

# Análisis de activos financieros en Colombia: cobertura de posiciones con bitcoin

*Analysis of Financial Assets in Colombia: Hedging Positions with Bitcoin*

Christian Daniel Escobar Anduquia 

Universidad EAFIT,  
Cali – Colombia, [cdescobara@eafit.edu.co](mailto:cdescobara@eafit.edu.co)

Sebastián Darío Avella Jiménez 

Universidad EAFIT,  
Cali – Colombia, [sdavellaj@eafit.edu.co](mailto:sdavellaj@eafit.edu.co)

Brayan Ricardo Rojas Ormaza 

Universidad EAFIT,  
Medellín – Colombia, [brrojaso@eafit.edu.co](mailto:brrojaso@eafit.edu.co)

## Cómo citar / How to cite

Escobar Anduquia, C. D., Avella Jiménez, S. D., y Rojas Ormaza, B. R. (2023). Análisis de activos financieros en Colombia: cobertura de posiciones con bitcoin. *Revista CEA*, 9(21), e2481. <https://doi.org/10.22430/24223182.2481>

Recibido: 4 de agosto de 2022  
Aceptado: 26 de junio de 2023

## Resumen

**Objetivo:** inferir los activos financieros del mercado colombiano que pueden ser cubiertos mediante posiciones con bitcoin, determinando el vínculo frente a dicha criptomoneda, así como contribuir al entendimiento de las criptodivisas (en este caso en particular, al bitcoin), en pro de su uso y aplicabilidad como vehículo de inversión.

**Diseño/metodología:** este estudio usó un modelo de correlación condicional dinámico (DCC), el cual tiene capacidad para recoger las relaciones dinámicas y la variabilidad de las series en el tiempo cuando son volátiles y brinda la flexibilidad propia univariante del modelo autorregresivo generalizado condicional heterocedástico (GARCH), que permite encontrar momentos donde la volatilidad tienda a un equilibrio que proporcione coeficientes, el cual, al evaluar pares de variables,



favorece la diferenciación e interpretación entre diversificación, refugio seguro y cobertura financiera.

**Resultados:** los hallazgos evidenciaron que los coeficientes proporcionados por el modelo permiten concretar las propiedades del bitcoin como mecanismo de cobertura de riesgo frente a algunos instrumentos de renta fija y variable del mercado nacional, así como la inhabilidad de su uso como refugio seguro para todos los activos estudiados, por lo que contribuye para que los inversionistas cuenten con más bases para la toma de decisiones.

**Conclusiones:** esta investigación soporta que el bitcoin es apto para ser utilizado como un innovador producto de inversión en la economía nacional, dado que posee características que lo convierten en activo financiero, con enfoque hacia la construcción de portafolios y generación de coberturas frente a riesgos financieros.

**Originalidad:** a través de la aplicación del modelo econométrico y el análisis de sus salidas, surge la necesidad de comenzar a difundir educación en activos digitales, debido a que en el largo plazo desarrollan solidez y rentabilidad, lo que genera la oportunidad de lograr beneficios bajo un adecuado nivel de riesgo, siendo materia de interés para inversionistas.

**Palabras clave:** bitcoin, modelo de correlación condicional dinámico (DCC), cobertura de riesgo, activo refugio, diversificación de portafolio.

**Clasificación JEL:** F30, G10, G11, G12.

### *Highlights*

- A través de la aplicación del modelo DCC se puede determinar el tipo de relación existente entre pares de activos del mercado de capitales colombiano.
- El bitcoin presenta una fuerte cobertura frente a las inversiones en renta fija y en permutas de incumplimiento crediticio (CDS).
- A pesar del riesgo de inversión, las criptomonedas son una alternativa de negocio con potencial en la transformación digital.

### **Abstract**

**Purpose:** To infer which financial assets in Colombia should be hedged with Bitcoin positions and determining their correlation with that cryptocurrency. In addition, this study seeks to improve our understanding of cryptocurrencies (Bitcoin in particular) in order to promote their use and applicability as investment vehicles.

**Design/methodology:** This study used a Dynamic Conditional Correlation (DCC) model, which can incorporate the dynamic correlations and variability of time series when they are volatile. Furthermore, this model offers the univariate flexibility of the Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) model, which can be used to find moments that make the volatility tend to a balance, while evaluating pairs of variables, to provide coefficients that improve the distinction between and interpretation of diversification, safe heaven, and coverage.

**Findings:** The results show that the coefficients produced by the model can be employed to determine the properties of Bitcoin as a hedging mechanism against some fixed and variable income

instruments in the national market. They also indicate that Bitcoin cannot be used as a safe haven for all the assets studied here. This gives investors more arguments for decision-making.

**Conclusions:** This study supports the idea that Bitcoin is suitable to be used as an innovative investment product in the Colombian economy because its characteristics make it a financial asset that can be employed to build portfolios and hedge against financial risks.

**Originality:** According to the application of this econometric model and the analysis of its outputs, education in digital assets should be promoted. This is because, in the long term, digital assets become solid and profitable, providing an opportunity to generate earnings at an adequate risk level—which is interesting to investors.

**Keywords:** Bitcoin, DCC model, hedging, safe haven, portfolio diversification.

**JEL classification:** F30, G10, G11, G12.

### *Highlights*

- The DCC model can be applied to determine the type of relationship between pairs of assets in the Colombian capital market.
- Bitcoin provides a strong hedging against fixed income investments and Credit Default Swaps (CDS).
- Despite their investment risk, cryptocurrencies are a business alternative with potential in the digital transformation.

## 1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de buscar activos que permitan mitigar las pérdidas, o cuanto menos conservar el valor de los portafolios, es una constante para los inversionistas de todo el mundo, aún más en periodos de crisis económica, como la recientemente ocasionada por la crisis sanitaria derivada de la pandemia de COVID-19; sin embargo, aquellos activos que han sido refugios tradicionales, como el oro, han ido perdiendo la confianza de los inversionistas, debido a que su comportamiento durante las distintas fases de la pandemia no fue constante, por lo que su capacidad de ser un activo de cobertura o de refugio seguro, dependió de condiciones puntuales del entorno macroeconómico durante el transcurso de la propagación del virus, ofreciendo cobertura a diferentes activos en cada etapa (Akhtaruzzaman et al., 2021). De esta manera, se vuelve pertinente evaluar las posibles bondades de tener un portafolio diversificado con otro tipo de activos, cubriendo así una cartera que tenga posiciones en activos no tradicionales como el bitcoin (Callens, 2021), cuya participación asciende al 42,32% de la capitalización del mercado de criptomonedas (CoinMarketCap, s. f.).

Con la llegada del progreso tecnológico, continuamente surgen nuevas innovaciones (Zhukov et al., 2019), que cada vez se vuelven más difíciles de entender y que entran a reemplazar a los modelos tradicionales para la solución de problemas o la creación de eficiencia en los diferentes aspectos de la cotidianidad; entre ellas, se encuentran la inteligencia artificial, la realidad virtual, el Internet, la minería de datos, el bitcoin, entre otros (López Jiménez, 2020). Partiendo de este acontecimiento, y en concordancia con Ordoñez Sánchez (2021), resulta ventajoso para inversionistas, y para la

sociedad en general, que se puedan capacitar en temas relacionados con la tecnología; o, en este caso particular con criptomonedas, ya sea para adquirir conocimientos elementales en su funcionamiento o para llegar a un entendimiento avanzado que genere la posibilidad de obtener ganancias mediante inversiones en distintos activos financieros, por lo que se debe acudir a herramientas como la realización de análisis por métodos estadísticos que sustenten conclusiones, como lo es el caso del presente estudio.

Como complemento, en la actualidad toma fuerza el fenómeno de las criptomonedas (Ivanovski y Hailemariam, 2023; Blahušiaková, 2022), activos digitales que también se emplean para realizar transacciones en la economía, y cuya principal característica consiste en la utilización de un cifrado criptográfico (Almasri y Arslan, 2018), asegurando así la propiedad del titular; las transacciones se verifican por una red descentralizada de nodos voluntarios, registrando el historial de movimientos en una cadena de bloques (base de datos pública conocida como *blockchain*) (Álvarez Díaz, 2019). No obstante, dichas características disruptivas y novedosas frente a activos ampliamente aceptados por el mercado influyen para que este tipo de activos no sean integrados dentro de los portafolios institucionales como vehículo de inversión (Smales, 2022). Asimismo, otro de los factores que generan aversión a este tipo de activos es su volatilidad. Al Guindy (2021) concluye que parte de esta volatilidad puede ser generada por el comportamiento errático de los inversionistas individuales, dado el ruido que pueda traer la atención de los inversionistas sobre un activo; esto bajo la conjetura realizada por Barber y Odean (2008), donde se determinó que cuando los activos reciben suficiente atención, tanto de inversionistas individuales como institucionales, son los individuales los mayormente orientados a ser susceptibles a eventos de distracción.

En años recientes, las criptomonedas han tenido especial relevancia en los inversionistas y en los mercados financieros (Rathee et al., 2023); su disruptiva manera de operar ha facilitado su intercambio y aplicabilidad y ha contribuido con su globalización. Pese a su descentralización y casi nula regulación, hoy en día se cuenta con activos con un volumen de negociación de más de 1,8 billones de dólares (CoinMarketCap, s. f.), lo cual los pone en un punto importante dentro del mundo de los activos financieros. Su volatilidad, que bien puede ser percibida como insegura y riesgosa, puede ser una virtud, pues es posible que su dinámica en el mercado las vuelva atractivas para considerarlas a la hora de diversificar un portafolio o cubrir posiciones. Aunado a esto, y dados los beneficios que ha traído la tecnología en la digitalización de la banca, los mercados financieros y las transacciones, se encuentra que las criptomonedas empiezan a jugar un papel importante, pues su uso está dinamizando los mercados y, a pesar del riesgo percibido, son activos que, por su volumen de negociación, y especial relevancia en los últimos años, son vehículos de inversión objeto de estudio y análisis.

En vista de lo anterior, esta investigación sin precedentes en el ámbito local pretende, bajo un modelo de correlación condicional dinámica (DCC), determinar si existen activos financieros dentro del mercado colombiano que puedan cubrir posiciones con bitcoin, aprovechando así su descentralizada operación, sirviendo como diversificador o refugio de valor. Para ello, se aislarán los posibles riesgos en términos económicos, ambientales, operacionales, actividades ilícitas y demás factores relacionados con las criptomonedas, pues se intenta evaluar sus bondades en términos de cobertura, examinando similitudes, diferencias y posibles correlaciones con otros activos. En ese sentido, la investigación pretende evaluar las relaciones entre activos en cuanto a cobertura, y se deja al margen

la discusión acerca de cómo sería su aplicabilidad, contabilización y legalización como inversión dentro de la normativa, dejando así una oportunidad de análisis e investigación.

## 2. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

### Bitcoin

El Bitcoin tiene muchas definiciones debido a sus características; lo único claro es que, debido al impacto que ha tenido en el campo financiero, se considera que es un resultado de la globalización, y que funciona como sistema de dinero digital; en otras palabras, hace referencia a una moneda digital que opera únicamente a través de internet, por esto también es llamado dinero digital descentralizado, que además cuenta con la aceptación y uso comprobado en por lo menos 154 países (Rodas Portillo y Núñez Gil, 2021). El bitcoin tiene una alta relevancia y, generalmente, se asemeja con la importancia y el peso que tienen en las economías las monedas tradicionales (monedas y billetes), principalmente al ser utilizadas como medio de pago; sobresale que cuenta con algunas características que generan estímulos para que las personas las adquieran; estas consisten, básicamente, en que son intangibles (Powell y Hope, 2018), no requieren de un banco central para su emisión, pues este proceso es automático y además su valor se determina por el mercado a través de su uso, como si se tratara de cualquier divisa que pueda operar bajo la teoría económica de la oferta y la demanda (Domínguez Jurado y García Ruiz, 2018). A pesar de los vacíos jurídicos que tiene el bitcoin, como la falta de normatividad y de un banco central que respalde su emisión en el mundo, en años recientes ha venido gozando de una mayor aceptación para ser utilizado como medio para comercializar bienes, servicios y realizar inversiones, incluso se prevé que gran parte de la población mundial llegue a normalizar el uso de esta criptomoneda (Pilacuán Cadena et al., 2021).

### Usos

Con la creación del bitcoin, en el 2008, como primera criptomoneda oficial, se produjeron incentivos para su uso en el comercio por sus características novedosas, aunque también cuestionables, hasta el punto de que, en la actualidad, un sector piensa que es la moneda que transformará al mundo; mientras que otros sostienen que es una nueva burbuja especulativa que en algún momento estallará (Vásquez Leiva, 2014). También se establece que su papel consiste en ser un mecanismo para el intercambio, dado que tiene las características de una moneda virtual (Palacios Cárdenas et al., 2015). Lo cierto es que las estadísticas de su operación soportan que es viable desarrollar, tanto teoría como política monetaria, con las criptomonedas, lo que generará una mayor demanda por su uso (Urdaneta Montiel et al., 2020). Esto conlleva a que se estudien aspectos como su capacidad de rendimiento, en donde las investigaciones reflejan que, a hoy, no existe un consenso entre los académicos y analistas financieros acerca de la eficiencia del bitcoin (Lengyel-Almos y Demmler, 2021). Otro de los factores claves para tener en cuenta, debido al aumento de la demanda de este medio de pago, consiste en su regulación; sin embargo, para conseguirlo se requiere implementar un nuevo enfoque, con nuevas normas e instituciones, que permitan capturar correctamente lo que hacen los usuarios con las criptomonedas (Barroilhet Díez, 2019).

## Normatividad

Continuando con el tema de la normatividad y la capacidad de autogestión de la criptomoneda, se abarcan amplios conceptos, como son los determinantes de la confianza y riesgos. Como la moneda virtual solo está presente desde 2008, se observa que tanto su aceptación como su uso aún no han sido estudiados exhaustivamente (López y Camberos, 2020). No obstante, indagaciones recientes indican que al menos las garantías estructurales (seguridad y regulaciones) y la familiaridad son los factores más significativos que explican la variabilidad en la confianza y en la intención de uso (López-Zambrano et al., 2021). Este deseo de utilizar el medio de pago encriptado se puede observar desde otra visión, la del mercado de valores, pues el mundo se enfrenta a una oferta de monedas virtuales; aunque, en el contexto de Colombia, no existe un sistema jurídico que permita regularlas correctamente en su surgimiento como forma de captación de recursos del público (Echavarría Wartenberg, 2019). Asimismo, se evidencia que en el país existe un elemental conocimiento sobre el bitcoin, dado que la información que circula se extrae principalmente de medios de comunicación generalistas, que en ocasiones no logran explicar todo el funcionamiento del criptoactivo (Chica Ramírez et al., 2018).

## Aceptación

Por otro lado, el bitcoin, actuando como la primera criptomoneda descentralizada, es en la actualidad pionera en los mercados de criptodivisas, tanto en su capitalización de mercado, como en el interés que despierta en la literatura de carácter científico (Aysan et al., 2021). Bajo el panorama actual, es posible debatir sobre la posibilidad de usarlo como un refugio de valor. Para esto, se parte de las características que debe tener una divisa para ser utilizada y reconocida como moneda, las cuales son: aceptación universal, facilidad de transporte y almacenamiento, divisibilidad e incorruptibilidad (Valencia Marín, 2021). El bitcoin cuenta con la mayoría de estas características, salvo la de aceptación universal, pues aún genera desconfianza en muchas economías. Ahora, para entender la reserva de valor, se debe analizar su volatilidad, que ha sido la fuente de crecimiento y generación de altas expectativas entre los inversionistas, aunque también ha sido una limitante para su funcionalidad (Altamira Vásquez et al., 2020), lo que conlleva a pensar que no necesariamente se trata de la moneda del futuro que entrará a suplir a la moneda tradicional, dado que no cuenta con el apoyo del público en general, lo que, sumado a la volatilidad, hace que sea un respaldo de valor poco confiable (Mecheba Molongua, 2016).

## Inversión

Ahora, como bien se sabe, no hay una definida serie de variables que puedan dar con exactitud el precio del bitcoin, debido a que existen factores sistemáticos y no sistemáticos que también afectan considerablemente su valor (Merkaš y Roška, 2021). En este punto, el bitcoin se enfoca más a ser un activo digital especulativo que una reserva de valor, puesto que la volatilidad de su precio frente al del oro, que tradicionalmente ha sido un activo físico de cobertura, no genera relación alguna (Doumenis et al., 2021). Lo anterior conduce a la discusión de si el bitcoin es mejor inversión que el oro y otras materias primas. Sin embargo, esto dependerá del tipo de comparación que se realice; por ejemplo, en cuanto a refugio de valor para los mercados emergentes, se observa que el oro y las materias primas actúan como un débil refugio seguro de valor, mientras que en el caso del bitcoin no se observa este patrón (Hussain-Shahzad et al., 2019), por lo que seguramente se debe estudiar al

bitcoin más como inversión que como respaldo de valor, como es el caso de las monedas y el oro, más aún, cuando se ha establecido que el bitcoin no cuenta con fundamentos propios para justificar las variaciones en su precio, pero hay indicios de que su rentabilidad es afectada en parte por la variación de Ether y el índice MSCI Mercados Emergentes (Gómez Salazar, 2021).

## Precio

La actuación en doble vía de beneficios y desventajas, al igual que la diversidad de usos, impide que se pueda estimar el precio del bitcoin, que se ha fundamentado con el estudio de modelos predictivos, que concluyen que la importante variación que sufre el precio del activo limita la construcción de un modelo estable, que haga proyecciones acordes con la realidad (Herrero Amorós, 2018), por lo que solo queda describir su comportamiento desde el análisis empírico, para lo cual se puede apoyar en la teoría de ondas de Elliott que, a pesar de ofrecer un análisis técnico más desde lo experimental, sigue teniendo un papel importante en su uso como herramienta en el campo del *trading* financiero (Sánchez Ascanio y Arredondo García, 2020). Igualmente, se puede complementar mediante el análisis matemático y gráfico, de manera que se logre diseñar un sistema difuso, para predecir la señal del precio del bitcoin (Roa Mora, 2019). También resulta ventajoso conocer los determinantes del precio de la criptomoneda, dado que es un buen complemento para el estudio de su comportamiento en el mercado, más aún cuando se ha encontrado que el precio del bitcoin en el largo plazo no tiende a justificarse por la especulación (Amaris Peñuela, 2015). Lo que sí está establecido es que el bitcoin hace parte de la innovación financiera, dado que cumple con los pilares que se requieren para ser catalogado como innovador, y permitir hacer transacciones a un menor costo (Montoya Ramírez, 2020).

## Naturaleza

Desde el enfoque monetario, las criptodivisas, si bien tienen dentro de sus características algunas estructuras de monedas para ser usadas como un medio de pago, no tienen definida su naturaleza económica, pues lo cierto es que se ha encontrado una dependencia positiva y pequeña entre algunas de ellas mismas, como el bitcoin, ether y ripple (Mota Aragón y Núñez Mora, 2019). Por otra parte, desde el punto de vista financiero y su uso para la inversión, se observa que la escasez y limitaciones del bitcoin lo han transformado en un activo alternativo para inversiones en diferentes horizontes de tiempo, dada su relación rentabilidad-riesgo que se mide desde la razón de Sharpe (Rodríguez Gómez, 2020). Estas adquisiciones de criptomonedas pueden darse pensando en el corto, mediano o largo plazo, dependiendo del tipo de inversionista y su aversión al riesgo. No obstante, se debe tener en cuenta que es probable que, a futuro, su valor tienda a estabilizarse, producto del aumento notable en su demanda, lo cual globalizaría su uso y aceptación, al menos en las principales economías del mundo (Portero Lameiro y Teixeira Pereira, 2019), por lo que su rentabilidad podría cambiar.

## *Blockchain*

Haciendo énfasis en los mercados financieros, el bitcoin, y en general la tecnología *blockchain*, cuenta con la capacidad para conducirlos hacia la eficiencia, transparencia y seguridad (Bañón González, 2018; Daulay et al., 2017); incluso, dentro de las novedades está el potencial uso que puede tener en los contratos *forward*, que, de llegarse a implementar esta tecnología, se obtendrían mejores

resultados en cuanto a la agilidad en los procesos y reducción de costos, entre otros, frente a la forma tradicional en que operan los *forwards*, especialmente en el caso colombiano (Sandoval Arisa y Rodríguez Piraquive, 2020). Un estudio realizado en Estados Unidos encontró que algunas criptomonedas, entre ellas el bitcoin, cuentan con atributos de cobertura contra tendencias bajistas en el índice S&P 500 y sus diez sectores de renta variable (Bouri et al., 2020). Como complemento, hoy en día existen en el exterior fondos criptográficos, que son fondos de coberturas que operan con criptomonedas, los cuales son definidos como un nuevo tipo de institución financiera, que no puede estar bajo la regulación tradicional de los fondos de cobertura, pues esta no está diseñada para abarcar las características de operación y la tecnología que traen las criptomonedas, que son únicas en el mercado (Mokhtarian y Lindgren, 2017).

### **Contabilidad de cobertura**

Otro argumento a favor de la idea de operar con bitcoin para establecer mecanismos de cobertura consiste en la aplicación de la contabilidad de cobertura, que se asocia con las Normas Internacionales de la Información Financiera (NIIF). Para este caso, la NIIF 9 establece tres situaciones para proceder; estas dependen de si la cobertura obedece a flujos de efectivo, valor razonable o inversión en un negocio del extranjero. En lo referente a la primera, el objetivo es prevenir la asimetría contable, teniendo en cuenta que ante el entorno es preferible mostrar los resultados constantes del ejercicio, sin el impacto de la volatilidad (Sánchez Castaños, 2019). De igual modo, uno de los principios que exige la norma para poder contabilizar las coberturas es su efectividad, por lo que se debe evaluar si la relación de cobertura en efecto contiene al riesgo (Gaviria Rada, 2018). En este punto es importante resaltar que, la finalidad de la cobertura contable tiene en su estrategia la administración de riesgos de mercado, a la cual se llega a través de los derivados financieros, activos que tienen como principal característica que su valor es producto de las variaciones de otro activo, denominado activo subyacente.

### **Diversificación, cobertura y refugio**

Por otra parte, resulta necesario definir los posibles usos que puede tener un activo financiero en una inversión, entre los que está el de ser diversificador, que consiste en un activo que se correlaciona positivamente con otro activo en promedio. Por su parte, una cobertura hace referencia a un activo que no está correlacionado o tiene una correlación negativa en promedio con otro activo. Para el caso del refugio seguro, aplica la misma descripción que la cobertura, pero se limita a solo determinados periodos, como en tiempos de estrés o crisis económicas (Baur y Lucey, 2010). En vista de lo anterior, y teniendo en cuenta que ya hay coberturas con bitcoin en otros países, es indispensable encontrar un mecanismo para el mercado nacional; aclarando que es relevante conocer las relaciones entre el bitcoin y otros activos, dado que investigaciones internacionales sugieren incluir las criptomonedas en un portafolio de inversiones, debido a que hay una fuerte correlación entre ellas y poca asociación lineal con otros activos, por lo que en el corto plazo es posible pensar en diversificación (Corbet et al., 2018). La evidencia indica que incluir criptomonedas en un portafolio de inversión es favorable, ya que mejora la razón de Sharpe, y en conjunto con los otros activos, disminuye el riesgo (Chambi Condori, 2021).

Ahora, como bien se sabe, las criptomonedas no hacen parte del mercado de valores colombiano y las entidades vigiladas no tienen autorización para operarlas; esto, más la inestabilidad en el precio,

la especulación y el anonimato que las rodea, genera incertidumbre en muchos inversionistas (Jaramillo Echeverry, 2021). Lo anterior conlleva a pensar en la relación rentabilidad-riesgo, que se observa en la teoría de inversiones, en donde los agentes buscan alcanzar el máximo beneficio bajo un escenario de menor riesgo. Por ello, pueden surgir nuevas ideas, como la de construir portafolios con activos financieros que respondan en dirección diferente al precio del bitcoin, para esto, primero se debe contrastar la existencia de activos que sirvan como coberturas, más allá de que en Colombia el Estado tenga una postura conservadora frente a la criptomoneda y aún no haya considerado regularla (Sarmiento Suárez y Garcés Bautista, 2016).

### 3. METODOLOGÍA

Como el bitcoin es atractivo por su rentabilidad, que es producto de la alta y significativa variación en su precio, llama la atención de un grupo de inversionistas con poca aversión al riesgo, que esperan beneficiarse de las repentinas fluctuaciones en el precio. Con este escenario, y con el ánimo de conocer un grupo de activos financieros capaz de disminuir las varianzas en sus rendimientos, para que hagan contrapeso al activo digital, permitiendo minimizar el riesgo de este tipo de inversiones; se plantea inicialmente conocer su comportamiento en el tiempo a través de la estadística descriptiva, y posteriormente, mediante la utilización del modelo de correlaciones condicionales dinámicas (DCC), que tiene la flexibilidad univariante del modelo autorregresivo generalizado condicional heterocedástico (GARCH) para el estudio de las correlaciones (Engle, 2002), que es también de gran ayuda para trabajar con un número grande de activos, dado que contribuye a pronosticar la matriz condicional de varianzas y covarianzas. La literatura económica indica que este método ha sido utilizado para determinar los tipos de relaciones entre activos como: índices bursátiles, bonos, petróleo, oro, divisas, entre otros, de manera que permitan soportar evidencia acerca de las propiedades diversificadoras del bitcoin (Bouri et al., 2017).

Por otra parte, este modelo también ha sido implementado para establecer si los *swaps*, o permutas financieras, de incumplimiento crediticio sirven como una cobertura frente al riesgo en los sectores bursátiles (Ratner y Chiu, 2013). Se observa, entonces, que la herramienta DCC facilita la diferenciación e interpretación de los términos diversificación, refugio seguro y cobertura, al evaluar un determinado grupo de activos que, en el presente caso, se tratan de medios financieros que operan en el mercado colombiano, en donde el objeto consiste en inferir, a través del análisis de series de tiempo, si existe algún activo o conjunto de activos que desempeñen el papel de ser cobertura a las posiciones con bitcoin.

#### Datos

Debido a que la investigación busca analizar la relación de los activos financieros del mercado colombiano frente al bitcoin, la primera serie de datos del estudio está compuesta por los retornos diarios del bitcoin. A partir de ahí, se analizan por pares de variables los retornos de diez activos/indicadores que recogen el comportamiento del mercado en estudio, a través de sus diferentes referentes en la economía (renta fija, renta variable e indicadores). Así, el cubo de datos reúne 1180 observaciones diarias para cada variable, presentando datos desde el 4 de enero de 2017 hasta el 30 de diciembre de 2021. Aquí es importante resaltar que, si bien el 31 de diciembre es un día hábil, en Colombia es un día no bancario, por tanto, los activos no registran observaciones para

ese día. Los retornos diarios (variación respecto al precio anterior) son calculados por el logaritmo natural del cociente entre el precio final y el precio inicial, es decir, se trabaja con una rentabilidad logarítmica buscando eliminar los problemas de la rentabilidad simple dentro de los modelos estadísticos.

Gran parte de las variables seleccionadas en el estudio corresponden a activos e indicadores del mercado de renta fija, específicamente, en el análisis de los bonos del Tesoro, ya que estos papeles de deuda pública colombiana son los activos con el mayor volumen de negociación diario dentro de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), en comparación con los papeles corporativos y con las acciones; por tanto, se presume que esta clase de activos son los que mejor reflejan el sentimiento del mercado. La muestra toma la curva cero cupón (CCC) de la deuda soberana de Colombia (TES) con vencimientos en el corto, mediano y largo plazo, para recoger así la sensibilidad del mercado a lo largo de la curva, seleccionando los nodos de uno, cinco y diez años: TES TF 1Y, TES TF 5Y y TES TF 10Y. Adicionalmente, se considera el EMBI (Emerging Markets Bond Index Global) calculado por JP Morgan Chase, el cual recoge los retornos de los instrumentos de deuda (bonos) de los mercados emergentes, y también los CDS (Credit Default Swap) a 10Y de Colombia, el cual es un *swap* que refleja el costo de la cobertura que tienen los tenedores de bonos de la nación, es decir, es el reflejo de las expectativas del mercado en términos del riesgo país dado un incumplimiento por parte de la nación.

En el caso de la renta variable, la muestra toma como referente al COLCAP, que es el principal índice bursátil del país (recientemente adoptado MSCI COLCAP), y por separado, la cotización de acciones como Ecopetrol, Interconexión Eléctrica (ISA) y PF Bancolombia (Acción Preferencial), las cuales son, de acuerdo con su participación en el COLCAP, las tres acciones más líquidas del mercado colombiano. Esto, buscando tomar acciones lo suficientemente líquidas para que reflejen adecuadamente el comportamiento del mercado y, además, que sean de empresas de sectores que impulsan la economía colombiana, como el sector energético (electricidad y petróleo) y el sector bancario.

Por último, en cuanto a indicadores, se toma la tasa representativa del mercado (TRM), que es la tasa de cambio que representa la cantidad de pesos colombianos que equivalen a un dólar de los Estados Unidos, esta es calculada y certificada de manera diaria por la Superintendencia Financiera de Colombia, con base en las operaciones de compra y venta de dólares registradas por los intermediarios financieros el día hábil inmediatamente anterior.

### **Estadística descriptiva**

Como análisis preliminar de las anteriores variables de mercado, se evaluaron sus principales características individuales en cuanto al comportamiento histórico de sus retornos. La Tabla 1 indica el resumen de las principales estadísticas que proporcionan información sobre la ubicación, dispersión y forma de los datos. Los valores mínimos y máximos muestran que hay un considerable rango entre los que se pueden ubicar los rendimientos. También se observa que el bitcoin es la variable que cuenta con el valor mínimo, el promedio y la desviación estándar más alta, seguido de los CDS, salvo por la media que es menor. Además, solo en dos de las once cohortes se encuentran réditos promedios negativos, que son el EMBI y los CCC TES TF CP (1 año). En cuanto a las acciones, la de ISA CB Equity es la única que arroja un mayor promedio, una menor desviación estándar y

asimetría positiva en sus datos. Finalmente, en general, todas las series comparten asimetrías, tanto positivas como negativas, y son leptocúrticas; esto último indica que estos activos son atractivos para que inversionistas construyan portafolios que les permitan esperar mayores probabilidades de conseguir altos rendimientos, aunque expuestos a un mayor riesgo (Santillán-Salgado et al., 2017).

**Tabla 1. Estadística descriptiva de los rendimientos diarios**

Table 1. Descriptive statistics of the daily yields

Serie	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Asimetría	Curtosis
BITCOIN	- 46,473%	22,512%	0,323%	5,129%	- 0,704	7,947
TRM	- 2,493%	5,931%	0,026%	0,707%	0,604	5,028
EMBI	- 8,857%	16,017%	- 0,008%	1,628%	1,648	14,226
CCC TES TF CP (1 año)	- 17,904%	13,808%	- 0,026%	2,100%	- 0,260	14,761
CCC TES TF MP (5 años)	- 12,464%	18,131%	0,018%	1,533%	1,701	37,757
CCC TES TF LP (10 años)	- 11,729%	12,529%	0,014%	1,329%	0,902	31,404
MSCI COLCAP	- 16,290%	12,470%	0,002%	1,288%	- 2,062	45,382
ECOPETL CB Equity	- 15,363%	13,997%	0,036%	1,832%	- 0,541	10,341
PFBCOLO CB Equity	- 22,399%	12,260%	0,079%	2,297%	- 0,924	12,291
ISA CB Equity	- 8,406%	13,868%	0,094%	1,805%	0,600	6,097
CDS	- 24,354%	29,866%	0,011%	2,703%	0,623	21,276

Fuente: elaboración propia, 2022.

Por otra parte, al observar la representación gráfica de la orientación de los rendimientos a lo largo del periodo analizado, se tiende a inferir que los TES y los CDS reflejan variaciones contrarias a las del bitcoin, salvo durante la coyuntura de la pandemia, en donde se percibe una posible correlación positiva; no obstante, *a priori*, se podría pensar que, en general, estos activos tienen algún componente de cobertura. Por su parte, el EMBI aparentemente refleja un mayor rol de cobertura, puesto que, en el transcurso del tiempo, muestra un comportamiento contrario y sostenido al del precio del bitcoin. La Figura 1 muestra la distribución en logaritmos de los retornos de los activos a lo largo del tiempo.

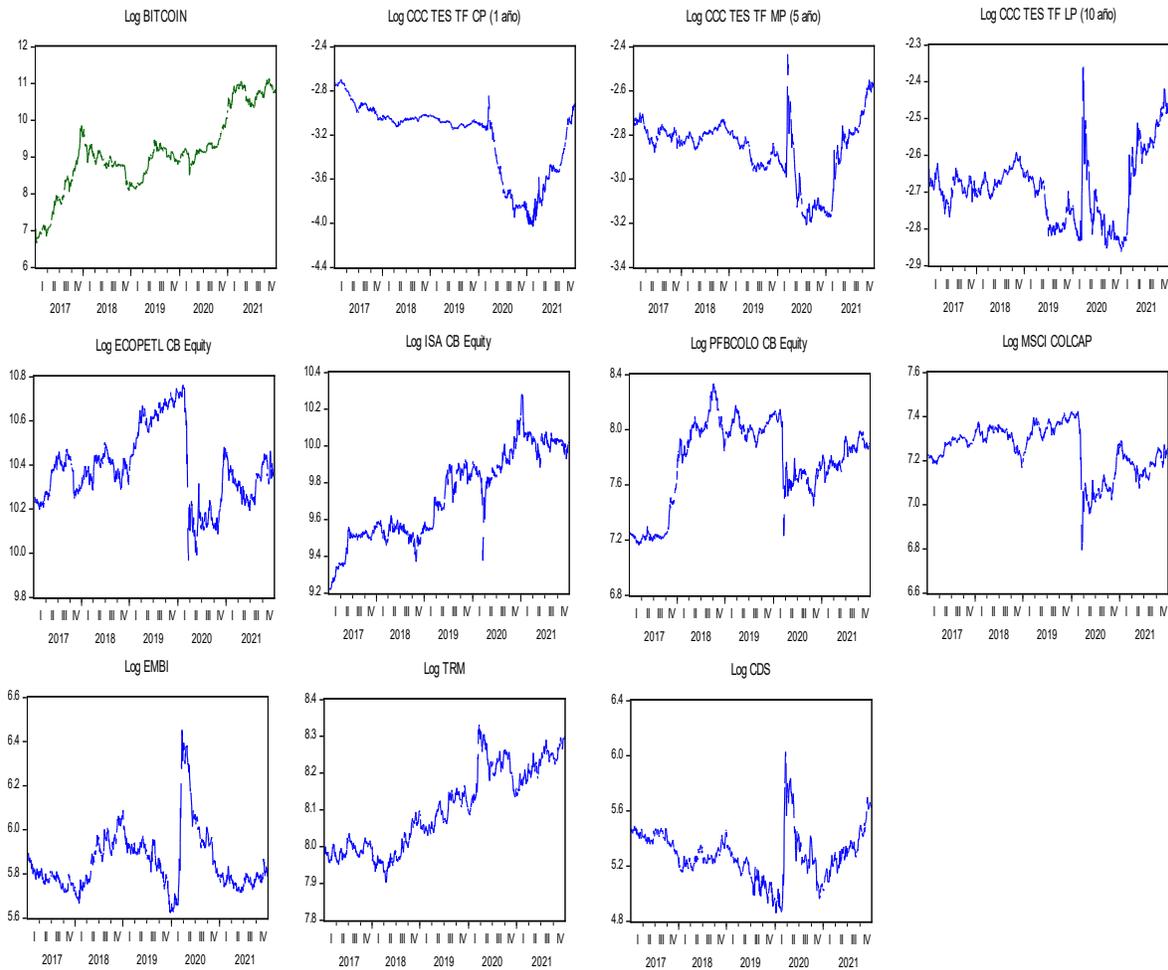


Figura 1. Comportamiento de los rendimientos

Figure 1. Behavior of the yields

Fuente: elaboración propia, 2022.

### Modelo DCC

Para facilitar la aplicación del modelo, dado el tamaño de los datos que se procuran estudiar, se realiza la estimación por pares de activos. Así, el modelo se compone de cinco ecuaciones, distribuidas en dos fases: la primera consiste en estimar un modelo univariado GARCH (1,1) y la segunda en hallar las correlaciones condicionales a través del tiempo, partiendo de los residuos estandarizados generados en la primera parte (Bouri et al., 2017).

El modelo se plantea con las ecuaciones 1 y 2, de la siguiente manera:

$$r_t = \mu_t + \omega r_{t-1} + \varepsilon_t \tag{1}$$

$$H_t = D_t + \rho_t + D_t \tag{2}$$

Donde  $r_t$  es el vector de los retornos del precio del bitcoin;  $\mu_t$  es el vector condicional de retornos;  $\omega$   $r_{t-1}$  es el retorno del otro activo, que se obtiene mediante la diferencia logarítmica de los precios de cierre;  $\varepsilon_t$  es el vector de los residuos estandarizados.  $H_t$  es la matriz de covarianza condicional;  $D_t$  es una matriz diagonal de residuos estandarizados condicionales variables en el tiempo, que se obtienen del univariado modelo GARCH (1,1); y  $\rho_t$  es la matriz que contiene las correlaciones condicionales.

Para llegar a la DCC (1,1), partimos de la ecuación 3,  $\rho_t$  que es una matriz cuadrada positiva:

$$\rho_t = (1 - \alpha - \beta) \bar{\rho} + \alpha \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} + \beta \rho_{t-1} \quad (3)$$

Donde  $\rho_t$  es la matriz de correlación condicional variable en el tiempo de  $\varepsilon_t$ ;  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros que representan los efectos de choques anteriores y las DCC anteriores sobre la actual, respectivamente, y  $\bar{\rho}$  es el valor que tomaría  $\rho_t$  cuando  $\alpha$  y  $\beta$  sean cero.

La DCC entre los activos financieros X y Y se obtiene como se ilustra en la ecuación 4:

$$\rho_{xy,t} = \frac{\rho_{xy,t}}{(\sqrt{\rho_{xx,t}})(\sqrt{\rho_{yy,t}})} \quad (4)$$

Finalmente, para determinar si el bitcoin es diversificador, cobertura o refugio seguro frente a una variedad de activos financieros colombianos, se usa el mismo método aplicado por Ratner y Chiu (2013), Bouri et al. (2017) y Stensås et al. (2019), donde primero se extraen las correlaciones condicionales dinámicas del modelo DCC en series temporales por separado (ver ecuación 5), y luego son regresadas en variables ficticias (D), que representan los movimientos extremos, y son iguales a 1, si el retorno de los activos financieros supera un umbral, que está dado por los percentiles 10, 5 y 1 de la distribución de retornos.

$$DCC_t = F_0 + F_1 D(r_{activo} q_{10}) + F_2 D(r_{activo} q_5) + F_3 D(r_{activo} q_1) \quad (5)$$

Del planteamiento anterior, se establece que, entre el bitcoin y otro activo, hay cobertura débil si  $F_0$  es igual a cero, o cobertura fuerte si  $F_0$  es significativamente negativo. Existe diversificación si  $F_0$  es significativamente positivo, y hay refugio seguro débil si los factores  $F_1, F_2$  y  $F_3$  no son significativamente diferentes de cero, y un refugio seguro fuerte si son negativos.

#### 4. RESULTADOS

Para llegar a la ecuación final del modelo DCC, primero se estableció para cada variable de retornos un modelo de regresión lineal simple, para, posteriormente, encontrar los residuales y a través de la prueba de heterocedasticidad, designar como aptas las series para trabajarlas en un modelo GARCH (1,1), las cuales, luego, pasaron a formar el modelo DCC que se estima en dos pasos, y que arrojó como principal resultado la correlación dinámica condicional de cada par de series. Paso seguido, se

generaron las variables artificiales a través de la extracción de los percentiles desde las series de retornos iniciales.

Las salidas del modelo definitivo se realizaron en el programa EViews y se observan en la Tabla 2, que es consecuencia de ejecutar un modelo de regresión lineal múltiple, con los componentes de (5), obteniendo así los coeficientes requeridos para que, mediante el análisis de los factores  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ , hacer las validaciones acerca de las propiedades que tiene el bitcoin, establecer su utilidad como mecanismo de cobertura frente a otros activos en Colombia o viceversa y también para, de paso, determinar posibilidades de uso en la diversificación de portafolios y como vehículo de inversión para refugio de valor, este último teniendo en cuenta que la volatilidad debe ser menor que la de los otros activos.

**Tabla 2. Estimación del modelo DCC-GARCH (1,1)**

Table 2. Estimation of the DCC-GARCH model (1,1)

Serie	$F_0$ (Cobertura)	$F_1$ q (10%)	$F_2$ q (5%)	$F_3$ q (1%)
TRM	0,685157***	- 0,801637***	- 0,954382***	0,364564
EMBI	- 0,068149***	- 0,251017**	- 0,556723***	0,568688**
CCC TES TF CP (1 año)	- 0,610034***	- 0,530399***	0,001522	0,003032
CCC TES TF MP (5 años)	- 0,391580***	- 0,608095***	0,000574	0,003091
CCC TES TF LP (10 años)	- 0,177155***	- 1,121682***	- 0,020376	0,003198
MSCI COLCAP	- 0,009041	- 0,818121***	0,198053	0,723640***
ECOPETL CB Equity	0,052545**	- 0,885138***	0,260139*	0,265986
PFBCOLO CB Equity	- 0,339893***	1,356429***	0,007469	- 0,255640
ISA CB Equity	0,617309***	0,431792***	0,130651	- 0,289030
CDS	- 0,248808***	- 0,724228***	0,246201	- 0,215644

Fuente: elaboración propia, 2022,

Nota: \*\*\*, \*\* y \* indican significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

### Análisis del modelo final

Los datos resultantes del modelo anterior indican que, en general, el bitcoin se puede presentar como una alternativa de cobertura sólida en el mercado colombiano frente a la inversión en activos como los TES en sus diferentes horizontes de tiempo, también para la acción Preferencial de Bancolombia y los CDS, puesto que los coeficientes de estas series resultaron negativos. Lo anterior se explica en que, por el lado de los TES, estos tienen como característica ser libres de riesgo de crédito, pues pertenecen a la deuda pública. En cuanto a los CDS, se observa que cumplen con su función como derivado financiero, que cubre el riesgo de impago de otro activo. Por su parte, frente al EMBI, se muestran como una cobertura débil, puesto que su parámetro es cercano a cero. Esto puede explicarse por la menor volatilidad que manejan sus retornos en comparación con la del bitcoin. Ahora, es necesario aclarar que, si bien los factores para la TRM, la acción de ISA y la acción de Ecopetrol resultaron positivos y no cercanos a cero, no establecen una cobertura, pero sí un diversificador, puesto que incluso sus rendimientos, aunque han sido positivos, gozan de una menor volatilidad que los del bitcoin. Finalmente, se observa que para el índice COLCAP, no hay evidencia estadística significativa que pueda determinar su rol de cobertura.

Por otra parte, los coeficientes, tanto positivos como negativos, y alejados de cero en los factores que reúnen los diferentes percentiles del modelo, afirman que, en general, ninguna de las variables revisadas puede ser consideradas como un refugio de valor, ni débil ni tampoco fuerte frente al bitcoin o viceversa. Esto puede ser justificado por fenómenos no contemplados en la regresión, como el efecto en la economía producido por la enfermedad del coronavirus, el impacto en los precios del crudo, al igual que la inflación, que junto con otros aspectos macroeconómicos han incidido de alguna manera en los réditos de estos diez activos analizados, incluso en el mismo bitcoin, que ha demostrado responder con mayor variación en su precio frente a las fuerzas del mercado (oferta y demanda), al igual que contra la especulación.

En vista de lo anterior, se puede aseverar que, durante los últimos cinco años, el mercado nacional ha contado con instrumentos para hacer coberturas a diferentes posiciones con bitcoin, tanto de renta fija como de renta variable, más allá de que al optar por estos activos; los inversionistas estén expuestos a riesgos de tasa de interés, reinversión, inflación, crédito, liquidez, mercado, entre otros. La Tabla 3 resume los usos que pueden tener los activos analizados.

**Tabla 3. Resumen de resultados**

Table 3. Summary of results

Serie	Cobertura	Diversificador	Refugio
TRM	x	✓	x
EMBI	✓	x	x
CCC TES TF CP (1 año)	✓	x	x
CCC TES TF MP (5 años)	✓	x	x
CCC TES TF LP (10 años)	✓	x	x
MSCI COLCAP	x	x	x
ECOPETL CB Equity	x	✓	x
PFBCOLO CB Equity	✓	x	x
ISA CB Equity	x	✓	x
CDS	✓	x	x

Fuente: elaboración propia, 2022.

## 5. DISCUSIÓN

Este artículo estudia las propiedades de cobertura, diversificación y refugio de valor que tienen algunos activos financieros colombianos, frente a las inversiones realizadas en bitcoin. Gracias a esta investigación, se comprueba la existencia de evidencia estadísticamente significativa, para aseverar que el bitcoin genera una nueva alternativa como instrumentos de inversión para la economía de Colombia; dado que, su capacidad de sostenimiento financiero en el tiempo y la misma volatilidad, lo convierten en un mecanismo apto para realizar coberturas frente a otros activos del mercado, que incluso abren la posibilidad de que se extiendan más allá de los diez activos que se evaluaron en el estudio, sobre todo, cuando se utilizaron cifras que recogen parte de información de resultados obtenidos durante plena pandemia de la COVID-19, en donde normalmente se esperan que sean datos atípicos; sin embargo, no se reflejaron afectaciones por posible ruido en los valores, lo que sí se observó fue un fortalecimiento general en el precio de la criptomoneda, aunque volátil. Así, queda

claro que el modelo DCC cumplió con su papel de ser una herramienta adecuada para alcanzar los objetivos trazados en el estudio, dejando además un precedente para que en el país se comience a generar una cultura de inversiones en activos digitales, dado que se ha comprobado que hay la posibilidad de obtener beneficios asumiendo un menor riesgo mediante la implementación de estrategias de cobertura y diversificación con otros activos del mercado.

En este trabajo, análogamente a lo inferido por Stensås et al. (2019), quienes, con esta misma metodología de tipo cuantitativo, en un estudio realizado desde una muestra de trece países entre desarrollados y en desarrollo, llegaron al resultado de que el bitcoin actúa como una cobertura para los inversionistas en la mayoría de los países en desarrollo, pero únicamente como un diversificador para los inversionistas en los países desarrollados; se reafirman las características de cobertura fuerte del bitcoin frente a mercados y países en desarrollo, como lo es Colombia. En este caso específico, los coeficientes obtenidos en el modelo permiten determinar el tipo de relación para cada activo e indicador relevante del mercado de capitales colombiano, destacando la cobertura fuerte frente a la renta fija pública; asimismo, y en correspondencia con Ratner y Chiu (2013), dentro de los activos ideales para cobertura se encuentran los *swaps* de incumplimiento crediticio (que van de la mano de la renta fija pública en términos de las expectativas del mercado), lo que se puede fundamentar en la alta volatilidad originada por las fuertes desvalorizaciones en las curvas de mercado presentadas, finalizando el tercer trimestre de los años 2020 y 2021, desencadenadas a partir de la enfermedad del coronavirus. En efecto, el indicador EMBI, que refleja el comportamiento de los bonos de los mercados emergentes, aunque también se define como cobertura, es débil. En este punto cobra relevancia un estudio detallado que analice la relación entre este par de variables para diversos periodos de tiempo, de lo contrario, es posible que existan sesgos dada la respuesta de la renta fija a condiciones puntuales en el mercado.

De la misma manera, inicialmente se mencionó que este trabajo parte de la base del estudio realizado por Bouri et al. (2017), en donde se demostró que, para algunos activos de Estados Unidos, el bitcoin se puede utilizar en muchas ocasiones como un mecanismo para la diversificación de portafolios y, en pocos casos, para realizar coberturas y ser refugio de valor. En similitud con lo anterior, los resultados alcanzados para el caso de Colombia resaltan las características del bitcoin para tomar coberturas y hacer diversificación y deja en claro que la criptomoneda en ningún caso es un refugio seguro, débil o fuerte, para portafolios compuestos por activos financieros del mercado colombiano.

Finalmente, además de que el análisis realizado sirve como base para la construcción de portafolios con diferentes activos financieros, a través de inversiones en Colombia, también es de gran ayuda para que las personas que han tenido un constante temor en depositar recursos en criptodivisas comiencen a interesarse en el funcionamiento de las mismas, teniendo a la mano herramientas como los hallazgos conseguidos mediante la metodología del modelo DCC, que entre otras, permiten explicar el concepto de riesgo de inversión y la necesidad de mitigarlo, contribuyendo así a la toma de decisiones de manera más eficiente.

## 6. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista financiero, los hallazgos del presente estudio invitan a que los inversionistas, en general, se incentiven para depositar capitales en la economía nacional, teniendo en cuenta que

ya existe otra alternativa de inversión diferente a las tradicionales, como lo es la del mundo de los criptoactivos. A pesar de los riesgos implícitos que adquieren los inversionistas al usar las criptomonedas como vehículo de inversión, no se pueden desconocer las oportunidades que este mercado ofrece y el potencial que tiene dentro de la transformación digital, por ello, es importante que, dada su dinámica y cada vez mayor relevancia en la sociedad, se continúe con la creación de conocimiento alrededor de ellas, de forma tal que esto contribuya a un mayor entendimiento. Dicho de otra manera, el estudio objetivo permitirá que los diversos agentes del mercado puedan tener un marco claro a partir del cual tomar decisiones, gestionar sus carteras y, en consecuencia, tendrán mejores herramientas para generar estrategias, esto facultado por un panorama definido en términos regulatorios. Así las cosas, más allá de cualquier conclusión en términos estadísticos y técnicos que indiquen una viabilidad en su uso, se exhorta a la investigación multidisciplinar que permita cerrar la brecha del conocimiento y así definir su aplicabilidad.

Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados obtenidos es fundamental informar que, si bien estos hallazgos permiten a los inversionistas considerar una fuente alternativa para tomar posiciones de cobertura, dentro del análisis de viabilidad se deben considerar también temas importantes como la liquidez del bitcoin y su aplicabilidad en términos regulatorios y legales, esto último dependiendo del tipo de inversionista, temas no explorados en el transcurso de la investigación, así como su impacto en el medio ambiente, dado que se ha comprobado que su uso requiere de un alto consumo energético, lo cual va en contravía con la protección ambiental; del mismo modo, está la problemática de los residuos electrónicos que la red de bitcoin genera en su operación. Adicionalmente, las características propias del mercado de las criptomonedas generan un desafío en términos regulatorios para los agentes, en especial, aquellos institucionales donde no hay margen para no cumplir con la regulación. Un reto no solo porque los reguladores deben propender porque existan políticas y límites de cara a la administración y gestión de riesgos de mercado, liquidez, Sarlaft (Sistema de Administración del Riesgo de Lavado de Activos y Financiación al Terrorismo), Saro (Sistema de Administración de Riesgo Operativo), etc., sino también, por la imposibilidad de hacer un análisis de crédito y contraparte, dada su naturaleza. Igualmente, se debe seguir analizando la causalidad de la naturaleza flotante del bitcoin, con el fin de definir claramente su relación frente a diversos activos financieros a través del tiempo. Lo cierto es que, con la entrada de inversionistas institucionales, la dinámica y variabilidad en su cotización podría cambiar.

En definitiva, lo relativamente nuevo que es el bitcoin y sus usos, abren la puerta para que se sigan construyendo teorías sobre sus beneficios y riesgos, lo relevante se presenta cuando la literatura académica y científica comienza a presentar descubrimientos que explican el comportamiento de la criptomoneda en función del tiempo, dado que, para decidir sobre la aceptación de este recurso digital en las diferentes economías, resulta primordial conocer las características de su volatilidad, para determinar si hay oportunidades en asumir el riesgo de inversión en el largo plazo.

## **CONFLICTOS DE INTERÉS**

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés financiero, profesional o personal que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Para el desarrollo de este proyecto todos los autores han realizado una contribución significativa especificada a continuación:

Christian Daniel Escobar Anduquia: revisión de literatura científica, construcción e interpretación del modelo estadístico, análisis de datos, resultados, discusión y redacción del manuscrito.

Sebastián Darío Avella Jiménez: introducción, conceptualización, recolección y análisis de datos, conclusiones y redacción del manuscrito.

Brayan Ricardo Rojas Ormaza: supervisión de la investigación, conceptualización y revisión del manuscrito.

## REFERENCIAS

Al Guindy, M. (2021). Cryptocurrency price volatility and investor attention. *International Review of Economics and Finance*, 76, 556–570. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.06.007>

Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., Lucey, B., y Sensoy, A. (2021). Is gold a hedge or a safe-haven asset in the COVID–19 crisis? *Economic Modelling*, 102, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105588>

Almasri, E., y Arslan, E. (2018). Predicting cryptocurrencies prices with neural networks. En *2018 6th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT)*, Estambul, Turquía (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CEIT.2018.8751939>

Altamira Vásquez, M., López-Castro, E. M., Santamaría Vicarte, G. V., y Hernández Trejo, L. (2020). El impacto de la volatilidad en la funcionalidad de las criptomonedas. *Interconectando Saberes*, 9(5), 201-212. <https://doi.org/10.25009/is.v0i9.2659>

Álvarez Díaz, L. J. (2019). Criptomonedas: Evolución, crecimiento y perspectivas del Bitcoin. *Población y Desarrollo*, 25(49), 130-142. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2019.025.49.130-142>

Amaris Peñuela, L. J. (2015). *Identificación de los determinantes del precio de bitcoin* [Trabajo de pregrado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/16943>

Aysan, A. F., Demirtaş, H. B., y Saraç, M. (2021). The Ascent of Bitcoin: Bibliometric Analysis of Bitcoin Research. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(9), 427. <http://dx.doi.org/10.3390/jrfm14090427>

Bañón González, G. (2018). *Mercado de Derivados Financieros: Evolución, Análisis y Perspectivas de Futuro* [Trabajo de pregrado, Universidad Pontificia COMILLAS]. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/19372>

- Barber, B. M., y Odean, T. (2008). All That Glitters: The Effect of Attention and News on the Buying Behavior of Individual and Institutional Investors. *The Review of Financial Studies*, 21(2), 785–818. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm079>
- Barroilhet Díez, A. (2019). Cryptocurrencies, economic and legal aspects. *Revista Chilena de Derecho y Tecnología*, 8(1), 29–67. <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2019.51584>
- Baur, D. G., y Lucey, B. M. (2010). Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold. *Financial Review*, 45(2), 217-229. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>
- Blahušíaková, M. (2022). Accounting for holdings of cryptocurrencies in the Slovak republic: Comparative analysis. *Contemporary Economics*, 16(1), 16-31. <https://ssrn.com/abstract=4113186>
- Bouri, E., Hussain-Shahzad, S. J., y Roubaud, D. (2020). Cryptocurrencies as hedges and safe-havens for US equity sectors. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 75, 294-307. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.05.001>
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., y Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
- Callens, E. (2021). Financial instruments entail liabilities: Ether, bitcoin, and litecoin do not. *Computer Law & Security Review*, 40, 105494. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2020.105494>
- Chambi Condori, P. P. (2021). Diversificación de carteras de inversión con criptomonedas. *Quipukamayoc*, 29(60), 51–60. <https://doi.org/10.15381/quipu.v29i60.20471>
- Chica Ramírez, A. F., Rendón Bedoya, N. M., y Ardila, F. S. (2018). *El bitcoin y el efecto que genera su desconocimiento en los inversionistas colombianos* [Trabajo de pregrado, Tecnológico de Antioquia]. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tda/410>
- CoinMarketCap (s. f.). *Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap*. <https://coinmarketcap.com/>
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., y Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics Letters*, 165, 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.01.004>
- Daulay, R. S. A., Nasution, S. M., y Paryasto, M. W. (2017). Realization and addressing analysis in blockchain bitcoin. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Gotemburgo, Suecia, (pp. 012002). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/260/1/012002>
- Domínguez Jurado, J. M., y García-Ruiz, R. (2018). Blockchain y las criptomonedas: el caso bitcoin. *Oikonomics, Revista de economía, empresa y sociedad*, (10), 58-73. <https://doi.org/10.7238/o.n10.1813>

- Doumenis, Y., Izadi, J., Dhamdhare, P., Katsikas, E., y Koufopoulos, D. (2021). A Critical Analysis of Volatility Surprise in Bitcoin Cryptocurrency and Other Financial Assets. *Risks*, 9(11), 207. <http://dx.doi.org/10.3390/risks9110207>
- Echavarría Wartenberg, D. (2019). Surgimiento de las ICOS: Implicaciones para el Caso Colombiano. *Revista de Derecho Privado*, (38), 143–172. <https://doi.org/10.18601/01234366.n38.06>
- Engle, R. F. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339-350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>
- Gaviria Rada, M. (2018). *Contabilidad de derivados: el resultado real de la operación* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12883>
- Gómez Salazar, J. (2021). *Criptomonedas ¿una buena inversión?* [Trabajo de pregrado, Universidad EAFIT]. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/29894>
- Herrero Amorós, J. (2018). *Modelado predictivo de la dirección del precio del Bitcoin utilizando índices de mercado, análisis de sentimientos en Twitter e índices de popularidad por término mediante Google Trends* [Tesis de maestría, Universitat de les Illes Balears]. <https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/149283>
- Hussain-Shahzad, S. J., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., y Lucey, B. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities? *International Review of Financial Analysis*, 63, 322-330. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.01.002>
- Ivanovski, K., y Haillemariam, A. (2023). Forecasting the stock-cryptocurrency relationship: Evidence from a dynamic GAS model. *International Review of Economics & Finance*, 86, 97-111. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.03.008>
- Jaramillo Echeverry, L. (2021.). *Portafolios diversificados con criptomonedas y su respectivo riesgo de mercado* [Trabajo de pregrado, Universidad EIA]. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/3358>
- Lengyel-Almos, K. E., y Demmler, M. (2021). Is the Bitcoin market efficient? A literature review. *Análisis Económico*, 36(93), 167–187. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-66552021000300167](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552021000300167)
- López, C. R., y Camberos, M. (2020). Aceptación y confianza de Bitcoin en México: una investigación empírica. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(28), 16–25. <https://doi.org/10.31908/19098367.2011>
- López Jiménez, D. (2020). Globalización y robots ¿qué consecuencias pueden suscitarse de tal sinergia? *Andamios*, 17(44), 343-349. <http://dx.doi.org/10.29092/uacm.v17i44.805>

- López-Zambrano, C. R., Camberos-Castro, M., y Villareal-Peralta, E. M. (2021). Los determinantes de confianza y riesgo percibido sobre los usuarios de Bitcoin. *Retos Revista de Ciencias Administrativas y Económicas*, 11(22), 199–215. <https://doi.org/10.17163/ret.n22.2021.01>
- Mecheba Molongua, J. (2016). *Bitcoin, ¿la moneda del futuro?* [Trabajo de pregrado, Universidade da Coruña]. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/18055>
- Merkaš, Z., y Roška, V. (2021). The Impact of Unsystematic Factors on Bitcoin Value. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(11), 546. <http://dx.doi.org/10.3390/jrfm14110546>
- Mokhtarian, E., y Lindgren, A. (2017). Rise of the Crypto Hedge Fund: Operational Issues and Best Practices for Emergent Investment Industry. *Stanford Journal of Law, Business, and Finance*, 23(1), 112-158. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3055979](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3055979)
- Montoya Ramírez, J. D. (2020). *El bitcoin una innovación financiera* [Trabajo de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5935>
- Mota Aragón, B., y Núñez Mora, J. A. (2019). Estimación de la distribución multivariada de los rendimientos de los tipos de cambio contra el dólar de las criptomonedas Bitcoin, Ripple y Ether. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 14((3), 447-457. <https://doi.org/10.21919/remef.v14i3.409>
- Ordoñez Sánchez, S. G. (2021). Educación financiera basada en el bitcoin y la inclusión en planes de estudio. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.973>
- Palacios Cárdenas, Z. J., Vela Avellaneda, M. A., y Tarazona Bermúdez, G. M. (2015). Bitcoin como alternativa transversal de intercambio monetario en la economía digital. *Redes de Ingeniería*, 6(1), 106–128. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.redes.2015.1.a08>
- Pilacúan Cadena, J., Espinoza Herrera, X., Carreño Llaguno, S., y Palacios Alcivar, B. (2021). Criptomonedas: funcionamiento, oportunidades y amenazas. *RES NON VERBA REVISTA CIENTÍFICA*, 11(2), 174–193. <https://doi.org/10.21855/resnonverba.v11i2.604>
- Portero Lameiro, J. D., y Texeira Pereira, E. (2019). La relevancia del Bitcoin en las economías modernas. *Revista Atlántica de Economía*, 2(3). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407249>
- Powell, K., y Hope, M. (2018). Shifting digital currency definitions: current considerations in Australian and US tax law. *eJournal of Tax Research*, 16(3), 594-619. <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/ejotaxrs16&div=33&id=&page=>
- Rathee, N., Singh, A., Sharda, T., Goel, N., Aggarwal, M., y Dudeja, S. (2023). Analysis and price prediction of cryptocurrencies for historical and live data using ensemble-based neural networks. *Knowledge and Information Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10115-023-01871-0>

- Ratner, M., y Chiu, C.-C. (2013). Hedging Stock Sector Risk with Credit Default Swaps. *International Review of Financial Analysis*, 30, 18-25. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2013.05.001>
- Roa Mora, J. I. (2019). Análisis de las Alternativas del Diseño de un Sistema Difuso para la Predicción del Precio del Bitcoin (BTC). *Revista Investigación e Innovación en Ingenierías*, 7(1), 34-46. <https://doi.org/10.17081/invinno.7.1.2996>
- Rodas Portillo, A., y Núñez Gill, S. A. (2021). El Bitcoin: una revisión de las ventajas y desventajas de las transacciones comerciales con dinero virtual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13040-13059. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1306](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1306)
- Rodríguez Gómez, J. L. (2020). *Bitcoin, un activo de inversión alternativo* [Tesis de maestría, Universidade da Coruña]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28801.68968>
- Sánchez Ascanio, L. C., y Arredondo García J. A. (2020). Prediciendo el precio del Bitcoin, y más. *Suma de Negocios*, 11(24), 42–52. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2020.V11.N24.A5>
- Sánchez Castaños, L. A. (2019). Contabilidad de cobertura: ¿formalidad para evitar asimetrías o principio de correlación? *Contabilidad Y Negocios*, 14(28), 6-35. <https://doi.org/10.18800/contabilidad.201902.001>
- Sandoval Ariza, L. K., y Rodríguez Piraquive, T. M. (2020). *La tecnología Blockchain como mecanismo para transar contratos forward en Colombia* [Trabajo de pregrado, Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52761>
- Santillán-Salgado, R., Martínez-Preece, M., y López-Herrera, F. (2017). Análisis Econométrico del Riesgo y Rendimiento de las SIEFORES. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 11(1). <https://doi.org/10.21919/remef.v11i1.76>
- Sarmiento Suárez, J. E., y Garcés Bautista, J. L. (2016). Criptodivisas en el entorno global y su incidencia en Colombia. *Revista Le Bret*, (8), 151-171. <https://doi.org/10.15332/rl.v0i8.1691>
- Smales, L. A. (2022). Investor attention in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 79, 101972. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101972>
- Stensås, A., Nygaard, M. F., Kyaw, K., y Treepongkaruna, S. (2019). Can Bitcoin be a diversifier, hedge or safe haven tool? *Cogent Economics & Finance*, 7(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1593072>
- Urdaneta Montiel, A. J., Carvallo Monsalve, Y. E., y Borgucci García, E. V. (2020). Bitcoin y la teoría monetaria de Friedman y Mises. Evidencias estadísticas. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(4), 246–259. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34661>
- Valencia Marín, F. D. (2021). Panorama actual del bitcoin. Una descripción práctica y jurídica de las criptomonedas en Colombia y Ecuador. *Foro: Revista de Derecho*, (36), 49–71. <https://doi.org/10.32719/26312484.2021.36.3>

Vásquez Leiva, M. (2014). Bitcoin: ¿Moneda o Burbuja? *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 8(1 y 2), 52–61. <https://rches.utem.cl/articulos/bitcoin-moneda-o-burbuja/>

Zhukov, S. V., Kopytin, I. A., y Maslennikov, A. O. (2019). Fintech ecosystem: the largest private cryptosystems. *International Processes*, 17(1), 22-37. <https://doi.org/10.17994/IT.2019.17.1.56.2>