



El Bitcoin, un nuevo reto para la economía mundial

Oscar David Rico Reina
oscarrice@unisabana.edu.co

Universidad de la Sabana, Chía
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Economía y Finanzas Internacionales
10 de enero de 2018

Resumen

Este trabajo explora la relación estadística que existe entre el rendimiento del bitcoin y distintos fundamentales de la economía como tasas de interés, commodities y tasas de cambio. De igual forma se discute el rol de la criptomoneda en la economía, en cuanto si debe ser considerada como una divisa o como un activo. En este análisis, se trata al bitcoin como un activo debido a su corta existencia y su alta volatilidad. Por medio de un modelo econométrico, auto regresivo de rezagos distribuidos (ARD) se evalúa la relación estadística que estas macro variables tienen con el rendimiento del bitcoin y la causalidad en el sentido de Granger. El periodo de estudio está comprendido desde el 6 de enero del 2014 hasta el 29 de septiembre del 2017 con datos de cierre diarios. Los resultados evidencian que todavía no hay claridad en cuanto a qué fundamentales están relacionados con el rendimiento del bitcoin, sin embargo, se encuentra que tanto la tasa de la reserva de los Estados Unidos, así como la tasa de cambio del yuan causan en el sentido de Granger el rendimiento de esta criptomoneda.

Palabras Clave: Bitcoin, criptomonedas, fundamentales, ARD, divisas, activos, causalidad en el sentido de Granger.

¹ Agradecimientos

A mis padres por todo el sacrificio que han hecho durante todo este tiempo, y a mi hermana por su constante apoyo. Quiero agradecer a mi director de tesis Edgar Villa por sus valiosos comentarios y por ayudarme a enfocar mis ideas. A la profesora Martha Misas por su ayuda y acertadas discusiones. A la profesora Luz Elba Torres por sus aportes y constante ayuda. A Ramiro Lara por su cooperación y debates sobre el tema, a mis amigos y compañeros de carrera por todo el apoyo que me brindaron y por la ayuda que me ofrecieron a lo largo del trabajo. Los errores que se puedan encontrar son asumidos por el autor.

1. Introducción

Con la crisis financiera que se vivió en el 2008, se criticaron muchos aspectos de la economía y los roles que cumplen las entidades encargadas como parte de esta. Los Bancos Centrales se encontraban en la incertidumbre sobre las políticas a implementar, mientras que el mercado financiero se había desplomado y con reguladores que no podían establecer unas normas claras con el fin de volver y conservar la estabilidad financiera. Con todo esto y con los avances tecnológicos que se estaban viviendo, se introdujo el concepto de las criptomonedas, en especial el bitcoin propuesto por Nakamoto (2008), que es la que le da el rumbo al “dinero virtual” y permite el desarrollo del mercado. De acuerdo a Harwick (2016) una criptomoneda es un método mediante el cual se forman monedas virtuales que son creadas de acuerdo a la resolución de problemas criptográficos y algorítmicos que brindan alta seguridad a las partes y agilidad en la validación a las transacciones.

Según Coinmarketcap.com, para el 19 de diciembre de 2017 había 1.369 criptomonedas y 7.618 mercados. Con una prevalencia del bitcoin sobre las demás criptomonedas de 48,6% y con un total de más de 16,7 millones de bitcoins circulando, es la criptomoneda más conocida y usada en el mercado digital. Mientras se estuvo realizando este estudio, el precio del bitcoin alcanzó su máximo histórico el 18 de diciembre al superar los 20.000 dólares y situarse en 20.089 dólares por bitcoin. (Coinmarketcap)

Debido al auge que ha tenido el bitcoin y las criptomonedas en general, es muy importante para la economía monitorear y seguir su comportamiento. Su uso ha ido incrementándose a través del tiempo, expandiéndose a comercios alrededor de todo el mundo y principalmente en una población muy joven y con acceso a la tecnología (Yermack, 2013). No obstante, muchos inversionistas no se encuentran familiarizados con las criptomonedas, por lo que prefieren seguir con bonos, acciones y derivados financieros. Es por esto que, si se puede relacionar el bitcoin con algún commodity, tasa de interés, tasa de cambio o activo financiero, puede ser un atractivo para distintos tipos de inversionistas que pueden dar estabilidad en el mercado de las criptomonedas al darle mayor confianza y apoyo.

La banca también se está dirigiendo a un proceso de digitalización masiva así como en la actualidad el mercado financiero se mueve generalmente de forma electrónica (Cuesta, Ruesta, Tuesta, & Urbiola, 2015). Debido a esto, se tienen que adecuar ciertos aspectos para poder permitir una mayor conectividad entre las personas y los mercados. Las criptomonedas pueden sugerir ciertos criterios que pueden ser tenidos en cuenta para llegar a procesos de digitalización de las monedas de los países, por medio de la aceptación de los bancos centrales y poder juntarlos y ampliarlos con los mercados financieros.

Debido al alto crecimiento que ha tenido el precio de la criptomoneda y el rol que ha tomado en la banca, se describe su funcionamiento y particularidades. Con base en lo anterior, este trabajo investiga las características que tiene el bitcoin en

la economía como dinero. Por medio de esto, se discute sobre sus funciones como depósito de valor, como unidad de cuenta y como medio de cambio. Posteriormente se propone un modelo econométrico, auto regresivo de rezagos distribuidos, para hacer inferencia estadística y evaluar la causalidad en el sentido de Granger que tienen diferentes fundamentales de la economía mundial sobre el rendimiento del bitcoin.

Esta investigación se organiza de la siguiente manera: la sección 2 muestra la revisión de literatura que se usó, la sección 3 presenta el marco teórico, que se divide en las características y el funcionamiento del bitcoin y el bitcoin como moneda. En la sección 4, se hace referencia a la estrategia empírica, en la sección 5 se muestran los datos que se tomaron, en la sección 6 se dan los resultados. En la sección 7 se presentan las conclusiones y en la sección 8 se muestra la bibliografía que se empleó para realizar este trabajo.

2. Revisión de literatura

Con el surgimiento de las criptomonedas, en especial del bitcoin, muchos autores han tratado de estudiar y entender qué está detrás de su funcionamiento, qué determina su atractivo para la economía y los choques frente a los que responde su alta volatilidad. Sin embargo, debido a su novedad, la literatura sobre el tema es resultado de investigaciones y estudios preliminares que limitan, en cierta medida, la comprensión de este fenómeno. En particular, la revisión de literatura se enfocó en la banca digital, el funcionamiento del bitcoin, su rol en la economía, sus características y determinantes del precio.

En relación con el tema de la banca digital, el sector financiero se encuentra incursionando en mejorar y facilitar sus servicios por medio de la tecnología. Según Cuesta, Ruesta, Tuesta y Urbiola (2015) la banca ha evolucionado. Hoy en día, no se limita simplemente a procesos físicos, sino que ha extendido sus servicios a medios electrónicos ofreciendo mayor variedad de productos y alternativas, además de una divulgación a un mayor número de clientes. Debido al incremento de la demanda por medio de dispositivos móviles y de computo, los bancos se han visto en la necesidad de invertir recursos a fin de lograr un posicionamiento digital. Para Sanchez, Rodriguez, Borja y Garcia (2017) la digitalización de la banca permite una mayor inclusión financiera, lo que reduce costos, aumenta los niveles de seguridad, mejora la productividad y ahorra tiempo dado que evita desplazamiento de los usuarios a las sucursales.

En lo que respecta al bitcoin, en la literatura se menciona que el sistema de pagos descentralizado es planteado y desarrollado por medio del documento más importante para las criptomonedas, escrito de forma anónima bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto. Allí, se explica el funcionamiento, los incentivos, el almacenamiento de información y demás componentes que catapultaron el uso del bitcoin. En otras palabras, lo que propuso este autor fue un sistema que permitiera a las personas realizar transacciones sin la necesidad de una tercera parte

involucrada, contrario a lo que sucede con las entidades financieras. Lo que se buscaba era reducir costos de intermediación, permitir transacciones electrónicas, y dar seguridad por medio de algoritmos matemáticos con alto grado de dificultad (Nakamoto, 2008). Con el código propuesto, y las normas establecidas se dio cabida a un mercado que ha tenido gran crecimiento debido al surgimiento de otro tipo de criptomonedas con cierta similitud al código del bitcoin.

Desde el origen de esta criptomoneda, se han estudiado sus características y su rol en el sistema financiero. Ali (2014); Carrick (2016); Dowd & Hutchinson (2015); Yermack (2013) argumentan que el concepto del bitcoin, como moneda, es muy debatible y contradictorio ya que esta no cumple con las condiciones teóricas requeridas para que pueda ser considerada como dinero. Según estos autores, el bitcoin comparte ciertas características con una divisa, pero tiene variables como la alta volatilidad que impide ser un medio para guardar valor. Debido a esto, ha surgido todo un debate con respecto a cómo debería ser considerado un bitcoin, si como moneda o como activo financiero. Igualmente, es objeto de análisis determinar si esta representa una oportunidad de negocio o una inversión atractiva debido a los rendimientos exhibidos; así como estudiar si posee características similares a los activos “*safe heaven*” que hay en la economía, que son aquellos que mantienen su valor o incluso incrementan en períodos de malas noticias en los mercados financieros debido a la posición que ostentan.

Sobre el tema de la especulación y el rol del bitcoin en la economía, varios autores han analizado su funcionamiento para examinar cómo pueden subsistir este tipo de criptomonedas. Brito & Castillo (2013); Chowdhury & Mendelson (2013); Fry & Cheah (2016); Harwick (2016); Subramanian & Chino (2015) señalan que este tema resulta un inconveniente para los hacedores de política monetaria (bancos centrales), por lo que deben ser monitoreadas y estudiadas a más detalle para así incluirlas en sus decisiones monetarias, fiscales y cambiarias. Por el momento, varios bancos centrales han investigado sobre el funcionamiento del bitcoin y cómo los bancos pueden digitalizar sus monedas. Por ejemplo, el caso particular de Japón con el “J-coin” (Dinero, 2017).

Otro aspecto que ha tenido relevancia en la literatura ha sido el incremento en el precio del bitcoin. Varios autores afirman que no se puede descartar la posibilidad de la existencia de una burbuja detrás de esta criptomoneda. Cheah & Fry (2015, 2016), argumentaron que en el 2014 se dio una burbuja y concluyeron que el valor fundamental del bitcoin debería ser cero. Por medio de modelos económicos, han demostrado cómo, a través de la especulación, se llega a los mismos resultados y se evidencia una burbuja para dicho año.

Algunos autores han intentado explicar el precio del bitcoin. En los artículos de Bouoiyour & Selmi (2015), Van Wijk (2013) y Ciaian, Rajcaniova, & Kancs (2016), se proponen modelos ARDL (autoregressive distributed lag model) con ciertos mecanismos de corrección de error para poder determinar si existen variables que se relacionen con su precio. Entre ellas se encuentran los índices de bolsas, las

tasas de cambio, los números de transacciones, el precio de los commodities y el número de usuarios, entre muchas más variables. Se encuentran diferentes resultados a largo plazo ya que algunos autores afirman que ciertos fundamentales están correlacionados mientras otros sostienen que no hay evidencia para dar este tipo de conclusiones, por ende, sigue siendo motivo de estudio todo lo relacionado con el precio de la criptomoneda.

Se puede afirmar que la información existente sobre el bitcoin aún es escasa debido a que su origen es inferior a diez años. La literatura no ha profundizado en varios aspectos que pueden ser relevantes y dar cabida a mayores investigaciones de las criptomonedas en general. Si bien, anteriormente se han usado diferentes modelos econométricos y aproximaciones para determinar la existencia de fundamentales que ayuden a predecir el precio del bitcoin, el rendimiento de la criptomoneda no ha sido estudiado a mayor detalle y donde las variables que se usaron fueron muy pocas. Además, en un contexto donde su precio todavía se encontraba por debajo de los 1.500 dólares y no había exhibido ese comportamiento alcista. Por consiguiente, este trabajo pretende darle una aproximación diferente a las variables y usar una extensión de los datos hasta 2017 donde el precio del bitcoin ha alcanzado su máximo histórico en varias ocasiones.

3. Marco Teórico

3.1 Características y funcionamiento del Bitcoin

El bitcoin revolucionó el sistema de pagos electrónicos y dio origen a las criptomonedas. Nakamoto (2008), plantea una alternativa para realizar transacciones de persona a persona (peer to peer, 2P) por medio de un sistema desregulado; es decir, donde no exista ningún intermediario financiero. El éxito del sistema electrónico se basa en la posibilidad de solucionar problemas relacionados con el doble gasto, la transparencia en la red por parte de todos los nodos, los mineros que se encargan de la creación de los bitcoins y el alto nivel de criptografía que otorga seguridad a los movimientos que se van almacenando en la *Blockchain*.

Nakamoto propuso un sistema mediante el cual una persona puede enviar dinero virtual a otra, siempre y cuando ese dinero no haya sido usado anteriormente. Esto se verifica en la red donde cada nodo puede certificar que la moneda no ha sido gastada dos o más veces. Después de confirmada la transacción, esta queda guardada en bloques y posteriormente se une a una cadena gigante de transacciones llamada *blockchain*. En esta, la información no puede ser cambiada, a pesar de ser pública, debido a la previa validación por la mayoría de los nodos.

Para realizar este tipo de movimientos se requiere de billeteras virtuales en las que se guarda el dinero electrónico. Estas poseen códigos públicos y privados para efectuar las transacciones y certificar el traspaso del bitcoin. Este sistema es único debido a ciertas características específicas como su oferta monetaria limitada, que implica que solo pueden existir 21 millones de bitcoins en circulación; además,

la necesidad de utilizar computadores avanzados y poseer altos conocimientos en criptografía para poder realizar la misión de minería y las recompensas que trae este tipo de actividad lo que la hace muy lucrativa. Así como el alto gasto de energía que usan las casas mineras. (Europe Central Bank, 2012).

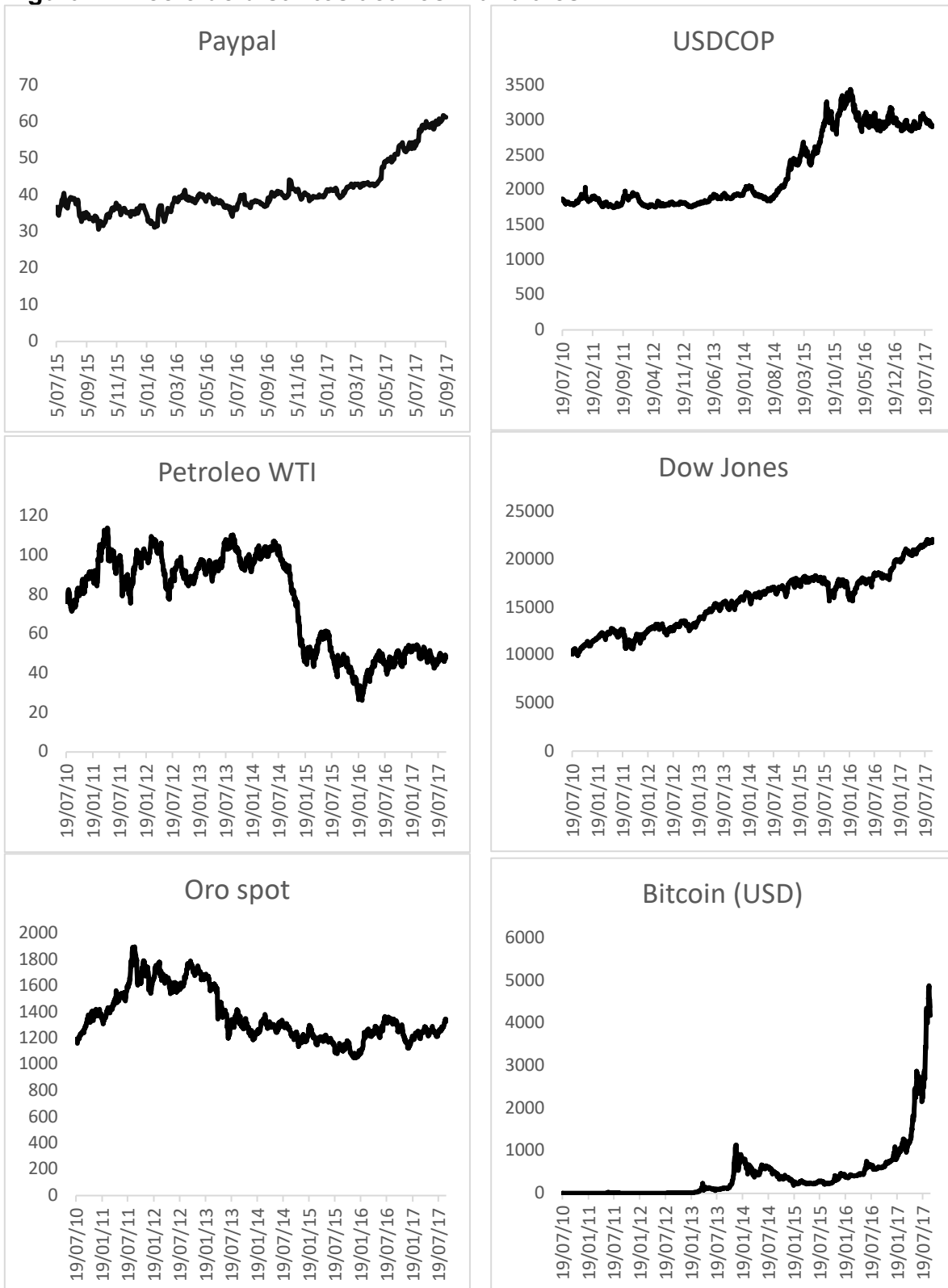
Debido a los bajos costos que trae la desregulación, el nivel de seguridad que ofrece la criptografía, el anonimato y la efectividad de los pagos, su uso se ha extendido por todo el mundo y varios locales comerciales ofrecen la alternativa de pagar con bitcoin (Yermack, 2013). No obstante, esta criptomoneda también ha estado relacionada con actividades como la venta de drogas (*Silk road*) y lavado de activos lo que ha despertado múltiples críticas frente a sus características.

Uno de los grandes inconvenientes que tiene este tipo de moneda digital, es la alta volatilidad que ha presentado a través de los años. En la Figura 1 se puede evidenciar la evolución de su precio desde el 19 de julio de 2010 hasta el 12 de septiembre de 2017, y el comportamiento de distintos activos financieros como el petróleo WTI, el Dow Jones, el oro en el mercado spot, la tasa de cambio del peso colombiano frente al dólar y la acción de Paypal, la cual solo tiene datos desde julio del 2015. Se tomaron los precios de cierre con una periodicidad diaria y unos activos cuentan con mayores observaciones que otros debido a la frecuencia con los que estos operan. Vale la pena destacar que Paypal actualmente cumple como una de las empresas encargada de pagos y transacciones de forma online y de forma rápida y sencilla. Sin embargo, al cobrar comisiones de acuerdo a diferentes montos de giro, la gente prefiere usar plataformas donde la transacción a realizar sea más económica. Es por esto que, las criptomonedas juegan un papel fundamental en cuanto a los bajos costos de giro y a la agilidad de las transacciones.

La Tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas estandarizadas de los activos financieros ya mencionados, a modo de comparación donde se les restaron la media y su correspondiente desviación estándar. El dato que llama mayormente la atención es la rentabilidad de los activos, que se define como la división entre el precio final dividido el precio inicial menos 1. Como se ve, los activos tienen un crecimiento positivo, es decir su precio ha ido incrementándose a través del tiempo, a excepción del petróleo que ha presentado una fuerte caída en su precio en los últimos años. Sin embargo, el rendimiento del bitcoin ha sido el más llamativo que como se evidencia en la Tabla 1, su rentabilidad ha sido de 5224831%, muy por encima de los activos con los que se comparó en los distintos mercados financieros.

De acuerdo a la media, el activo que la tiene más alta es el oro, por parte del error típico es la tasa de cambio entre el dólar y el peso colombiano, la mediana más alta corresponde al Dow Jones. Debido a la estandarización, las variables tienen desviación estándar y varianza igual a uno, mientras que el bitcoin cuenta con la mayor kurtosis y mayor coeficiente de asimetría de los activos ya mencionados, así como presenta el máximo de los datos normalizados y el mínimo lo tiene el petróleo.

Figura 1. Precio de distintos activos mundiales.



Fuente: Con base en datos tomados de Bloomberg

Tabla1. Estadística descriptiva de los datos normalizados.

	Paypal	USDCOP	Petroleo WTI	Dow Jones	Oro spot	Bitcoin (USD)
Media	-1,97652E-15	-4,6241E-15	3,62927E-15	-1,30314E-14	1,24022E-14	-1,63788E-16
Error típico	0,042717883	0,024267842	0,02354408	0,023557142	0,023168268	0,023186945
Mediana	-0,247358604	-0,629320923	0,410267495	0,160758728	-0,325877047	-0,268227038
Moda	-1,027427787	1,524999487	-1,292680086	-1,380593983	-0,841606896	-0,61495715
Desviación estándar	1	1	1	1	1	1
Varianza de la muestra	1	1	1	1	1	1
Curtosis	1,33489432	-1,286889796	-1,499973582	-0,910174034	-0,677595164	14,64130819
Coefficiente de asimetría	1,423674714	0,653613986	-0,331495251	0,094323893	0,708299395	3,475229118
Rango	4,43677705	3,195801807	3,613074418	4,034859068	4,323291681	7,18035043
Mínimo	-1,47480993	-0,97695333	-2,052611949	-1,876866634	-1,621642564	-0,614971862
Máximo	2,96196712	2,218848476	1,560462469	2,157992434	2,701649117	6,565378568
Suma	-1,08313E-12	-7,85172E-12	6,54721E-12	-2,34825E-11	2,31053E-11	-3,04645E-13
Cuenta	548	1698	1804	1802	1863	1860
Rentabilidad	66,90%	55,19%	-36,99%	117,82%	12,59%	5224831,63%

Fuente: Datos tomados de Bloomberg. Cálculos realizados por el autor.

La *blockchain* permitió que se generara la confianza y la descentralización que estaba buscando Nakamoto. Dentro de las características que esta posee se encuentra su alto grado de seguridad, su almacenamiento de tamaño infinito y la opción de ser agrandada por medio de más cadenas. Todo esto conlleva a que se pueda considerar como una alternativa para el sector financiero (Yermack, 2017). Una *blockchain* puede ser privada o pública. El bitcoin se desarrolla en una pública, ya que todos los nodos conocen la información que existe, las comisiones se disputan debido a la existencia de múltiples mineros y hay incentivos por la certificación de la información como recompensa por el trabajo que esto genera y la dificultad que implica. Por su parte, las privadas que son las que están usando las entidades bancarias y financieras como por ejemplo con el R3 e *Hyperledger*, permiten que un nodo (*gatekeeper*) pueda y sea el encargado de manipular los bloques y validar la información de forma autónoma (Castro et al., 2017).

Otro de los aspectos en los que incursiono la *blockchain* fue la atracción de capital de una forma muy rápida y extendida. Para las criptomonedas surgió una oferta inicial de monedas o en inglés *initial coin offerings* (ICO's), similar a las acciones que cuentan con ofertas iniciales públicas (IPO's). Por medio de los ICO's las nuevas criptomonedas ponían en su plan de negocio su especificación de funcionamiento, sus características como dinero y su proceso de creación de *tokens* o de la criptomoneda. Como lo menciona Conley (2017) estos ofrecimientos tienen ciertas características legales que deben ser tenidas en cuenta, ya que entran en un conflicto de intereses con los bancos centrales puesto que la potestad de crear dinero de forma legal está bajo su funcionamiento y no puede perder ese monopolio por las ICO's. Varios países han prohibido esta oferta y restringen el uso de estas criptomonedas en sus sectores bancarios como en el caso concreto de China que conllevan a cambios en el precio. (Kharif, Olga & Russo, Camila, 2017)

3.2 Bitcoin como moneda

El bitcoin ha sido fuente de varias discusiones debido a que sus características como dinero son muy variables por lo que diversos autores han usado ciertas aproximaciones para explicarlo. Para Mankiw (2013), por ejemplo, el dinero es un depósito de valor, una unidad de cuenta y un medio de intercambio. Refiriéndose al bitcoin, estas tres características se cumplen de forma distinta al caso del dinero fiduciario (dólar, euro, libra, yen, entre otros).

Para empezar, como **depósito de valor**, el bitcoin no puede generar inflación, contrario a lo que ocurre con el dinero fiduciario. Las razones que explican este hecho son: la inexistencia de un ente financiero que pueda alterar, por medio de políticas monetarias, la oferta inelástica y la demanda de la criptomoneda; el bajo reconocimiento internacional, al no ser una moneda aceptada por varios países y las presiones deflacionarias que genera la oferta limitada que hace que la gente que posea esta criptomoneda se vuelva más adinerada a través del tiempo, puesto que la escasez genera un aumento de los precios. (Böhme et al., 2014).

Como **unidad de cuenta**, la volatilidad juega el rol más importante y criticado en el bitcoin. El dinero desempeña un papel como fuente de reserva de valor, sin embargo, si en el transcurso del tiempo, el precio varía constantemente, las personas pueden perder una parte y por ende limitar y dejar su uso. Una de las soluciones que se proponen es poner un precio fijo en dólares y que cada pago se haga en los bitcoins que represente esa cantidad en dinero fiduciario, asegurando a las personas y negocios un precio establecido y así otorgue viabilidad al pago en la criptomoneda. Además de esto, el bitcoin cumple con las características de **divisibilidad y fungibilidad**, ya que puede ser dividido en varias partes (satoshis) y sigue siendo aceptado por los usuarios que lo manipulan sin importar de donde provenga.

Como **medio de cambio**, esta moneda digital poco a poco ha ido desarrollando dicha característica, no obstante, sigue siendo foco de críticas. Esto debido a que los comercios han ido abriéndose a la posibilidad de pagos diferentes a los tradicionales como el efectivo y las tarjetas débito o crédito y han ido adaptando sus negocios para recibir criptomonedas. Una de las características que no cumple es la emisión de deuda, puesto que no hay quien garantice este tipo de préstamos ni quien defina la tasa a utilizar; a pesar de esto pueden surgir ciertos bancos virtuales que permitan este tipo de transacciones pero la volatilidad puede generar un impacto negativo haciendo que ciertas deudas no puedan ser pagadas y los bancos no tengan a quien reclamarle el dinero, llevándolos a crisis y bancarrotas (Gomez-Gonzalez & Parra-Polania, 2014).

El dinero es el activo más líquido que hay en la economía, debido a que representa un medio de cambio inmediato y aceptado por ambas partes. Por tanto, es necesario determinar qué tan líquido puede llegar a ser el bitcoin. El M0 representa el dinero en forma de efectivo o la base monetaria que hay en una

economía. Para determinar el total de bitcoins en circulación por dólares, se multiplicó la oferta por la tasa de cambio que había su momento. Esto es la capitalización bursátil o para este análisis M0 que, en este caso, resulta 75,322,300,000 USD (tomado de coinmarketcap.com). Por su parte Estados Unidos cuenta con 3,910,028 millones de USD en su oferta monetaria e Inglaterra con 64,142,877,100 USD; estos representan parte de los países desarrollados y divisas más fuertes del mundo.

En cuanto a los países emergentes como México, su base monetaria cuenta con 76,137,582,911 USD, el bolívar venezolano con 185,241,772,800 USD y Libia con 8,241,346,122 USD. (Datos tomados de tradingeconomics.com de M0 para agosto y de xe.com para tasas de cambio del 31 de agosto del 2017). Si bien, esto se relaciona con la inflación que tiene cada país y las decisiones de política monetaria que usan los bancos centrales, se puede ver como el bitcoin tiene mayor número de circulación en “efectivo” que la libra (GBP) y cercano al peso mexicano (MXN). Vale la pena mencionar que para calcular en dólares el M0, se dividió en los casos en el que el par fuera primero el dólar por el número de dinero en circulación en esa economía y se multiplico en el caso en el que la divisa estuviera de primera en el par frente al dólar. Sin embargo, una de las implicaciones de que el M0 del bitcoin fuera tan grande, tiene que ver con la tasa de cambio de aproximadamente 4000 dólares mientras que las tasas de cambio de los países son mucho más bajas.

Si bien el M0 de los países es una aproximación al dinero en efectivo que hay en las economías, que además tiene en cuenta la velocidad de este, el señoreaje y demás herramientas, es un indicador que no dice mucho acerca del dinero total de un país. Como lo menciona Mankiw (2013) las medidas para ver la preponderancia del dinero en las economías son el M1 y el M2. El M1 contiene el efectivo junto con depósitos a la vista, otros depósitos y cheques, mientras que el M2 tiene el M1 y saldos de los fondos de inversión, depósitos de ahorro y depósitos a corto plazo, por lo que estos son indicadores más significativos que el M0 del bitcoin, ya que esta criptomoneda no puede emitir deuda, ni depósitos o créditos a plazo. Además, países desarrollados cuentan con sistemas de pagos digitales reemplazando en muchos casos el dinero físico (Cuesta, Ruesta, Tuesta, & Urbiola, 2015) y por ende indicadores como el M2 permiten una mejor representación del dinero en las economías.

Es por esto, que el bitcoin todavía se encuentra en un periodo de crecimiento y aceptación que conlleva a que sea considerado un activo en vez de dinero. De igual forma su carácter especulativo conlleva a que la volatilidad sea el punto más frágil sobre la concepción tradicional del dinero. Si bien cumple ciertas características de la moneda fiduciaria, todavía necesita cierta aprobación en los países para poder cambiar el concepto monetario. Otro de las debilidades sobre la idea de dinero, hace referencia a que tan rápido se ejecutan las transacciones y las comisiones sobre estas por parte de los mineros. Debido a la alta popularidad que ha alcanzado la criptomoneda, muchas personas se han visto en la curiosidad de incursionar en este mercado, así como también la labor de minería se está

realizando de una forma competitiva, comprando equipos costosos que permitan ejecutar esta actividad. Los costos de transacción se han visto altamente afectados y han crecido mucho que era de lo que principalmente se quería escapar, llegando a niveles de 52 dólares por transacción en septiembre de 2017 cuando en 2010 estos costos eran nulos y por mucho tiempo no excedieron los 10 dólares. (Blockchain.com).

De acuerdo a Browne (2017) al incrementarse los costos de comisión, así como ahora el tiempo de validación de una transacción se demora aproximadamente 8 minutos, la concepción de inmediatez del dinero pierde peso y por ende las compras no se pueden hacer con tanta rapidez y está resultando ser un problema para la criptomoneda. Es por esto que, el bitcoin todavía debe ser considerado un activo. Analistas del banco central de China, por ejemplo, afirman que el bitcoin no tiene los valores fundamentales para ser considerado como dinero ni puede resolver las necesidades de una divisa en la actualidad. Por esta razón, debe ser considerado como un activo a la espera de poder ser regulado por medio de ciertas políticas de los bancos centrales y entes financieros (Reuters, 2017).

Con base en lo anterior, ahora se buscará encontrar algún fundamental de los que se eligieron, para poder determinar si alguno de estos ayuda a predecir el rendimiento del bitcoin. Se hará esto, debido a que resulta útil de estudio y una herramienta para los inversionistas y los poseedores de la criptomoneda para que así puedan tomar medidas y estrategias. Como parte de estas se encuentran la cobertura, la especulación y el arbitraje, y así se pueda reaccionar de una forma adecuada. Así como proporcionar a la literatura una nueva aproximación y enfoque debido a que sigue en auge todo lo relacionado con las criptomonedas y en especial del bitcoin en la actualidad.

4. Estrategia Empírica

Para determinar si existen fundamentales que pueden ayudar a predecir el rendimiento del bitcoin, se empleará la regresión de series de tiempo con varios predictores conocida como ARD o en inglés ADL o ARDL. Posteriormente, se contrastarán los resultados con pruebas F a fin de encontrar si existe causalidad en el sentido de Granger de los fundamentales sobre el rendimiento del bitcoin. Es necesario mencionar que como todavía la literatura es muy limitada y exploratoria, no se puede hablar de cointegración con certeza y por ende en este trabajo no se empleará, sin embargo, ya hay un trabajo que desarrolló cointegración por medio de un vector error correction model, VEC. (véase Bouoiyour y Selmi, 2014)

La notación con la que se conoce este modelo se describirá en la siguiente ecuación:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_p Y_{t-p} + \delta_1 x_{t-1} + \delta_p x_{t-p} + u_t$$

Según lo mencionado en Judge *et al* (1988) en los modelos de rezagos distribuidos, es usual que se quiera ver el efecto que tiene el cambio de la variable independiente no solo en un periodo, sino que el impacto se tiende a distribuir en distintos puntos del tiempo. Esto permite explicar la variable dependiente de acuerdo con los rezagos de las diferentes variables independientes. Uno de los aspectos más importantes en este tipo de modelos es la longitud del rezago, puesto que muy rara vez se conoce *a priori* cual debería ser este. Por lo que, usualmente no se conoce la longitud y en ocasiones toca suponer rezagos infinitos.

Los efectos que tiene el rezago se encuentran por medio del hábito, de las restricciones institucionales o tecnológicas y de efectos bajo expectativas. Es por esto, que surgen los modelos con rezagos distribuidos finitos, así como modelos con rezagos infinitos. Para los modelos de rezagos finitos y la determinación de la longitud del rezago, se pueden usar diferentes aproximaciones como probar distintas hipótesis nulas de forma condicional buscando obtener la verdadera longitud del rezago. También se puede usar de los criterios de información AIC, SC donde el objetivo es minimizar cada uno de estos criterios o el R cuadrado medio que lo que pretende es ser maximizado. Sin embargo, no siempre los criterios son confiables y se necesita hacer ciertas pruebas buscando siempre que el error sea ruido blanco, puesto que a veces el rezago puede tener una mayor longitud que la indicada por los test, que conlleva a que la estimación basada por mínimos cuadrados (LS) pueda resultar ser imprecisa.

Otro problema a resolver es que puede existir una dependencia lineal de los rezagos que puede conllevar a problemas de multicolinealidad y por ende los estimadores basados en LS no tendrían mucha precisión. Es por esto que Almon (1965), propuso la estimación adicional de un polinomio que pueda mostrar una forma más suavizada de los rezagos por medio de una curva, llamándose los polinomios de Almon. Mediante este polinomio, surge el problema de elegir tanto la longitud de este, así como el grado que debe tener el polinomio. Este ultimo de igual forma se prueba bajo pruebas anidadas que permitan escoger el “verdadero” grado. Estos problemas de la elección del verdadero valor de los rezagos y del polinomio puede generar estimadores sesgados e ineficientes y por ende no se podrán hacer inferencias estadísticas de cada uno de los coeficientes. Además, pueden presentarse ciertos problemas en el error que presenten auto correlación o de heterocedasticidad. (Judge *et al*, 1988)

Por la parte de los modelos de rezagos infinitos surgen dos tipos de modelos dinámicos que son los de expectativas adaptativas y los de ajuste parcial. En este tipo de modelos, el peso de los rezagos va disminuyendo entre más tiempo pase, por lo tanto, se llaman modelos geométricos. Sin embargo, la estructura de estos modelos no siempre es flexible, para captar la relación entre la variable exógena y la variable dependiente. (Judge, *et al*, 1985). Por lo tanto, surge el modelo de los rezagos racionales o el mismo auto regresivo que es el que se empleará en este trabajo. Vale la pena destacar, que Judge (1985) menciona que se necesita tener presente que variables son exógenas, así como cuales son endógenas, por lo tanto,

toca tener mucho cuidado para la elección de estas variables. Otro de los cuidados que se menciona, es la interpretación que se realiza de la parte contemporánea de las variables ya que existe un problema en este sentido, puesto que puede que x dependa de y , pero a la vez y dependa de x de forma contemporánea.

En este sentido de la contemporaneidad entre las x 's y la variable dependiente, el rendimiento del bitcoin puede depender causalmente del cambio del precio de las tasas de cambio, el cambio en las tasas de interés y el cambio en el precio de los commodities, que es el fenómeno principal de estudio. Esto debido a que tanto el precio como el rendimiento de la criptomoneda, razonablemente no debe causar estas variables macroeconómicas, pero si puede estar determinada por ellas.

De acuerdo a Stock y Watson (2012) los supuestos de los que parte este modelo son los siguientes:

- El error del modelo (u_t) tiene media condicional igual a 0, es decir $E(u_t | Y_{t-1}, Y_{t-p}, X_{t-1}, X_{t-p}) = 0$
- Las variables incluidas son estacionarias en covarianzas.
- Los valores muy grandes son poco probables y presentan momentos de cuarto orden finitos y diferentes de 0.
- No existe multicolinealidad perfecta.

A partir de lo anteriormente mencionado, es importante verificar que las series de tiempo utilizadas sean estacionarias. Para determinar este supuesto se usaron las pruebas de raíz unitaria entre las que se destaca la Dickey Fuller aumentada (ADF) que surge por medio de la prueba de Dickey Fuller. A partir de los resultados de las pruebas se diferenciarán aquellas series que sean no estacionarias. Después, por medio de los criterios de información, entre los que se encuentran el SC (Schwarz), AIC (Akaike) y el Hannan-Quinn, se decidirá el número de rezagos que se le deben incluir al modelo. A partir de esto, se realizará la regresión para encontrar si las variables explicativas pueden ayudar a predecir el rendimiento del bitcoin (en este caso Y_t) y por medio de las pruebas F se contrastará la hipótesis nula de la causalidad en el sentido de Granger de las variables fundamentales de la economía mundial. Es necesario mencionar que se realizan pruebas al error para verificar si es normalmente distribuido, lo que permite que la inferencia estadística tenga validez y minimizar la posibilidad de tener una regresión espuria. Todos los cálculos se realizaron en Eviews versión estudiante gratuita 9,5.

Partiendo del supuesto de que las variables deben ser estacionarias se procedió a hacer la prueba de Dickey- Fuller aumentada (ADF) para encontrar la existencia de raíces unitarias. Como se describe en Enders (2014) y como los autores de esta prueba mencionan, se consideran tres ecuaciones para probar la existencia de las raíces por medio de una distribución que ellos crearon a partir de simulaciones. La prueba tiene como hipótesis nula la existencia de raíz unitaria o que $\gamma = 0$, mientras que la hipótesis alterna es que no haya evidencia de raíces. A continuación, se mostrará la ecuación de la que se partió para hacer la prueba ADF:

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + a_2 t + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Sobre esta ecuación, se hicieron regresiones buscando que el último β_i fuera significativo junto con la tendencia (t) y que además hiciera que el error fuera ruido blanco (media 0 y varianza constante, y que en la ACF y la PACF presentaran τ que no fueran estadísticamente significativos). De igual forma se tuvo que hacer un intervalo de confianza para poder decir que la tendencia era estadísticamente significativa. Si la tendencia no era significativa, era necesario que $a_2 = 0$, para volver a hacer las regresiones buscando que el último β_i fuera significativo y que la constante (a_0) también lo fuera, en caso de que la constante no fuera significativa se debía eliminar, es decir que $a_0 = 0$, y volver a hacer regresiones buscando el β_i significativo.

A partir de este criterio, se probó por medio de la prueba ADF que la variable fuera estacionaria es decir $I(0)$ en niveles. Si el resultado de la prueba permitía rechazar la hipótesis nula, la variable ya era estacionaria. Pero si no se encontraba en la región de rechazo, se concluía que tenía raíz unitaria y por ende era necesario volver a hacer el procedimiento ya mencionado para hacer la prueba en primer diferencia y así encontrar que la serie tuviera solo una raíz y en qué nivel la serie se convertía en un $I(0)$. Los resultados de este procedimiento se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Pruebas ADF sobre las series para que sean estacionarias.

Nombre	Proceso Generador de datos	ADF	Test Ljung-Box (T/4) P-valor	Estadístico	Nivel de significancia alfa 5%
Oro	(c)	Lags: 0	0,178	$\tau_\mu = 2,26206$ (-2,89 a -3,51)	I(1)
ΔOro	Ninguno	Lags: 0	0,156	$\tau = -5,2335$ (-1,95 a -2,60)	I(0)
CAD	(c)	Lags: 0	0,244	$\tau_\mu = -1,89993$ (-2,89 a -3,51)	I(1)
ΔCAD	(c,t)	Lags: 4	0,693	$\tau_r = -8,1193$ (-3,45 a -4,04)	I(0)
CNY	(c,t)	Lags: 3	0,719	$\tau_r = -1,22097$ (-3,45 a -4,04)	I(1)
ΔCNY	Ninguno	Lags: 0	0,855	$\tau = -12,27164$ (-1,95 a -2,60)	I(0)
EUR	(c,t)	Lags: 4	0,159	$\tau_r = -2,9545$ (-3,45 a -4,04)	I(1)
ΔEUR	(c,t)	Lags: 2	0,414	$\tau_r = -8,83141$ (-3,45 a -4,04)	I(0)
WTI	(c,t)	Lags: 1	0,234	$\tau_r = -0,73658$ (-3,45 a -4,04)	I(1)
ΔWTI	Ninguno	Lags: 0	0,140	$\tau = -5,4471$ (-1,95 a -2,60)	I(0)
Bitcoin	(c,t)	Lags: 3	0,934	$\tau_r = 1,05732$ (-3,45 a -4,04)	I(1)
$\Delta Bitcoin$	(c,t)	Lags: 0	0,753	$\tau_r = 32,8379$ (-3,45 a -4,04)	I(0)
Fed	Ninguno	Lags: 0	0,999	$\tau = 2,18996$ (-1,95 a -2,6)	I(1)
ΔFed	(c,t)	Lags: 0	0,777	$\tau_r = -9,3877$ (-3,45 a -4,04)	I(0)
BoE	(c,t)	Lags: 0	0,999	$\tau_r = 1,99883$ (-3,45 a -4,04)	I(1)
ΔBoE	Ninguno	Lags: 0	0,999	$\tau = -11,1769$ (-1,95 a -2,60)	I(0)
Tasa de Japón	(c,t)	Lags: 0	0,998	$\tau_r = -2,07945$ (-3,45 a -4,04)	I(1)
$\Delta Tasa de Japón$	Ninguno	Lags: 0	0,999	$\tau = -11,1104$ (-1,95 a -2,60)	I(0)

Tomado de: Calculos realizados por el autor

La primera columna contiene el nombre de la serie y el Δ^d representa el número de diferencias d que se le aplicó a la serie. En la columna de proceso generador de datos (pgd) se encuentra la forma que tuvo la regresión para la prueba ADF. La letra c representa la constante o intercepto, la letra t la tendencia y ninguno significa que se aplicó la prueba de raíz unitaria sin intercepto ni tendencia. La tercera columna muestra cuantos lags o rezagos fueron incluidos para que el β_i fuera significativo y que el error generará ruido blanco. El test de Ljung-Box se usó para determinar las auto correlaciones de los errores en p-valor con un nivel de significancia del 5%. La quinta columna muestra el estadístico “ t ” que se encontraba para la prueba ADF, que se construía a partir del valor estimado sobre la desviación estándar estimada, además se muestra el intervalo de confianza para cada τ tomado de Enders (2014). La última columna y la más representativa muestra si la serie es estacionaria y en qué nivel se encuentra.

Como se puede ver en la Tabla 2, las variables analizadas fueron 9. En la sección de datos se ampliará la información de por qué se eligieron este tipo de variables y por qué resultan representativas y útiles de analizar para el modelo planteado. Las variables analizadas son el oro en el mercado spot, el CAD (dólar canadiense), el CNY (yuan chino onshore), el EUR (euro), el WTI (petróleo West Texas intermediate), el bitcoin en dólares, la Fed (tasa de interés de la Reserva Federal de los Estados Unidos), el BoE (tasa de interés del banco de Inglaterra) y tasa de Japón (tasa de interés del banco japonés).

Para el ADF se eligió un nivel de significancia del 5% (0,05) para todos los casos. Como ya se ha mencionado anteriormente, el objetivo principal es observar algún fundamental que se relacione con el rendimiento del bitcoin. Es por esto que se procedió a sacarle logaritmo a la serie de la criptomoneda para suavizar la varianza y también para al diferenciarla, se convirtiera en un rendimiento que por leyes de los logaritmos es igual a si se dividiera el precio final sobre el inicial. Con respecto a las otras series, por medio de los distintos procesos generadores de datos, se encuentra que en nivel, todas las variables son un $I(1)$ por lo que en su primera diferencia se convierten en un $I(0)$. Vale la pena resaltar que existen más pruebas de raíces unitarias para probar la estacionariedad, sin embargo, en este trabajo solo se usó la ADF y en los casos que no tuviera la parte aumentada la DF. Para el supuesto de multicolinealidad perfecta, el software no permitiría correr la regresión en caso de que esta existiera, por ende, se valida el supuesto.

5.Datos

Si bien el precio de los activos viene determinado por leyes de oferta y demanda, hay varios factores externos que afectan el precio y hacen que éste tenga fluctuaciones. Uno de estos factores externos, se refiere a los fundamentales de la economía mundial, puesto que tienen repercusiones para los mercados e impactos para los países. Entre estos fundamentales se encuentran las tasas de intervención de los países desarrollados que alteran a su vez los mercados financieros, como es

el caso de la tasa de la Reserva federal de los Estados Unidos, las monedas más liquidas en los mercados y más usadas en transacciones internacionales, el precio de los commodities para los países desarrollados y emergentes que son muy usados, entre muchas otras variables.

El rendimiento del bitcoin debería estar determinado por diferentes factores propios como por diferentes factores externos. Varios trabajos han investigado el precio del bitcoin con características propias como por ejemplo el número de transacciones que tiene por día, el total de bitcoins en circulación, la tasa hash, la dificultad de minar, entre otros aspectos propios (Kristoufek, 2015). Sin embargo, las características externas han sido evaluadas de forma muy escasa, sobre todo relacionada con índices bursátiles de distintos países, así como no hay un referente ni un trabajo claro al respecto. Es por esto que se usaron los siguientes datos para realizar el estudio de forma exploratoria.

Para este trabajo se usaron datos diarios ya que los choques frente a los que responde la criptomoneda se dan de forma muy rápida y pronunciada, además que en este tipo de series financieras entre más datos se tengan, se obtienen resultados más precisos frente a una periodicidad más larga. Esto porque los choques pueden disiparse y no se vera de forma tan clara y precisa el fundamental al que responde, por ende, se usaron datos de alta frecuencia. Los datos a analizar son el rendimiento del bitcoin, tasas de cambio, tasas de interés y commodities con respecto a un periodo comprendido desde el 6 de enero del 2014 hasta el 29 de septiembre del 2017 y los datos fueron tomados a precio de cierre. A partir de esto se tiene una serie de tiempo con 975 observaciones. Se tomó desde el 2014, ya que fue un año muy importante para la criptomoneda puesto se declaró en bancarrota una de las casas de cambio más importantes para la época llamada MtGox, donde se robaron muchos bitcoins y donde había mucha incertidumbre sobre el futuro. (CNBC,2017). Para el precio del bitcoin se tomó de Bloomberg por medio del comando XBT. Sin embargo, vale la pena destacar que debido a su alta volatilidad se puede evidenciar cómo su precio ha ido evolucionando en la Figura 1.

Las tasas de cambio que se eligieron fueron el euro, el dólar canadiense y el yuan onshore (EUR, CAD, CNY respectivamente), debido a que hacen parte de las economías más fuertes y sólidas del mundo que tienen mayor impacto que divisas de países emergentes. De igual forma, se eligieron estas divisas porque en países como China y Canadá se tienen registros que se realizan alto número de transacciones de bitcoin por día, además que China ha tenido una postura muy conservadora con respecto a esta criptomoneda mientras que en Canadá y varios países de la zona euro ya se han instalado cajeros automáticos de bitcoin. (véase Coinatmradar.com)

Las tasas de intervención que se eligieron fueron la FED (Reserva federal de Estados Unidos), la BoE (Banco de Inglaterra) y la tasa del banco de Japón, que vale la pena mencionar que es negativa desde el 2016. La tasa de la FED se eligió porque sus movimientos tienen implicaciones para la economía mundial, aunque la

SEC (Secure Exchange Commission) tiene ciertas opiniones negativas sobre el bitcoin y demás criptomonedas. Se utilizó la tasa BoE porque en sus decisiones de política, se acordó que el bitcoin estuviera sujeto a impuestos como las divisas extranjeras y la tasa del banco de Japón, porque ya reconocieron al bitcoin como un medio de pago legal y permiten que haya intercambios en esta divisa favoreciendo a los emprendedores y negocios que también aceptan esta criptomoneda. (Kharif, Olga & Russo, Camila, 2017).

En cuanto a los commodities, se eligió el petróleo (WTI) y el oro en el mercado spot. El precio petróleo tiene un impacto muy fuerte tanto para los países desarrollados como en desarrollo debido a las decisiones que toma el cartel de la OPEP en torno a la producción y los nuevos métodos de extracción como el *fracking*. Según Portafolio (2017) el oro, al ser un “*safe heaven*”, que significa que es un activo muy poco riesgoso debido a la solidez que presenta, ha venido siendo fuente de comparación con respecto al bitcoin porque comparten cierto tipo de características. Además, en la actualidad el bitcoin es más costoso que el mismo oro por lo que varios analistas ven a la criptomoneda como cierta competencia del commodity en cuanto a ser un “*safe heaven*” más que todo por el precio.

Durante este trabajo el precio del bitcoin se vio altamente afectado por noticias tanto de China como de Rusia. En cuanto a China, el banco central de ese país, como ya se mencionó, prohibió los ICO's, así como varias casas de cambio se vieron obligadas a cesar sus operaciones ya que ciertas instituciones financieras chinas planeaban cerrarlas de forma permanente. Esto tuvo un impacto muy grande para el precio puesto que tuvo una variación negativa del 41% (Cheng Evelyn, 2017). Por parte de Rusia, el banco central impuso ciertas restricciones a la compra de criptomonedas, anunciando que bloquearían los sitios que ofrecieran este tipo de activos, por ende, el precio del bitcoin se vio altamente afectado por esta noticia. (Reid David & Kharpal Arjun, 2017).

6.Resultados

Como se mencionó anteriormente, hay diferentes formas para estimar la longitud del rezago. Es por esto que después de varias estimaciones se eligió el modelo ARD (3,3) para este trabajo exploratorio, esto quiere decir que tanto los regresores independientes como el dependiente tienen una longitud igual a 3 rezagos. Como se analiza el rendimiento del bitcoin el modelo es log-lin o interpretación por semi elasticidades. A continuación, se describe la ecuación:

$$\begin{aligned}
 D\log(\text{bitcoin}) = & c + \beta_0 t + \beta_1 D\log(\text{bitcoin}_{-1}) + \beta_2 D\log(\text{bitcoin}_{-2}) + \\
 & \beta_3 D\log(\text{bitcoin}_{-3}) + \beta_4 D(\text{WTI}) + \beta_5 D(\text{WTI}_{-1}) + \beta_6 D(\text{WTI}_{-2}) + \beta_7 D(\text{WTI}_{-3}) + \\
 & \beta_8 D(\text{oro}) + \beta_9 D(\text{oro}_{-1}) + \beta_{10} D(\text{oro}_{-2}) + \beta_{11} D(\text{oro}_{-3}) + \beta_{12} D(\text{japon}) + \\
 & \beta_{13} D(\text{japon}_{-1}) + \beta_{14} D(\text{japon}_{-2}) + \beta_{15} D(\text{japon}_{-3}) + \beta_{16} D(\text{BoE}) + \\
 & \beta_{17} D(\text{BoE}_{-1}) + \beta_{18} D(\text{BoE}_{-2}) + \beta_{19} D(\text{BoE}_{-3}) + \beta_{20} D(\text{fed}) + \beta_{21} D(\text{fed}_{-1}) + \\
 & \beta_{22} D(\text{fed}_{-2}) + \beta_{23} D(\text{fed}_{-3}) + \beta_{24} D(\text{euro}) + \beta_{25} D(\text{euro}_{-1}) + \beta_{26} D(\text{euro}_{-2}) + \\
 & \beta_{27} D(\text{euro}_{-3}) + \beta_{28} D(\text{cny}) + \beta_{29} D(\text{cny}_{-1}) + \beta_{30} D(\text{cny}_{-2}) + \beta_{31} D(\text{cny}_{-3}) + \\
 & \beta_{32} D(\text{cad}) + \beta_{33} D(\text{cad}_{-1}) + \beta_{34} D(\text{cad}_{-2}) + \beta_{35} D(\text{cad}_{-3}) + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

Tabla 3. Estimación modelo ARD

Variable	Coefficiente	Error estandar	Estadístico t	Probabilidad
DLog(Bitcoin (-1))	-0,04196	0,03261	-1,28649	0,19860
Dlog(Bitcoin (-2))	0,03272	0,03268	1,00125	0,31700
Dlog(Bitcoin (-3))	-0,06813	0,03252	-2,094871	0,0365
D(WTI)	-0,000369	0,001328	-0,298611	0,76530
D(WTI (-1))	0,000557	0,001334	0,417518	0,67640
D(WTI (-2))	0,000874	0,001331	0,656448	0,51170
D(WTI(-3))	0,00188	0,001325	1,424122	0,15470
D(ORO)	0,00009	0,000135	0,6662	0,50540
D(ORO (-1))	0,0000971	0,000135	0,717989	0,47290
D(ORO (-2))	-3,88E-05	0,000136	-0,28621	0,77480
D(ORO (-3))	0,00012	0,000136	0,89357	0,37180
D(Tasa Japon)	0,10204	0,20935	0,48745	0,62600
D(Tasa Japón (-1))	0,09829	0,20911	0,470048	0,63840
D(Tasa Japón (-2))	-0,017933	0,20956	-0,08557	0,93180
D(Tasa Japón (-3))	0,024354	0,21127	0,11527	0,90830
D(BoE)	0,009277	0,1677	0,05531	0,95590
D(BoE (-1))	0,04194	0,16823	0,249338	0,80320
D(BoE (-2))	-0,09537	0,16752	-0,5693	0,56930
D(BoE (-3))	0,085838	0,16733	0,51297	0,60810
D(FED)	-0,08383	0,08386	-0,99969	0,31770
D(FED (-1))	-0,20367	0,08425	-2,41724	0,0158
D(FED (-2))	-0,00949	0,0844	-0,11243	0,9105
D(FED (-3))	-0,11658	0,084311	-1,38278	0,1671
D(EURO)	-0,094803	0,23839	-0,397669	0,691
D(EURO (-1))	-0,06306	0,23878	-0,263985	0,7918
D(EURO (-2))	-0,06832	0,23863	-0,28614	0,7748
D(EURO (-3))	0,032659	0,238631	0,13685	0,8912
D(CNY)	0,0519	0,127651	0,40663	0,6844
D(CNY (-1))	0,31929	0,127061	2,51294	0,0121
D(CNY (-2))	-0,19987	0,127082	-1,572796	0,1161
D(CNY (-3))	-0,159914	0,12502	-1,27901	0,2012
D(CAD)	0,12316	0,25478	0,4834	0,6289
D(CAD(-1))	-0,061193	0,25361	-0,241288	0,8094
D(CAD(-2))	0,4387	0,2539	1,72782	0,0844
D(CAD(-3))	0,30108	0,25395	1,18559	0,2361
C	-0,00676	0,002754	-2,45491	0,0143
Tendencia	0,0000183	0,0000494	3,70546	0,0002

R ²	0,77724
R ² ajustado	0,66376
Suma cuadrada de los errores	1,6032
Estadístico F	1,372061
Prob (Estadístico F)	0,00000
Durbin- Watson stat	1,992387

Tomado de: Cálculos realizados por el autor.

Es importante aclarar que, en la ecuación anterior, todas las variables se encuentran diferenciadas, es por esto que tienen una D que representa su primera diferencia. Para la estimación, se incluyó tanto una tendencia como un intercepto que resultaron ser ambos estadísticamente significativos. En cuanto al análisis de los demás coeficientes junto con su p-valor se encontró que el último rezago del bitcoin es significativo, así como el primer rezago del cambio la tasa de la Fed y el primer rezago del cambio en el yuan. Como ya se había mencionado, el análisis se hace por semi elasticidades, por ende, se multiplica por 100 los coeficientes estimados para así interpretarlos en porcentaje. (Wooldrige, 2010). Conforme a esto *ceteris paribus*, el rendimiento del bitcoin disminuye un 20,36% a un incremento unitario en el cambio de la tasa de la Reserva Federal, mientras aumenta en un 31,92% frente a un aumento unitario en el cambio en la tasa del yuan.

Sobre los resultados encontrados, los fundamentales estadísticamente significativos representan las dos economías más grandes del mundo y tienen unas repercusiones sobre la actualidad del bitcoin. De acuerdo al cambio en la tasa de la Fed, es importante destacar que la mayoría de las transacciones se realizan en dólares debido a su reciente popularidad. Cuando se presentan decisiones de política monetaria por parte de Estados Unidos, se altera el número de dólares en circulación en la economía y se destinan para otros tipos de inversiones tanto en el mercado monetario como en el de capitales. Es por esto que, tanto participantes del bitcoin como posibles inversionistas deciden sacar su dinero de este tipo de activo y usarlo en otros más seguros y con menos riesgo, lo que produce una caída en su precio que conlleva a exhibir un rendimiento negativo. (*sell-off*)

En cuanto al resultado positivo del cambio en el yuan sobre el rendimiento de la criptomoneda, se puede interpretar como una ganancia más representativa principalmente para las organizaciones que están destinando gran parte de sus recursos en la actividad de minar bitcoins. De igual forma al presentarse mayores oportunidades de ganancia, la competencia se intensifica por la validación de las transacciones. Para septiembre de 2017, dos tercios de bitcoins se creaban en China. (Emily Parker, 2017). Por esta razón, en este país tan controversial sobre el uso de criptomonedas debido a la postura reciente que ha tenido sobre estas, su alta participación en el mercado tanto de inversionistas que no tienen muchas opciones de inversión como de empresas mineras conlleva a que el rendimiento de la criptomoneda mejore justamente cuando aumenta el cambio del yuan.

De igual forma, es importante observar los residuales de la regresión para ver tanto la auto correlación, la heterocedasticidad y la normalidad. Para medir todo esto, surgen diferentes pruebas como la Ljung-Box, la Breusch-Godfrey, la Breusch-Pagan, la prueba White y la prueba Jarque Bera para determinar a partir de estadísticos, el rechazo o no rechazo de las diferentes hipótesis nulas. Se encontró un valor p en los residuales de 0,914 a partir del correlograma. Las otras pruebas arrojaron un p-valor superior al nivel de significancia del 5% permitiendo concluir que los errores no presentaban de auto correlación, heterocedasticidad y se distribuye aproximadamente normal.

En cuanto a la evaluación de la causalidad en el sentido de Granger, es importante mencionar que se prueba por medio de pruebas F de forma conjunta los 3 rezagos de cada una de las variables. Esta medida se hace entre dos variables donde se obtiene si una variable causa en el sentido de Granger a la otra y viceversa; sin embargo, como se quiere medir principalmente si alguno de estos fundamentales causa el rendimiento del bitcoin se exhibe solamente el resultado evidenciando la causalidad que ejerce el fundamental. Los resultados se presentan en la tabla 4. Como se muestra, tanto la tasa de la Fed como la tasa de cambio del yuan causan en el sentido de Granger el rendimiento de la criptomoneda debido al bajo valor del p-valor con respecto al 5%. Esto significa que estos fundamentales son útiles para predecir el rendimiento y pueden ser herramientas para los inversionistas a la hora de invertir en el bitcoin de acuerdo a las expectativas que tengan tanto del mercado, así como de la economía mundial ya que modifica las preferencias de inversión de los individuos. Las macro variables pueden ser interpretadas de forma causal debido a que el bitcoin no las causa.

Tabla 4. Causalidad en el sentido de Granger

	Prueba F	p-valor
Oro	0,7087	0,5469
Canadiense	1,1296	0,336
Euro	0,6188	0,6029
Yuan	4,22146	0,0056
Petroleo	0,88277	0,4495
Fed	4,76216	0,02930
BoE	0,16555	0,9196
Tasa Japón	0,08703	0,9672

Tomado de: Cálculos realizados por el autor.

A pesar de este análisis y del modelo lineal ya mencionado y tratado, el rendimiento de esta criptomoneda puede responder a otros fundamentales no mencionados ni estudiados en este trabajo. De igual forma se ha visto que el precio del bitcoin se ha visto altamente afectado por noticias externas de países negando su uso y limitando y prohibiendo ciertas características como se mencionó en el caso de China. (Cheng Evelyn, 2017). De igual forma, los cyber ataques por parte de hackers a distintas entidades encargadas como casas de cambio de criptomonedas, han mostrado que tienen un impacto negativo para el precio de este activo puesto la gente desconfía y ante el susto prefiere limitar su inversión o retirarla antes de perder todo el dinero. (Kong, K y Tweed, D, 2017). Es por esto que el rendimiento exhibido por la criptomoneda está asociado a diferentes factores que deben ser tenidos en cuenta para cualquier persona interesada en invertir en esta criptomoneda.

7. Conclusiones

En conclusión, la criptomoneda comparte características similares al dinero fiduciario, pero todavía se encuentra en un terreno de aceptación y confianza que la lleva a que sea considerada como un activo. La alta volatilidad juega un rol muy importante para el bitcoin, ya que limita en ciertos aspectos su uso y da una desconfianza al entorno en el que se encuentra. Sin lugar a dudas, su uso seguirá creciendo de forma continua y más cuando ha mostrado en los últimos meses un incremento del precio alcanzando su máximo histórico, así como la incursión de varios bancos para incorporar las criptomonedas en su funcionamiento y el mercado que está detrás de estas.

Así mismo, los bancos centrales deben seguir muy de cerca su comportamiento y poner ciertas reglas que permitan un funcionamiento más estable y menos volátil en el cual se acepten algunas características de las criptomonedas. De igual forma poner restricciones a las ICO's que permita que el mercado se pueda desarrollar de una mejor forma y pueda permitir que se vayan mejorando las características que estas tienen. Se puede afirmar que el bitcoin dio cabida a todo un mercado de monedas virtuales que ha ido expandiéndose en estos últimos años y donde criptomonedas como *Ripple*, *Etherum*, *Litecoin*, *Bitcoin gold* y *Bitcoin cash* están teniendo un alto crecimiento y uso, así como variaciones del mismo bitcoin en el caso de las últimas criptomonedas mencionadas.

La concepción de dinero ha ido evolucionando y cada vez más con los avances tecnológicos, muchos aspectos en la vida de las personas se van a ver altamente modificadas. Es por esto que, las transacciones ya se pueden hacer de forma electrónica y al instante, sin embargo, si la red empieza a postergar el tiempo de ejecución de las operaciones, pierde una de las características más importantes sobre la concepción que tienen las personas sobre el dinero. Se debe trabajar sobre este aspecto, ya que universalmente se está reconociendo el bitcoin por su condición de innovación.

Debido a la popularidad y al furor que ha alcanzado el bitcoin tanto en medios como en inversionistas y en la economía mundial, su precio y rendimiento han ido incrementándose y se han intentado relacionar con diferentes fenómenos que ocurren de forma global. De acuerdo a los hallazgos del modelo econométrico, el rendimiento es afectado de forma negativa por el cambio en la tasa de la Fed, así como de forma positiva por el cambio en el yuan un periodo antes. De igual forma se encontró que estos dos fundamentales causan en el sentido de Granger el rendimiento de la criptomoneda de acuerdo a las pruebas F conjuntas. Sin embargo, pueden existir otros tipos de fundamentales que incidan en el rendimiento y lo afecten. Es notable destacar que estos países al verse inmersos en este tipo de inversiones, el mercado de las criptomonedas se ha visto favorablemente afectado.

Si bien este trabajo fue exploratorio, ayuda a entender el funcionamiento del bitcoin en la economía mundial, ayuda a los usuarios que tienen bitcoins y permite incrementar la literatura que hay respecto a las criptomonedas. Hay varios enfoques que se pueden estudiar con mayor profundidad entre los que se encuentran la regulación que pueden hacer los países para legalizar las criptomonedas y permitir con ciertas reglas el funcionamiento de una forma más adecuada, incorporadas a la política monetaria. Otro de los aspectos está relacionado a como se mencionó en la estrategia empírica, a estudiar la cointegración de los fundamentales con el bitcoin y utilizar el concepto a la luz de un modelo teórico que permita entender las relaciones de largo plazo entre el precio y rendimiento del bitcoin y las variables fundamentales de la economía mundial.

Para el año 2017, su precio ha ido incrementándose de una forma muy pronunciada por lo que es importante monitorear la existencia de una burbuja detrás de este mercado de una forma clara y contundente puesto que resulta muy importante para la economía y para los inversionistas que participan en este mercado. Es por esto que el bitcoin ha tomado gran importancia en la actualidad y sigue siendo motivo de estudio en distintos aspectos que permiten diferentes enfoques para entender este tipo de fenómenos y los determinantes sobre temas específicos que se deben incluir en el estudio del bitcoin y de las criptomonedas en general

8. Bibliografía

- Ali, R. (2014). The Economics of digital currencies, (1), 1–11. Retrieved from <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/quarterlybulletin/2014/qb14q3digitalcurrenciesbitcoin2.pdf>
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., Moore, T., Bradbury, D., Kubát, M., ... Bitcoin. (2014). *The digital agenda of virtual currencies: Can BitCoin become a global currency? Communications of the ACM* (Vol. 2013). <https://doi.org/10.1145/2594288>
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). What Bitcoin Looks Like? *Annals of Economics and Finance*, 16(2), 449–492. <https://doi.org/1529-7373/2015>
- Brito, J., & Castillo, A. (2013). Bitcoin: A Primer for Policymakers. *Mercatus Center: George Mason University.*, 29(4), 3–12. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Browne, Ryan. (2017). Big transaction fees are a problem for bitcoin-but there could be a solution. Recuperado de <https://www.cnbc.com/2017/12/19/big-transactions-fees-are-a-problem-for-bitcoin.html>
- Carrick, J. (2016). Bitcoin as a Complement to Emerging Market Currencies. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(10), 2321–2334. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2016.1193002>
- Castro, S., Blockchain, E., Castro, S., Malag, P. J., Econ, M., Econ, S., & Econ, S. (2017). Blockchain : mirando más allá del Bitcoin Blockchain : mirando más allá del Bitcoin, 1–10.

- Cheah, E. T., & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32–36. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.02.029>
- Chowdhury, A., & Mendelson, B. K. (2013). Virtual Currency and the Financial System: The Case of Bitcoin, (16).
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d'Artis. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799–1815. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- CNBC. (2017). Chief of bitcoin exchange Mt.Gox denies embezzlement as trial opens. Recuperado de <https://www.cnn.com/2017/07/11/chief-of-bitcoin-exchange-mt-gox-denies-embezzlement-as-trial-opens.html>
- Conley, John.(2017). Blockchain and the Economic of Crypto-tokens and Initial Coin Offerings. Vanderbilt University Department of Economics Working Paper Series.
- Cuesta, C., Ruesta, M., Tuesta, D., & Urbiola, P. (2015). The digital transformation of the banking industry. *BBVA Research: Digital Economy Watch*, (July), 1–10. Retrieved from https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2015/08/EN_Observatorio_Banca_Digital_vf3.pdf
- Dinero.(2017). J-coin, la nueva moneda virtual que entraria a competir con el efectivo. Recuperado de <http://www.dinero.com/inversionistas/articulo/j-coin-la-nueva-moneda-virtual-que-se-va-a-presentar-en-japon/250647>
- Dowd, K., & Hutchinson, M. (2015). Bitcoin Will Bite the Dust. *Cato Journal*, 35(2), 357–382.
- Enders, Walter (2014). *Applied Econometric Time Series*. 4ta Edición. Alabama, Estados Unidos. Wiley
- Europe Central Bank. (2012). *Virtual Currency Schemes*. *European Central Bank*. <https://doi.org/ISBN: 978-92-899-0862-7> (online)
- Fry, J., & Cheah, E. T. (2016). Negative bubbles and shocks in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 47, 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2016.02.008>
- Gomez-Gonzalez, J. E., & Parra-Polania, J. A. (2014). Bitcoin: something seems to be “fundamentally” wrong. *Banco de La República*, 819, 1–9. Retrieved from http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_819.pdf
- Harwick, C. (2016). Cryptocurrency and the problem of intermediation. *Independent Review*, 20(4), 569–588. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2523771>
- Judge, G, R Hill, E Griffiths, H Lütkepohl y T C Lee. (1982). *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*. Wiley, Nueva York.
- Kharif, Olga & Russo, Camila.(2017). Global Regulators Play Bitcoin Whack-a-Mole as Demand Explodes. Recuperado de <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-11/global-regulators-play-bitcoin-whack-a-mole-as-demand-explodes>
- Kristoufek, L. (2015). What are the main drivers of the bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PLoS ONE*, 10(4), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123923>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Www.Bitcoin.Org*, 9. <https://doi.org/10.1007/s10838-008-9062-0>

- Parker, Emily. (2017). Can China contain Bitcoin?. Recuperado de <https://www.technologyreview.com/s/609320/can-china-contain-bitcoin/>
- Portafolio.(2017). ¿Reemplazará el bitcoin al oro como valor refugio?. Recuperado de <http://www.portafolio.co/internacional/reemplazara-el-bitcoin-al-oro-como-valor-refugio-508797>
- Reid, David & Kharpal, Arjun.(2017).Bitcoin suffers mystery flash crash on popular cryptocurrency index. Recuperado de <https://www.cnbc.com/2017/10/10/bitcoin-price-falls-after-russia-proposes-ban-on-exchanges.html>
- Reuters.(2017). Bitcoin can be an asset but not currency-China c.bank adviser. Recuperado de <http://www.reuters.com/article/china-bitcoin/bitcoin-can-be-an-asset-but-not-currency-china-c-bank-adviser-idUSL4N1JY17O>.
- Sanchez, A., Rodriguez, N., Borja, W., & Garcia, L. (2017). La banca digital: estrategia clave para impulsar la inclusión financiera. *Semana Económica Asobancaria*, 1074, 1–11.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2012). *Introducción a la Econometría*. *Revista Digital Universitaria*.
- Subramanian, R., & Chino, T. (2015). The State of Cryptocurrencies, Their Issues and Policy Interactions. *Journal of International Technology & Information Management*, 24(3), 25–40. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=122400143&site=ehost-live&scope=site>
- van Wijk, D. (2013). What can be expected from the Bitcoin ?, Working Paper No. 345986.
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a Real Currency? an Economic Appraisal. *NBER Working Paper No. 19747*.
- Yermack, D. (2017). Corporate governance and blockchains. *Review of Finance*, 21(1), 7–31. <https://doi.org/10.1093/rof/rfw074>
- Wooldrige, Jeffrey. (2010). *Introducción a la Econometría, un enfoque moderno*. Michigan, Estados Unidos. Cengage Learning.