y ciertamente es mejor tenerlos en cuenta que no. Para Paraguay (y para todas las economías sudamericanas), los tipos de agregación son un tema muy importante. Sus principales exportaciones se comercializan en mercados altamente dolarizados, lo cual puede afectar de manera negativa el alcance de la política monetaria.

Referencias

Acharya, D. y Kamaiah, B. (2001). "Simple Sum vs Divisia Monetary Aggregates: An Empirical Evaluation". *Economic and Political Weekly*, pp. 317-326.

Alkhareif, R. M. y Barnett, W. A. (2012). *Divisia Monetary Aggregates for the GCC Countries*. Emerald Group Publishing Limited.

Alkhareif, R. M. y Barnett, W. A. (2015). "Core Inflation Indicators for Saudi Arabia". *Panoeconomicus*, 62(3), pp. 257-266.

Alkhareif, R. M. y Barnett, W. A. (2020). "Nowcasting Real GDP for Saudi Arabia".

Alsahafi, M. (2009). "Linear and Non-Linear Techniques for Estimating the Money Demand Function: The Case of Saudi Arabia". PhD thesis, University of Kansas.

Barnett, W. A. (1978). "The User Cost of Money". *Economics Letters*, 1(2), pp.145-149.

Barnett, W. A. (1980). "Economic Monetary Aggregates: An Application of Aggregation and Index Number Theory". *Journal of Econometrics*, 14, pp. 11-48.

Barnett, W. A. (2003). "Aggregation-Theoretic Monetary Aggregation over the Euro Area, When Countries are Heterogeneous", Documento de trabajo N°260, Banco Central Europeo (septiembre).

Barnett, W. A. y Alkhareif, R. M. (2013). *Advances in Monetary Policy Design: Applications to the Gulf Monetary Union*. Cambridge Scholars Publishing.

Barnett, W. A. y Alkhareif, R. M. (2015). "Modern and Traditional Methods for Measuring Money Supply: The Case of Saudi Arabia". *International Journal of Financial Studies*, 3(1), pp. 49-55.

Barnett, W. A., Bhadury, S. S., y Ghosh, T. (2016). "An SVAR Approach to Evaluation of Monetary Policy in India: Solution to the Exchange Rate Puzzles in an Open Economy". *Open Economies Review*, 27(5), pp. 871-893.

Barnett, W. A. y Binner, J. M. (2004). *Functional Structure and Approximation in Econometrics*. Emerald Group Publishing Limited.

Barnett, W. A. y Chauvet, M. (2011). "How Better Monetary Statistics Could Have Signaled the Financial Crisis". *Journal of Econometrics*, 161(1), pp. 6-23.

Barnett, W. A. y Kwag, C. (2006). "Exchange Rate Determination from Monetary Fundamentals: An Aggregation Theoretic Approach". *Frontiers in Finance and Economics*, p. 4.

Barnett, W. y Gaekwad, N. (2021). "Multilateral Divisia Monetary Aggregates for the Euro Area".

Barnett. W. A. y Kwag, C. H. (2006). "Exchange Rate Determination from Monetary Fundamentals: An Aggregation Theoretic Approach", *Frontiers in Finance and Economics 3*, N° 1, pp. 29-48.

Barnett, W. A. y Serletis, A. (2000). *The theory of monetary aggregation*. Emerald Group Publishing Limited.

Barnett, W. y Tang, B. (2016). "Chinese Divisia Monetary Index and GDP Nowcasting", *Open Economies Review*, próximamente.

Barnett, W. A., Offenbacher, E. K., y Spindt, P. A. (1984). "The New Divisia Monetary Aggregates". *Journal of Political Economy*, 92(6), pp. 1049-1085.

Batchelor, R. (1988). "The Monetary Services Index". *Economic Affairs*, 8(5), pp. 17-20.

Belongia, M. T. (2000). "Consequences of Money Stock Mismeasurement: Evidence from Three Countries", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 292-312.

Belongia, M. T. y Chrystal, K. A. (1991). "An Admissible Monetary Aggregate for the United Kingdom". *The Review of Economics and Statistics*, pp. 497-503.

Belongia, M. T. y Ireland, P. N. (2021). "Strengthening the Second Pillar: A Greater Role for Money in Achieving the ECB's Nominal Objectives".

Benchimol, J. (2016). "Money and Monetary Policy in Israel during the Last Decade". *Journal of Policy Modeling*, 38(1), pp. 103-124.

Beyer, A., Doornik, J. A., y Hendry, D. F. (2001). "Constructing Historical Euro-Zone Data". *The Economic Journal*, 111(469), pp. 102-121.

Binner, J. M., Bissoondeeal, R. K., Elger, T., Gazely, A. M., y Mullineux, A. W. (2005). "A Comparison of Linear Forecasting Models and Neural Networks: An Application to Euro Inflation and Euro Divisia". *Applied Economics*, 37(6), pp. 665-680.

Binner, J., Gazely, A., y Chen, S. (2002). "Financial Innovation in Taiwan: An Application of Neural Networks to the Broad Monetary Aggregates". *European Journal of Finance*, 8(2), pp. 238-247.

Binner, J. M., Bissoondeeal, R. K., Elger, C. T., Jones, B. E., y Mullineux, A. W. (2009a). "Admissible Monetary Aggregates for the Euro Area". *Journal of International Money and Finance*, 28(1), pp. 99-114.

Binner, J. M., Gazely, A. M., Chen, S. H., y Chie, B. T. (2004). "Financial Innovation and Divisia Money in Taiwan: Comparative Evidence from Neural Network and Vector Error Correction Forecasting Models". *Contemporary Economic Policy*, 22(2), pp. 213-224.

Binner, J. M., Gazely, A. M., y Kendall, G. (2008). "Evaluating the Performance of a Euro Divisia Index Using Artificial Intelligence Techniques". *International Journal of Automation and Computing*, 5(1), pp. 58-62.

Binner, J. M., Gazely, A. M., y Kendall, G. (2009b). "An Evaluation of UK Risky Money: An Artificial Intelligence Approach". *Global Business and Economics Review*, 11(1), pp. 1-18.

Binner, J. M. y Kelly, L. J. (2017). "Modelling Money Shocks in a Small Open Economy: The Case of Taiwan". *The Manchester School*, 85, pp. 104-120.

Birkan, A. O. (2011). "Alternative Measures of Currency and Asset Substitution: The Case of Turkey". *Capital Without Borders: Challenges to Development*, 1, p. 71.

Brill, M. C., Nautz, D., y Sieckmann, L. (2021). "Divisia Monetary Aggregates for a Heterogeneous Euro Area". *Empirica*, 48(1), pp. 247-278.

Celik, S. (1999). "Divisia Monetary Aggregates: An Empirical Investigation of their Usefulness for Turkey". The University of Nebraska-Lincoln.

Celik, S. y Uzun, S. (2009). "Comparison of Simple Sum and Divisia Monetary Aggregates Using Panel Data Analysis". *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies*, 1(2), pp. 1-13.

Chen, W. y Nautz, D. (2015). "The Information Content of Monetary Statistics for the Great Recession". Discussion Paper N° 027, Humboldt University of Berlin.

Cockerline, J. P. y Murray, J. D. (1981). "A Comparison of Alternative Methods of Monetary Aggregation: Some Preliminary Evidence", Technical Report N° 28, Bank of Canada.

Dahalan, J., Sharma, S. C., y Sylwester, K. (2005). "Divisia Monetary Aggregates and Money Demand for Malaysia". *Journal of Asian Economics*, 15(6), pp. 1137-1153.

Dahalan, J., Sharma, S. C., y Sylwester, K. (2007). "Scale Variable Specification in a Money Demand Function for Malaysia". *Journal of Asian Economics*, 18(6), pp. 867-882.

Darvas, Z. (2015). "Does Money Matter in the Euro Area? Evidence from a New Divisia Index". *Economics Letters*, 133, pp. 123-126.

Davoudi, P. y Zarepour, Z. (2007). "The Role of Definition of Money in the Stability of the Iranian Demand for Money".

Donaghy, K. y Richard, D. (2006). "Estimating a Regular Continuous-Time System of Demand for World Monies with Divisia Data". En *Money Measurement, and Computation*. Palgrave Macmillan, Basingstoke, pp. 76-103.

Donovan, D. J. (1978). "Modeling the Demand for Liquid Assets: An Application to Canada". Staff Papers, 25(4), FMI, pp. 676-704.

Dorsey, R. E. (2000). "Neural Networks with Divisia Money: Better Forecasts of Future Inflation", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 28-43.

Drake, L. (1992). "The Substitutability of Financial Assets in the UK and the Implications for Monetary Aggregation". *The Manchester School of Economic & Social Studies*, 60(3), pp. 221-248.

Drake, L., Chrystal, K. A., y Binner, J. M. (2000). "Weighted Monetary Aggregates for the UK", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 47-78.

Driscoll, M. J., Ford, J., Mullineux, A., y Kohler, W. (1985). "Monetary Aggregates, their Information Content and their Aggregation Error: Some Preliminary Findings for Austria, 1965–1980". *Empirical Economics*, 10(1), pp. 13-25.

Elger, C. T., Jones, B. E., Edgerton, D. L., y Binner, J. M. (2008). "A Note on the Optimal Level of Monetary Aggregation in the United Kingdom". *Macroeconomic Dynamics*, 12(1), p. 117.

Elger, T. y Binner, J. M. (2004). "The UK Household Sector Demand for Risky Money". *Topics in Macroeconomics*, 4(1).

Fase, M. M. (2000). "Divisia Aggregates and the Demand for Money in Core EMU", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 138-169.

Fase, M. M. y Winder, C. (1994). "Money Demand within EMU: An Analysis with the Divisia Measure". De Nederlandsche Bank Quarterly Bulletin, 8, pp. 25-55.

Fisher, P., Hudson, S., y Pradhan, M. (1993). "Divisia Indices for Money: An Appraisal of Theory and Practice". Working Paper N° 9, Bank of England.

Fluri, R. y Spoerndli, E. (2000). "Simple-Sum Versus Divisia Money in Switzerland: Some Empirical Results", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 102-119.

Ford, J. L. y Mullineux, A. (1996). "Financial Innovation and Monetary Aggregates in the UK, 1977-93", en *Financial Innovation, Banking and Monetary Aggregates,* Edward Elgar, pp. 13-38.

Gaab, W. (1996). "On the Demand for Divisia and Simple-Sum M3 in Germany, 1960-93", en *Financial Innovation, Banking and Monetary Aggregates*, Edward Elgar, pp. 160-186.

Gaiotti, E. (1996). "Measuring Money with a Divisia Index: An Application to Italy", en *Financial Innovation, Banking and Monetary Aggregates*, Edward Elgar, pp. 39-45.

Ganev, G. Y. (1998). "Monetary Aggregates in a Transition Economy: The Case of Bulgaria, 1991-1996".

Ghosh, T. y Bhadury, S. (2018). "Money's Causal Role in Exchange Rate: Do Divisia Monetary Aggregates Explain More?", *International Review of Economics &* Finance, vol. 57(C), pp. 402-417

Gogas, P., Papadimitriou, T., y Sofianos, E. (2019). "Money Neutrality, Monetary Aggregates and Machine Learning". *Algorithms*, 12(7), pp.137.

Habibullah, M. y Habibullah, M. (1999). "Rationale for Divisia Monetary Aggregates in 'Deregulated' Asian Developing Countries", en *Divisia Monetary Aggregates and Economic Activities in Asian Developing Economies*, Routledge, pp. 67-111.

Hahm, J. H. y Kim, J. T. (2000). "The Signals from Divisia Money in a Rapidly Growing Economy2, en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 200-226.

Hancock, M. (2005). "Divisia Money". Bank of England Quarterly Bulletin, Spring.

Hasan, M. A., Kadir, S. G., y Mahmud, S. F. (1988). "Substitutability of Pakistan's Monetary Assets under Alternative Monetary Aggregates". *The Pakistan Development Review*, pp. 317-326.

Herrmann, H., Reimers, H.-E., y Toedter, K.-H. (2000). Weighted monetary aggregates for germany. In Divisia Monetary Aggregates, pp. 79-101. Springer.

Hirayama, K. y Kasuya, M. (1996). "Financial Deregulation and Divisia Monetary Aggregates in Japan", en *Financial Innovation, Banking and Monetary Aggregates*, Edward Elgar, pp. 104-130.

Hueng, C. J. (1998). "The Demand for Money in an Open Economy: Some Evidence for Canada". *The North American Journal of Economics and Finance*, 9(1), pp.15-31.

Ishida, K. (1984). "Divisia Monetary Aggregates and Demand for Money: A Japanese Case". Bank of Japan Monetary and Economic Studies, 2(1), pp.44-86.

Ishida, K. y Nakamura, K. (2000). "Broad and Narrow Divisia Monetary Aggregates for Japan", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 173-199.

Jadhav, N. (1989). "Weighted Monetary Aggregates: Rationale and Relevance for India". RBI Occasional Papers, 10(1), pp.39-55.

Janssen, N. (1996). "The Demand for Divisia Money by the Personal Sector and by Industrial and Commercial Companies". Bank of England Quarterly Bulletin, 36(4), pp.405-9.

Janssen, N. G. y Kool, C. J. (2000). "Weighted Dutch and German Monetary Aggregates: How do they Perform as Monetary Indicators for the Netherlands", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 120-137.

Jha, R. y Longjam, I. S. (1999). "Will the Right Monetary Aggregate for India Please Stand up?" *Economic and Political Weekly*, pp. 631-635.

Juselius, K. (2006). *The Cointegrated VAR Model: Methodology and Applications*, Oxford University Press.

Karaman, D. (2009). "An Empirical Study of Simple Sum and Divisia Monetary Aggregation: A Comparison of Their Predictive Power Regarding Prices and Output in Turkey". PhD thesis, University of Kansas.

Keating, J., Kelly, L., Smith, A., y Valcarcel, V. (2019). "A Model of Monetary Policy Shocks for Financial Crises and Normal Conditions". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 51(1), pp. 227-259.

Kluza, K. y Kluza, S. (2003). "Monetary Assets Expenditures and Economic Growth", Paper for 23th Conference on Monetary Policy, National Bank of Poland, November 27-28.

Lambert, K. (1989). "Money: Its Measure and its Influence on the Economy of Barbados". PhD thesis, University of Texas at Austin.

Lecarpentier, S. (1996). "Divisia Monetary Aggregates: A Survey in the Case of France", en *Financial Innovation, Banking, and Monetary Aggregates*, Edward Elgar, p. 187.

Lim, G. y Martin, V. L. (2000). "Weighted Monetary Aggregates: Empirical Evidence for Australia", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 249-262.

Longworth, D. y Atta-Mensah, J. (2000). "The Canadian Experience with Weighted Monetary Aggregates", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 265-291.

Mullineux, A. W. (1996). *Financial Innovation, Banking, and Monetary Aggregates*. Edward Elgar Publishing.

Neto, F. d. A. F. y Júnior, J. A. (2002). "Indicadores derivados de agregados monetarios". Trabajos para Discusión N°47, Banco Central de Brasil.

Offenbacher, A. y Shachar, S. (2011). "Divisia Monetary Aggregates for Israel: Background Note and Metadata", Research Department Monetary/Finance Division, Bank of Israel.

Polat, U. (2018). "Divisia and Simple Sum Monetary Aggregates: Any Empirical Relevance for Turkey? *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 7(1), pp.175-206.

Puah, C. H. y Hiew, L.-C. (2010). "Financial Liberalization, Weighted Monetary Aggregates and Money Demand in Indonesia". *Labuan Bulletin of International Business and Finance*, pp. 76-93.

Puah, C. H., Leong, C. M., Shazali, A. M., y Lau, E. (2018). "Revisiting Money Demand in Malaysia: Simple-Sum Versus Divisia Monetary Aggregates". *Jurnal Ekonomi Malaysia*, 52(2), pp.267-278.

Qiao, Y. y Albert, K. T. (2000). "Monetary Services and Money Demand in China". *China Economic Review*, 11(2), pp.134-148.

Ramachandran, M. (1995). "Fiscal and Monetary Actions: A Test of Relative Importance of the Economic Monetary Aggregates and their Simple Sum Counterparts". *Prajnan*, 24, pp. 125-137.

Ramachandran, M., Das, R., y Bhoi, B. B. (2010). "The Divisia Monetary Indices as Leading Indicators of Inflation". *The Indian Economic Journal*, 58(3), pp.3-30.

Reimers, H. E. (2002). "Analysing Divisia Aggregates for the Euro Area", Discussion paper 13, Bundesbank.

Sarwar, H., Hussain, Z., y Sarwar, M. (2011). "A Semi-Nonparametric Approach to the Demand for Money in Pakistan". *The Lahore Journal of Economics*, 16(2), pp.87.

Serletis, A. y Molik, T. E. (2000). "Monetary Aggregates and Monetary Policy". Presentado en la Conferencia: *Money, Monetary Policy, and Transmission Mechanisms of Novembre 1999*, Bank of Canada, pp. 103-135.

Schunk, D. L. (2001). "The Relative Forecasting Performance of the Divisia and Simple Sum Monetary Aggregates". *Journal of Money, Credit and Banking*, pp. 272-283.

Shih, Y. C. (2000). "Divisia Monetary Aggregates for Taiwan", en *Divisia Monetary Aggregates*, Springer, pp. 227-248.

Sianturi, R. H., Tanjung, A. F., Leong, C. M., Puah, C. H., y Brahmana, R. K. (2017). "Financial Liberalization and Divisia Money Demand in Indonesia". *Advanced Science Letters*, 23(4), pp.3155-3158.

Sriram, S. S. (2002). "Determinants and Stability of Demand for M2 in Malaysia". *Journal of Asian Economics*, 13(3), pp.337-356.

Stracca, L. (2004). "Does Liquidity Matter? Properties of a Divisia Monetary Aggregate in the Euro Area". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66(3), pp.309-331.

Taiganides, K. S. (1991). "Divisia Monetary Aggregates: Could They Have Made a Difference in Chilean Monetary Policy, 1979-1987? PhD thesis, University of Texas at Austin.

Tariq, S. M. y Matthews, K. (1997). "The Demand for Simple-Sum and Divisia Monetary Aggregates for Pakistan: A Cointegration Approach". *The Pakistan Development Review*, pp. 275-291.

Van Hoa, T. (1985). "A Divisia System Approach to Modelling Monetary Aggregates". *Economics Letters*, 17(4), pp.365-368.

Wesche, K. (1996). "Aggregating Money Demand in Europe with a Divisia Index". Discussion Paper N° B-392, University of Bonn, Germany.

Wesche, K. (1997). "The Demand for Divisia Money in a Core Monetary Union". Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Vol. 79, pp. 51-60.

Yue, P. y Fluri, R. (1991). "Divisia Monetary Services Indexes for Switzerland: Are They Useful for Monetary Targeting?", Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Vol. 73, pp. 19-33.