

**LA DEMANDA DE DINERO EN COLOMBIA, UN EJERCICIO DE
COINTEGRACIÓN Y PRONÓSTICO**

CRISTIAN ALEJANDRO LÓPEZ VERA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI

2016

**LA DEMANDA DE DINERO EN COLOMBIA, UN EJERCICIO DE
COINTEGRACIÓN Y PRONÓSTICO**

CRISTIAN ALEJANDRO LÓPEZ VERA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

DIRECTOR:

NORBERTO RODRÍGUEZ NIÑO

BANCO DE LA REPÚBLICA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

SANTIAGO DE CALI

2016

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI

2016

CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Marco teórico	5
2.1. Contexto histórico.....	5
2.2. Dinero y demanda de dinero	7
2.2.1. Dinero y factores que determinan su demanda	7
2.2.2. Teorías sobre la demanda de dinero	9
2.2.3. Innovación Financiera y demanda de dinero.....	15
3. Revisión de la literatura	16
3.1. Internacional.....	16
3.2. El caso Colombiano	21
4. Metodología	24
4.1. Internacional.....	24
4.2. El caso Colombiano	26
5. Modelo, Datos y Estimación	26
5.1. Modelo	26
5.2. Los Datos	28
5.3. Estimación.....	31
6. Conclusiones	41

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Variables en Niveles</i>	30
<i>Figura 2. Pronóstico h=1</i>	40

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Variables que influyen en la demanda de dinero</i>	8
<i>Tabla 2. Datos</i>	29
<i>Tabla 3. Pruebas de Raíz Unitaria</i>	32
<i>Tabla 4. Test de Traza y Máximo Valor Propio</i>	33
<i>Tabla 5. Modelos de Pronostico estimados</i>	37
<i>Tabla 6. Medidas de Evaluación de pronóstico</i>	38
<i>Tabla 7. Test de Diebold y Mariano</i>	39

ANEXOS

<i>Anexo 1. Rezagos Óptimos, Test de Normalidad y Autocorrelación</i>	43
<i>Anexo 2. Matriz Velocidad de Ajuste, Test LM y Test Jarque Bera</i>	44
<i>Anexo 3. Análisis de residuales y modelos de pronóstico</i>	45
<i>Anexo 4. Valores Observados y Pronosticados</i>	47

RESUMEN

El rol del dinero sigue siendo importante para identificar mecanismos de transmisión y necesidades de liquidez, de allí la importancia de la estimación de la demanda de dinero. Este trabajo tiene dos objetivos. El primero, dados los shocks de innovaciones financieras y tecnológicas de los medios de pago que han afectado dicha demanda, realiza un análisis empírico de la demanda de dinero para Colombia tomando el periodo 2002-2016(6) agregando una variable de innovación financiera, el número de tarjetas de crédito, a través de un modelo de cointegración, encontrando esta variable significativa en el análisis. El segundo objetivo es el análisis de pronóstico de dos agregados monetarios, se encuentra que el modelo SARIMA ofrece mejor resultado que un modelo VEC o una caminata aleatoria.

ABSTRACT

The role of money is still important in identifying transmission mechanisms and liquidity needs, hence the importance of estimating the demand for money. This paper has two objectives. The first, we estimate the demand for money in Colombia during the period of 2002-2016(6), given the shocks of financial and technological innovations on the means of payments that have affected it, we add a variable of financial innovation, the number of credit card and estimate it through a co-integration model, finding that these variables are significant in the analysis. The second objective is the analysis of the prognostic of two monetary aggregates; we find that the best model is the SARIMA which offers better results than a VEC model or a random walk.

PALABRAS CLAVE: Demanda de Dinero, Política Monetaria, Modelo de Cointegración lineal, Pronóstico

CLASIFICACIÓN JEL:. C3, E41, E42, E5

1. INTRODUCCIÓN

La economía monetaria se ocupa del estudio de la relación entre las variables reales a nivel agregado y las nominales, teniendo un notable vínculo con la teoría macroeconómica. En este contexto aparece la figura de *la función de demanda de dinero*, la cuál ha sido considerada un tópico importante para ser modelado pues sugiere una significativa conexión entre la política monetaria y el resto de la economía. Resalta Walsh (2010) que en los últimos 50 años la macroeconomía y la economía monetaria han compartido una historia que aunque pareció separarse con la visión de Kydland y Prescott (1982), quienes se centraron en enfoques ajenos a los monetarios como generadores de ciclos económicos, esta relación ha vuelto a converger.

El objeto de investigación de este trabajo, la función demanda de dinero, ha sido discutida teórica y empíricamente, reflejo de ello es la importancia que se le ha dado en varios países a la hora de cuantificar y orientar el alcance de la política monetaria. En el caso Colombiano antes de la adopción del régimen inflación objetivo, la estrategia de conducción de política monetaria giraba en torno a los agregados monetarios como meta intermedia, estableciendo corredores prefijados para el crecimiento de éstos como instrumento de control del nivel general de precios, bajo este régimen la estimación de la demanda de dinero era fundamental y el comportamiento de los agregados seguido de cerca por la junta del Banco Central para la toma de decisiones. Cuando se decretó dejar flotar el tipo de cambio en 1999 y se adoptó inflación objetivo en 2001, los corredores monetarios se dejaron de lado, tomándose como ancla nominal la inflación e instrumento de política la tasa de intervención del Banco Central.

La literatura sobre cuál de estas dos estrategias de conducción de política ha sido mejor es diversa y deja abierta la discusión sobre cuál ha sido más efectiva en atacar el fenómeno inflacionario, romper su inercia y minimizar los efectos asociados a ella. Aunque existe una inclinación en destacar el éxito que ha tenido el régimen inflación objetivo, dado que los países que la han implementado no sólo han reducido sus niveles significativamente sino que los han mantenido bajos sin perjudicar el crecimiento económico (Mishkin et al 2007; Corbo et al, 2002), también existe la tendencia a criticar la inestabilidad de la demanda de dinero y con ello la estrategia de conducción de política en torno a los agregados monetarios, pues las

ventajas que tiene ésta última estrategia se basan en una relación fiable entre la inflación y el agregado monetario elegido, relación que se ha visto distorsionada en algunos países. Por tanto el contexto económico ha hecho que Inflación objetivo se “abra paso” y sustituya el régimen basado en agregados tanto en Colombia como en otros países. Si bien los objetivos del trabajo no pretenden comparar el éxito para el control de la inflación entre una estrategia y otra, hechos estilizados que motivan este trabajo si giran en torno al contexto de sustitución de régimen en la conducción de política monetaria, su relación con la demanda de dinero y a los shocks que ésta última ha sufrido.

Mishkin y Savastano (2001) desarrollan un trabajo en un entorno de ventajas y desventajas de cada régimen, mostrando evidencia para Latinoamérica concluyen que un objetivo monetario como estrategia no es viable por la inestabilidad de la relación entre agregados monetarios e inflación, pero aclaran que la clave está en un ambiente institucional adecuado. Para países desarrollados Mishkin (2000) muestra el por qué se abandonaron las metas monetarias. Para *Estados Unidos* (EU), señala que las metas se convirtieron en una cortina para ocultar la necesidad de aumentar tasas y reducir así la inflación, de allí que Greenspan decidiera no usar más estas metas desde 1993 pues se fallaba periódicamente en predecir la relación agregados monetarios, PNB e inflación. El *Reino Unido* (RU) tampoco tuvo mucho éxito con las metas para M3, en 1980 tenían una inflación de 20%, argumentando que la innovación financiera estaba causando estragos en la relación entre ingreso nominal y M3 la abandonaron en 1987.

Sin embargo no todo ha ido mal con el régimen monetario, en contraste en su trabajo Mishkin muestra el éxito de Alemania en controlar la inflación por esta vía. El caso intermedio es el del Banco Nacional Suizo, (Bernanke, 2001, Cáp. 4) que desde 1975 hasta 1990 tuvo metas monetarias para M1 y la Base Monetaria, exitoso durante un tiempo se abandonó por cambios estructurales provocados por la introducción de un nuevo sistema de pagos y requisitos de liquidez de bancos que alteraron la relación gasto-base y generó presiones inflacionaria.

En línea con los estudios anteriormente mencionados, De Gregorio (2003a) presenta evidencia para países desarrollados y en vía de desarrollo, señalando que países que en los

últimos años han tenido tasas de inflación bajas a su vez han tenido tasas de crecimiento de dinero mayores a las del aumento del ingreso nominal. Hecho que parece sugerir que la estimación de demanda de dinero para orientar decisiones de política en este contexto no tiene mucho sentido ya que parece contradictorio para un país que fije metas para el crecimiento de un agregado monetario en pro del objetivo inflacionario. Cabe preguntarse si tenía razón Gerald Bouey, ex gobernador del Banco Central de Canadá, al afirmar "*We didn't abandon the monetary aggregates, they abandoned us*"?

Pasando a otros hechos estilizado se encuentran los distintos shocks que en los últimos 15 años han experimentado diferentes relaciones macroeconómicas en Latinoamérica, incluyendo las que introducen en una ecuación estándar de demanda de dinero, las cuales han sido afectadas no sólo por los sucesos económicos inherentes a cada país, sino además por eventos comunes como el Boom de los Commodities (2003-2012), la crisis del 2008 y las políticas de los Estados Unidos posteriores a ella, como el Quantitative Easing (QE). Por tanto no es claro que con estos shocks se afecten las relaciones teóricas en cuanto a signo en una ecuación de demanda por dinero, es viable pensar que haya efectos en magnitud.

El último hecho estilizado que motiva este trabajo es el desarrollo que ha tenido la innovación financiera, entendida como un shock estructural en la relación teórica de la demanda de dinero. Trabajos como el de Gurley y Shaw (1960) sugieren que las innovaciones financieras podrían deteriorar relaciones entre saldos reales por aumento de sustitutos del dinero, generando cambios en las elasticidades. Ochs y Rush (1983) argumentan que una vez la innovación ha tenido lugar su efecto es permanente. Recientes estudios como Allen (2003), muestran cómo el desarrollo de los medios de pago afecta la velocidad de circulación del dinero. Desde este enfoque se esperaría que la introducción de instrumentos e innovaciones financieras produjera una potencial disminución en la demanda de saldos reales y reasignación de recursos, afectando la composición de portafolio. Por tanto realizar un análisis de demanda de dinero sin tener en cuenta este hecho es tener un poco de miopía económica, más cuando el escalafón de Brookings (2016) ubicó a Colombia en el segundo lugar de países emergentes que más están trabajando para promover la inclusión financiera y donde actualmente el 76,3% de la población tiene al menos un producto financiero.

¿Qué camino nos dejan los hechos estilizados presentados para el desarrollo de este trabajo? Si bien se puede hablar de que la relación que plantea la ecuación demanda de dinero sigue siendo importante, su función como herramienta de política se ha ido transformando después de implementar inflación objetivo, particularmente en el caso colombiano ya no se usa para los corredores, que ya ni existen. Actualmente su utilidad está en el papel que juega al momento de estimar la línea de referencia y los requerimientos de liquidez del sistema financiero que son contrastados con la estimación de la oferta monetaria para en conjunto determinar los cupos de liquidez reflejados en las operaciones de subasta diarias del Banco Central al sistema financiero. Por tanto como la relación de la ecuación de demanda de dinero puede variar por diferentes shocks económicos o cuestiones estructurales, como temas de innovación financiera las preguntas de investigación serán así orientadas.

Si bien el cambio tecnológico es una variable no observable, en la literatura se ha sugerido varias formas de aproximarse a su cuantificación. Por tanto partiendo de la hipótesis que existe un error de especificación en la ecuación de demanda de dinero al no incluir una variable de innovación financiera, basado en lo planteado por Goldfeld y Sichel (1990) el análisis se enfocará en responder dos preguntas; una de corte económico ¿Es relevante la inclusión de la innovación financiera al momento de especificar y analizar la demanda de dinero en Colombia? Y otra más de corte estadístico, ¿Qué tan buenos pronósticos se producen hoy? En línea con lo anterior este trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Contribuir al análisis sobre la demanda de dinero en Colombia mediante la evaluación de un modelo econométrico, VEC, para la misma, analizando si los signos obtenidos son plausibles con lo que dice la teoría económica.
- Realizar un análisis de pronóstico a diferentes horizontes utilizando diferentes modelos, contrastándolos y seleccionando el mejor basado en diferentes criterios.

Este documento además de esta introducción, está conformado por una segunda sección donde en conjunto con el marco teórico se hace una breve contextualización histórica de la situación de política monetaria de los últimos 20 años en Colombia, en un contexto de

cambio de régimen monetario y desarrollo del sistema financiero. La tercera sección contiene la revisión de la literatura nacional e internacional. La cuarta sección especifica la metodología. A continuación se presenta la descripción de los datos, resultados y análisis, mientras en la sexta sección exponen las conclusiones y posibles extensiones.

2. MARCO TEORÍCO

2.1. Contexto Histórico

En 1990 en Nueva Zelanda, se dispusieron los lineamientos de un nuevo esquema de política monetaria cuyo objetivo público y compromiso explícito era el control de la inflación, logrando estabilidad de precios otorgando al Banco Central autonomía para conseguirlo, enfatizando en la transparencia y rendición de cuentas. Con ello nace el régimen inflación objetivo, una estrategia de conducción de política monetaria usada con éxito en muchos países desarrollados como en vía de desarrollo. Hoy 28 países usan este régimen, mientras otros bancos centrales como el Banco Central Europeo, la Reserva Federal de Estados Unidos y el Banco de Japón han adoptado los principales elementos de este régimen (Roger , 2010).

Colombia pertenece al grupo de países que se acogieron a este régimen implementado gradualmente desde 1991 con la independencia del Banco Central mediante la constitución política, hasta la adopción plena en 2001. Dos hechos importantes impulsaron este cambio; los acuerdos con el Fondo Monetario Internacional (FMI) en busca de impulsar el crecimiento económico y enfrentar la crisis de finales de los 90' y la elección de un esquema flotante en lugar de banda cambiaria como régimen de tipo de cambio en 1999, todo se puede enmarcar en el trilema de la política monetaria, dadas las políticas de libre movilidad de capitales de principios de los 90' y el objetivo de tener una política monetaria autónoma, sólo quedaba la opción de flotar. Sumado a lo anterior la fuga de capitales de finales de los 90 que agudizo la crisis como indica Torres (2011) sirvió para “disciplinar” una política que intentaba mantener corredores¹ para el crecimiento de la base y a su vez objetivos cambiarios (Gómez, 2006).

¹ Los corredores eran contruados para la base y M3+Bonos mediante el uso de la demanda de dinero o la teoría

La tasa de cambio flotando, dejó dos opciones para el ancla nominal doméstica, la estrategia de meta monetaria basada en los corredores para la base monetaria o la de inflación objetivo. Tal como lo indica el mismo Gómez la estrategia de meta monetaria no ofrecía mayor posibilidad de control debido a la inestabilidad de la demanda de dinero, mientras la estrategia de inflación objetivo contaba con creciente aceptación internacional incluida la del FMI, por tanto se adoptó esta última fijando metas puntuales de inflación de largo plazo y un margen admisible de desviación, siendo el ancla nominal la inflación y el instrumento de política la tasa de intervención del Banco Central. Con la adopción de inflación objetivo, los corredores dejaron de usarse y aparece la figura de la línea de referencia², donde también se estima la demanda de dinero sin embargo, este concepto de referencia no exige una corrección periódica del Banco, ni tiene como objetivo el control de la inflación y tampoco lo obliga a tener operatividad sistemática cuando existieran desviaciones de corto plazo. Para mayor información de la implementación de la estrategia de Inflación Objetivo en Colombia se puede ver el trabajo de López, Vargas y Rodríguez (2016).

Dejando el contexto económico claro, es importante mostrar el desarrollo de los mercados financieros en nuestro país como el aumento del uso tarjetas crédito y débito en donde para abril de 2016 existían vigentes 13.964.170 y 23.360.087 respectivamente³, la aparición de activos financieros líquidos que ofrecen un retorno como los TES creados con la Ley 51 de 1990, las operaciones en bolsa de valores desde su aparición unificada en 2001 y el creciente uso del sistema de pagos de alto valor (CUD)⁴ del Banco Central son algunos ejemplos. Avances tecnológicos, liberalización e innovaciones como las experimentadas desde principios de los 90' han hecho que la relación de los agregados monetarios y el gasto se trastorne, y se hable de inestabilidad en la demanda de dinero dada por estos sucesos que

cuantitativa y se relacionaban entre sí por medio de los requisitos de encaje (Gomez,2006)

² Para una mejor explicación sobre la línea de referencia construida para el año 2001, se sugiere leer el reporte al emisor No.19 de Diciembre de 2000, donde se exponen los supuestos y el método de cálculo de la línea de referencia para el año 2001.

³ Fuente Superfinanciera

⁴ A diciembre de 2014, 150 entidades entre Bancos, compañías de financiamiento, sociedades fiduciarias, sociedades comisionistas de bolsa, aseguradoras entre otras, tenían cuenta de depósito en el CUD. De cerca de 3000 operaciones diarias en 2001 por valor de 5927 m.m.p se pasó a 7570 operaciones por valor de 35.925 m.m.p en 2014 Para mayor información puede verse el reporte de Sistema de pago del Banco de la República.

disminuyen la operatividad y control del Banco Central ya que las decisiones de los agentes (Instituciones de depósito y depositantes) influyen en el comportamiento y flujo del dinero.

En cuanto a la macroeconomía reciente, el Boom de *commodities* que disfrutaron Colombia y varios países latinoamericanos entre el 2003-2012, y políticas como el QE han sido hechos que han provocado diferentes fluctuaciones. Toro (2014) resalta que el aumento de los flujos de inversión extranjera de portafolio destinados a TES contribuyó a reducir la tasa de interés de éstos a principios de 2010, mientras en 2013 otras medidas tomadas por la Fed generaron aumentos en tasa de los TES de 5.2% a 7.8%, devaluaciones de 6.9% y aumento del EMBI. Por su parte Leyva-Uribe et al (2016) encuentran para diferentes países de Latinoamérica, entre ellos Colombia, un aumento en los retornos accionarios de 7.3% y 2.3% para distintas fases del QE. Hechos macroeconómicos como los anteriores inciden en las preferencias de los agentes, sus decisiones de consumo e inversión y la forma en que deciden tener su dinero.

El anterior contexto histórico busco brindar el marco adecuado para los objetivos de este trabajo, a la luz de la transición de una estrategia de política monetaria a otra, donde se pueda entender el uso que hoy por hoy se le da a la demanda de dinero, y por qué ésta pudo ser afectada por shocks después del periodo de inflación objetivo.

2.2 . Dinero y Demanda de Dinero

2.2.1. Dinero y factores que determinan su demanda.

El dinero, desde su definición más amplia se puede concebir en línea con Mishkin (2008, pp 52) y McCallum (1989, pp. 16-18) como todo lo que se acepta generalmente en pago por bienes y servicios, o reembolso de deudas. Sus tres funciones básicas son: medio de cambio, unidad de cuenta y depósito de valor.

Estos tres roles del dinero proveen fundamentos para diferentes especificaciones teóricas asociadas a la demanda de dinero y dan lugar a tres factores que determinan su demanda en línea con Keynes (1936, cáp.15). El *Motivo transacción* asociado a la demanda de billetes y monedas por ser ampliamente aceptados, líquidos y brindar anonimato al transar. Como

indica Ericsson (1988) responde a la necesidad de cubrir la brecha entre ingresos generados y gastos planeados. El segundo factor es la demanda por *motivo especulación*, aquí el efectivo es un activo más, se establece la relación entre activos alternativos a él (p.e los bonos) y con ello el concepto de costo de oportunidad visto como una relación inversa entre tasas de interés y demanda de dinero. Por último la demanda por motivo *precaución* donde se relaja el supuesto de que los agentes tienen plena certeza del flujo de gastos e ingresos. Los *Buffer-Stock Models*, son un desarrollo posterior en línea con éste último factor, donde la tenencia de saldos es un amortiguador que suaviza parte de la variación inesperada en ingresos y gastos, disminuyendo costos de ajustes continuos. Eppen y Fama (1968) y Milbourne et al (1983a, 1983b) resaltan que ni el *timing* ni los montos son perfectamente anticipados por los agentes y derivan una regla óptima para la tenencia de saldos afectado por un componente estocástico.

Tabla 1: Variables que influyen en la demanda de dinero

<i>Variable</i>	<i>Cambio en la Variable</i>	<i>Respuesta de la demanda de dinero</i>	<i>Razón</i>
Tasa de Interés	↑	↓	Costo de oportunidad del dinero sube
Ingreso	↑	↑	Más Transacciones
Riqueza	↑	↑	Más recursos para poner en el dinero
Riesgo de Otros Activos	↑	↑	Dinero es relativamente menos riesgoso y más deseable
Inflación	↑	↓	Dinero es relativamente más riesgoso y menos deseable
Liquidez de otros Activos	↑	↓	Se puede dar un efecto sustitución o preferencia por activos que ofrezcan rendimiento diferente a cero
Tecnología de Pagos	↑	↓	Menos necesidad de dinero al transar

Fuente: Mishkin (2008)

En la Tabla 1, se muestran algunas variables que influyen en el comportamiento de la demanda de dinero y su mecanismo de transmisión *ceteris paribus*, se destacan: *La renta real*, aumentos entendidos como incremento del poder adquisitivo, aumentan el nivel de gasto y la demanda de dinero. *El tipo de interés*, el coste de oportunidad de tener efectivo. En la medida que sean altos, los agentes son propensos a tomar decisiones de inversión y disminuir la demanda por efectivo. *El riesgo y las expectativas*: A mayor riesgo en rendimiento de activos alternativos, mayor cantidad demandada de dinero dada la aversión al riesgo del agente. *El nivel de precios*: A medida que sube se requiere más dinero para transar, alterando los deseos

de liquidez de los agentes. Sin embargo esta relación no es tan clara, pues cuando la inflación es alta se puede reducir la demanda por efectivo si los agentes buscan refugiarse en activos que proporcionen cobertura a un rendimiento real como oro, bienes raíces o seguros.

2.2.2. Teorías sobre la Demanda de Dinero.

La relación de largo plazo entre dinero, precios y producto ha sido estudiada desde hace muchos años, para no ir muy lejos desde las ideas de David Hume (1752)⁵ con su crítica al mercantilismo y el *price-specie flow mechanism*. Por lo anterior es común leer que este autor es considerado el antecesor clásico de la teoría cuantitativa del dinero. Sin embargo con el ánimo de no caer en anacronismo, el marco teórico se desarrollará como evolución y contrastación desde la idea planteada por Irving Fisher (1911) quien realizó la exposición más clara del enfoque de la teoría cuantitativa clásica, examinando el vínculo entre la cantidad de dinero M y el valor nominal de las transacciones $P.T$, siendo T el número de transacciones en la economía y P el nivel de precios, determinándose la velocidad de circulación con estas tres variables, la representación en términos de ecuación de intercambio o identidad es :

$$MV_t = PT$$

Ante la dificultad de medir las transacciones es común ver a T remplazado por Y , que usualmente es el PIB. Los clásicos argumentaban que la velocidad y número de transacciones (o nivel de producto) son estables, pues dependían de factores tecnológicos o institucionales y se asumía que la economía tendía a alcanzar el pleno empleo. Así parametrizadas las variables velocidad y nivel de actividad, las variaciones en el nivel de precios son proporcionales a las que ocurren en la cantidad de dinero, haciendo que esta teoría se vuelva una que busca determinar el nivel general de precios, donde lo relevante es el papel de la oferta y no el de la demanda de dinero. Dos rasgos caracterizan la teoría cuantitativa; no sugerir efecto de las tasas de interés sobre la demanda de dinero y el enfoque de la neutralidad del dinero en cuanto a efectos sobre la producción. Aunque Fisher trató de dar respuesta a cuáles son los determinantes del monto de dinero necesario para un volumen de transacciones dado, la visión del dinero como medio de cambio fue expuesta por los economistas de Cambridge

⁵ De su conjunto de ensayos se destacan “Of Money” y “Of The Balance Trade”

quienes discuten los determinantes de la cantidad de dinero que un individuo desea poseer.

La versión de Cambridge conocida como la teoría de los saldos de caja, se debe en esencia a los trabajos de Pigou (1917) y Marshall (1923). Esta versión avanza en ser una primera visión de la teoría cuantitativa como una teoría de demanda de dinero. Se destacan aspectos de enfoque microeconómico como la elección individual del dinero que un agente desea y el equilibrio entre $M^s = M^d$. Otra cualidad es la de depósito de valor que emerge del término “saldos en caja” sugiriendo un enlace intertemporal del dinero de ser transferido, así cierta fracción del circulante k , no es utilizada por motivo transacción. Laidler (1977) indica que Pigou asumió que para un individuo su nivel de ingreso o volumen de transacciones, al menos en el corto plazo, puede moverse en una proporción estable y por tanto lo formalizo así:

$$M = kPT, \quad \text{donde } k = 1/v$$

Mientras M , P y T son variables, cómo en la teoría cuantitativa, k puede interpretarse como el inverso de la velocidad o el *Cash Holding Coefficient* (dependiente de otras variables) conectando la cantidad de dinero disponible con el valor de los pagos a efectuarse economía y la fracción del ingreso que quiere mantenerse. Así mientras en la versión de Fisher V es determinada por las otras variables, en esta versión k , juega un rol más activo.

El enfoque Keynesiano se resume en la teoría de la preferencia por la liquidez, distingue entre demanda por motivo precaución, transacción y especulación, explicados anteriormente. Resaltando la relevancia de la tasa de interés, las expectativas sobre ésta, y la importancia que le dan los agentes a saldos reales y no nominales. Keynes (1936, Cáp.15, pp 177) afirma que la demanda por motivo transacción y precaución no responde a cualquier influencia, excepto al acaecimiento real de un cambio en la actividad económica general y en el nivel de ingreso. Mientras la demanda por motivo especulación muestra una respuesta constante ante cambios graduales en la tasa de interés, existiendo una curva continua que los relaciona debido a cambios en precios de los títulos y diferentes vencimientos. Formalmente se tiene la ecuación:

$$M = M_1 + M_2 = L_1(Y) + L_2(r)$$

M_1 es el monto para satisfacer el motivo precaución y transacción y M_2 el monto para el motivo especulación, L_1 y L_2 , funciones de liquidez, la primera depende del ingreso y la otra de la tasa de interés. En términos prácticos podemos interpretarlo de la siguiente forma: Quien posee bonos está sujeto a fluctuaciones en el valor real de su riqueza ante cambios inesperados en la tasa de interés, si alguien desea evitar estas fluctuaciones puede mantener su riqueza en efectivo renunciando al rendimiento, si no existiera incertidumbre sobre las tasas de interés futuras, los bonos serían preferidos al dinero, siendo en equilibrio la función de liquidez o propensión a atesorar $L_2 = 0$. La tasa de interés no sólo juega un papel importante en el desarrollo de la teoría de la preferencia por la liquidez, sino que es un vínculo entre el sector real y monetario, siendo un elemento sustancial junto a la eficiencia marginal del capital en los incentivos para aumentar la inversión que activa el mecanismo keynesiano enfocado en la demanda efectiva, resaltando la idea de no neutralidad del dinero para Keynes.

En camino con la evolución que ha tenido la teoría de la demanda de dinero, se plantea la teoría cuantitativa moderna en el marco del monetarismo de Friedman (1956) donde el dinero es tratado como otro activo. Sugiere más variables en la especificación empírica, y expone uno de los principales avances teóricos de su planteamiento, la concepción de que la demanda de dinero depende del ingreso permanente, todo planteado desde un enfoque microeconómico del consumidor, resaltando el papel de la restricción presupuestaria y la tasa marginal de sustitución entre el dinero y otros activos inclusive no financieros. Destaca que el fenómeno inflacionario es monetario, producido por un aumento más rápido de la cantidad de dinero que del producto, que si bien pueden existir efectos de lo nominal sobre lo real en el corto plazo, serán mientras se ajusten las expectativas, ya que en el largo plazo existe convergencia con lo que los agentes prevén anulando el efecto real, allí el dinero adquiere su característica de neutralidad. Estos elementos son usados para su trabajo de 1970 donde sostiene la relevancia a factores monetarios en la explicación de ciclos en periodos de recesión e inflación.

Por esta misma época también se introdujeron desarrollos como el enfoque de Baumol (1952) y Tobin (1956), calificado como *inventory model to transaction balanced*. Estos autores resaltan factores como las prácticas de pago, mostrando que a pesar que existen otros activos

líquidos que ofrecen rendimiento, también existen costos de transacción (transporte, tiempo, convertir el depósito) que justifican la tenencia de efectivo por comodidad. Mediante una minimización del costo de oportunidad (tasa de interés) y de transacción, derivan una demanda de dinero conocida como la fórmula de la raíz cuadrada, que depende positivamente del ingreso, los costos de transacción y el nivel de precios y de forma inversa de la tasa de interés. Tal como lo indica en su trabajo Baumol: *“the rational individual will, given the Price level, demand cash in proportion to the square root of the value of his transactions.* Formalmente y en términos reales la demanda se presenta como:

$$\frac{M}{P} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2bY}{i}}$$

La cual, al ser representada en su forma logarítmica se obtiene que la elasticidad ingreso de la demanda real del dinero es 0.5, igual que la elasticidad respecto a los costos de transacción, mientras la de la demanda de dinero respecto a la tasa de interés es -0.5. Si bien estos autores se centraron en el enfoque de transacción no se dejó de lado el tema especulativo, así lo muestra el trabajo de Tobin (1958) enmarcado bajo el modelo de asignación de cartera. Aplica la teoría de elección de portafolio y desarrolla un modelo donde los saldos monetarios se determinan como resultado de un problema de optimización. Incorpora una distribución de probabilidad, asumiendo que la utilidad derivada de los activos es positiva en relación al retorno esperado y negativa respecto al riesgo, una función de utilidad y el concepto de aversión al riesgo. Así cuando los individuos eligen distribuir sus ahorros, en activos y dinero, tienen en cuenta que mayor riesgo asumido debe compensarse con mayor retorno esperado.

Esta última parte de la sección teórica pretende seguir en línea con la evolución temporal referente a la teoría de la demanda de dinero. Para ello es importante tener en cuenta toda la revolución del pensamiento económico que se venía gestando entre 1960-1970, donde en un sentido muy amplio se destacan, la decadencia de las ideas keynesianas, el protagonismo que tuvieron las ideas asociadas al monetarismo de Friedman que tuvieron una importante acogida con la aparición de la Nueva Economía Clásica⁶, y con ésta última corriente de pensamiento

⁶ Principalmente se destacan Barro(1976) , Lucas (1972, 1976), Sargent y Wallace (1975,1976).

la relevancia que se da al papel de las expectativas racionales, la información, agentes optimizadores de tipo intertemporal y análisis de equilibrio general, características que pueden verse plasmadas en el auge de la microfundamentación en la macroeconomía. Si bien es cierto que los modelos neoclásicos de crecimiento tradicionales son no monetarios y el efectivo es dominado por activos con tasa de rendimiento diferente de cero, se ha buscado que en un marco de equilibrio general sea posible asignarle un valor positivo al dinero y con ello justificar una demanda positiva del mismo por parte de los agentes. Bajo ese contexto surgen los dos últimos planteamientos teóricos expuestos si entrar en su formalización⁷, sino en su parte intuitiva, estos son el *Money in Utility (MIU)* y el *Cash in Advance (CIA)*.

El MIU, incorpora directamente saldos monetarios en la función de utilidad. Originalmente desarrollado por Miguel Sidrauski (1967) estudiante de Friedman, planteado para un hogar representativo que elige intertemporalmente un nivel de consumo y saldos monetarios reales. Formalmente se especifica de la siguiente forma: donde C_t es el consumo, M_t / P_t los saldos reales y β el factor descuento, resolviéndose el modelo con una ecuación de Bellman.

$$W = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, M_t / P_t)$$

Tanto la utilidad marginal del consumo como por saldos reales es positiva. El hogar asigna sus recursos entre consumo, inversión en capital, saldos monetarios reales y acumulación de bonos. Dadas las restricciones apropiadas relativas a la función de utilidad en el óptimo la razón de utilidades marginales de consumo y dinero es igual al costo de oportunidad del dinero en términos de bienes o su precio relativo.

$$\frac{U_m(C_t, M_t / P_t)}{U_c(C_t, M_t / P_t)} = \frac{i_t}{1+i_t}$$

Este modelo permite estudiar relaciones entre dinero-precios y efectos sobre el estado estacionario (SS). Aparece un concepto estudiado por los Clásicos, Keynes y Friedman, el de

⁷ El desarrollo completo de estos modelos puede tomarse siguiendo los trabajos originales o del libro de Walsh (2010, Cáp 2 y 3)

neutralidad del dinero, pero además Sidrauski contribuye en el desarrollo del concepto de superneutralidad del dinero. Así no sólo el dinero es neutral, donde cambios proporcionales en el nivel de saldos monetarios no tienen efectos reales, sino que cambios en la *tasa de crecimiento* de la cantidad nominal de dinero no tiene efecto sobre el capital, producción o consumo en SS, siendo sus valores en SS independientes de la tasa de crecimiento del dinero.

Por su parte Patinkin (1965), un estudioso del trabajo de Keynes, influencio el trabajo de Sidrauski. Su objetivo fue integrar la teoría monetaria con el equilibrio general desarrollado por Arrow-Debreu, mostrando que inconvenientes que tiene los agentes para encontrar efectivo permiten incorporar la idea de que el dinero da utilidad.

Si bien estos trabajos seguían dando fuerza, de manera formal y argumentativa a la idea de incorporar el dinero en la función de utilidad, existía controversia con el enfoque presentado por el MIU, debido a que se le otorga un papel al dinero, un objeto intrínsecamente inútil, que dada una senda de consumo a mayor tenencia de éste, la utilidad de un individuo aumenta así estos saldos nunca se plasman en bienes que es lo que interesa a un agente. El Cash in advance (CIA) brinda una alternativa a esta controversia, con una microfundamentación y filosofía distinta, resumida en los dos trabajos de Robert Clower, crítico del tratamiento ortodoxo de equilibrio Walrasiano al trabajo de Keynes (1965) y de la forma de integrar el dinero en el equilibrio general (1967) del modo en pensado por Patinkin. El CIA en su microfundamentación no incorpora los saldos reales en la función de utilidad, justifica su demanda incorporando restricciones de uso de efectivo al momento de realizar transacciones, destacando que la utilidad del dinero se deriva de la facilidad para transar y obtener bienes de consumo que proporcionan utilidad directamente, en línea con Baumol y Tobin⁸.

Posteriores trabajos como el de Brock (1990⁹), justifican que la tenencia de dinero

⁸ A pesar de la similitud en términos argumentativos, el tratamiento de Baumol-Tobin es de equilibrio parcial, en contexto de equilibrio general puede ver a Romer (1986,1987).

⁹ Presenta una discusión entre el MIU, CIA y los modelos de generaciones traslapadas. Éstos últimos modelos desarrollan un aporte en la comprensión del papel del dinero p.e Samuelson (1958) muestra el dinero como un activo para transferir recursos intertemporalmente, por lo que podría entenderse en su función depósito de valor.

proporciona utilidad entendida como reducción de costos de liquidez y mayor tiempo de ocio, en esta línea se desarrolló un enfoque conocido como *Shopping-Time(ST)*. Cuando el ocio entra en la función de utilidad del agente, estos modelos proporcionan un vínculo entre el enfoque del MIU y modelos que se centran en el dinero como medio de transacción y cambio a pesar que el origen de su planteamiento es distinto. Éste argumento que relaciona ocio, demanda de saldos y utilidad, ha sido desarrollado por Saving (1971), y McCallum (1983).

El marco anterior pretendía mostrar las teorías y explicaciones más relevantes sobre el por qué los agentes demandan dinero. El marco teórico se desarrolló históricamente buscando contextualizar y poner a discutir distintos planteamientos a medida que iban apareciendo. La última parte del marco teórico presentará un breve planteamiento de la relación innovación financiera y demanda de dinero.

2.2.3. Innovación financiera y Demanda de Dinero

Antes de abordar los principales aportes teóricos, es importante definir lo que se entiende por innovación financiera. Se trata de avances tecnológicos en las transacciones y cambios políticos de regulación financiera, una definición amplia y en línea con De Gregorio (1993).

Si bien es cierto que el desarrollo tecnológico ha potencializado la operatividad de las instituciones financieras y desarrollo de instrumentos financieros, los medios de pago no se han quedado atrás siendo permeados por estas tecnologías que brindan facilidad en uso y tiempo a los agentes, pero también han tenido efectos y externalidades en relaciones económicas que no se pueden desconocer.

Autores como Gurley y Shaw (1960) reconocen la existencia de shocks de innovaciones, inclusive en una época donde no tenían la magnitud de hoy. Argumentan que estas innovaciones pueden deteriorar la relación tasa de interés y balance por saldos reales, variables usada en estudios empíricos de la demanda de dinero. Pues en la medida que se introducen productos y servicios bancarios, aumentan los sustitutos del dinero, generando cambios en la elasticidad de la demanda de dinero a la tasa de interés. Arrau y De Gregorio

(1993) señalan que la clave al hablar de innovaciones financieras es que estas cambian y afectan la demanda de dinero.

Las ideas anteriores sugieren tener cuidado y considerar estos desarrollos financieros al momento de plantear un modelo de demanda de dinero. Roley (1985) había señalado que dada una inestabilidad en la demanda por dinero, se generaban inapropiadas especificaciones estadísticas con poca capacidad predictiva. Es así como años más tarde Arrau, Reinhart y Wickman (1995) destacan un fenómeno conocido como missing money, que ya había sido abordado por Goldfeld et al (1976, 1990) de forma empírica para el caso ocurrido en 1970 en los Estados Unidos. Estos trabajos resaltan que las funciones de demanda de dinero que omiten una variable de innovación financiera tienden a sobrestimar la demanda por saldos.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En cuanto al tema de interés, los valores arrojados en la estimación de la demanda de dinero pueden diferir según la especificación sin embargo, es común ver elasticidad respecto al ingreso cercana a 1 y respecto a la tasa de interés más cambiantes si se estima como semielasticidad o elasticidad, aunque es común que sea negativa y cercana a 0. A la luz del marco teórico surgen diferentes especificaciones y metodologías para testear empíricamente la demanda de dinero según el objetivo de investigación pasando desde modelos de regresión por MCO hasta modelos DSGE. Para este trabajo me enfocaré principalmente en los estudios que recogen la metodología que aquí se aplica, los modelos VEC. La siguiente revisión de la literatura contiene estudios para Europa, Estados Unidos, Latinoamérica y Colombia.

3.1. Evidencia Internacional

La evidencia sugiere que desde principios de los años 90 y al menos hasta antes de la crisis del 2008, la demanda por dinero en un sentido amplio, en particular para M3, es estable para los países de la Euro zona. Lo anterior puede verse en trabajos como los de Golinelli y Pastorello (2002), Calza, Gerdesmeier, y Levy (2001), Brüggemann, Donati, y Warne (2003), Brand y Cassola, 2004, Beyer 2009) quienes concluyen existencia de estabilidad en la

demanda de dinero en el marco de cointegración bajo distintos objetivos de investigación. Estudios previos a estos, como los de Kremers y Lane (1990), Wesche (1997), Clausen (1998), Fagan y Hendry (1998) y Calza, Jung & Stracca (2000) agregan varios países europeos encontrando que si bien la demanda por dinero está expuesta a perturbaciones temporales su estabilidad no se ve afectada, p.e. Golineli y Pastorello (2002) bajo un análisis de cointegración concluyen que la demanda de dinero por M3 es mucho más suave y menos sujeta a perturbaciones cuando se evalúa toda la zona euro que país por país.

Los estudios que agregan variables a la especificación son el de Brüggemann et al (2003) que toman como agregado a M3, y evalúan la relevancia de los precios de las acciones y su volatilidad encontrando que esta medida no importa en la relación de largo plazo. Sin embargo si es una variable útil para tener en cuenta al momento de hacer pronóstico. Por su parte Beyer (2009) introduce la riqueza inmobiliaria, argumenta que al incorporarla captura de mejor manera el desarrollo de los saldos monetarios reales y movimientos importantes en la demanda de M3, concluyendo la existencia de estabilidad bajo esta especificación.

Mientras trabajos como los de Nautz y Rondorf (2011) mediante un panel de cointegración aunque hallan estabilidad de largo plazo para M3, sugieren que resultados de inestabilidad se deben a problemas de variables omitidas, como los avances tecnológicos.

Como consecuencia de la formación de la eurozona a finales de 90, la mayoría de estudios mostrados se fijaban en la estabilidad para el conjunto de países. Al buscar evidencia por país se encuentra en línea con Calza y Souza (2003) que los resultados difieren tanto en el tiempo como por país. Entre los estudios por país se destacan el de Johansen y Juselius (1990) para Dinamarca y Finlandia, uno de los primeros en utilizar el enfoque de cointegración desarrollado por el mismo Johansen. Para el caso de Alemania, Lütkepohl et al (1999) usan datos de M1 encuentra estabilidad en la demanda de dinero para un periodo e inestabilidad para otro. Este trabajo es relevante pues utiliza técnicas econométricas denominadas Smooth Transition que permiten modelar no linealidades y cambios de régimen ocurridos en la demanda de dinero, para su caso, la unificación monetaria en Julio de 1990. El último caso es

el del Reino Unido abordado por Fisher y Vega (1993), aquí estiman la demanda por M4 dividiéndola entre hogares y corporaciones. Encuentran que modelar la demanda por dinero para empresas presenta más problemas que para hogares debido a diferencias en las motivaciones para demandar saldos monetarios. Mientras los hogares demandan por razones de transacción y cartera, las empresas sólo por cartera siendo potencialmente más volátil.

La crisis del 2008, despertó el interés por analizar si este hecho afectó la estabilidad de la demanda de dinero, en especial por las distorsiones que una crisis genera y las medidas no convencionales que se adoptaron. Bajo este contexto Beyer (2009) presenta evidencia que la crisis no tuvo impacto significativo en la estabilidad. En ese contexto de crisis el Banco Central Europeo (BCE) adoptó diversas medidas extraordinarias proporcionando excesos de liquidez. Dreger y Wolters (2015) encuentran que estos excesos de liquidez no introdujeron inestabilidad en las relaciones de demanda de dinero en la zona del euro, mientras Jung (2016) revela que la liquidez tuvo un efecto pequeño y positivo en la demanda de dinero a largo plazo para los componentes de M3, al discriminar por “tamaño país”, “estabilidad financiera” y “comportamiento inflacionario”, encontrando asimetrías en la transmisión del impulso de liquidez a los componentes de M3 en algunos países.

Concluyendo el caso Europeo, se mostrará evidencia para Estados Unidos (EU). Resaltando que la visión de la FED y el BCE es distinta en cuanto al rol que juegan los agregados en la política monetaria. Para el BCE tienen un estatus especial en deliberaciones de política, siendo el análisis monetario uno de sus 2 pilares en el objetivo de estabilidad de precios, para la FED los agregados se monitorean en busca de pistas de actividad económica¹⁰.

Los trabajos empíricos para EU serán tomados después de 1980. Se destacan el de Rose (1985), Miller (1991) Baba, Hendry y Starr (1992) y Mehra (1993), quienes destacan el problema del *missing money* de los 70', aunque bajo distintas especificaciones encuentran evidencia de estabilidad por la demanda de dinero. Pero el *missing money*, no fue el único

¹⁰ El trabajo de Kahn y Benolkin (2007) profundizan más en las diferencias del rol del dinero en la política monetaria para la FED Y BCE.

problema que pudo inducir inestabilidad en la demanda por dinero. Lucas y Nicolini (2015), señalan dos potenciales factores; el primero ocurrido en los 80' debido al relajamiento de la Regulación Q, que permitió pago de interés sobre cuentas NOW y NMDA afectando las preferencias de los agentes. Y el segundo en los 90' con el factor innovación tecnológica y financiera.

Atando cabos entre la relación demanda de dinero y sistema financiero se encuentra autores que han señalado a algunas instituciones financieras de los EU de ser las culpables de periodos de inestabilidad, en particular para la demanda de M2 en los 90. Lown et al (1999) sostienen que las restricciones de capital en los bancos y cajas de ahorro fueron un factor importante en la relación anómala entre la velocidad M2 y su costo de oportunidad mediante condiciones poco favorables sobre los depósitos. Sin embargo señalan en ausencia de las dificultades del sector financiero, M2 habría seguido siendo un indicador útil. Carlson et. al (2000), señala que la reestructuración de las instituciones de depósito pudo haber actuado como un catalizador para el desarrollo de los fondos de inversión en los EU, y en particular de los fondos de bonos que provocaron inestabilidad en la demanda de M2.

En contraste con algunos de los trabajos mencionados Whitesell (1997), Orphanides y Porter (2001) argumentan a favor de la estabilidad de la demanda de dinero para los EU. En cuanto a la utilidad como un indicador de política monetaria, Dotsey et al. (2000) evalúan M1 y M2, encuentran que aunque la función de demanda de M2 muestra una variabilidad, contiene información útil y capacidad de predicción de PIB nominal y real. Sin embargo no es suficientemente confiable para su uso en política monetaria.

Terminando con EU, se presenta evidencia para dos países Latinoamericanos Chile y México. A modo de introducción es seminal el trabajo de Arrau y De Gregorio (1993) hecho para estos dos países bajo un enfoque de costos de transacción. Destacan falta de cointegración en la especificación por demanda de dinero para el periodo 1975-1989 acusando la omisión de una variable de innovación financiera como potencial causa, como solución proponen el uso de un intercepto variable (una caminata aleatoria a lo Cooley y Prescott ,1976).

Trabajos para Chile como los de Soto (1996) y McNelis (1998) argumentan en contra de especificaciones lineales o log lineales e introducen la metodología de redes neuronales, el primer trabajo realiza análisis de pronóstico con resultados no muy satisfactorios. Más recientemente Adam (2000) y Soto y Tapia (2000) retornan al enfoque de cointegración, encontrando una demanda por dinero estable y con un solo vector para interpretar, encuentran la elasticidad entre la demanda de dinero y el ingreso cercana 1 y de tasa de interés de -0.12.

Para el caso mexicano se puede encontrar un resumen de estudios anteriores a los 80 en Ortiz (1980). Éste estudio junto al de Ramos-Francia(1993) destacan una demanda de dinero estable, en particular al usar M1. Cuthbertson y Galindo (1999) enfocan su análisis en un equilibrio de cartera destacando el efecto del tipo de cambio para interpretar correctamente movimientos en los agregados monetarios. Garcés (2003) destaca que el agregado monetario más estable son los billetes y monedas, a igual conclusión llegan Khamis y Leone (2001), teniendo en cuenta el periodo de crisis en México de 1994-95. Noriega et al (2015) señala que la relación saldos reales, ingreso y tasa de interés es estable entre el periodo 1986-2010.

En cuanto al tema de innovación financiera se destacan dos trabajos; el de Arnaut (2008) donde también profundiza en el tema de liberalización financiera. Encuentra una relación estable de largo plazo entre saldos reales, producto, tasa de interés y la variable de innovación financiera. No encuentra evidencia clara y robusta de inestabilidad de la demanda de dinero por políticas de liberalización financiera. El otro estudio se orienta a la introducción, papel y desarrollo de los medios de pago de alto y bajo valor propuesto por Figueroa y Martínez (2016). Señalan que el sistema de pagos de alto valor (liquidaciones en mercados financieros incluyendo operaciones con el banco central) tiene mayor efecto sobre la demanda de dinero, mientras el de bajo valor (liquidaciones en tarjetas de crédito, débito, transferencias) presenta una relación negativa indicando el efecto sustitución dinero y medios de pago electrónicos.

Por último mostrando evidencia para el resto de países latinos se destaca el trabajo de Carrera (2012) para 15 países entre ellos los países revisados anteriormente incluyendo Colombia. Destaca que la combinación de observaciones en todos los países ayuda a obtener

estimaciones relativamente estables de elasticidad de la demanda de dinero usando un panel cointegrado encuentra que la elasticidad ingreso para los 15 países es de 0,94 (0.87 para Colombia) y la semielasticidad de la tasa de interés de -0.01 (-0.004 para Colombia).

3.2. El Caso Colombiano

Entre los primeros estudios se puede destacar el de Carrasquilla y Rentería (1990), donde encuentran que la demanda de dinero en Colombia es estable ante choques exógenos para el periodo 1975-1988 pero muestra inestabilidad a la magnitud del mismo para el periodo 1980-1984. Posteriormente Misas y Suescún (1993) en un marco de cointegración estacional para distintas definiciones de agregados monetarios, encuentran una relación de largo plazo estable mediante pruebas de residuales recursivos. En otro trabajo de Misas et al (1994) concluyen que si bien existe una relación de largo plazo entre M1 y sus determinantes ésta no es estable, conclusión que obtienen a partir de la capacidad predictiva del modelo evaluado.

Bajo especificaciones que tengan en cuenta una variable de innovación financiera aparecen el trabajo de Gómez (1998) y de Gómez (1999) ambos muestran que se incurre en error de especificación al no incluirla en la ecuación de demanda de dinero. Bajo un enfoque de cointegración el primer trabajo usa la base monetaria, M1 y M3+Bonos y el segundo la base monetaria como agregados monetarios. En cuanto a la variable de innovación financiera Gómez (1998) usa una tendencia temporal, mientras Gómez (1999) la relación entre depósitos sujetos a encaje y efectivo como próxy de cambio tecnológico en el sistema financiero. Ambos señalan corrección del error de especificación al incluir la variable de innovación.

En Colombia también se desarrollaron trabajos bajo enfoques no lineales para este tópico. Se destacan el trabajo de Arango et al (1999) y Misas et al (2003). El primer trabajo toma datos mensuales, usando como variable de escala el índice de producción industrial. Señala que la especificación no lineal es altamente superior en términos estadísticos sin embargo, la dinámica descrita tanto por la especificación lineal como no lineal hacen *matching* en magnitud del comportamiento en el periodo de análisis, 1982-1998, destacando bajo un régimen de transición dado por un modelo STR que la demanda de efectivo en Colombia se

ha mantenido, la mayor parte de las veces, en el régimen superior. El trabajo de Misas (2003) plantea una especificación no lineal y tiene por objetivo realizar análisis de pronóstico para el efectivo real comparando la metodología de redes neuronales (no lineal) con las tradicionales lineales ARIMA y VEC, concluye que el pronóstico obtenido bajo la red neuronal es superior.

Concluido el enfoque no lineal, Escobar y Posada (2004) estiman oferta y demanda de dinero de manera simultánea bajo la metodología de tendencias estocásticas comunes. La relación se modela bajo un SVEC, imponiendo restricciones teóricas realizan análisis impulso respuesta y un ejercicio de pronóstico. Otro análisis interesante es el de Arango et al (2005) donde usan el filtro de Kalman partiendo de una función de demanda de efectivo para estimar la dinámica de la economía subterránea entre 1976-2003, concluyen que factores como el narcotráfico y economía informal, han jugado un papel significativo en la demanda de efectivo.

La última parte de la evidencia empírica para Colombia ahondará en la innovación tecnológica y financiera, el comportamiento del efectivo y los medios de pago aunque de un modo más descriptivo. Si bien Gómez (1998) y Gómez (1999) presentaron evidencia sobre su importancia, la tecnología financiera desde esa época hasta hoy ha crecido a pasos grandes y casi dos décadas después es importante mostrar lo que hay por decir y sus relaciones.

El proceso de penetración financiera se puede dividir en tres fases en línea con ANIF (2014) la primera el inicio de la profundización financiera en los años 70 donde la demanda por efectivo se enfocaba en motivo transacción, la segunda calificada como el “despertar de los cuasi dineros” en los ochenta y el tercero la profundización del mercado de capitales a mediados de los noventa, donde se presentaron hechos como cambios regulatorios y económicos que impulsaron el desarrollo del sistema financiero como los mencionados en Urrutia et al (2000), y aparecieron barreras como el impuesto a las transacciones financieras. Hechos que han contribuido a su forma en distorsionar las relaciones monetarias existentes.

En los últimos años diferentes actores de la economía, en especial el gobierno, han implementado estrategias en pro de brindar inclusión, profundización y educación financiera a los Colombianos con el objetivo de aumentar el uso de medios de pago electrónicos

(MPE¹¹). Tal es que dentro del mismo Plan Nacional de Desarrollo, 2014-2018 se propone incrementar del 71,5% al 84% el número de personas bancarizadas, elevar de 52,9% a 65% el porcentaje de adultos con cuenta de ahorros activa y reducir el uso de efectivo sustituyéndolo por MPE, reduciendo la razón efectivo/M2 de 11.7% a 8,5% para 2018.

Los estudios recientes revelan la siguiente dinámica en los MPE. El *Better than Cash Alliance* (2015) señalan que si bien en 2013 sólo el 10% de las transacciones se realizó con MPE, cuando se analiza el valor total el 69% corresponde a ellos. De los agentes pagadores 87.3% eran personas naturales, 11.3% empresas y 1.4% el gobierno. Pérez y Pacheco (2016) concluyen que aunque el 80% de los pagos de las empresas y el 94% de los del gobierno se hacen con MPE, cerca de un 90% de las personas aún los realizan en efectivo, destacan el bajo nivel de bancarización, percepción de facilidad del uso del efectivo y el desconocimiento de los servicios virtuales como principales explicaciones.

Por último Gómez, Jaramillo y Meisel (2016) presentan una revisión sobre el uso de efectivo, tarjetas débito y crédito, además bajo un análisis probabilístico identifican los principales determinantes de la demanda por cuentas de depósito y crédito. Destacan el hecho que desde finales de la década de 1960 hasta comienzos del 2000 la participación del efectivo en el M1 disminuyó del 40% al 20%, atribuyen esta reducción a la importancia y dinamización de las cuentas de ahorro después del establecimiento del UPAC en 1972. Sin embargo, la estabilidad en cerca del 20% del efectivo como porcentaje del M1 de los últimos 20 años se lo atribuyen al impuesto a las transacciones del 2x1000 en 1998, que se ha transformado en 4x1000 en 2003. Una de las conclusiones de su trabajo muestran que a mayor nivel educativo mayor probabilidad de demandar una cuenta de depósito, además que este nivel está relacionado positivamente con educación financiera. Para ahondar más en temas de cobertura financiera se puede consultar los reportes de inclusión financiera presentados por la Superfinanciera y banca de oportunidades.

¹¹ Estos pueden ser presenciales p.e mediante datafonos y no presenciales basados en el uso de plataformas electrónicas, banca móvil o inclusive el e-money.

Los estudios para Colombia confirman ciertas características de la historia de nuestro país. Si bien se ha tratado de realizar un esfuerzo por que el uso de lo MPE se incremente, factores como la desconfianza, generada por una historia de poca educación financiera hace que las personas aún continúen prefiriendo el efectivo para transar. Inclusive muchas personas así realicen parte de la transacción de forma electrónica, prefieren la generación de un pin para pagar en efectivo a pesar de los esfuerzos que se vienen haciendo en temas de educación e inclusión financiera. Lo anterior sumado con el fuerte proporción de ocupados informales que a mayo de 2016 alcanzó el 47.6%, además de la influencia persistente de actividades como contrabando, narcotráfico o temas regulatorios han generado distorsiones en la demanda y por tanto el interés de analizarla en este trabajo para el periodo posterior a inflación objetivo.

4. METODOLOGÍA

4.1. Algunos Conceptos

Con el trabajo de Christopher Sims (1980), *Macroeconomics and Reallity*, en el cuál además de realizar una crítica a las metodologías usadas en aquella época para modelar relaciones económicas, también propuso una nueva metodología que mantiene una fuerte acogida y se ha convertido en una gran herramienta para modelar relaciones macroeconómicas, los vectores autorregresivos (VAR¹²), un sistema de ecuaciones de forma reducida (valores contemporáneos de las variables no aparecen cómo explicativas en ninguna ecuación) y sin restringir (aparece en cada ecuación el mismo número de variables explicativas). Estimando un “sistema” que a priori no es impuesto por la teoría económica, donde todas las variables son endógenas en busca de reflejar las regularidades empíricas y la dinámica conjunta. Este enfoque propuesto en el trabajo de Sims, permitió desarrollos donde según los objetivos del investigador permite; estudiar relaciones de largo y corto plazo, análisis de impulso respuesta, pronósticos libres y condicionados, evaluación de estabilidad de los parámetros, imposición y validación de restricciones de tipo económico en análisis estructural, entre otros. Si bien este análisis, brinda un marco ideal para el modelamiento de variables y relaciones económicas,

¹² Una amplia explicación de estas metodologías se puede encontrar en los libros de Lütkepohl (2005), Hamilton (1994) , Enders (2008)

tiene una restricción en cuanto a las variables, deben ser estacionarias. En la práctica, muchas series económicas, como las usadas en este trabajo; p.e, el PIB o los agregados monetarios no lo son, teniendo un comportamiento tendencial, afectando la estabilidad del VAR.

Existen distintas definiciones de procesos no estacionarios, en particular las series que presentan una tendencia estocástica, se denominan **integradas** $I(p)$ donde p es el orden de integración de la serie o número de veces que debe diferenciarse la serie para transformarse en estacionaria. En línea con lo anterior surgen dos conceptos; el primero y que no será tratado a profundidad, es el de **regresión espuria**, la idea básica es que dos series independientes, que tienen una raíz unitaria, al hacer una regresión de una sobre la otra pueden tener estadísticos t significativos, causando problemas si se piensa hacer inferencia. Trabajos bajo simulaciones Montecarlo como los de Granger y Newbold (1974) y Davidson y MacKinnon (1993, tab.19.1) se han encargado de desarrollar este tema mientras Phillips (1986) lo ha complementado con argumentos de teoría asintótica. El segundo concepto es el de **cointegración**, al cual Engle y Granger (1987) dieron un tratamiento formal, esta noción aplica cuando dos series son de naturaleza $I(1)$ pero existe una combinación lineal, una regresión no espuria de una variable sobre la otra que hace que los residuales sean $I(0)$. Este contraste de cointegración mediante la existencia o no de una raíz unitaria en los residuos de la regresión se conoce como Engle y Granger. La intuición es la siguiente: Aunque las variables tengan tendencia estocástica, son conducidas por una tendencia estocástica común, expresando un equilibrio de largo plazo entre ellas, lo que implica un modelo de corrección del error para la dinámica del corto plazo, el vector de coeficientes que crean esta serie estacionaria es el vector de cointegración. Sin embargo este análisis impone dos restricciones; una de exogeneidad y otra la presencia de un solo vector de cointegración, que puede no ser cierto al hacer análisis multivariado, existiendo potencialmente más de una relación de cointegración y más vectores, siendo la metodología de Engle y Granger problemática pues estimaríamos una combinación lineal de todas las posibles. Mehra (1996) señala que al hacer este análisis bajo la existencia de más vectores de cointegración se produce un sesgo por mala especificación. Por tanto al hacer análisis con las series originales se debe buscar una forma de modelar alternativa, apareciendo como una de ellas el procedimiento de Johansen (1988).

4.2. Modelo de Vectores de Corrección de Error (VEC)

En su trabajo de 1988, Johansen reconoce todas las posibles relaciones de cointegración eliminando el problema de endogenización a priori, a diferencia de un modelo en dos etapas, se basa en los modelos VAR. En general la representación VEC puede ser escrita como:

$$\Delta y_t = \alpha_t + \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + e_t$$

La metodología propuesta por Johansen, la podemos dividir en diferentes etapas y así se procederá:: i) Analizar las series para determinar la presencia de raíz unitaria. ii) Especificar el número óptimo de rezagos y diagnóstico, iii) Determinar el rango (r) de cointegración del sistema, mediante las prueba de traza y máximo eigenvalor, analizando la matriz Π , definida cómo $\Pi = \alpha\beta'$ donde α contiene los parámetros de corrección de errores del modelo y β los vectores cointegrantes, iv) Estimación del VEC para efectivo y M3 y v) pronóstico.

5. MODELO, DATOS Y ESTIMACIÓN

5.1. El Modelo

La mayoría de modelos de demanda de dinero se pueden derivar de la ecuación planteada por Goldfeld et al (1973) que supone, una variable de saldos reales $m = M/P$, una medida de actividad económica o variable de escala Y , en términos reales $y = Y/P$ y una medida de tasa de interés o costo de oportunidad r , para tener así la siguiente especificación: $m^d = f(y, r)$. Distintos enfoques, algunos mencionados en la revisión de literatura han modificado esta ecuación agregando otro tipo de variables según sus objetivos. La variación en el nivel de precios (Coenen y Vega, 2001), indicadores del mercado laboral y *equity* (De Bondt, 2009), riqueza real (Beyer, 2009) entre otros. Para el objetivo de este trabajo, la variable a incluir servirá de proxy de innovación financiera, ya que al revisar la literatura se encuentra que la exclusión de esta produce sesgo en los coeficientes estimados, correlación en errores, sobreestimación y parámetros poco convincentes (Goldfeld y Sichel 1990, Lieberman 1977, Judd et al 1982, Arrau et al 1995, y para Colombia Gómez, 1998 y Gómez 1999).

La variable de innovación financiera ha sido incluida en la función demanda de dinero de distintas maneras; como una tendencia para captar el cambio tecnológico (Lieberman 1977, Moore et al 1990), o usando la razón de activos no financieros a total activos financieros, y la razón circulante a depósitos como Bordo y Jonung (1990), Siklos (1993) y para Colombia Gómez (1999), mientras Hye (2009) usa la razón M2/M1 como proxy. Arrau y De Gregorio, (1993) y Arrau et al., (1995) modelan esta variable de innovación mediante una caminata aleatoria. Mientras Attanasio et al (1998), Rinaldi (2001), Fischer (2007), Lippi y Secchi (2009), Sichei y Kaman (2012) y Mannah-Blankson y Belyne (2004) incluyen la cantidad de cajeros automáticos o cantidad de tarjetas de crédito. En general encuentran una relación significativa y negativa entre la demanda de dinero e innovaciones financieras. Por lo anterior, al incorporaras en la función demanda de dinero se tiene:

$$m^d = f(y, r, x)$$

Donde m , y y r , son definidas igual que en Goldfeld (1973) mientras que x , es la variable de innovación financiera, el modelo es finalmente planteado en logaritmos. La tasa de interes se introduce de forma logarítmica para obtener la interpretación en términos de elasticidad y no como semielasticidad, así su coeficiente asociado indica el porcentaje que cambia la demanda de dinero cuando la tasa cambia en 1%. De Gregorio (2003c) resalta que esta distinción no es trivial pues cuando se modela como semielasticidad, un cambio en 100 pb en la tasa tiene el mismo efecto porcentual en la demanda de dinero pasar de 20% a 19% que de 2% a 1%. Por tanto la especificación como elasticidad refleja la idea de que la demanda por dinero se hace más sensible a medida que la tasa de interés baja. Además, la introducción de la tasa de interés se hace como $i / (1 + i)$, que representa los intereses que se dejan de ganar al mantener saldos pagados al final del periodo, su representación en valor presente, que además corresponde según el modelo MIU a la relación de utilidades marginales. Se plantea entonces la especificación para el efectivo:

$$f(\text{Log}(\text{Efectivo}_t / P_t), \text{Log}(IPI), \text{Log}(1 + \frac{DTF_t}{1 + DTF_t}), \text{Log}(x_t))$$

La especificación anterior toma como agregado monetario al efectivo en términos reales, como variable de escala el índice de producción industrial, como tasa de interés la DTF a 90

días y se incorpora la variable χ_t para capturar la innovación financiera y/o sustitución del uso del efectivo, correspondiente al número de tarjetas de crédito, todas las variables son planteadas en logaritmos. La otra especificación es para la estimación del M3, dado que este es un agregado más amplio y que puede ser potencialmente afectado no sólo por variables internas sino también del exterior se especifica la siguiente función:

$$f(\text{Log}(M3_t / P_t), \text{Log}(Y_t / P_t), \text{Log}(1 + \frac{\text{Spread}_t}{1 + \text{Spread}_t}), \text{CDS}_t, \text{Log}(\chi_t))$$

La variable de escala es el PIB real, se usa como variable de costo de oportunidad el diferencial de tasas entre los TES a 5 años y los Treasury Bill a 5 años corregido con el ITCR para efectos de inflación y tipo de cambio, lo anterior buscando un análisis de economía abierta que capte mejor el costo de oportunidad de tener dinero, se agrega como variable el CDS, *Credit Default Swap*, para Colombia como indicador de riesgo y nuevamente el número de tarjetas de crédito como variable de innovación financiera.

5.2. Los Datos

El análisis de estabilidad en la demanda de dinero se hará tanto para el efectivo como para M3 estimando un modelo VEC para cada agregado. La Tabla 2 muestra las variables y su descripción. Posteriormente se muestran los gráficos de las series.

Para la elección de la variable de innovación financiera según los trabajos revisados anteriormente, se descartó el uso de un camino aleatorio y de una tendencia temporal, básicamente porque al representarla como un camino aleatorio se puede dar origen a un problema de cointegración trivial como se señala en Mies y Soto (2000) si las variables de la demanda de dinero no cointegran, su residuo es $I(1)$ y si se añade una “constante” que evoluciona como una variable $I(1)$ se fuerza la cointegración. En cuanto a la elección de una tendencia temporal lineal, se excluye porque ésta sería siempre creciente y podría no captar momentos de retrocesos de innovación, además porque las series en la especificación no poseen una tendencia uniforme a través del tiempo. Quedando la posibilidad del uso de

tarjetas crédito, cajeros automáticos y la razón M2/M1, se elige la serie de tarjetas de crédito la cual se tiene desde el 2002 a diferencia de la de cajeros automáticos.

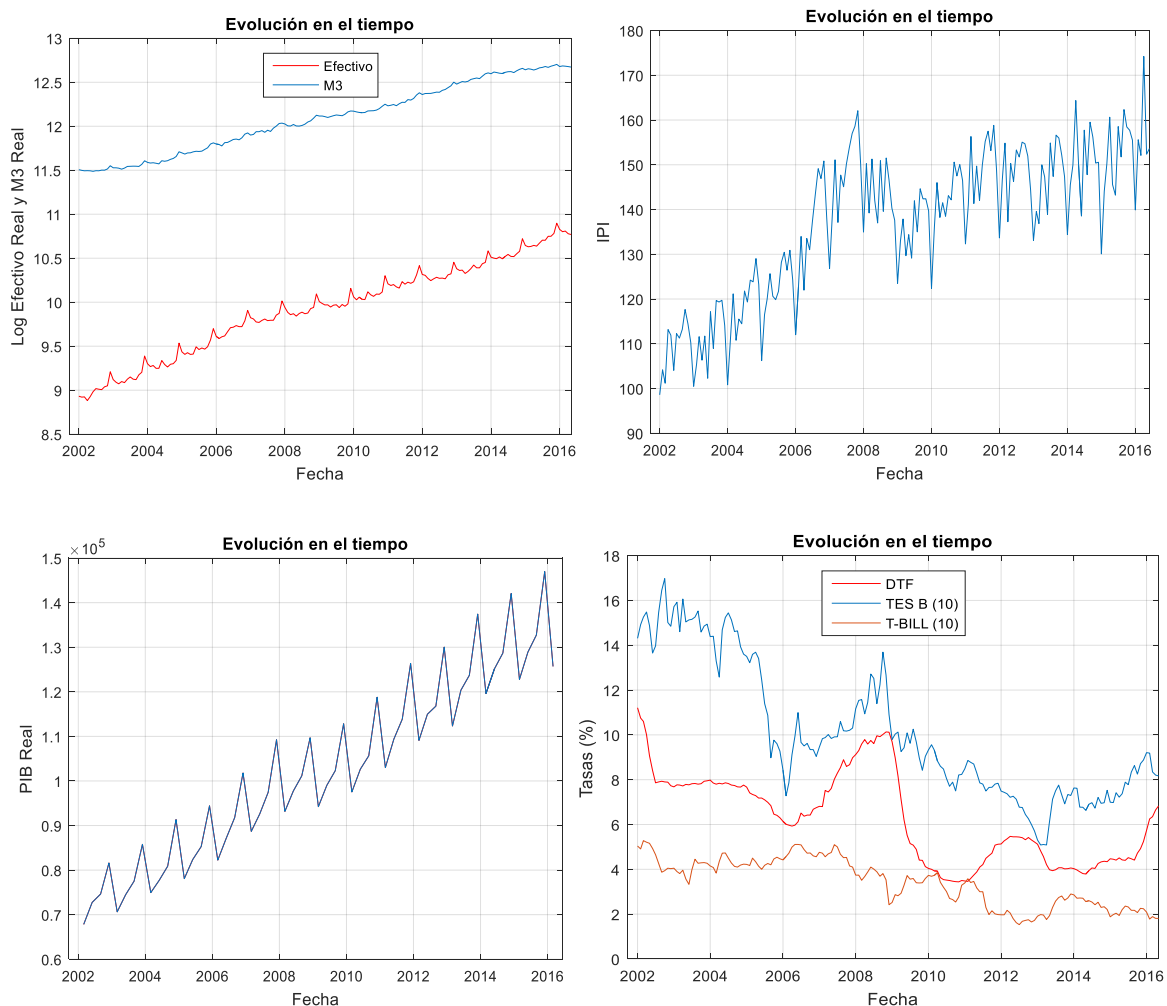
Tabla 2 - Datos

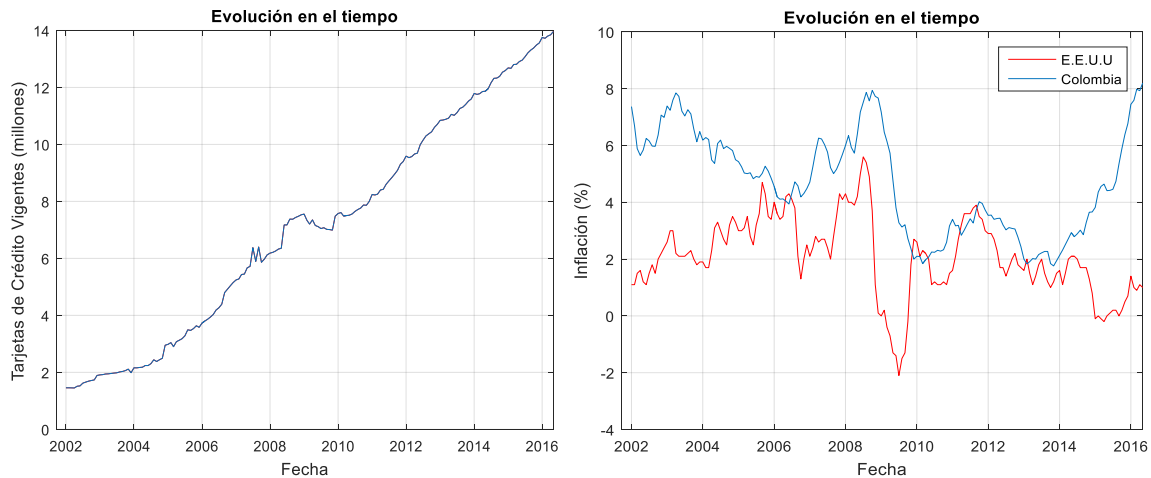
Variables	Descripción	Fuente
<u>Variable de Escala</u>		
PIB	Valor monetario de la producción de bienes y servicios	DANE
IPI	Índice de Producción Industrial basado en una muestra de 1200 establecimientos industriales agrupado en 48 clases (CIU)	DANE
<u>Costo de Oportunidad</u>		
DTF	CDT's cuyo plazo es 90 días de Bancos, Corporaciones financieras y compañías de financiamiento comercial	Banco de la República
TES B (5 Años)	Título de deuda del Gobierno Colombiano	Banco de la República
Treasury Bill (5 Años)	Título de deuda del Gobierno de Estados Unidos	Reserva Federal
<u>Agregado Monetario</u>		
Efectivo	Efectivo en circulación	Banco de la República
M3	Es la definición en sentido amplio del dinero que incluye el panorama bancario. Incluye a M2, otros pasivos sujetos a encaje como los repos con el sector real, depósitos fiduciarios, depósitos a la vista y los bonos.	Banco de la República
<u>Variable de Innovación</u>		
<u>Financiera</u>		
Tarjetas de Crédito	Número de tarjetas de crédito vigentes	Superfinanciera
<u>Otras Variables</u>		
CDS	Es un derivado financiero o "contrato de permuta de cobertura por incumplimiento crediticio". En este caso se usa la serie para el incumplimiento del pago de los TES.	Bloomberg
ITCR	Índice de Tasa de cambio Real correspondiente a la relación del tipo de cambio nominal del peso con respecto a las monedas externas ajustado por la inflación relativa.	Banco de la República

En la Figura 1, se puede apreciar la existencia de tendencia y estacionalidad en las series del PIB e IPI. A pesar de la estacionalidad presentada en estas series se elige trabajar con ellas y no desestacionalizarlas sino modelar su estacionalidad con variables *dummy*, dado que no se presentan quiebres en dicha estacionalidad e interesa que al momento de hacer pronóstico, los resultados arrojen este comportamiento. La variable de inflación ha venido cayendo desde la

implementación de inflación objetivo o al menos este fue el comportamiento general hasta 2015 donde claramente se presenta una desviación de la meta del banco central, 3%, efecto principalmente atribuido al fenómeno del niño principalmente, y en menor cuantía al pass-through. La serie de DTF utilizada tiene un comportamiento similar a la inflación, reflejando la transmisión de la tasa de intervención (que no es graficada aquí) por el fenómeno inflacionario. Para la serie de tarjetas de crédito también se presenta un comportamiento con tendencia positiva en el tiempo, reflejando el aumento del uso de este medio de pago.

Figura 1 – Variables





Fuente: Elaboración Propia

5.3. Estimación

Lo primero que hay que determinar es si las series son o no estacionarias, se usaran ¹³ pruebas, la de Dickey-Fuller Aumentada (ADF), cuya hipótesis nula es que la serie tiene raíz unitaria, luego se testeara con la prueba planteada por Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992) (KPSS) que a diferencia de la ADF su hipótesis nula es que la serie es estacionaria. Por último, se usará la prueba (LLS) elaborada por Lanne, Lütkepohl y Saikkonen (2002) y Saikkonen y Lütkepohl (2002) quienes proponen un test de raíz unitaria para series con un quiebre estructural o con cambio de nivel determinístico que puede tener una forma no lineal general, este tipo de prueba es relevante dado el contexto económico descrito anteriormente en los hechos estilizados. Esta última prueba se basa en estimar los parámetros de perturbación o parte determinista en un primer paso incluyendo una función shift, luego se ajusta la serie eliminando esta parte, y aplicar una prueba de raíz unitaria del tipo ADF a los residuos. Las distribuciones asintóticas de los estadísticos de prueba no dependen de los parámetros de perturbación, ni de la fecha elegida para el quiebre, inclusive se puede elegir visualmente (Tema por el que había sido criticada la prueba de Perron (1989) por Zivot y Andrews (1992). Las pruebas desarrolladas se trabajarán a un nivel de significancia del 5%.

¹³ Tanto a la prueba de ADF como a la desarrollada por Lanne et al (2002) se le adicionan variables dummy para captar estacionalidad determinística, el argumento general de la inclusión de éstas tiene que ver con el poder de la prueba, mayor justificación de su inclusión se puede encontrar en Da Silva(2006) y Demetrescu et al (2007).

La tabla 3, muestra el valor calculado y se compara con un valor crítico al 5%. Para el test ADF se seleccionan los rezagos óptimos que minimizan los criterios de información y logran controlar el problema de autocorrelación. Por último se evalúa la normalidad y la autocorrelación en los residuos, la primera mediante el test Jarque Bera y la segunda mediante los test de Portmanteau y Ljung-Box, ambos tienen una distribución asintótica chi-cuadrado, estas pruebas son presentadas en el anexo 1.

Tabla 3 - Pruebas de Raíz Unitaria

Variables / Test	ADF*		KPSS		Lanne, Lütkepohl, Saikkonen**	
	Estadístico Calculado	Valor Crítico 5%	Estadístico Calculado	Valor Crítico 5%	Estadístico Calculado	Valor Crítico 5%
Ln (Efectivo Real)	-2,05	-3,41	0,22	0,15	-1,49	-2,88
Δ Ln (Efectivo Real)	-6,01	-2,86	0,20	0,15	-4,62	-2,88
Ln (M3 Real)	-0,77	-2,86	0,06	0,15	-2,14	-3,03
Δ Ln (M3 Real)	-4,06	-2,86	0,15	0,46	-6,31	-2,88
Ln (IPI)	-1,58	-2,86	0,31	0,15	-1,40	-2,88
Δ Ln (IPI)	-11,20	-2,86	0,28	0,46	-3,98	-2,88
Ln (ISE)	-1,11	-2,86	0,12	0,15	-1,54	-2,88
Δ Ln (ISe)	-12,99	-2,86	0,21	0,46	-3,23	-2,88
Ln (PIB Real)	-1,40	-2,86	0,14	0,15	-1,10	-2,88
Δ Ln (PIB Real)	-4,66	-2,86	0,22	0,46	-3,41	-2,88
Ln (Spread)	-2,16	-2,86	0,47	0,46	-0,99	-2,88
Δ Ln (Spread)	-5,81	-2,86	0,03	0,46	-3,17	-2,88
Ln DTF	-2,41	-2,86	0,09	0,15	-1,94	-2,88
Δ LnDTF	-3,60	-2,86	0,20	0,46	-2,27	-2,88
Log Tarjetas	-3,08	-2,86	0,38	0,15	-1,18	-3,03
Δ Log Tarjetas	-8,34	-2,86	0,07	0,15	-3,47	-2,88

*Valores Críticos Mackinnon (1993, Pág. 708) ,

**Valores Críticos en Lanne et al (2002)

Para el caso del test LLS para el cambio en el nivel, el shift es una función logística que permite una transición suave al nuevo nivel en la fecha elegida del quiebre. Se observan la siguiente evidencia estadística: Las tres pruebas coinciden en señalar Raíz unitaria para el efectivo, el IPI, el PIB y Spread de tasas. Mientras para el M3, ISE, DTF y las tarjetas de crédito, se concluye la presencia de raíz unitaria en dos pruebas y en la otra estacionaridad. Al realizar la primera diferencia de las series las tres pruebas concluyen estacionaridad para M3,

IPI, ISE, PIB y Spread, mientras para la DTF y el Efectivo se determina estacionariedad en 2 de las tres pruebas.

Luego de realizar las pruebas de raíz unitaria y comprobar que las series son integradas de orden 1, se especifica el modelo VAR para ambos agregados. Para el efectivo se tiene como variables endógenas el Efectivo Real, IPI, DTF y Tarjetas de Crédito, todas en logaritmo además de *dummy* centradas para modelar el componente estacional. Por su parte el VAR para M3 se estima con las variables en logaritmo y M3 en términos reales, el PIB real, el spread de tasas de interés, CDS y las tarjetas de crédito. El número óptimo de rezagos para cada modelo se selecciona con base en los criterios de información Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn y se verifica que se cumplan propiedades adecuadas sobre los residuales, se eligen 3 rezagos para el VAR del efectivo mientras para el VAR de M3 se eligen 2. En el Anexo 1 se muestran los resultados de los criterios de información, las pruebas de autocorrelación mediante el test LM y la normalidad de los residuales mediante el test Jarque Bera. Para el efectivo se verifica que los residuales pasan la prueba de autocorrelación pero el test de normalidad sólo lo cumplen los residuales de la primera ecuación y no el VAR en conjunto. Para el VAR de M3 se comprueba no existencia de autocorrelación y normalidad en 3 de 5 ecuaciones, no para el VAR. Ambos modelos muestran que las raíces inversas del VAR están dentro del círculo unitario, cumpliendo con las condiciones de estabilidad.

Tabla 4 - Test de Traza y Máximo valor propio

Efectivo

Ho: r	Eigenvalor	L-Max	Traza	L-Max95	Traza95
0	0,1817	34,33	78,40	32,11	63.66
1	0,1160	21,08	44,10	25,82	42.77
2	0,0931	16,79	23,02	19,39	25.73
3	0,0362	6,31	6,34	12,52	12.45

M3

Ho: r	Eigenvalor	L-Max	Traza	L-Max95	Traza95
0	0,4606	34,57	90,08	20,90	88.55
1	0,2934	16,45	55,44	17,14	63.66
2	0,2243	14,23	35,88	13,39	42.77
3	0,1812	11,20	17,92	10,60	25.73
4	0,0621	3,59	5,83	2,71	12.45

Para verificar si existe una relación de cointegración lineal entre las variables se realizaron la prueba de *traza* y la de *máximo valor propio*, teniendo en cuenta el número de rezagos seleccionado anteriormente para ambos agregados. La hipótesis nula (H_0) es que hay a lo sumo (r) vectores de cointegración contra la alternativa que existen $r+1$ vectores. Se parte de la hipótesis nula que no existen vectores de cointegración y se procede de un modo iterativo modificando H_0 aumentando un vector en el siguiente test si H_0 es rechazada, o sea si el estadístico de traza o máximo valor propio son mayor que el valor crítico. Las pruebas se muestran en la Tabla 4, se verifica que la prueba de traza señala la presencia de 2 vectores de cointegración mientras la de máximo valor propio sólo uno para el VAR del efectivo. Para las variables de M3 ambas pruebas muestran la presencia de un sólo vector de cointegración.

Con lo anterior se procede a estimar entonces el vector de cointegración, es importante señalar que el rango de cointegración dado por las pruebas y el componente determinístico presenta una tendencia lineal en el vector de cointegración para el efectivo, mientras para M3 se estima sin tendencia en el espacio de cointegración. A continuación se presentan los vectores normalizados para ambos agregados y entre paréntesis su estadístico t , dado que la prueba de traza había encontrado dos relaciones de cointegración para el efectivo se procede con el vector que cumple los signos dados por la teoría económica.

Efectivo:

LEFECTIVO	LIPI	DTF	TARJETAS	TENDENCIA
1.000	-3.895	0.055	0.826	-0.010

Ecuación de Cointegración:

$$\text{Log Efectivo Real} = 3,89 \cdot \text{Log IPI} - 0,055 \text{LogDTF} - 0,826 \text{LogTarjetas} + 0,01 \text{Tendencia}$$

(2,18)	(-3,26)	(-3,39)	(2,89)
--------	---------	---------	--------

M3

M3	PIBES	SPREAD	CDS	TARJETAS
1.000	-3.181	0.150	7.234	0.507

Ecuación de Cointegración:

$$M3 \text{ Real} = 3,181 \cdot \text{PIB} - 0,150 \cdot \text{SPREAD} - 7,234 \cdot \text{CDS} - 0,507 \cdot \text{Tarjetas}$$

$$(2,326) \quad (-0.447) \quad (-6,12) \quad (-4,62)$$

Se puede comprobar que ambas ecuaciones presentan sus coeficientes estadísticamente significativos, excepto el spread de tasa de interés en la ecuación de M3. Las pruebas de autocorrelación, normalidad y matriz de velocidad de ajuste de los dos modelos VEC estimados se muestran en el Anexo 2 donde se verifica la no presencia de correlación en los residuales de ambos agregados, sin embargo el test de normalidad para el efectivo sólo lo pasa la primera ecuación mientras para M3 lo pasan 4 de las 5 ecuaciones, por lo que habría que tener cuidado al momento de hacer inferencia, como solución alternativamente se podrían calcular los intervalos de confianza mediante *bootstrapping*.

El vector de cointegración ofrece los signos esperados para ambos agregados, positivo en el caso de la variable de escala y un efecto negativo de las otras variables. En cuanto a magnitud al hablar de la ecuación de M3 se puede verificar una elasticidad ingreso de 3.18, la cual es grande, sin embargo es menor a los resultados presentados en Misas (1997) en el cuadro 5, donde el vector muestra coeficientes asociados al PIB de 5.85 y 4.82 para los dos modelos estimados en su trabajo, aunque es importante resaltar que en su especificación de demanda por M3 no se incluye la variable de innovación financiera. La elasticidad de la tasa de interés es de 0.15 mayor al valor obtenido en el trabajo de Misas (1997) de 0.04, mientras para los CDS se obtiene un coeficiente negativo, pero bastante grande, inclusive mayor que el de la variable de escala. Cuando se aborda la elasticidad de la variable de innovación financiera se obtiene un coeficiente negativo igual a -0.5, plausible con la idea de este efecto sustitución que se da entre la demanda por dinero en un sentido amplio, y la implementación de medios de pago nuevos, otros trabajos como los de Rinaldi (2001) para Bélgica y Anderson-Reid (2008) encuentran igualmente coeficientes negativos en el vector de cointegración de -0.22, y -3.3 respectivamente, siendo este último bastante grande.

En cuanto al efectivo se obtiene una elasticidad ingreso de 3.89, y signo positivo como se espera. Contrastar esta elasticidad con dos trabajos para Colombia es un poco complicado

dado que en el trabajo de Misas (1997) en la especificación de la demanda de dinero el agregado más estrecho es M1 y no el efectivo y además sus datos son trimestrales y no mensuales, de igual forma el coeficiente que encuentra para la elasticidad de la variable de escala es cercano a 2. El trabajo de Gómez (1999) por su parte especifica la demanda por base monetaria, que aunque es un agregado mas estrecho que M1, tampoco es el efectivo. Sin embargo, se hace la comparación dado que su trabajo incluye la variable de innovación financiera en su especificación, la elasticidad ingreso encontrada por este autor es de 3.71, un resultado similar al encontrado en este trabajo. En cuanto a la elasticidad de tasa de interés presenta el signo negativo esperado y su magnitud es de 0.05 menor al trabajo de Gómez el cual presenta un valor de 0.34. La variable de innovación financiera presenta un coeficiente similar al presentado en Gómez de 0.69, mientras en este trabajo es de 0.82, no muy distintos en magnitud. En cuanto a la relación de los coeficientes de tasa de interés y la variable de innovación financiera se puede argumentar como señalan Boughton (1992) y Moghaddam (1997) que la evidencia empírica sugiere que la elasticidad de la tasa de interés ha disminuido o permanecido constante con la introducción de las variables de innovación financiera.

En conclusión de los resultados arrojados por las ecuaciones de cointegración no restringidas sugieren que el costo de oportunidad de mantener dinero no es tan importantes para la demanda de saldos reales (inclusive en la ecuación de efectivo es no significativo) como si lo es la variable de escala, llámese PIB o IPI, que representando el motivo transaccional. La variable de innovación financiera es significativa y mayor en la ecuación de demanda por efectivo que la de M3, reflejando un mayor grado de sustitución entre este agregado más estrecho y el uso de tarjetas como medio de pago. Factores como la informalidad y las preferencias en ciertos mercados y estratos sociales están inclinadas hacia el uso de efectivo, a pesar de ello se puede observar no sólo desde el punto de vista teórico sino también estadístico que la introducción de una variable que permita captar innovación financiera es relevante en el análisis actual de demanda de dinero. Si bien es importante ser consiente que la variable elegida como innovación financiera no es la más representativa de temas de bancarización y tecnologías financieras, es una proxy usada en la literatura y por facilidad de acceso a los datos se eligió.

Como extensión a lo desarrollado actualmente en el trabajo podría hacerse un análisis impulso respuesta, o validar pruebas y restricciones en algunos parámetros como elasticidad unitaria del ingreso sin embargo, estos no son los objetivos del trabajo. Por tanto terminado el objetivo de análisis económico se procederá con el otro objetivo más de corte estadístico el cual consiste en el análisis de pronóstico libre y en la selección del mejor modelo. El pronóstico se realiza con tres modelos, una caminata aleatoria, un modelo VEC y mediante un modelo SARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)_{[E]}$ para cada agregado. Estos pronósticos se realizan para las variables en niveles tomando los años 2013-2016 para M3 y 2014-2016 para el efectivo usando la metodología *Rolling*, probando diferentes especificaciones y rezagos eligiendo el que brinda mejores resultados al comparar las medidas de evaluación de pronóstico RMSE, MAE y MAPE bajo cada metodología. Se realiza el pronóstico a horizonte 1, 6 y 12 meses para el efectivo y a horizonte de 1,2 y 4 trimestres para el M3.

Para los modelos SARIMA se tiene que (p,d,q) modela la parte regular y $(P,D,Q)_{[E]}$ la parte estacional, las oscilaciones se repiten por efectos de fin de año y son crecientes dentro de cada año (en particular por el aumento de la demanda de efectivo de mitad de año y semana santa). Como la varianza de la serie se incrementa en el tiempo, se realiza un procedimiento para estabilizarla mediante un cambio de escala elevándolo a una potencia siguiendo el procedimiento sugerido en Guerrero (2003, Pág 4), testeando distintas potencias y eligiendo la que minimiza el coeficiente de variación obteniendo $\lambda = 0$ equivalente a la transformación logarítmica en línea con Bartlett (1947) y Box y Cox(1964), con esta serie resultante se trabajará y realizará su identificación. Para el M3 se realiza el mismo procedimiento obteniendo igualmente una transformación logarítmica del M3.

Tabla 5 - Modelos

Efectivo	SARIMA	VEC (Rezagos)
Horizonte 1	$(1,1,0)(2,1,1)_{12}$	5
Horizonte 6	$(3,1,0)(2,1,1)_{12}$	5
Horizonte 12	$(2,1,2)(0,1,0)_{12}$	5
M3		
Horizonte 1	$(1,1,0)(1,1,1)_4$	4
Horizonte 2	$(2,1,2)(0,1,0)_4$	6
Horizonte 4	$(1,1,0)(1,1,1)_4$	6

Tabla 6 - Medidas de Evaluación de Pronóstico de Variables en Niveles

Efectivo	Caminata Aleatoria	VEC	SARIMA
<u>Horizonte 1</u>			
RMSE	1.738	1.677	612
MAE	1.216	1.199	472
MAPE	0,0335	0,0337	0,0133
<u>Horizonte 6</u>			
RMSE	2.997	3.284	1.142
MAE	2.424	2.702	837
MAPE	0,0673	0,0748	0,0229
<u>Horizonte 12</u>			
RMSE	3.620	4.427	1.178
MAE	3.496	4.001	923
MAPE	0,0997	0,1145	0,0263
M3	Caminata Aleatoria	VEC	SARIMA
<u>Horizonte 1</u>			
RMSE	7.665	6.925	3.449
MAE	5.363	5.115	3.102
MAPE	0,0175	0,0174	0,0102
<u>Horizonte 2</u>			
RMSE	12.450	15.677	4.963
MAE	10.206	11.896	4.261
MAPE	0,0342	0,0394	0,0139
<u>Horizonte 4</u>			
RMSE	23.307	35.957	5.680
MAE	21.267	31.603	4.598
MAPE	0,0718	0,1053	0,0159

Los modelos univariados finalmente estimados con los que se realizará la evaluación de pronóstico son un SARIMA para el efectivo y para M3 y son presentados en la Tabla 5, donde se eligió el mejor para los horizontes seleccionados. Para los modelos VEC se probaron diferentes rezagos para cada horizonte, para el efectivo del rezago 1 al 8 y para el M3 del rezago 1 al 6, además de incluir variables dicótomas para controlar por estacionalidad, eligiendo el rezago que mejor resultados proporcione. Aunque en algunos trabajos se suele elegir el modelo que minimiza las medidas de evaluación de pronóstico sin mirar otras condiciones del modelo, y a pesar que en este trabajo se encontrar algunos modelos que tenían error de pronóstico menores, se decidió exigir al menos la condición de que el inverso de las raíces del polinomio cumpla la condición estar fuera del círculo unitario, por tanto los

modelos analizados y elegidos finalmente son sólo aquellos que cumplen condiciones de estabilidad tanto en los modelos VEC como SARIMA. El gráfico del inverso de las raíces de los modelos elegidos se encuentra en el Anexo 3.

En la Tabla 6 se presentan las medidas de evaluación de pronóstico de las especificaciones seleccionadas en cada horizonte para el modelo SARIMA, VEC y de una caminata aleatoria. Los resultados de esta tabla muestran que a horizonte 1, el modelo SARIMA tiene medidas de errores de pronóstico mucho menores que el modelo de caminata aleatoria y el modelo VEC. Si bien a horizonte 1 también el modelo VEC es superior a un modelo de caminata aleatoria, a horizontes mayores el modelo VEC no supera el modelo de caminata aleatoria, mientras el modelo SARIMA estimado sigue siendo superior a ambos modelos para horizontes 2 y 4.

Para comprobar que el modelo SARIMA si produce estadísticamente mejores pronósticos que los otros dos modelos se realiza el test propuesto por Diebold & Mariano (1995), para este test se comparan los errores de pronóstico de dos modelos y se toma como hipótesis nula que ambos modelos tiene la misma acuracidad en el pronóstico y como hipótesis alterna que el segundo modelo es mejor. El test se hace para ambos agregados a cada horizonte.

Tabla 7 - Test Deibol & Mariano

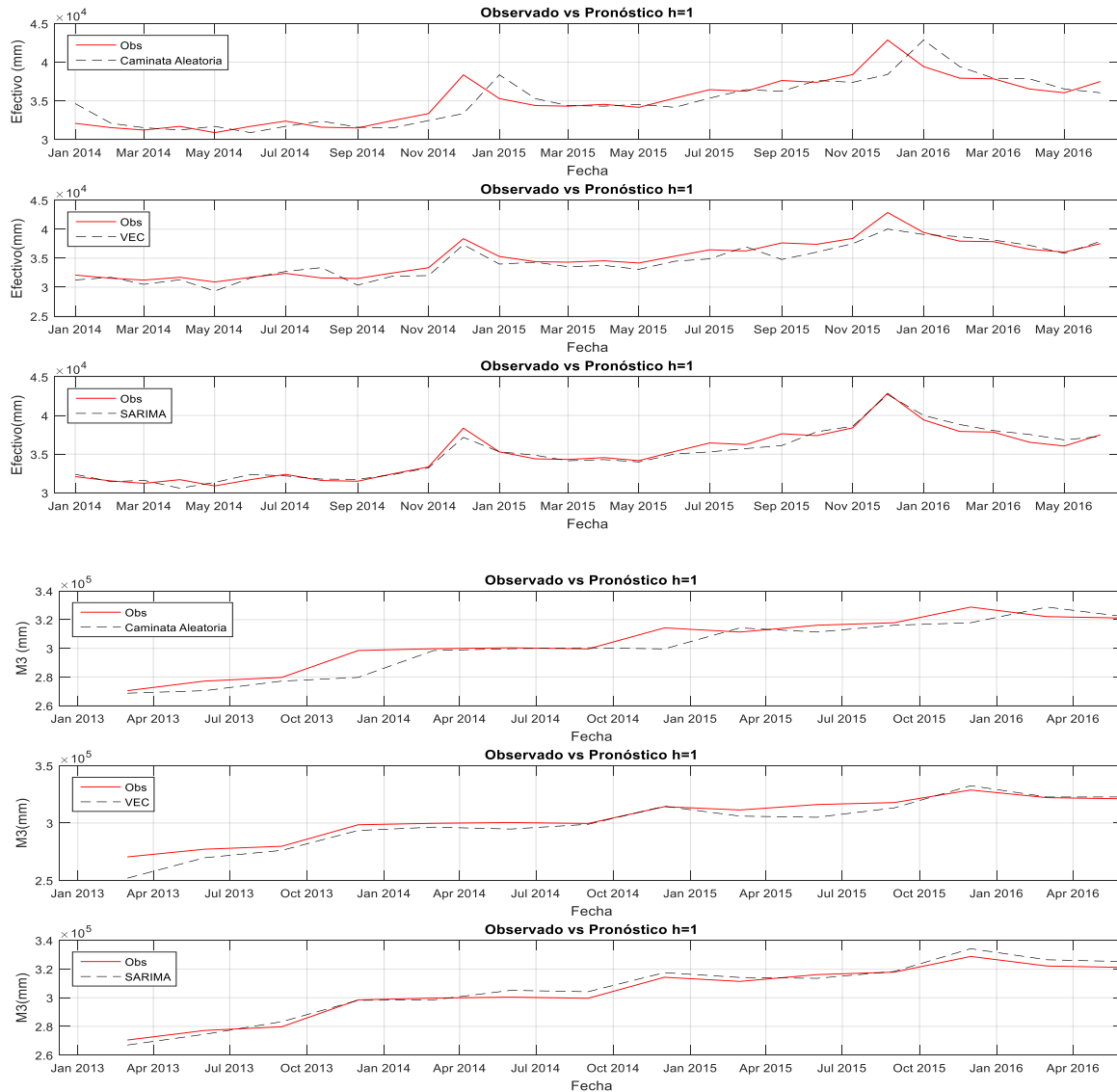
Efectivo	P-Value	M3	P-Value
<u>Horizonte 1</u>		<u>Horizonte 1</u>	
Rw vs VEC	0,3999	Rw vs VEC	0,3901
Rw vs Sarima	0,0066	Rw vs Sarima	0,0433
VEC vs Sarima	0,01885	VEC vs Sarima	0,0650
<u>Horizonte 6</u>		<u>Horizonte 2</u>	
Rw vs VEC	0,7753	Rw vs VEC	0,3885
Rw vs Sarima	0,0000	Rw vs Sarima	0,0067
VEC vs Sarima	0,0014	VEC vs Sarima	0,0868
<u>Horizonte 12</u>		<u>Horizonte 4</u>	
Rw vs VEC	0,9999	Rw vs VEC	0,3265
Rw vs Sarima	0,0000	Rw vs Sarima	0,0079
VEC vs Sarima	0,0000	VEC vs Sarima	0,0577

Rw: Caminata aleatoria

Se comprueba que estadísticamente el modelo SARIMA supera en todos los horizontes a los otros dos modelos para el pronóstico del efectivo, para el pronóstico del M3, el modelo

SARIMA es mejor que el modelo de caminata aleatoria, sin embargo trabajando al nivel de significancia del 5% no se puede rechazar la hipótesis nula, por tanto no podemos decir que el modelo SARIMA es estadísticamente superior al VEC, aunque con un nivel de significancia del 10% sí.

Figura 2 – Pronósticos $h=1$



Gráficamente se muestran los pronósticos obtenidos dentro de muestra con los modelos seleccionados en la tabla 5 para efectivo y M3 con horizonte=1, en donde se puede comprobar el mejor ajuste dado por las medidas de la Tabla 6, que tiene el modelo SARIMA versus los otros modelos. Los gráficos a horizonte mayor a uno son presentados en la sección Anexos.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se examinó bajo un modelo de cointegración una especificación en la demanda de dinero para dos agregados monetarios efectivo y M3, que tuviera en cuenta una variable de innovación financiera, argumentando el porqué de la inclusión de esta por hechos empíricos y por problemas de sesgo de especificación al momento de realizar la estimación y no incluirla. Se encuentra para el periodo 2002-2016(6), la existencia de una relación de cointegración de largo plazo para la especificación propuesta para ambos agregados. Encontrando con ello signos plausibles de acuerdo con lo que señala la teoría económica.

En cuanto a la magnitud de los coeficientes del vector de cointegración de ambos agregados se encuentran elasticidades grandes para la variable de escala y mayores a 1, mostrando que aumentos en el nivel de ingreso implican aumentos en la demanda por dinero, aunque este aumento se da más lentamente. Para responder a uno de los objetivos del trabajo se encuentra que la variable de innovación financiera es estadísticamente significativa en el vector de cointegración tanto del efectivo como de M3, y su coeficiente asociado es negativo, lo cual sugiere la existencia del grado de sustitución entre las tarjetas como medio de pago.

Este trabajo no buscaba mostrar grandes implicaciones de política dado que el tema de la demanda dinero y su importancia y aplicación en un régimen monetario paso a un segundo plano con la implementación de inflación objetivo, por tanto además de la estimación del vector de cointegración en pro de comprobar lo que sugiere la teoría económica el trabajo se enfocó en el análisis de pronóstico, que en términos prácticos en la actualidad es el uso que se le da para temas de línea de referencia y para junto a la estimación de oferta monetaria ayudar a determinar cupos de liquidez.

Para el otro objetivo de investigación, se realiza el análisis de pronóstico a tres horizontes distintos, se encuentra que los modelos SARIMA son superiores a una caminata aleatoria y al modelo VEC en todos los horizontes evaluados, basado en medidas de acuracidad como el MAPE, MAE y el RMSE. Para reforzar lo que encuentran estas medidas se presenta el test de Diebold y Mariano, encontrando consistencia con lo mostrado por las medidas.

Cumplidos ambos objetivos del trabajo como extensión se podría tomar periodos más amplios que permitiera captar diferentes ciclos y sucesos de la economía Colombiana como los sucedidos en los 90' en conjunto con hechos como el boom de los *commodities* y diversos sucesos que ha atravesado el país, sin embargo se debería dejar de lado este análisis de cointegración lineal de la demanda de dinero y moverse a un modelo no lineal como un modelo STVEC en pro de permitir que los coeficientes estimados sean estado dependiente al estilo del trabajo de Lütkepohl et al (1999), dado que los ciclos se caracterizan por tener un comportamiento asimétrico donde se esperaría comprobar que la demanda de dinero en periodos expansionistas se comporta de manera distinta a periodos construccionistas, manteniendo la idea de la estimación de la demanda de dinero no como instrumento para realizar política monetaria sino con la idea de la importancia que tiene el dinero en la creación y propagación de los ciclos económicos donde ya autores como Hendry y Mizon (1998) habían encontrado diferentes regímenes en la velocidad del dinero.

ANEXO

Anexo 1 - Rezagos Óptimos, Test de Normalidad y Autocorrelación

Efectivo

Rezagos Óptimos

Rezagos	AIC	SC	HQ
3	-26,7406	-25,3689*	-26,4105*
4	-27,12804*	-25,0696	-26,2923

Test LM Autocorrelación

Rezagos	LM-Stat	Prob
1	45,572	0.0001
2	24,360	0.0819
3	1,120	0.7973
4	1,441	0.5685
5	1,517	0.5125
6	1,204	0.7410
7	1,125	0.7938
8	2,473	0.0748
9	1,150	0.7774
10	1,747	0.3557

Hipótesis Nula: No correlación

Test Normalidad Jarque Bera

Componente	Prob
1	0,5280
2	0,0001
3	0,0000
4	0,0000
Joint	0,0000

M3

Rezagos Óptimos

Rezagos	AIC	SC	HQ
2	-28,6338*	-26,2447*	-27,7487*
3	-28,3172	-24,9402	-27,0227

Test LM Autocorrelación

Rezagos	LM-Stat	Prob
1	20,303	0,7307
2	15,637	0.9252
3	17,438	0.8653
4	45,443	0.0074
5	22,430	0.6108
6	24,173	0.5094
7	23,031	0.5757
8	13,562	0.9688
9	22,300	0.6183
10	19,866	0.7538

Hipótesis Nula: No correlación

Test Normalidad Jarque Bera

Componente	Prob
1	0,6702
2	0,0342
3	04812
4	0,6972
5	0,0000
Joint	0,0000

Anexo 2 - Matriz Velocidad de Ajuste, Test LM y Test Jarque Bera

Efectivo

Matriz Velocidad de Ajuste

	Alpha	T-Value
EFFECTIVO	0,015	1,985
IPI	0,084	3,288
DTF	-0,005	-2,046
TARJETAS	-0,046	-2,216

Test LM Autocorrelación

Rezagos	LM-Stat	Prob
tim	29,549	0.0205
2	16,850	0.3953
3	7,562	0.9608
4	3,110	0.0131
5	1,973	0.2324
6	8,061	0.9470
7	1,658	0.4128
8	2,104	0.1768
9	1,204	0.7409
10	1,447	0.5632

Test Normalidad Jarque Bera

Componente	Prob.
1	0.7077
2	0.0018
3	0.0005
4	0.0000
Joint	0.0000

M3

Matriz Velocidad de Ajuste

	Alpha	T-Value
M3	-0,013	-0,399
PIB	-0,038	-2,395
SPREAD	-0,355	-1,039
CDS	-0,016	-1,054
TARJETAS	-0,016	-5,052

Test LM Autocorrelación

Rezagos	LM-Stat	Prob
1	24,608	0,4845
2	18,446	0.8229
3	20,215	0.7355
4	37,052	0.0571
5	18,438	0.8232
6	25,700	0.4237
7	27,166	0.3475
8	8,586	0.9991
9	15,913	0.9174
10	21,139	0.6848

Test Normalidad Jarque Bera

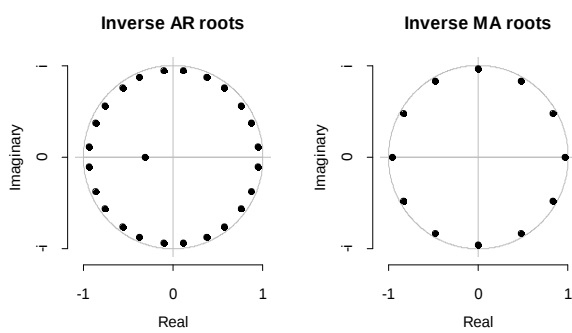
Componente	Prob.
1	0.7643
2	0.7028
3	0.8650
4	0.8870
5	0.0000
Joint	0.0025

Anexo 3 – Análisis de residuales y modelos de Pronóstico

SARIMA

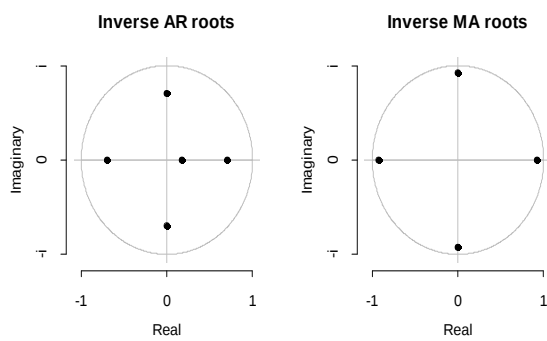
Efectivo

Horizonte 1

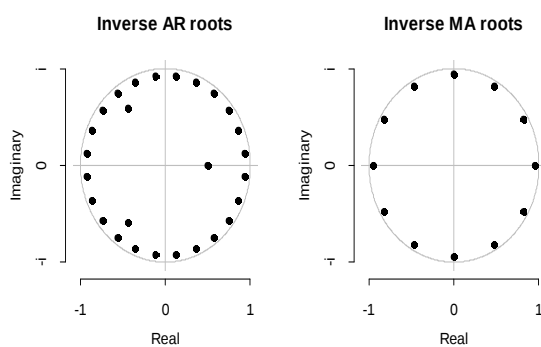


M3

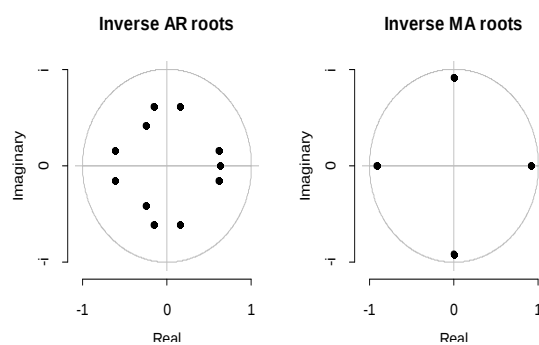
Horizonte 1



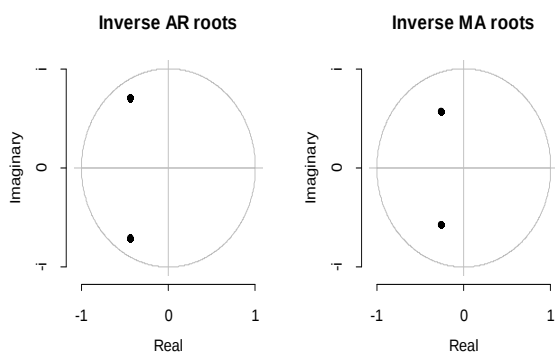
Horizonte 6



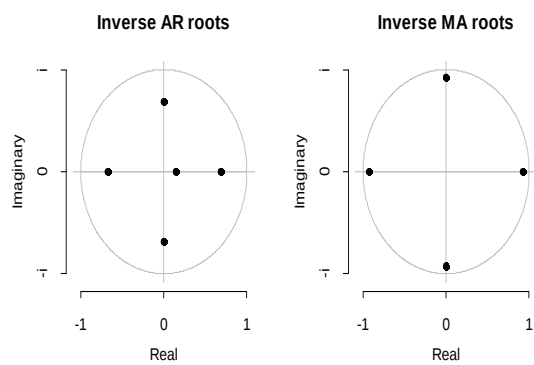
Horizonte 2



Horizonte 12



Horizonte 4

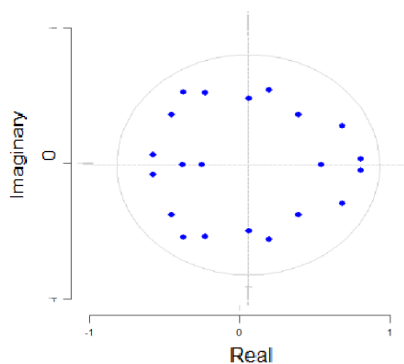


VEC

Efectivo

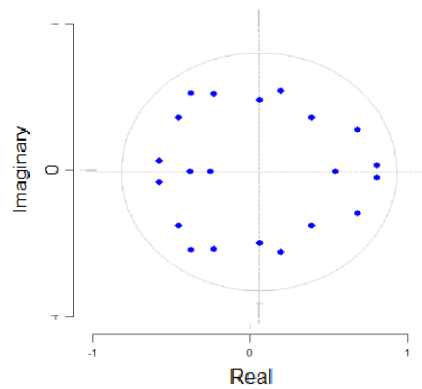
Horizonte 1

Inverse AR roots



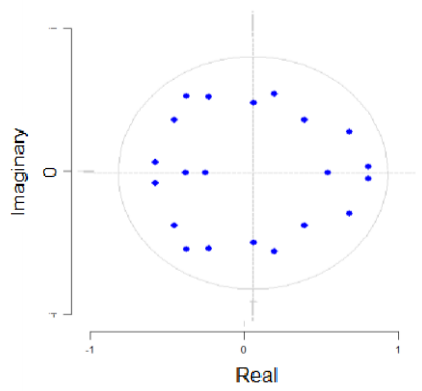
Horizonte 6

Inverse AR roots



Horizonte 12

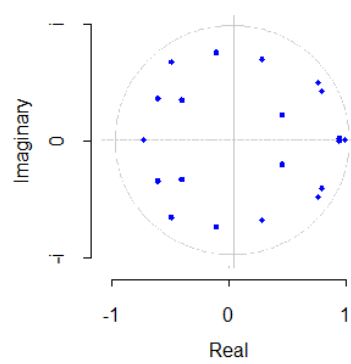
Inverse AR roots



M3

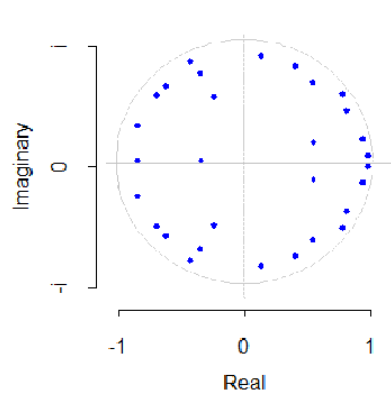
Horizonte 1

Inverse AR roots



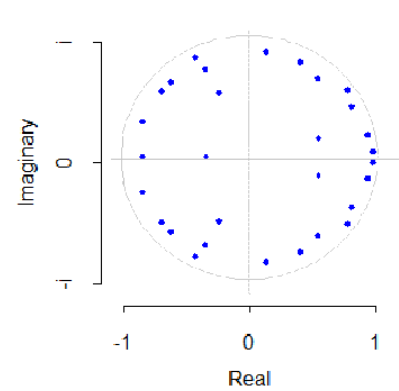
Horizonte 2

Inverse AR roots



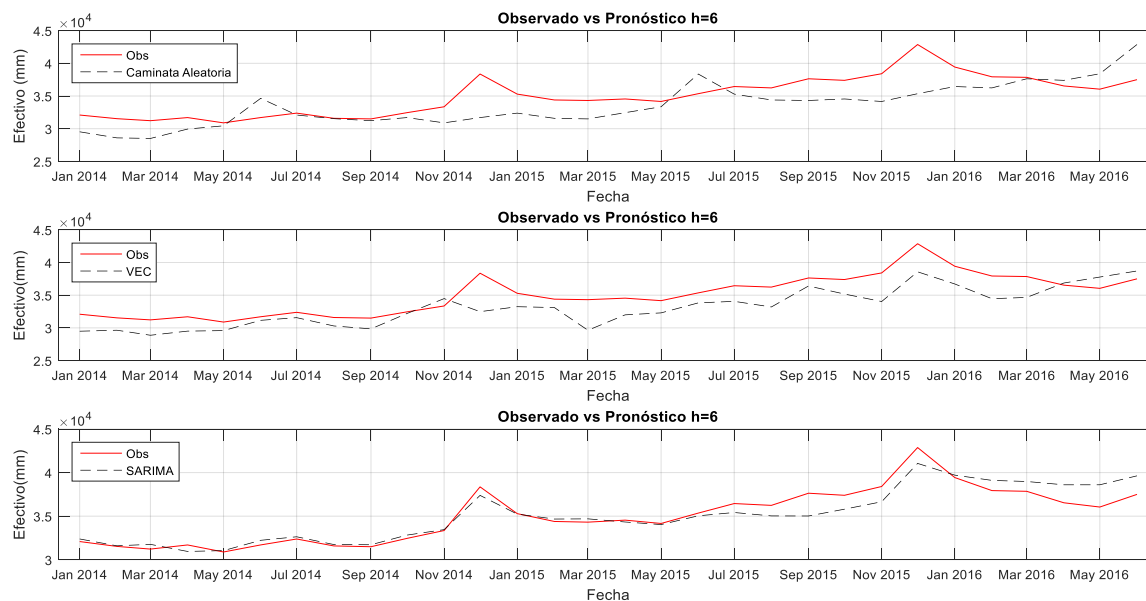
Horizonte 4

Inverse AR roots

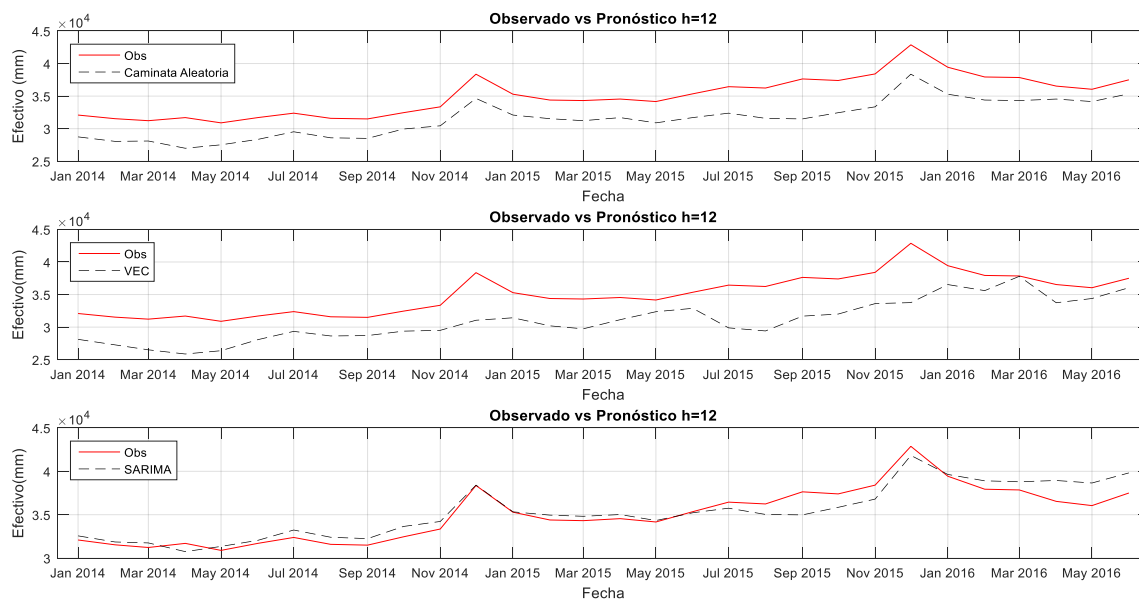


Anexo 4 – Valores reales y Pronosticados

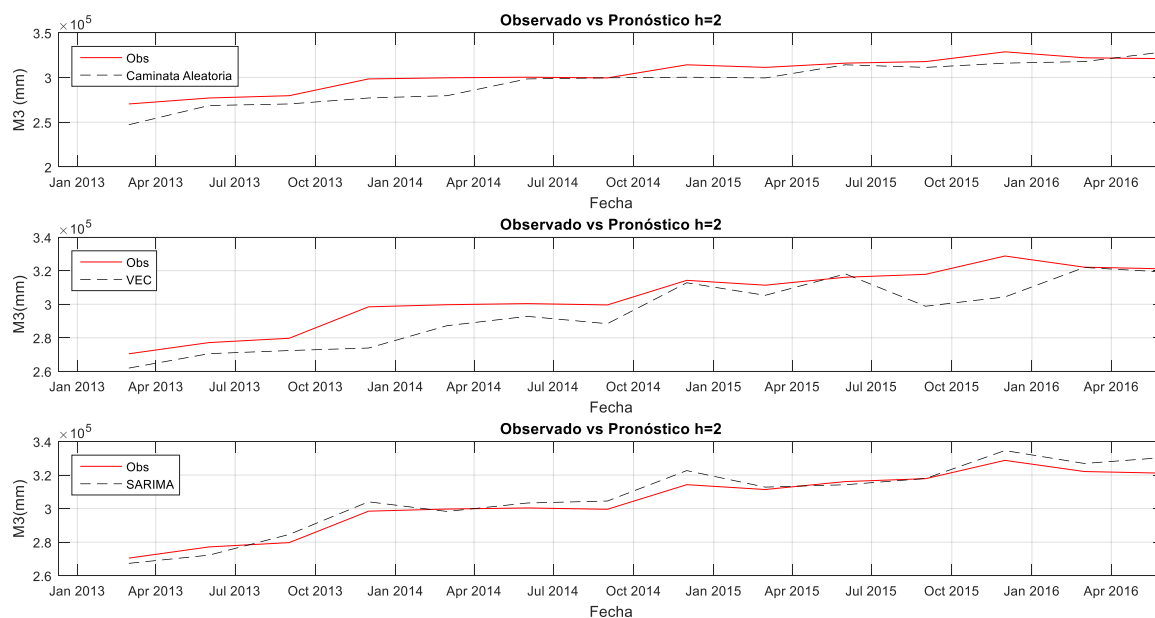
Efectivo– $h=6$



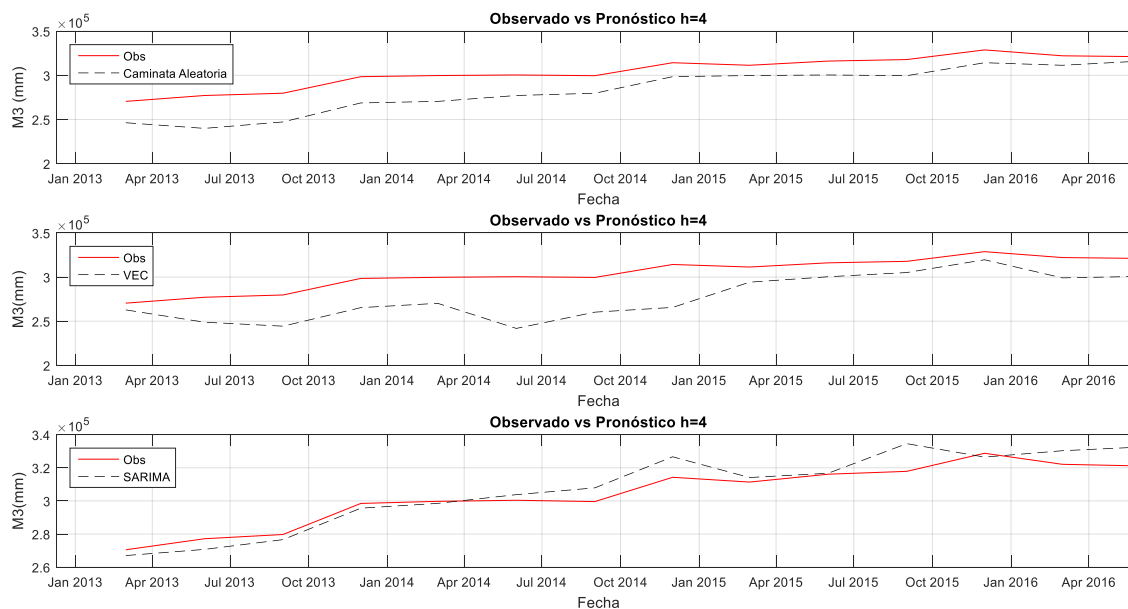
Efectivo– $h=12$



M3 – h=2



M3 – h=4



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Adam, C. (2000). "The Transactions Demand for Money in Chile." *Economía Chilena*, 3(3): 33-56.
- Allen, H. (2003). Innovations in retail payments: e-payments. *Bank of England Quarterly Bulletin*.
- Arango, L. E., & Gonzalez, A. (1999). A nonlinear specification of demand for narrow money in Colombia. *Borradores de Economía del Banco de la República No, 135*.
- Arango, C., Hernández, N., López, E., & Misas, M. (2003). La demanda de efectivo en Colombia: una caja negra a la luz de las redes neuronales. *Borradores de Economía del Banco de la República, No 268*.
- Arango, C., López, E., & Misas, M. (2005). Economía Subterránea en Colombia 1976-2003: Una Medición a partir de la Demanda de Efectivo *Borradores de Economía del Banco de la República No, 335*
- Arnaut, J. (2008). Demanda de dinero y liberalización financiera en México: Un enfoque de cointegración.
- Arrau, P., & De Gregorio, J. (1993). Financial innovation and money demand: application to Chile and Mexico. *The Review of Economics and Statistics*, 524-530.
- Arrau, P., De Gregorio, J., Reinhart, C. M., & Wickham, P. (1995). The demand for money in developing countries: assessing the role of financial innovation. *Journal of Development Economics*, 46(2), 317-340.
- Attanasio, O., Guiso, L., & Jappelli, T. (1998). *The demand for money, financial innovation, and the welfare cost of inflation: An analysis with household data*(No. w6593). National Bureau of Economic Research.
- Baba, Y., Hendry, D. F., & Starr, R. M. (1992). The demand for M1 in the USA, 1960–1988. *The Review of Economic Studies*, 59(1), 25-61.
- Banca de las oportunidades (2016). *Banca de las Oportunidades -Reporte de Inclusión Financiera*.
- Barro, R. J. (1976). Rational expectations and the role of monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 2(1), 1-32.
- Bartlett, M. S. (1947). The use of transformations. *Biometrics*, 3(1), 39-52.
- Baumol, W. J. (1952). The transactions demand for cash: An inventory theoretic approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 545-556.
- Bernanke, B. (2001). *Inflation targeting: lessons from the international experience*. Princeton University Press.
- Beyer, A. (2009). A stable model for euro area money demand: revisiting the role of wealth.
- Bordo, M. D., & Jonung, L. (1990). The long-run behavior of velocity: the institutional approach revisited. *Journal of Policy Modeling*, 12(2), 165-197.
- Boughton, J. M. (1992). "International Comparisons of Money Demand." *Open Economies Review*, 3(3), pp. 323-343.
- Box, G. E., & Cox, D. R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 211-252.
- Brand, C., & Cassola, N. (2004). A money demand system for euro area M3. *Applied Economics*, 36(8), 817-838.

- Brock, W. A. (1990). Overlapping generations models with money and transactions costs. *Handbook of monetary economics*, 1, 263-295.
- Brüggeman, A., Donati, P., & Warne, A. (2003). Is the demand for euro area M3 stable?.
- Calza, A., Jung, A., & Stracca, L. (2000). An econometric analysis of the main components of M3 in the euro area. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 136(4), 680-701.
- Calza, A., Gerdesmeier, D., & Levy, J. (2001). Euro Area Money Demand Measuring the Opportunity Costs Appropriately.
- Calza, A., & Sousa, J. (2003). Why has broad money demand been more stable in the euro area than in other economies? A literature review.
- Carlson, J. B., Hoffman, D. L., Keen, B. D., & Rasche, R. H. (2000). Results of a study of the stability of cointegrating relations comprised of broad monetary aggregates. *Journal of Monetary Economics*, 46(2), 345-383.
- Carrasquilla, A., & Renteria, C. (1990). ¿ Es inestable la demanda por dinero en Colombia?. *Ensayos sobre política económica*, 9, 21-38.
- Carrera, C. (2012). *Long-run Money Demand in Latin-American Countries: Non-stationary Panel Data Approach*. Mimeo.
- Clausen, V. (1998). Money demand and monetary policy in Europe. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 134(4), 712-740.
- Coenen, G., & Vega, J. L. (2001). The demand for M3 in the euro area. *Journal of Applied Econometrics*, 16(6), 727-748.
- Cooley, T. F., & Prescott, E. C. (1976). Estimation in the presence of stochastic parameter variation. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 167-184.
- Corbo, V., Landerretche, O., & Schmidt-Hebbel, K. (2002). Does inflation targeting make a difference?. *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, 5, 221-69.
- Cuthbertson, K., & Galindo, L. (1999). The demand for money in Mexico. *The Manchester School*, 67(2), 154-166.
- Davidson, R., & MacKinnon, J. G. (1993). Estimation and inference in econometrics. New York: Oxford University Press.
- Da Silva Lopes, A. C. (2006). Deterministic seasonality in Dickey–Fuller tests: should we care?. *Empirical Economics*, 31(1), 165-182.
- Deleplace, G. (2008). The Absorption of Macroeconomics by Microeconomics. *Lecturas de Economía*, (69), 245-298.
- Demetrescu, M., & Hassler, U. (2007). Effect of neglected deterministic seasonality on unit root tests. *Statistical Papers*, 48(3), 385-402.
- De Bondt, G. (2009). Euro area money demand: empirical evidence on the role of equity and labour markets.
- De Gregorio, J. (2003a). Dinero e inflación:¿ en qué estamos?. *Documentos de Trabajo (Banco Central de Chile)*, (201), 1-23.
- De Gregorio, J. (2003b). *Rapid Growth of Monetary Aggregates and Inflation: The International Evidence* (Vol. 256). Banco Central de Chile.

- Diebold, F. X., & Mariano, R. S. (1995). Comparing predictive accuracy. *Journal of Business & economic statistics*, 13, 253-263
- Dotsey, M., Lantz, C. D., & Santucci, L. (2000). Is money useful in the conduct of monetary policy?. *FRB Richmond Economic Quarterly*, 86(4), 23-48.
- Dreger, C., & Wolters, J. (2015). Unconventional monetary policy and money demand. *Journal of Macroeconomics*, 46, 40-54.
- Enders, W. (2008). *Applied econometric time series*. John Wiley & Sons.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Eppen, G. D., & Fama, E. F. (1969). Cash balance and simple dynamic portfolio problems with proportional costs. *International Economic Review*, 10(2), 119-133.
- Ericsson (1998), "Empirical Modeling of Money Demand," *Empirical Economics*, Vol. 23, No. 3, pp. 295–315.
- Escobar, J. F., & Posada, C. E. (2004). Dinero, precios tasa de interés y actividad económica: un modelo del caso colombiano (1984: I–2003: IV). *Borradores de Economía del Banco de la República* No, 303
- Fagan, G., & Henry, J. (1998). Long run money demand in the EU: Evidence for area-wide aggregates. *Empirical economics*, 23(3), 483-506.
- Figuerola, J. G., & Martínez, F. V. (2016). Impacto de los medios electrónicos de pago sobre la demanda de dinero. *Investigación Económica*, 93-124.
- Fisher, I. (1911). The Purchasing Power of Money. *The Works of Irving Fisher*, 14.
- Fischer, A. M. (2007). Measuring income elasticity for Swiss money demand: What do the cantons say about financial innovation?. *European Economic Review*, 51(7), 1641-1660.
- Fisher, P.G., & Vega, J. L. (1994). *An empirical analysis of M4 in the United Kingdom*. Banco España
- Friedman, M. (1956). *Studies in the quantity theory of money* (Vol. 561). University of Chicago Press.
- Friedman, M. (1968). The role of Monetary Policy. *The American Economic Review*, 58(1).
- Friedman, M., & Schwartz, A. J. (1970). Monetary statistics of the United States: estimates, sources, methods. *NBER Books*.
- Garcés, D. G. (2003), "Agregados Monetarios, Inflación y Actividad Económica en México", *Estudios Económicos*, 18(1), 37-78.
- Goldfeld, S. M., Duesenberry, J., & Poole, W. (1973). The demand for money revisited. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1973(3), 577-646.
- Goldfeld, S. M., Fand, D. I., & Brainard, W. C. (1976). The case of the missing money. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1976(3), 683-739.
- Goldfeld, S. M., & Sichel, D. E. (1990). The demand for money. *Handbook of monetary economics*, 1, 299-356.
- Golinelli, R., & Pastore llo, S. (2002). Modelling the demand for M3 in the euro area. *The European Journal of Finance*, 8(4), 371-401.
- Gómez, J. (1998). La Demanda por Dinero en Colombia. *Borradores de Economía del Banco de la República*, No 101

- Gómez, J. E. (1999). Especificación de la demanda por dinero con innovación financiera . *Borradores de Economía del Banco de la República*, No 128.
- Gómez, J. (2006). La política monetaria en Colombia. *Borradores de economía*, 394, 1-33.
- Gómez, J.E, Jaramillo J., & Meisel, A. (2016). El uso de efectivo y tarjetas débito y crédito en Colombia. *Borradores de Economía del Banco de la República* No, 950
- Granger, C.W.J. y P. Newbold (1974), "Spurious Regression in Econometrics", *Journal of Econometrics*, 2, 111-120.
- Guerrero Guzmán, V. M. (2003). *Análisis estadístico de series de tiempo económicas*.
- Gurley, E. S. J., & Shaw, E. S. (1960). *Money in a Theory of Finance*.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis* (Vol. 2). Princeton: Princeton university press.
- Hume, D. (1752). *Political Discourses*.. A. Kincaid & A. Donaldson.
- Hye, Q. M. A. (2009). Financial innovation and demand for money in Pakistan. *The Asian Economic Review*, 51(2), 219-228.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2), 231-254.
- Johansen, S, & Juselius, K.(1990) Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 52(2), 169-210.
- Judd, J. P., & Scadding, J. L. (1982). The search for a stable money demand function: A survey of the post-1973 literature. *Journal of Economic Literature*, 20(3), 993-1023.
- Jung, A. (2016). Is euro area money demand for M3 still stable?. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 60, 29-39.
- Kahn, G. A., & Benolkin, S. (2007). The role of money in monetary policy: why do the Fed and ECB see it so differently?. *Economic Review-Federal Reserve Bank of Kansas City*, 92(3), 5.
- Khamis, M., & Leone, A. M. (2001). Can currency demand be stable under a financial crisis? The case of Mexico. *IMF Staff Papers*, 48(2), 344-366.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P. and Shin, Y. (1992). Testing the null of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that the economic time series have a unit root?, *Journal of Econometrics* 54: 159–178.
- Keynes, J. M. (1936). The general theory of interest, employment and money.
- Kremers, J. J., & Lane, T. D. (1990). Economic and Monetary Integration and the Aggregate Demand for Money in the EMS. *Staff Papers*, 37(4), 777-805.
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1345-1370.
- Laidler, D. E. (1977). The demand for money: theories and evidence. la Innovación financiera
- Lanne, M., Lütkepohl, H., & Saikkonen, P. (2002). Comparison of unit root tests for time series with level shifts. *Journal of time series analysis*, 23(6), 667-685
- Leyva-Urbe, B., Gomez-Gonzalez, J. E., Valencia-Arana, O. M., & Villamizar-Villegas, M. (2016). *Efectos del Quantitative Easing sobre los retornos accionarios en mercados emergentes*.
- Lieberman, C. (1977). The transactions demand for money and technological change. *The Review of Economics and Statistics*, 307-317.

- Lippi, F., & Secchi, A. (2009). Technological change and the households' demand for currency. *Journal of Monetary Economics*, 56(2), 222-230.
- López-Enciso, E. A., Vargas-Herrera, H., & Rodríguez-Niño, N. (2016). La estrategia de inflación objetivo en Colombia. Una visión histórica (No. 952). Banco de la Republica de Colombia.
- Lown, C. S., Peristiani, S., & Robinson, K. J. (1999). What was behind the M2 breakdown?. *FRB of New York Staff Report*, (83).
- Lucas, R.E.(1972). Expectations and the Neutrality of Money. *Journal of economic theory*, 103-124.
- Lucas, R. E. (1976, December). Econometric policy evaluation: A critique. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* (Vol. 1, pp. 19-46). North-Holland.
- Lucas, R. E., & Nicolini, J. P. (2015). On the stability of money demand. *Journal of Monetary Economics*, 73, 48-65.
- Lütkepohl, H., Teräsvirta, T., & Wolters, J. (1999). Investigating stability and linearity of a German M1 money demand function. *Journal of Applied Econometrics*, 14(5), 511-525.
- Lütkepohl, H., Saikkonen, P., & Trenkler, C. (2001). Maximum eigenvalue versus trace tests for the cointegrating rank of a VAR process. *The Econometrics Journal*, 4(2), 287-310.
- Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media.
- Mannah-Blankson, T., & Belyne, F. (2004). *The Impact of Financial Innovation on the Demand for Money in Ghana*. Bank of Ghana Working Paper.
- Marshall, A. (1923). Money credit and commerce.
- McCallum, B. T. (1983). The role of overlapping-generations models in monetary economics. In *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Vol. 18, pp. 9-44).x
- McCallum, B. T. (1989). *Monetary economics: Theory and policy*. Prentice Hall.
- McNelis, P. D. (1998). Money demand and seigniorage-maximizing inflation in Chile: approximation, learning, and estimation with neural networks. *Revista de Análisis Económico*, 13(2), 3-24.
- Mehra, Y. P. (1993). The stability of the M2 demand function: evidence from an error-correction model. *Journal of Money, Credit and Banking*, 25(3), 455-460.
- Mehra, Y. P. (1996). A review of the recent behavior of M2 demand. *FRB Richmond Economic Quarterly*, 83(3), 27-43.
- Mies, V., & Soto, R. (2000). Demanda por dinero: teoría, evidencia, resultados. *Economía chilena*, 3(3), 5-32.
- Milbourne, R. (1983a). Optimal money holding under uncertainty. *International Economic Review*, 685-698.
- Milbourne, R. D., Buckholtz, P., & Wasan, M. T. (1983b). A theoretical derivation of the functional form of short run money holdings. *The Review of Economic Studies*, 50(3), 531-541.
- Miller, S. M. (1991). Monetary dynamics: An application of cointegration and error-correction modeling. *Journal of Money, Credit and Banking*, 23(2), 139-154.
- Mishkin, F. S. (2000). De metas monetarias a metas de inflación: Lecciones de los países industrializados. *Banco de México, "Estabilización y Política Monetaria: La Experiencia Internacional," Ciudad de México.*

- Mishkin, F. S., & Savastano, M. A. (2001). Monetary policy strategies for Latin America. *Journal of Development Economics*, 66(2), 415-444.
- Mishkin, F. S., & Schmidt-Hebbel, K. (2007). *Does inflation targeting make a difference?* (No. w12876). National Bureau of Economic Research.
- Mishkin, F. S. (2008). Moneda, banca y mercados financieros.
- Misas, M., & Suescún, R. (1993). Funciones de demanda de dinero y el comportamiento estacional del mercado monetario. *Ensayos sobre Política Económica*, 12, 55-79.
- Misas, M., & Oliveros, H. (1994). Especificación y estabilidad de la demanda por dinero en Colombia. *Ensayos sobre política económica*, 13, 97-120.
- Misas, M., & Hugo, O. (1997). Cointegración, exogeneidad y crítica de Lucas: funciones de demanda de dinero en Colombia: un ejercicio más. *Borradores de Economía del Banco de la República*, No75.
- Moghaddam, M. (1997). "Financial Innovations and the Interest Elasticity of Money Demand: Evidence from an Error Correction Model." *Atlantic Economic Journal* 25(2), pp. 155-163.
- Moore, G.R, R. Porter and D.H. Small (1990) Modelling the disaggregated demand for M2 and M1: The U.S. experience in the 1980s, in: Board of Governors of the Federal Reserve System, Financial sectors in open economies: Empirical analysis and policy issues (Board of Governors, Washington).
- Nautz, D., & Rondorf, U. (2011). The (in) stability of money demand in the euro area: lessons from a cross-country analysis. *Empirica*, 38(4), 539-553.
- Noriega-Muro, A. E., Ramos-Francia, M., & Rodríguez-Pérez, C. A. (2015). *Estimaciones de la demanda de dinero en México y de su estabilidad 1986-2010, así como algunos ejemplos de sus usos* (No. 2015-13). Working Papers, Banco de México.
- Ochs, J., & Rush, M. (1983). The Persistence of Interest-Rate Effects on the Demand for Currency: Note. *Journal of Money, Credit and Banking*, 15(4), 499-505.
- Orphanides, A., & Porter, R. D. (2001). Money and inflation: the role of information regarding the determinants of M2 behavior. *Monetary Analysis: Tools and Applications*, 77
- Ortiz, G. (1980). *La demanda de dinero en México: primeras estimaciones*. Banco de México, Subdirección de Investigación Económica.
- Patinkin, D. (1965) Money, Interest, and Prices: An Integration of Monetary and Value Theory. 2d. ed. New York: Harper and Row.
- Pérez, C., & Pacheco, B. H. (2016). Beneficios potenciales de un incremento en el uso de los medios de pago electrónicos en Colombia. Better than Cash Alliance. 2015. "Country Diagnostic: Colombia". Development Results Focused Research Program.
- Phillips, P. C. (1986). Understanding spurious regressions in econometrics. *Journal of econometrics*, 33(3), 311-340.
- Pigou, A. C. (1917). The value of money. *The Quarterly Journal of Economics*, 38-65.
- Ramos-Francia, M. (1993). *The demand for money in an unstable economy: a cointegration approach for the case of Mexico* (No. 9306).
- Rinaldi, L. (2001). *Payment cards and money demand in Belgium*. Kath. Univ. Leuven,
- Roger, S. (2010). Veinte años de metas de inflación. *Finanzas y desarrollo: publicación trimestral del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial*, 47(1), 1-4.

- Romer, D. (1986). A simple general equilibrium version of the Baumol-Tobin model. *The Quarterly Journal of Economics*, 663-686.
- Romer, D. (1987). The monetary transmission mechanism in a general equilibrium version of the Baumol-Tobin model. *Journal of Monetary Economics*, 20(1), 105-122.
- Rose, A. K. (1985). An alternative approach to the American demand for money. *Journal of Money, Credit and Banking*, 17(4), 439-455.
- Saikkonen, P. and Lütkepohl, H. (2002). Testing for a unit root in a time series with a level shift at unknown time, *Econometric Theory* 18: 313-348.
- Samuelson, P. A. (1958). An exact consumption-loan model of interest with or without the social contrivance of money. *The journal of political economy*, 467-482.
- Sargent, T. J., & Wallace, N. (1975). " Rational" Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule. *The Journal of Political Economy*, 241-254.
- Sargent, T. J., & Wallace, N. (1976). Rational expectations and the theory of economic policy. *Journal of Monetary economics*, 2(2), 169-183.
- Saving, T. R. (1971). Transactions costs and the demand for money. *The American Economic Review*, 61(3), 407-420.
- Sichei, M. M., & Kamau, A. W. (2012). Demand for money: implications for the conduct of monetary policy in Kenya. *International Journal of Economics and Finance*, 4(8), 72.
- Sidrauski, M. (1967). Rational choice and patterns of growth in a monetary economy. *The American Economic Review*, 57(2), 534-544.
- Siklos, P. L. (1993). Income velocity and institutional change: Some new time series evidence, 1870-1986. *Journal of Money, Credit and Banking*, 25(3), 377-392.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-48.
- Soto, R. (1996). *Money Demand in a Model of Endogenous Financial Innovation* (Doctoral dissertation, Tesis de Doctorado (no publicada), Georgetown University).
- Soto, R., & Tapia, M. (2000). Cointegración Estacional en la demanda de dinero. *Economía Chilena*, 3(3), 57-71.
- Tobin, J. (1956). The interest-elasticity of transactions demand for cash. *The Review of Economics and Statistics*, 241-247.
- Tobin, J. (1958). Liquidity preference as behavior towards risk. *The review of economic studies*, 65-86.
- Toro, J. (2014). El relajamiento cuantitativo en los Estados Unidos y algunos efectos en Colombia. *Reportes del Emisor*, 176.
- Torres, A. (2011). La crisis colombiana de finales del siglo XX: ¿ Un choque real o financiero?. *Perfil de Coyuntura Económica*, (18), 79-96.
- Urrutia, M., Uribe, M. J. D., & López, J. T. M. (2000). El sistema financiero colombiano. *Revista del Banco de la República*, 878, 5-25.
- Walsh, C. E. (2010). *Monetary theory and policy*. MIT press
- Wesche, K. (1997). The demand for divisia money in a core monetary union. *Review*, 79.
- Whitesell, W. C. (1997). Interest Rates and M2 in an Error Correction Macro Model. *Economics Discussion Series* (97-59).