

Análisis de Rentabilidad de un Portafolio de Criptomonedas Para el Periodo 2016-2019

Edwin Antonio Caro Jiménez

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de Economista

Tutor:

Luis Fernando García Arenas



Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de Administración y Economía, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Programa de Economía

Bogotá D.C.

2022

Resumen

Esta investigación analiza en el periodo 2016-2019 la rentabilidad de Bitcoin, Dash, Ethereum, Litecoin, Monero, Ripple y Tether, siete de las criptomonedas más antiguas e importantes del mercado. La metodología utilizada consistió en hallar la rentabilidad, la volatilidad, la varianza, el coeficiente de variación, el desempeño e índice de Sharpe para cada criptomoneda. En el proceso, se elaboró un portafolio conformado por las criptomonedas en cuestión, optimizado en una simulación de 10.000 iteraciones, utilizando el software “Risk Simulator”. Los resultados muestran los porcentajes ideales para la inversión en cada criptomoneda, según los tres tipos principales de inversionistas, arriesgados (agresivos), moderados y conservadores, siendo Bitcoin, Ethereum y Tether las criptomonedas ideales para realizar una inversión según el perfil del inversionista.

Abstract

This research analyzes in the period 2016-2019 the profitability of Bitcoin, Dash, Ethereum, Litecoin, Monero, Ripple and Tether, seven of the oldest and most important cryptocurrencies in the market. The methodology used consisted of finding the profitability, volatility, variance, coefficient of variation, performance and Sharpe ratio for each cryptocurrency. In the process, a portfolio of the cryptocurrencies in question was optimized in a simulation of 10,000 iterations, using "Risk Simulator" software. The results show the ideal percentages for investment in each cryptocurrency, according to the three main types of investors, risky (aggressive), moderate and conservative, with Bitcoin, Ethereum and Tether being the ideal cryptocurrencies for investment according to the investor's profile.

Introducción

A partir de la crisis financiera del año 2008 y la creación de Bitcoin en 2009, han surgido miles de criptomonedas y tokens digitales que se comercian a diario en múltiples exchanges¹ a nivel mundial por miles de millones de dólares – dólar en adelante, USD- lo que ha implicado el nacimiento de un nuevo mercado de inversión y especulación financiera. En la medida que es un mercado reciente, sigue siendo desconocido por gran parte de las personas en el mundo, y a su alrededor, se han originado dos posturas, a favor y en contra del uso y la adopción de las criptomonedas.

Para quienes se encuentran a favor, algunos de los argumentos más sonados son: el anonimato con respecto a quién es el dueño o poseedor de las criptomonedas, su función como refugio de valor ante la inflación y la capacidad de observar el destino de ellas en cada transacción realizada, debido a que las blockchain² permiten saber de qué billetera salen y a qué billetera llegan. Por otra parte, los argumentos que se difunden en contra se agrupan en que, las criptomonedas permiten realizar actividades ilícitas y lavado de dinero como consecuencia del anonimato, promueven y facilitan la evasión de impuestos, tienen una alta volatilidad y por estar descentralizadas (no reguladas por países o instituciones) no hay quien garantice el valor, la emisión y circulación de las mismas, por ende, no existe respaldo ante posibles fraudes y robos.

En Colombia, el Banco de la República, la Superintendencia Financiera de Colombia, la Superintendencia de Sociedades, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), no consideran que las criptomonedas tengan las cualidades suficientes para promover su utilización,

¹ Exchange: hace referencia al mercado o lugar donde se pueden realizar operaciones tales como la compra y venta de criptomonedas.

² Blockchain: también conocida como cadena de bloques, Blockchain es un libro mayor compartido e inmutable que facilita el proceso de registro de transacciones y de seguimiento de activos en una red de negocios (IBM, 2022).

darles un estatus legal y promover su uso diario (BanRepública, 2018). Estas opiniones son relevantes, ya que inducen a invertir únicamente en los mercados tradicionales, evitando entrar al mercado de las criptomonedas y por lo tanto a no obtener rentabilidad de ellas en caso de que estas ofrezcan un retorno positivo.

Es por ello, que surge la pregunta de investigación ¿es rentable invertir en las criptomonedas? Y, en caso de ser rentables determinar ¿en que criptomonedas invertir? Con base en el análisis de rentabilidad de un activo y la optimización de un portafolio utilizando el software financiero “Risk Simulator”, se busca identificar la rentabilidad, volatilidad e índice Sharpe para siete criptomonedas seleccionadas. El trabajo está dividido en, revisión de la literatura, presentación de datos, resultados y conclusiones, anexos y referencias bibliográficas.

Revisión de la literatura

El origen de las criptomonedas se remonta al 2008, tiempo de la recesión que golpeaba a gran parte del planeta producto de la crisis originada por las hipotecas subprime³, la falta de control estatal y financiero existente, esto provocó que la confianza de gran parte de los usuarios del sistema financiero se quebrantara, por una parte, debido a las grandes pérdidas que presenciaron las entidades financieras y por otra, debido al gran aumento del desempleo y pobreza que se manifestó (Carracedo, Guaita y Nuñez, 2019).

En consecuencia, una persona de identidad desconocida hasta el momento, bajo el pseudónimo de “Satoshi Nakamoto” publicó en 2008 el documento “Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System”. Allí, se explica el protocolo y funcionamiento de un sistema de pago electrónico innovador que se distingue por ser entre iguales (conocido como peer-to-peer o P2P); éste no requiere la intervención de entidades estatales (descentralizado) ni de intermediarios

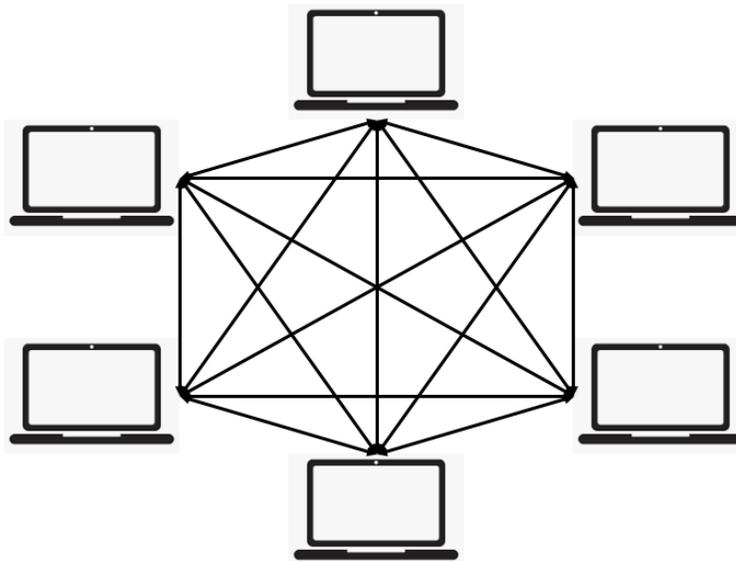
³ Hipotecas subprime: corresponde a la crisis global del 2008, producida por conceder crédito a personas que, en condiciones normales de financiación, presentan un alto riesgo crediticio.

financieros (Moreno, Sánchez , Valencia, & Soto, 2018). Con esto, nace la moneda digital llamada Bitcoin, con la característica de ser descentralizada, de emisión limitada (máximo 21 millones de unidades Bitcoin) e independiente de cualquier banco o gobierno.

El funcionamiento de toda criptomoneda utiliza la tecnología Blockchain, una infraestructura integrada de múltiples campos como las matemáticas, la criptografía y algoritmos (López, Restrepo , & Ocampo, 2020), aportando: i) descentralización al no depender de nadie para registrar, almacenar y actualizar información en la cadena de bloques, ii) transparencia, lo que implica que no hay información oculta a ningún usuario, iii) acceso público, es decir, que cualquiera puede acceder y visualizar el registro de la información, iv) autonomía, permitiendo que la información se transfiera de forma segura, v) es inmutable, lo que significa que cualquier archivo se conservará para siempre y no se podrá cambiar a menos de que alguien tome el control de más de 51% de la red en un momento (dado el caso en que un usuario o un grupo de usuarios tengan el control de más de la mitad de la red podrán modificar la cadena de bloques, este es un escenario posible pero difícil de consagrarse) y por último, vi) anonimato dado que no se puede conocer quién es el dueño de la dirección de salida o de destino en una transacción (Bolaños, Luetticke, & Galarza, 2019). Estas cualidades ofrecen confianza a millones de personas, quienes diariamente utilizan Bitcoin y otras criptomonedas como medio de pago.

Figura 1

Representación de Blockchain



Nota. Fuente: Elaboración propia

La naturaleza y el uso exponencial de las criptomonedas ha originado una discusión académica respecto a si las criptomonedas en conjunto son una nueva forma de dinero o de moneda (habitualmente se utilizan estos dos términos como sinónimos, pero no son lo mismo), por tal razón, es necesario hacer una diferencia conceptual entre estos dos términos, algunas definiciones por partes de fuentes relevantes son:

1. La definición aportada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) que define dinero de la siguiente manera: “el dinero es algo que mantiene su valor a lo largo del tiempo, se puede convertir fácilmente en precios y es ampliamente aceptado. Muchas cosas diferentes se han utilizado como dinero a lo largo de los años, entre ellas, conchas de cauri, cebada, granos, oro y plata” (FMI, 2012).

2. El Banco de la República de Colombia define el dinero como “*un objeto respecto del cual hay un acuerdo social para que sea aceptado en el intercambio. Ha transcurrido mucho*

tiempo desde que el hombre empezó a usar las primeras formas de dinero, hasta la adopción del dinero tal y como lo conocemos hoy, es decir, en la forma de billetes y monedas comúnmente aceptadas por todas las personas para llevar a cabo sus transacciones” (BanRepública, 2012).

Estas definiciones coinciden en que el dinero es todo aquello bien o mercancía que es aceptado entre personas como medio de pago, académicamente se le atribuyen al dinero tres funciones fundamentales; que sea medio de intercambio/pago, que sirva como unidad de cuenta y que sea depósito de valor.

Por lo tanto, citando nuevamente a Carracedo, la existencia del dinero es producto de la evolución de las civilizaciones y de las interacciones personales que han llevado a la necesidad de éste, la historia y evolución del dinero puede resumirse en cuatro etapas principales, ellas son;

Economías de trueque: Durante la conformación de las primeras civilizaciones se destacaba la ausencia de dinero, lo que conllevaba a los habitantes a interactuar entre sí intercambiando bienes o mercancías por otros, con el ánimo de satisfacer sus necesidades.

Dinero Mercancía: Posterior al trueque se utilizaron diversos bienes o mercancías con la finalidad de resolver las transacciones entre personas, es importante reconocer que los bienes utilizados poseían un valor intrínseco, debido a sus características o funcionalidades, adicionalmente, estos bienes por lo general gozaban de aceptación general en las comunidades, por ejemplo, la sal, la pimienta, las conchas de mar, el oro y la plata. El uso de los metales preciosos condujo a su acuñación y por lo tanto a la necesidad de que alguien certificara la pureza y autenticidad de las piezas que se empezaron a elaborar con los metales, esto es considerado el origen de las monedas (BanRepública, 2012).

Dinero fiduciario: Con el paso de los siglos y la circulación de los metales acuñados, nacieron los bancos, cuya función consistía en servir como lugar de depósito a los metales

preciosos y a las figuras que se acuñaban a partir de estos, se tiene certeza que en 1656 con el nacimiento del Banco de Estocolmo se inicia la emisión de billetes, estos, eran trozos de papel que certificaban una cantidad de oro y plata almacenada en el banco, lo que permitía a las personas intercambiar estos certificados por bienes, mercancías o servicios sin necesidad de transportar los metales, la validez de estos se basaba en la confianza que las personas tenían en la palabra del banco sobre las cantidades de metales que estaban plasmadas en el papel, y que, en caso de desearlo se podían canjear en el banco por la suscrita cantidad de metales, este modelo prosperó y continuó funcionando hasta 1971 (Bolaños, Lueticke, & Galarza, 2019).

Dinero Fiat: las naciones del siglo XIX y XX respaldaban los billetes circulantes en metales como oro y plata, sin embargo, los bancos emitieron y circularon billetes y monedas sin tener un respaldo material, lo que provocó un colapso cuando el gobierno Francés solicitó a Estados Unidos convertir sus reservas de dólares a oro, petición que fue negada por los estadounidenses al no poseer la cantidad de oro correspondiente a la reserva de dólares en posesión del estado Francés, ante esto, el presidente de la época Richard Nixon decidió públicamente acabar con la conversión del dólar estadounidense a oro el día 15 de agosto de 1971.

Desde este momento, surge el dinero Fiat (que tiende a confundirse o a utilizarse como sinónimo de dinero fiduciario), éste no posee respaldo de ningún bien o mercancía, se emite por parte de una autoridad central (bancos centrales) con facultad legal para realizar esta actividad, por lo tanto, el respaldo del dinero actual reside únicamente en la confianza que se tenga al emisor, en el caso colombiano, el Banco de la República, quien generalmente emite pesos colombianos según la necesidad que se tenga en cuestiones de política monetaria.

Con base en lo anterior, se evidencia que el dinero y su uso cotidiano partió de una necesidad (intercambio de bienes y mercancías), y se ha convertido en un componente fundamental de las interacciones económicas entre las personas, una vez definido el concepto dinero, se procederá a definir el concepto moneda:

1. El Fondo Monetario Internacional (FMI) define moneda de la siguiente manera “puede ser cualquier cosa que tenga respaldo y que pueda servir como un almacén de valor, lo que significa que las personas pueden guardarlo y usarlo más tarde, suavizando sus compras con el tiempo; es unidad de cuenta, es decir, proporcionar una base común para los precios, o es un medio de intercambio, algo que las personas pueden usar para comprar y vender entre sí” (FMI, 2012).

2. La Real Academia Española define moneda como “Pieza de oro, plata, cobre u otro metal, regularmente en forma de disco y acuñada con los distintivos elegidos por la autoridad emisora para acreditar su legitimidad y valor, y, por extensión, billete o papel de curso legal.” (RAE, 2022).

Al realizar la distinción entre ambos términos, se evidencia que dinero puede ser un objeto o cosa que sea aceptada por alguien para realizar transacciones y moneda es una forma de dinero que habitualmente está emitida y respaldada por bancos centrales, además, son de uso común para un país determinado, por ejemplo, el peso colombiano es de uso legal y cotidiano en Colombia, lo que implica que si alguien quisiera pagar frecuentemente en una tienda con un Yen (moneda de curso legal en Japón), no podría utilizar estas monedas para realizar una compra.

Considerando lo anterior, las criptomonedas podrían definirse como una nueva forma de dinero, aunque presentan falencias, ya que no aplican como unidad de cuenta por la volatilidad que presentan y no son moneda debido a que carecen de respaldo por parte de la banca central.

Así las cosas, resulta más adecuado comprenderlas como activos digitales que una gran cantidad de comercios y personas aceptan como medio de pago y que además son utilizados con fin de especular financieramente.

Adicionalmente, como base filosófica las criptomonedas recogen las posturas y los planteamientos de dos importantes pensadores económicos, Carl Menger y Friedrich Hayek. Por parte de Carl Menger, en su libro “El Dinero”, argumenta que las propiedades del dinero son, utilidad previa, fácil asequibilidad, conservación, transporte y divisibilidad, estas características aplican para las criptomonedas, en primera instancia, porque tienen múltiples utilidades tales como, servir como medio de pago y refugio de valor, también, son de fácil acceso ya que no tienen restricciones y regulaciones, además, pueden comprarse fácilmente entre personas (P2P) o en exchanges con tarjetas de crédito o débito.

Igualmente, gozan de conservación porque todas las criptomonedas se almacenan en wallets digitales⁴ a las que las personas pueden acceder con sus claves personales, bien sea desde Smartphone o computadores, por lo que no se desgastarán, consecuentemente, no existen inconvenientes de transporte o la necesidad de realizar esfuerzo físico. Finalmente, ofrecen divisibilidad, ya que una unidad de criptomoneda puede fraccionarse en determinadas partes, por ejemplo, en el caso de Bitcoin, puede llegar a dividirse hasta por cien millones de partes.

Por parte de Hayek, premio nobel en economía y exponente de la escuela Austriaca, las criptomonedas reflejan su postura de crítica al sistema de emisión de dinero, él argumentó que, algo peligroso, y que debe evitarse, no es el privilegio del gobierno para emitir dinero, sino que tal privilegio sea exclusivo y que a la vez obligué a la gente a usar el dinero y a aceptarlo a un

⁴ wallets digitales: permiten a los poseedores de criptomonedas mantener sus claves privadas (las contraseñas que le permiten acceder a sus criptomonedas) seguras y accesibles, permitiendo enviar y recibir criptomonedas.

precio determinado por el emisor (Montaña, 2019). Hayek planteó por primera vez y de manera rotunda las monedas fiduciarias en competencia y emitidas por agentes privados, bajo la idea de que eliminando este privilegio de emisión “el mercado libre proporcionaría la cantidad (y variedad) óptima de productos monetarios”

Este planteamiento va en contravía con las posturas de los economistas de Teoría Monetaria moderna quienes afirman que toda moneda Fiat, emitida por el Estado, tenderá a adoptarse y a aceptarse de manera voluntaria por los habitantes de determinada nación por temas de facilidad para la compra y venta de bienes, servicios y pagos de impuestos, entre otros (Carracedo *Et Al*, 2019). Con la idea argumentada por Hayek, podemos incluir a las criptomonedas como una de esas formas de moneda emitidas por privados que son utilizadas por voluntad y no por imposición y obligación por parte de las entidades legales.

Por otra parte, el surgimiento del Bitcoin y su adopción masiva, ha conducido a la creación de miles de criptomonedas (Litecoin, Ripple, Ethereum, Tether, entre otras) clasificadas como altcoins⁵ y stablecoins⁶ que conforman un mercado reciente y de crecimiento exponencial con una capitalización significativa, que despiertan el interés académico.

Se han realizado múltiples investigaciones sobre las criptomonedas, una de ellas es la realizada por Iñigo Zarraluqui Matos en el año 2018, quien analiza qué es una criptomoneda, los tipos, la funcionalidad y el rol que desempeñan, destaca que éstas aportan un fácil acceso del público a los pagos fáciles y rápidos, a la inexistencia de intermediarios y a la facilidad de realizar intercambios internacionales.

⁵ Altcoin: es el término dado a todas las criptomonedas creadas después de Bitcoin que no tienen características de stablecoins.

⁶ Stablecoin: es el término de referencia usado para mencionar aquellas criptomonedas que tienen una paridad en su precio con un dólar estadounidense.

En adición, destaca que al ser un sistema tan nuevo nadie conoce el 100% de su funcionamiento y cualidades, en otras palabras, qué son, cómo tratarlas, ni cómo estimar su valor, de igual manera, la diversidad que éstas ofrecen acompañadas del anonimato, permite la realización de actividades ilegales como lavado de dinero, financiación del terrorismo y un fácil acceso a los mercados negros al usar criptomonedas como medio de cambio.

También en 2018, el Banco de la República expuso su postura sobre las criptomonedas en un escrito presentado durante el Congreso de Derecho Financiero organizado por Asobancaria, en éste, el Banco Emisor, argumenta que no reconoce las criptomonedas como moneda o divisa, debido a que la única unidad monetaria y de cuenta que constituye como medio de pago de curso legal con poder liberatorio ilimitado, es el peso, emitido por el Banco, expresa que las criptomonedas no son dinero para efectos legales, no son consideradas una divisa, pues no han sido reconocidas por ninguna autoridad monetaria internacional ni gozan de respaldo por bancos centrales y tampoco son un valor en los términos de la Ley 964 de 2005, por ende, el banco aconseja evitar su mención o asimilación (Banco de la república, 2018).

Otras entidades colombianas que se suman a esta postura de rechazo en el país son la Superintendencia Financiera de Colombia, la Superintendencia de Sociedades, la Unidad de Regulación Financiera (URF), la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), la Unidad de Información y Análisis Financiero (UIAF), y el Consejo Técnico de la Contaduría Pública (CTCP).

Posteriormente, en el año 2019 Luis Álvarez analiza la evolución que tuvo Bitcoin desde sus inicios hasta el primer semestre de 2018, detalla la cantidad de Bitcoin disponible en cada año y el comportamiento que el precio había tenido de manera cronológica, el autor concluye que

Bitcoin ha pasado de valer cero a miles de millones de dólares reflejando la innovación, los avances tecnológicos y las nuevas formas de activos financieros.

Sin embargo, destaca que múltiples factores han retrasado el uso del Bitcoin, principalmente por falta de conocimiento sobre las nuevas tecnologías, afirmando el autor *“se debe romper el paradigma de que solo el dinero tradicional sirve para realizar transacciones, el proceso requerirá de acceso a la tecnología y a la capacitación para entender el funcionamiento y el uso del Bitcoin como moneda de pago”*.

Adicionalmente, expone que la apertura comercial y cultural global permite pensar que en un futuro de mediano y largo plazo las criptomonedas pueden llegar a reemplazar las monedas tradicionales gracias a que cada vez se cuenta con mecanismos más rápidos, flexibles y económicos que han estado dando solidez y diversidad al mercado de las criptomonedas.

Para el año 2020, Ricardo Orzi, Sebastián Valdecantos y Raphael Porcherot estudiaron de qué manera las criptomonedas pueden influir en el desarrollo social de las comunidades, estudiando la criptomoneda social “Par” creada en Argentina; afirmando que las ventajas que ofrecen las criptomonedas son, las reducciones en costos de transacción, la transparencia y la auditabilidad de las transacciones.

Además, permiten resolver problemas sobre la seguridad del almacenamiento, ya que la blockchain facilita la administración y hace que la realización de estafas y fraudes sea compleja de realizar por lo que se reduce significativamente. En el caso específico de la Moneda Par los autores mencionan que es necesario promover la confianza metódica hasta la apropiación real de la blockchain debido a que esta le permitirá a los usuarios de la criptomoneda operar con un mayor grado de confianza, ya que estarían exentos de intentos de fraude y estafas monetarias,

salvaguardando el capital de los integrantes de la comunidad a la vez que realizan transacciones que conllevan al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

En septiembre de 2021, el reconocido medio informativo BBC News anunció que Nayib Bukele, presidente de El Salvador aprobaba la adopción de Bitcoin como divisa de curso legal a partir del 7 de septiembre, convirtiéndose en el primer país del mundo en adoptar una criptomoneda como dinero de curso legal, lo que implica que las empresas y negocios del país deben en la medida de lo posible, aceptar pagos con Bitcoin en las transacciones, este es un hito histórico, dicha decisión fue aprobada tras la respuesta positiva de 62 de 84 diputados ante el formato “Ley Bitcoin” presentado a la asamblea legislativa en el año en cuestión, con la finalidad de impulsar el desarrollo económico, aumentar el empleo y facilitar el envío de remesas.

Esta decisión genera bastante polémica e incertidumbre respecto a los efectos que tendrá la adopción de Bitcoin dentro del país, entidades como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional han advertido contra la adopción de Bitcoin, sin embargo, se requiere tiempo para determinar si la adopción beneficia o perjudica a El Salvador.

Presentación de datos

El portafolio está conformado por siete de las criptomonedas más relevantes del mercado por los motivos que a continuación se exponen, fueron las primeras en conseguir una adopción significativa por parte del público, tienen un peso considerable en la capitalización total del mercado y se han utilizado e ideado en múltiples proyectos que aumentan su diaria usabilidad a nivel global, para realizar el análisis de la rentabilidad, se tomaron sus precios mensuales para el periodo de estudio y se aplicó un proceso de selección, filtración y unificación a un formato único, utilizando los datos públicos que ofrecen portales de información financiera como

“coinmarketcap.com”, “investing.com” y “finance.yahoo.com”, a continuación, una breve presentación de las criptomonedas analizadas.

Tabla 1

Criptomonedas del portafolio

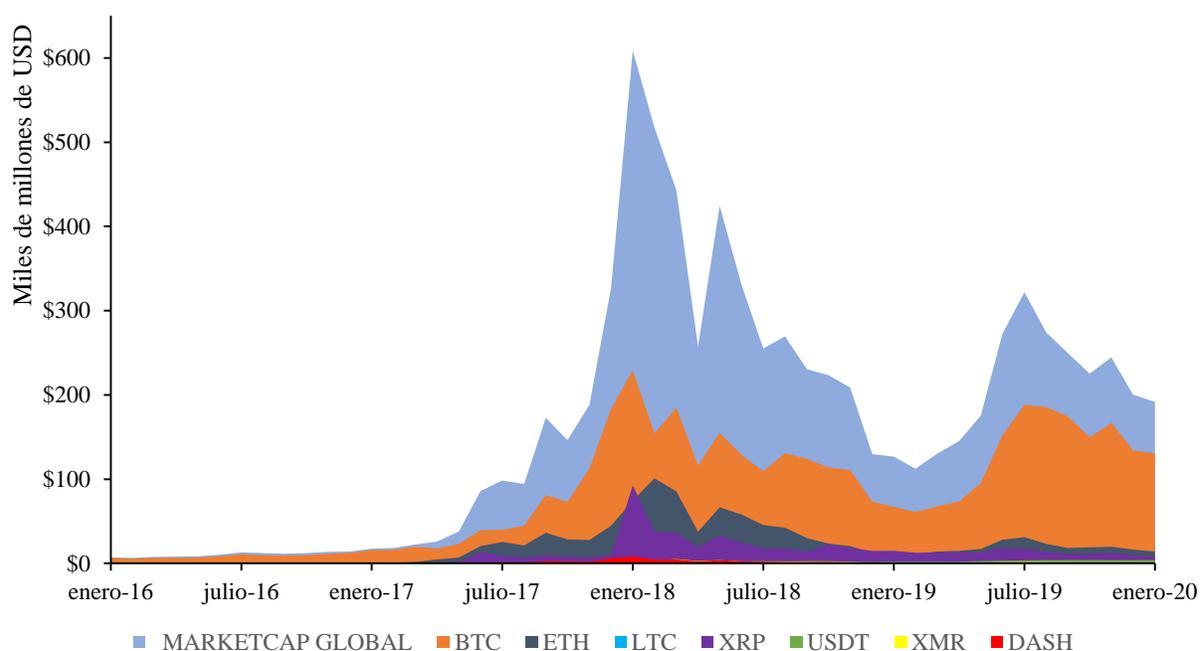
Nombre	Código de referencia	Año de fundación	Descripción
Bitcoin	BTC	2008	Primera criptomoneda de la historia, creada como sistema de pago descentralizado por iniciativa del desconocido “Satoshi Nakamoto”
Dash	DASH	2014	Criptomoneda inspirada en Bitcoin que utiliza software de código abierto.
Ethereum	ETH	2015	Plataforma de código abierto que permite crear y ejecutar contratos inteligentes, es programable.
Litecoin	LTC	2011	Criptomoneda de código abierto y bajos costos de transacción inspirada en Bitcoin.
Monero	XMR	2014	Criptomoneda de código abierto promovida por la privacidad y de extremo anonimato.
Ripple	XRP	2012	Es una criptomoneda bajo software libre que busca el desarrollo del sistema P2P.
Tether	USDT	2014	Es conocido como un token que tiene paridad con el dólar estadounidense (primera stable coin).

Nota. Fuente: elaboración propia.

El éxito que presentó Bitcoin desde su creación motivó a la creación de cientos de criptomonedas, atrayendo una cantidad significativa de personas que confiaban en los proyectos detrás de éstas e invirtieron en gran medida de manera especulativa, en busca de obtener rendimientos estratosféricos en cortos periodos de tiempo, lo que llevó a considerables incrementos de precios y aumentos exorbitantes de capitalización de mercado, el siguiente gráfico, muestra la evolución de la capitalización de todo el mercado cripto y del comportamiento individual que tuvo cada criptomoneda estudiada para el periodo de estudio.

Figura 2

Evolución de la Capitalización De Mercado Durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

Inicialmente, se observa que durante 2016 y mitad del 2017 la capitalización creció a un ritmo lento, Bitcoin representaba casi el total de la capitalización global del mercado, a partir de

julio de 2017, la capitalización de mercado, y por ende, el precio de los criptoactivos empieza a aumentar considerablemente, llegando a unos máximos históricos en diciembre de 2017 y enero de 2018, pasando de una capitalización total de \$98,459,197,440 USD (julio de 2017) a \$608,661,864,448 USD (enero de 2018), un crecimiento de 518.19%, justificado por el inicio de la aceptación de Bitcoin como medio de pago en múltiples comercios alrededor del mundo, la consolidación y confianza hacia Ethereum y Ripple y la tendencia de las ICO⁷ (Initial Coin Offering) que atrajo la atención de millones de personas y las incentivó a invertir en cientos de criptomonedas, aunque en su mayoría, con fines especulativos y en búsqueda de ganancias exorbitantes.

Como se mencionó con anterioridad, fue entre diciembre de 2017 y enero de 2018 donde se alcanzaron máximos históricos de capitalización de mercado, Bitcoin alcanzó a rozar los \$20.000 USD por unidad, Dash los \$700 USD por unidad, Ethereum los \$1.100 USD por unidad, Litecoin los \$230 USD por unidad, Monero los \$350 USD por unidad y Ripple los \$2.30 USD por unidad (no se hace mención de Tether debido a que al ser una stable coin su precio siempre será de un \$1 USD), posteriormente, entre enero y febrero de 2018 inició una fuerte caída en los precios que hizo sucumbir el mercado drásticamente hasta finales de 2019.

Algunos inversionistas, académicos y reporteros, explican que esta corrección de mercado era de esperarse, ya que un activo u acción que sube de precio disparadamente debe hacer una corrección de magnitud significativa, otros argumentaban que lo sucedido en 2017 fue una burbuja especulativa, entre ellos, el reconocido economista turco Nouriel Roubini que argumentaba constantemente a la prensa que *“La mayoría de inversores en Bitcoin son analfabetos financieros. Millones de personas fueron embaucados de forma ilegal para comprar*

⁷ ICO: es la abreviatura de Initial Coin Offering, que hace referencia a la oferta inicial de una moneda, es decir, antes de iniciar la circulación de una criptomoneda se fija su precio como medio de financiación.

basura” y finalmente, había quienes manifestaban que la exorbitante subida que presencié este mercado en 2017 fue producto de la inflación de precios por parte de unas pocas personas con alta influencia de mercado debido a la cantidad de criptoactivos que poseen, conocidas como ballenas. Las siguientes tablas resaltan los datos más importantes de la gráfica de capitalización de mercado, arriba presentada, los valores están expresados en dólares.

Tabla 2

Máximas y mínimas capitalizaciones de mercado del portafolio durante 2016-2019

Criptomoneda	Máxima capitalización de mercado	Fecha	Mínima capitalización de mercado	Fecha
Bitcoin	\$ 229,119,155,396	enero-18	\$5,653,747,618	febrero-16
Dash	\$ 8,209,391,130	enero-18	\$20,614,685	enero-16
Ethereum	\$ 100,935,354,837	febrero-18	\$71,980,386	enero-16
Litecoin	\$ 12,499,214,454	enero-18	\$ 136,343,190	febrero-16
Monero	\$ 5,581,120,935	enero-18	\$ 5,259,519	enero-16
Ripple	\$ 92,626,457,504	enero-18	\$ 199,716,461	enero-16
Tether	\$ 4,134,317,781	octubre-19	\$ 951,600	enero-16

Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 3

Máxima y mínima participación en capitalización de mercado durante 2016-2019

Criptomoneda	Máxima participación % capitalización de mercado	Fecha	Mínima participación % capitalización de mercado	Fecha
Bitcoin	91.15%	enero-16	29.84%	febrero-18
Dash	1.91%	abril-17	0.20%	Diciembre-19
Ethereum	25.92%	julio-17	1.00%	enero-16
Litecoin	2.63%	septiembre-17	0.85%	marzo-17
Monero	1.23%	septiembre-17	0.07%	enero-16
Ripple	15.22%	enero-18	0.90%	marzo-17
Tether	2.14%	diciembre-19	0.01%	enero-16

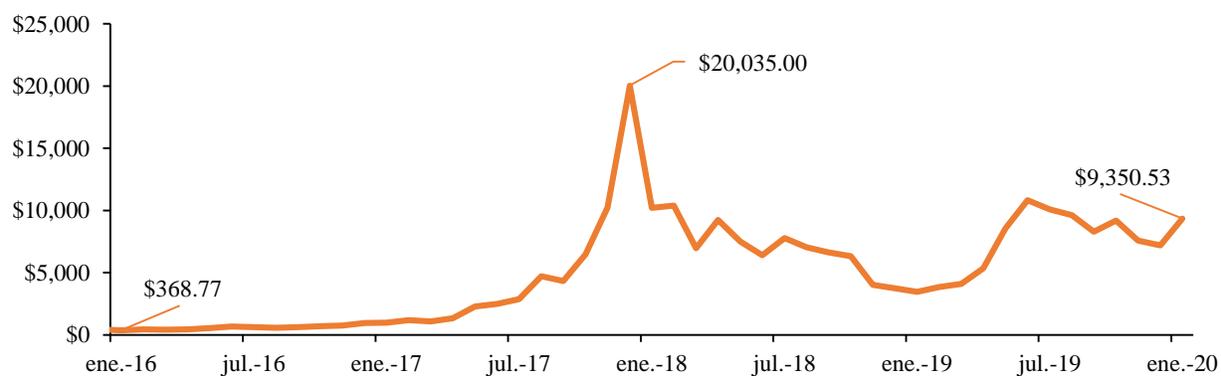
Nota. Fuente: elaboración propia

De la Tabla 2 se observa que en enero de 2018 (fecha de los máximos históricos de capitalización de mercado durante el periodo de estudio) todas las criptomonedas a excepción de Ethereum y Tether alcanzaron su capitalización de mercado más alta, por otra parte, las capitalizaciones mínimas de las siete cripto ocurrieron entre enero y febrero del 2016, pese a la caída que tuvieron los precios a partir de febrero de 2018, quienes hayan invertido en 2016 en alguna de las criptomonedas no presenciaron pérdidas.

Adicionalmente, la Tabla 3 nos permite ver como Bitcoin ha perdido constantemente participación en la capitalización total de mercado, pasando de un 91.15% en enero de 2016 a 29.84% en febrero de 2018, producto de múltiples factores, entre ellos de la creación de cientos de criptomonedas, considerando que a finales de 2017 existían más de 1.300 criptomonedas según la data de CoinMarketCap, y el posicionamiento de altcoins como Ethereum y Ripple, que han logrado obtener una participación máxima de 25.92% en julio de 2017 y de 15.22 en enero de 2018 respectivamente. Al analizar el comportamiento individual del precio para cada criptomoneda se obtienen las siguientes gráficas:

Figura 3

Evolución del precio de Bitcoin durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

De la evolución que tuvo Bitcoin durante el periodo, se destaca que el precio más bajo corresponde a \$368.77 USD en enero del 2016, durante ese año y el primer semestre de 2017, creció a un ritmo moderado, su rally alcista⁸ tomó fuerza en junio de 2017 y alcanzó su precio máximo en diciembre del 2017 correspondiente a \$20.035 USD, posteriormente, presentó una fuerte caída y durante 2018 y 2019 no estuvo cerca de tocar ese máximo alcanzado, finalizando el 2019 con un precio \$9.350,53 USD, de lo anterior, se concluye lo siguiente:

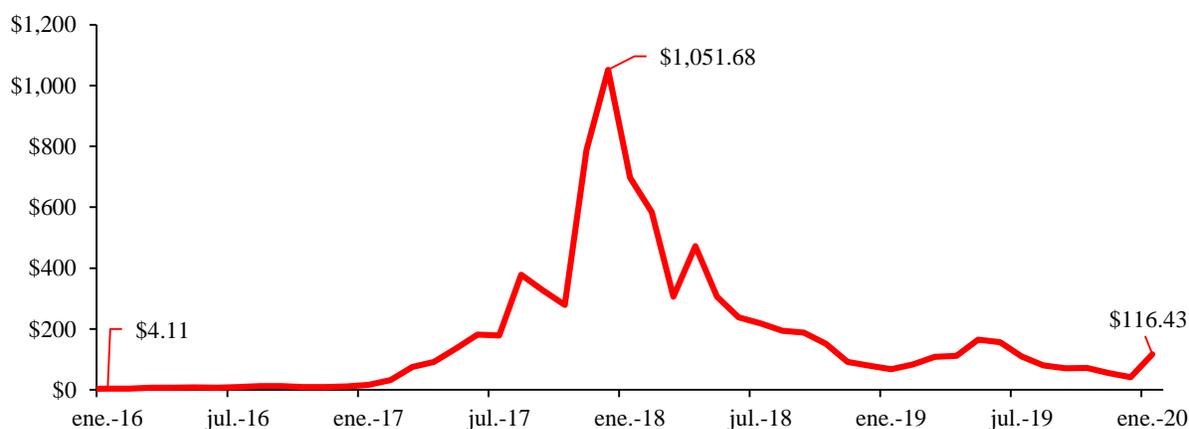
1. Por cada Bitcoin comprado en enero de 2016 y vendido en su máximo presenciado en diciembre de 2017 se hubiese obtenido una ganancia de \$19.666,23 USD (+5.192,12%).

2. Por cada Bitcoin comprado en enero de 2016 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese obtenido una ganancia de \$8.981,76 USD (+2.435,45%).

3. Por cada Bitcoin comprado en su máximo en diciembre de 2017 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese incurrido en pérdidas por \$10.684,47 USD (-53.32%).

Figura 4

Evolución del precio de Dash durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

⁸ Rally alcista: período en el que el precio de un activo observa un impulso alcista sostenido.

Del precio de Dash se destaca un precio mínimo de \$4.11 USD en enero del 2016, a partir de la segunda mitad del 2017 inició una considerable subida en su precio hasta un precio máximo de \$1.051,68 USD en diciembre del 2017, posterior a esto, cayó considerablemente y finalizó el periodo con un precio de \$116,43 USD el 31 de diciembre de 2019, estos datos permiten afirmar lo siguiente:

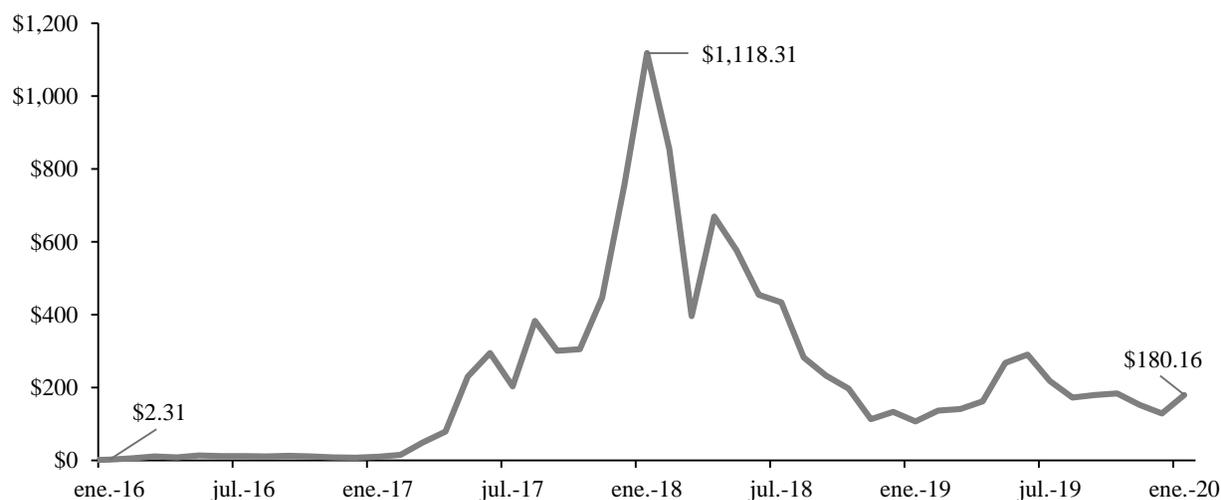
1. Por cada Dash comprado en enero de 2016 y vendido en su máximo presenciado en diciembre de 2017 se hubiese obtenido una ganancia de \$1.048,41 USD (+25.488,32%).

2. Por cada Dash comprado en enero de 2016 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese obtenido una ganancia de \$113,16 USD (+2.732,84%).

3. Por cada Dash comprado en su precio máximo y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese incurrido en pérdidas por \$935.25 USD (-88.92%).

Figura 5

Evolución del precio de Ethereum durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

La Figura 5 muestra la evolución que tuvo el precio de Ethereum durante el periodo de estudio, el precio mínimo fue de \$2.31 USD en enero del 2016, desde abril de 2017 inició un

incremento considerable en su precio, ese rally alcista finalizó con la consagración de un máximo de \$1.118,31 USD en febrero del 2018, posterior a esto el precio disminuyó considerablemente, cerrando el periodo con un precio de \$189,16 USD a finales de 2019, de lo anterior se destaca que:

1. Por cada Ethereum comprado en enero de 2016 y vendido en su máximo presenciado en febrero de 2018 se hubiese obtenido retornos por 1.117,38 USD (+48.311,68%).

2. Por cada Ethereum comprado en enero de 2016 y vendido el 31 de diciembre de 2019 el inversionista hubiese conseguido una ganancia de \$178,23 USD (+8.088,74%).

3. Por cada Ethereum comprado en su máximo en febrero de 2018 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese incurrido en pérdidas por \$938.15 USD (-83.88%).

Figura 6

Evolución del precio de Litecoin durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

De la evolución que tuvo Litecoin entre 2016 y 2019, se destaca un precio mínimo de \$3.48 USD en enero del 2016, una subida de precio iniciada en marzo de 2017 que finalizó con un precio de \$232,10 USD alcanzado en diciembre del 2017, posteriormente, el precio empezó a caer de forma estrepitosa sin lograr recuperarse, finalizando el periodo con un precio de \$67,88 USD en diciembre de 2019, de estos datos se afirma que:

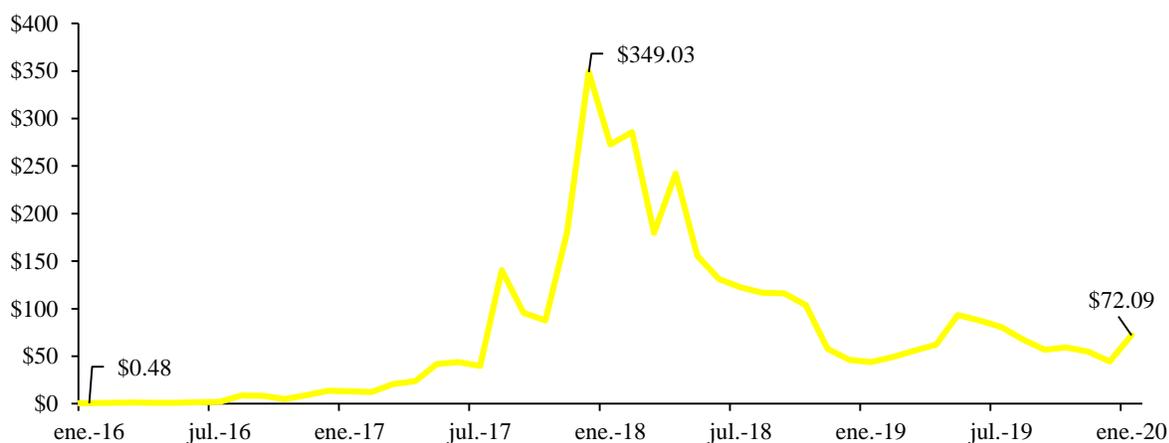
1. Por cada Litecoin comprado en enero de 2016 y vendido en su máximo presenciado en diciembre de 2017 se hubiese obtenido una ganancia de \$228,62 USD (+6.569.54%).

2. Por cada Litecoin comprado en enero de 2016 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese obtenido una ganancia de \$64,40 USD (+1.850,57%).

3. Por cada Litecoin comprado a su precio máximo y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese incurrido en pérdidas por \$164.22 USD. (-70.75%).

Figura 7

Evolución del precio de Monero durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

La evolución del precio de Monero presentó similitudes con la mayoría de las criptomonedas estudiadas, su precio más bajo fue de \$0.48 USD en enero de 2016, a partir de junio inició su carrera alcista, alcanzando los \$349.03 USD en diciembre de 2017, la caída que tuvo el mercado crypto afectó a Monero de tal manera que, desde 2018 inició a caer fuertemente, cerrando el 2019 con un precio de \$72.09 USD, de los precios en mención se afirma que:

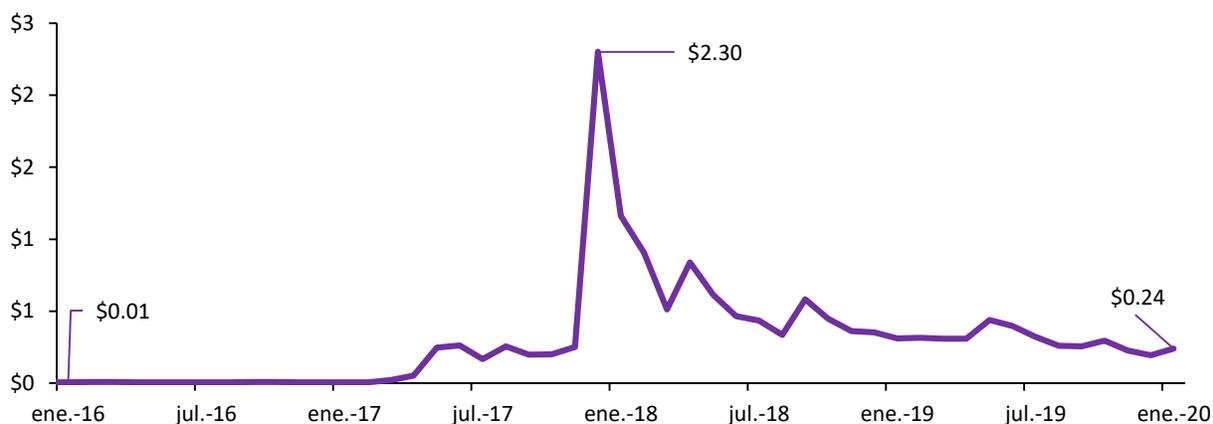
1. Por cada Monero comprado en enero de 2016 y vendido en su máximo presenciado en diciembre de 2017 se hubiese obtenido una ganancia de \$348,55 USD (+72.614.58%).

2. Por cada Monero comprado en enero de 2016 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese obtenido una ganancia de \$71,61 USD (+14.918,75%).

3. Por cada Monero comprado a su precio máximo y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese incursionado en pérdidas por \$164.22 USD. (-79.34%).

Figura 8

Evolución del precio de Ripple durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

Ripple, a diferencia de las demás criptomonedas (exceptuando Tether) no alcanzó precios estratosféricos durante el periodo de estudio, sin embargo, fue una de las criptomonedas más importantes debido a su alta capitalización de mercado presentada, su precio más bajo fue de \$0.01 USD en enero de 2016, en diciembre de 2017 llegó a un precio histórico de \$2.30 USD, su precio cayó en picada a partir del 2018 y finalizó el periodo con un precio de \$0.24 USD por Ripple, de lo anterior se afirma que:

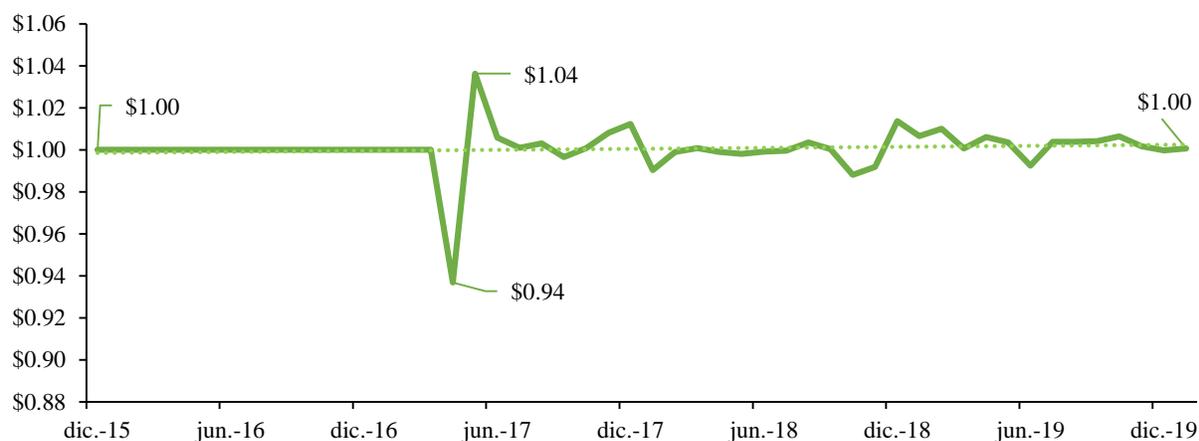
1. Por cada Ripple comprado en enero de 2016 y vendido en su máximo presenciado en diciembre de 2017 se hubiese obtenido una ganancia de \$2,29 USD (+22.900%).

2. Por cada Monero comprado en enero de 2016 y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese obtenido una ganancia de \$0,23 USD (+2.300%).

3. Por cada Monero comprado a su precio máximo y vendido el 31 de diciembre de 2019 se hubiese incurrido en pérdidas por \$2.06 USD. (-89.56%).

Figura 9

Evolución del precio de Tether durante 2016-2019



Nota. Fuente: elaboración propia

Tether, al ser una stablecoin, o criptomoneda que mantiene la paridad con un dólar estadounidense, debe comerciarse a \$1 USD todo el tiempo, sin embargo, entre mayo y junio de 2017, presentó fuertes fluctuaciones que la llevaron a caer a los \$0.94 USD, posteriormente subió a \$1.04 USD, estos escenarios pueden presentarse ocasionalmente en este tipo de criptomonedas, sin embargo, lo normal es que sus fluctuaciones se presenten entre un rango de un centavo (\$0.01 USD) tanto al alza como a la baja, ya que este tipo de criptomonedas usualmente sirven para comprar otras criptomonedas y ahorrar.

Recopilando los datos expuestos anteriormente, se considera el primer semestre del 2017 y el primer trimestre 2018, el periodo de tiempo donde mayor fuerza tuvieron los precios y las respectivas capitalizaciones de mercado de las siete criptomonedas estudiadas, se observa que en caso de haber comprado alguna de ellas entre 2016 y el primer semestre del 2017 no se hubieran presentado pérdidas en la inversión, caso contrario para quienes realizaron una inversión entre

noviembre de 2017 y enero de 2018, debido a que se habrían obtenido pérdidas irre recuperables en el resto de periodo (2016-2019).

Resultados

Para el estudio de rentabilidad realizado, se hallaron las variaciones porcentuales de los precios mensuales de cada criptomoneda entre 2016 y 2019, mediante $\ln(\text{precio}_{t+1} / \text{precio}_t)$, posterior a esto, se obtuvieron los siguientes estadísticos:

Tabla 4

Estadísticos obtenidos por cada cryptoactivo

	Bitcoin	Dash	Ethereum	Litecoin	Monero	Ripple	Tether
Rentabilidad	6.2818%	7.2886%	12.9047%	6.0626%	10.2695%	7.5082%	0.0013%
Volatilidad	22.2902%	38.0799%	45.7797%	32.1777%	42.3031%	51.3734%	1.8922%
Varianza	4.9685%	14.5008%	20.9578%	10.3541%	17.8956%	26.3923%	0.0358%
Coefficiente de variación	3.5484	5.2246	3.5475	5.3076	4.1193	6.8423	1,431.2750
Desempeño	0.2818	0.1914	0.2819	0.1884	0.2428	0.1462	0.0007
Índice Sharpe	0.1337	0.1047	0.2098	0.0858	0.1647	0.0819	-1.7433

Nota. Fuente: elaboración propia

Rentabilidad: Muestra que porcentaje de retorno se obtiene por cada dólar invertido por criptomoneda, corresponde al promedio de las variaciones porcentuales presentadas por cada criptomoneda entre 2016 y 2019. Las 3 criptomonedas más rentables son Ethereum (12.9047%), Monero (10.2695%) y Dash (7.2886%); la menos rentable es Tether (0.0013%).

Volatilidad: Permite medir la fuerza de los cambios en los precios durante un periodo determinado, corresponde a la desviación estándar de las variaciones porcentuales halladas para cada criptomoneda. Las criptomonedas que tienen menor volatilidad y resultan más estables al

momento de invertir son Tether (1.8922%), seguida de Bitcoin (22.2902%) y Litecoin (32.1777%); la más volátil es Ripple (51.3734%).

Varianza: Identifica la variabilidad que tiene la rentabilidad de un activo, se halla elevando al cuadrado la volatilidad obtenida en cada criptomoneda. Las criptomonedas con menor varianza son Tether (0.0358%), seguida de Bitcoin (4.9685%) y Litecoin (10.3541%); la criptomoneda con mayor varianza es Ripple (26.3923%).

Coefficiente de variación: Determina cuantas unidades de riesgo deben asumirse por una unidad de rentabilidad, se obtiene dividiendo la volatilidad entre la rentabilidad. Las criptomonedas con mayor coeficiente son Tether (1,431.275), Ripple (6.8423) y Dash (5.2246) esto indica que resulta bastante arriesgado invertir en ellas, por otra parte, las que menor coeficiente presentan son Ethereum (3.5475) y Bitcoin (3.5484), siendo más estables en relación al riesgo asumido.

Desempeño: Determina cuantas unidades de rentabilidad se obtienen por cada unidad de riesgo asumida, se calcula dividiendo la rentabilidad entre la volatilidad, cuanto mayor desempeño tenga una criptomoneda mayor confianza ofrece al inversionista. Las criptomonedas con mejor desempeño son Ethereum (0.2819), Bitcoin (0.2818) y Monero (0.2428); la criptomoneda con peor desempeño es Tether (0.0007).

Indice Sharpe: Permite conocer la rentabilidad adicional obtenida de invertir en un activo (en este caso una criptomoneda) restando la rentabilidad que ofrece una inversión sin riesgo, como los bonos emitidos por los países, en este caso se utiliza como tasa libre de riesgo un 3.46% correspondiente a un bono del tesoro a 5 años (información del 2 de septiembre de 2022 en Investing.com) que equivale a la rentabilidad que otorga un bono del tesoro estadounidense anualmente, su calculo se realiza restando a la rentabilidad la tasa libre de riesgo

y este resultado se divide entre la volatilidad. Las criptomonedas con mejor índice Sharpe son Ethereum (0.2063), seguida de Monero (0.1609) y en tercer lugar, Bitcoin (0.1265); la moneda con menor índice, en este caso negativo es Tether (-1.8278).

Recopilando los datos obtenidos, se observa que en cuestión de rentabilidad, riesgo asumido e índice de Sharpe, invertir en Bitcoin, Dash, Ethereum, y Monero genera retornos positivos y significativos de inversión, mayores a los que ofrece una inversión segura como un bono del tesoro. En adición, se realizó una matriz de correlaciones con la finalidad de identificar la relación en el comportamiento del precio de una criptomoneda respecto al precio de otra durante el periodo de estudio:

Tabla 5

Matriz de correlaciones

	Bitcoin	Dash	Ethereum	Litecoin	Monero	Ripple	Tether
Bitcoin	1.0000	0.5943	0.4766	0.7134	0.5291	0.5032	0.2228
Dash	0.5943	1.0000	0.7447	0.6871	0.6521	0.4943	0.0852
Ethereum	0.4766	0.7447	1.0000	0.6296	0.5210	0.5823	0.1677
Litecoin	0.7134	0.6871	0.6296	1.0000	0.5403	0.7590	-0.0272
Monero	0.5291	0.6521	0.5210	0.5403	1.0000	0.4846	0.1529
Ripple	0.5032	0.4943	0.5823	0.7590	0.4846	1.0000	0.2647
Tether	0.2228	0.0852	0.1677	-0.0272	0.1529	0.2647	1.0000

Nota. Fuente: elaboración propia

Se observa que las correlaciones más fuertes corresponden a Litecoin-Ripple (0.7590), Ethereum-Dash (0.7447) y Bitcoin-Litecoin (0.7134), esto indica que existe una correlación positiva y significativa en los precios, y presentarán movimientos similares tanto al alza como a la baja. Además, se observa que Tether presenta relaciones débiles y negativas con las demás

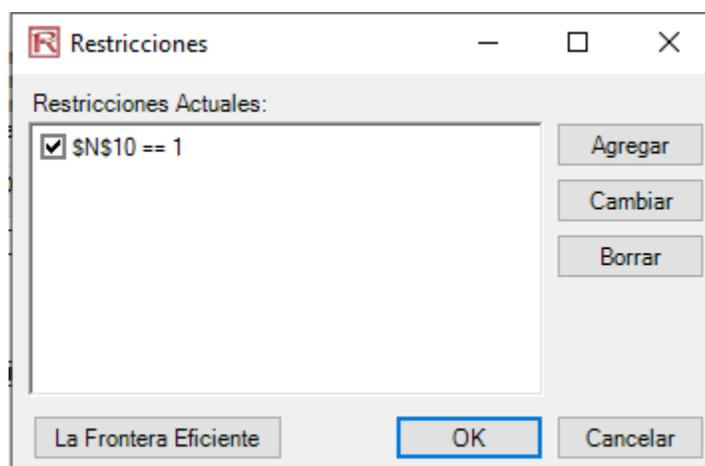
criptomonedas, esto se explica por su naturaleza de stablecoin, lo que implica que, sin importar si el precio de las demás criptomonedas sube o baja, su precio deberá ser siempre equivalente a \$1 USD.

Finalmente, se realiza la optimización del portafolio utilizando el software “Risk Simulator”, la optimización funciona de una manera similar a la simulación de Montecarlo, donde se busca una combinación porcentual ideal de cada criptomoneda en tres escenarios distintos, el primero, que maximiza la rentabilidad (ideal para inversionistas agresivos), el segundo escenario, que minimiza la volatilidad (ideal para inversionistas conservadores), y un tercero, donde se maximiza el índice de Sharpe (en el caso de inversionistas moderados), con base a las iteraciones realizadas. Tomando como datos de entrada, las rentabilidades obtenidas con anterioridad para cada criptomoneda, la volatilidad del portafolio calculada en el software a medida que se van haciendo las iteraciones (producto de una matriz que contiene el porcentaje a invertir en cada criptomoneda multiplicada por una matriz de varianzas y covarianzas elaborada con las variaciones porcentuales de las criptomonedas) la tasa libre de riesgo, 3.46% (bono del tesoro estadounidense a 5 años), y un conjunto de restricciones que son: i) la suma de los porcentajes a invertir en cada criptomoneda debe ser igual a 100%. ii) el porcentaje mínimo a invertir en cada criptomoneda debe ser igual o mayor a 5%. iii) el porcentaje máximo a invertir en una criptomoneda sea 35%. para que exista diversificación en el portafolio.

Una vez parametrizados estos datos, se corre la optimización a 10.000 iteraciones, es decir, el proceso de optimización se realiza ese número de veces y arroja como datos de salida, la rentabilidad, volatilidad e índice Sharpe según el escenario planteado y los porcentajes que se deben invertir en cada criptomoneda, las figuras 10 a la 16 muestran la interfaz del simulador, la tabla 6 y la tabla 7 contienen los resultados obtenidos.

Figura 10

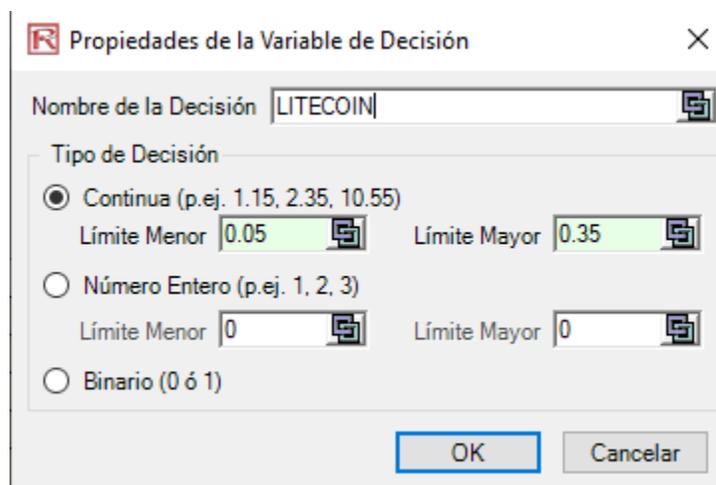
Panel de configuración de restricciones



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de “Risk Simulator”.

Figura 11

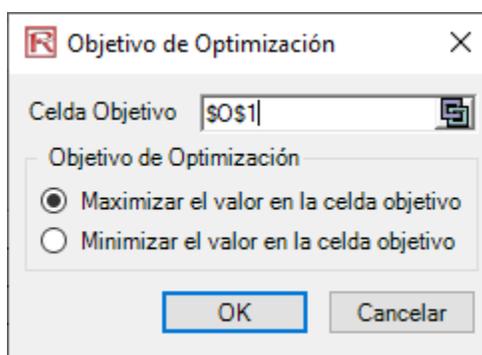
Panel de configuración de variables de decisión



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de “Risk Simulator”.

Figura 12

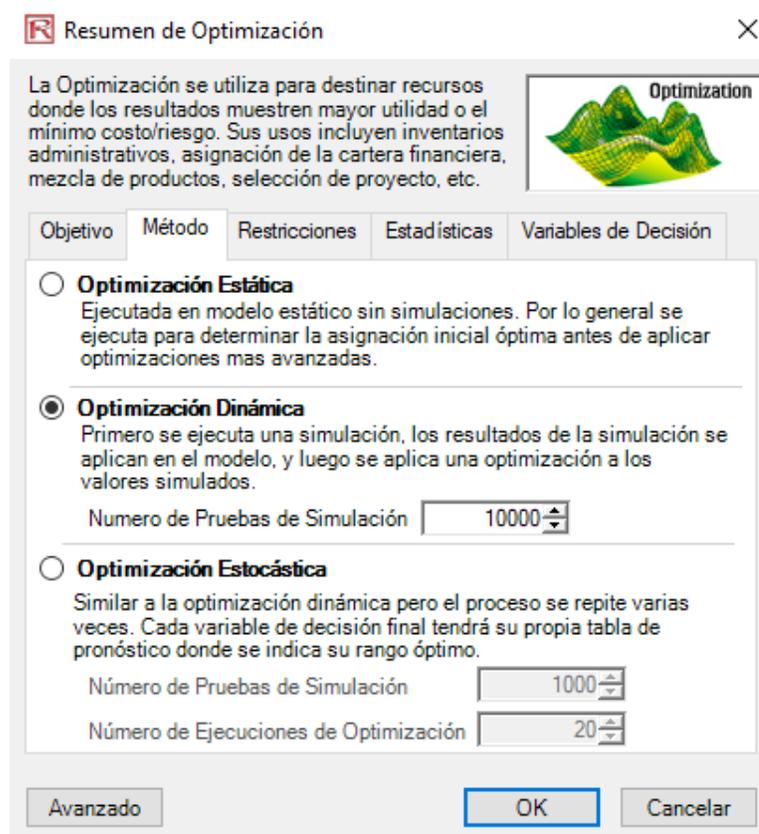
Panel de selección de objetivos



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de “Risk Simulator”.

Figura 13

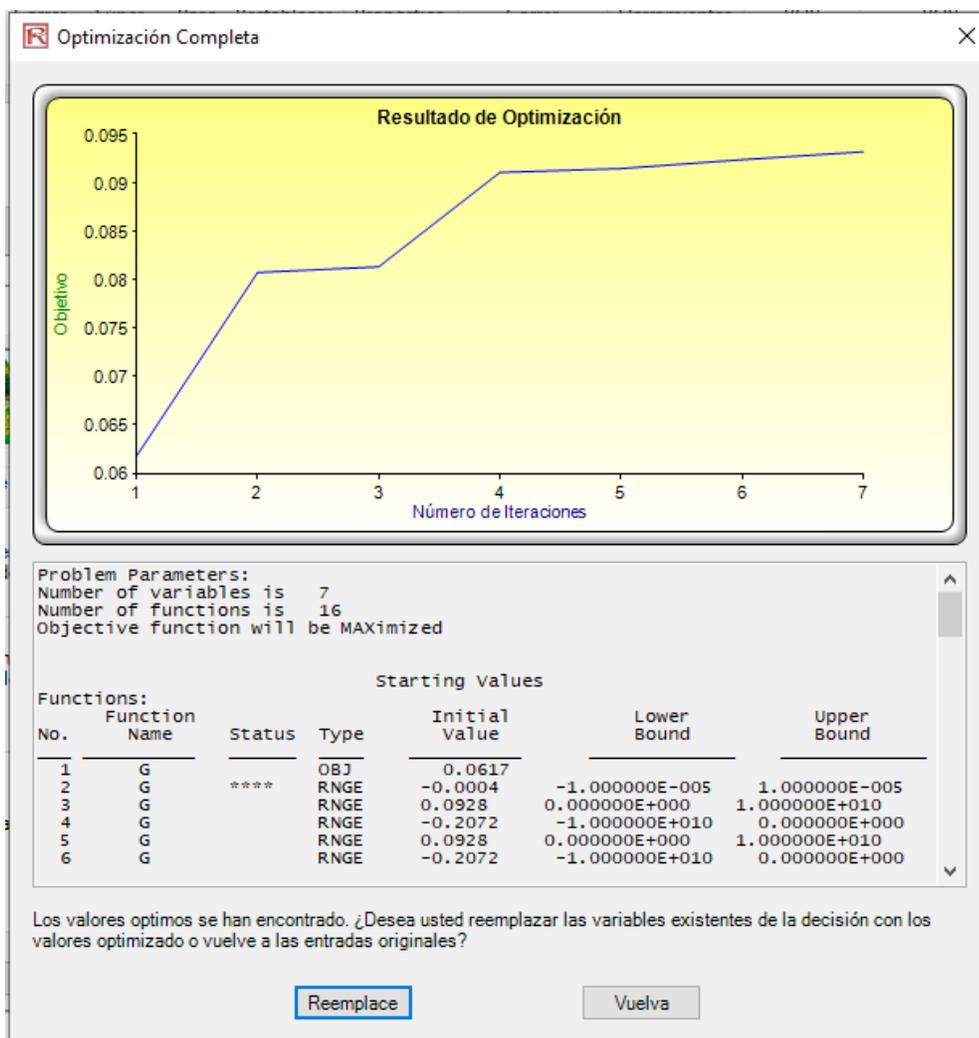
Selección de cantidad de iteraciones



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de “Risk Simulator”

Figura 14

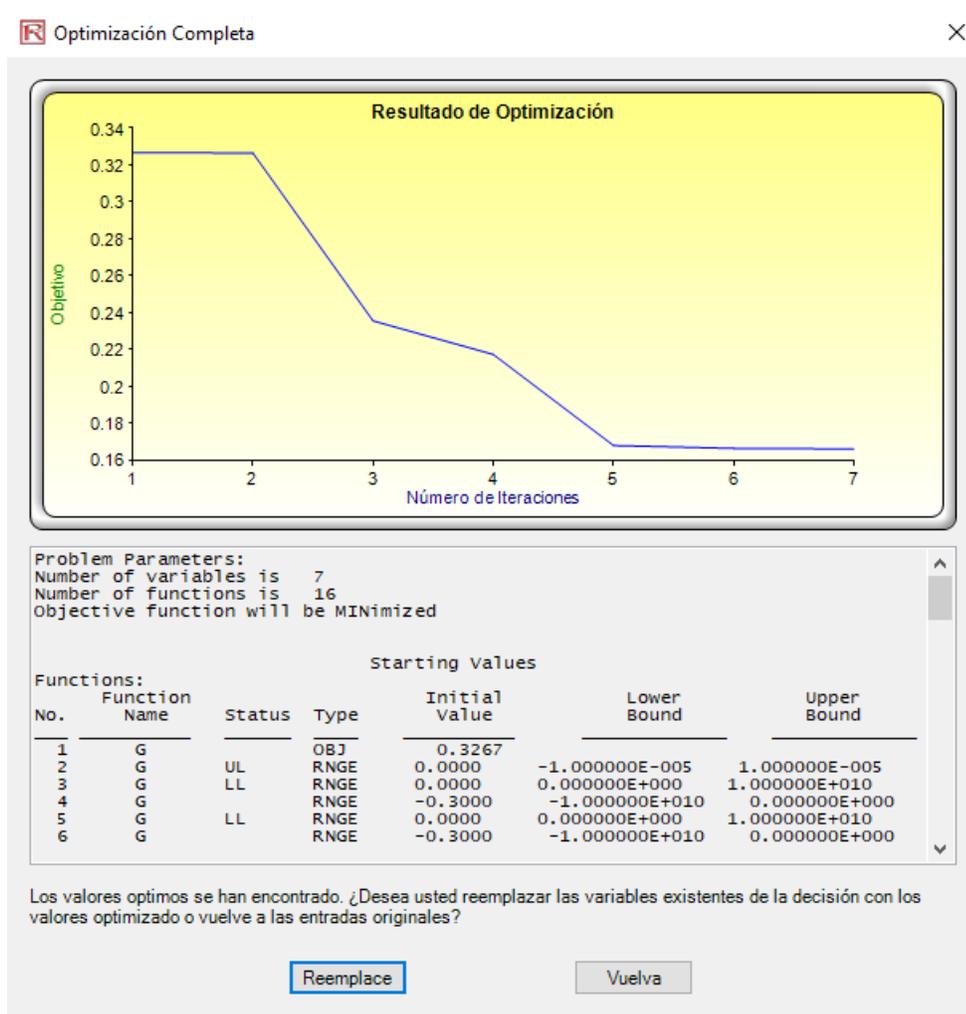
Panel de maximización de rentabilidad



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de “Risk Simulator”

Figura 15

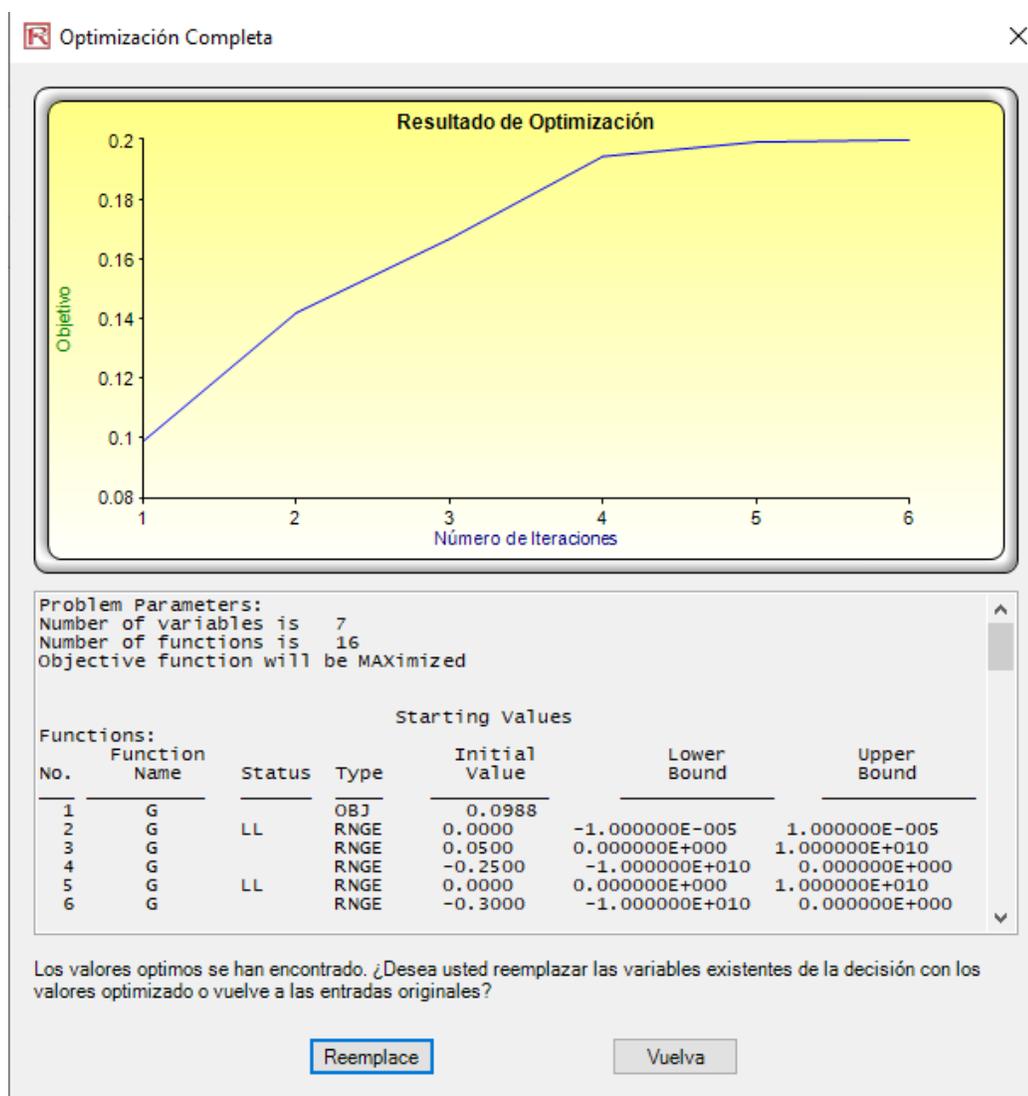
Panel de minimización de volatilidad



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de "Risk Simulator"

Figura 16

Panel de maximización del índice Sharpe



Nota. Fuente: Imagen tomada de la configuración de "Risk Simulator"

Tabla 6*Resultados de optimización según el tipo de inversionista*

	Rentabilidad	Volatilidad	Índice Sharpe
Inversionista ingenuo	6.4788%	27.0234%	11.1672%
Inversionista agresivo	9.5707%	32.6730%	18.7027%
Inversionista conservador	5.5847%	16.5914%	12.8063%
Inversionista moderado	9.2251%	28.2739%	20.3903%

Nota. Fuente: elaboración propia**Tabla 7***Combinaciones ideales según el tipo de inversionista*

	BTC	DASH	ETH	LTC	XMR	XRP	USDT
Inversionista ingenuo	14.28%	14.28%	14.28%	14.28%	14.28%	14.28%	14.88%
Inversionista agresivo	10.00%	5.00%	35.00%	5.00%	35.00%	5.00%	5.00%
Inversionista conservador	35.00%	5.00%	5.00%	10.00%	5.00%	5.00%	35.00%
Inversionista moderado	35.00%	5.00%	35.00%	5.00%	10.00%	5.00%	5.00%

Nota. Fuente: elaboración propia

Se incluyó el escenario de un inversionista ingenuo, referente a quien sin conocimiento o análisis previo invierte el capital disponible en cantidades iguales a cada criptomoneda, es decir, 14.28% del dinero disponible a las siete criptomonedas, este inversionista tendría una rentabilidad del 6.4778% y un índice de Sharpe de 11.1672%, asumiendo un riesgo del 27.0234%, para un inversionista agresivo lo mejor es invertir 35% del capital disponible en Ethereum, 35% en Monero, 10% en Bitcoin y 5% en las cuatro criptomonedas restantes, esto le

dará una rentabilidad de 9.5707% y un índice de Sharpe del 18.7027%, asumiendo un riesgo del 32.6730%, para un inversionista conservador lo ideal es invertir 35% del capital en Bitcoin, 35% en Tether, 10% en Litecoin y 5% en las cuatro restantes, siendo el que menos rentabilidad obtiene, 5.5847%, asumiendo un riesgo del 16.5914% y obteniendo un índice Sharpe del 12.8063%, por último, un inversionista moderado debe invertir el 35% de su capital en Bitcoin, el 35% en Ethereum, un 10% en Monero y 5% en las cuatro restantes, obteniendo una rentabilidad de 9.2251% y un índice de Sharpe de 20.3903%, asumiendo un riesgo de 28.2739%.

Conclusión

En la presente investigación se determinó que la inversión en criptomonedas es rentable y ofrece rendimientos considerables, siendo Bitcoin, Ethereum y Monero las principales opciones para inversionistas agresivos y moderados, dispuestos a asumir alto riesgo, sin embargo, para inversionistas conservadores, es ideal invertir en Bitcoin, Litecoin Y Tether, ya que este mercado presenta altas volatilidades y debido a la filosofía de bajo riesgo y rendimientos moderados, para este último tipo de inversionista sería favorable invertir en mercados de riesgo cero, por ejemplo en bonos del tesoro estadounidense.

Lo más importante de este análisis fue establecer de qué manera se debe diversificar el capital según el tipo de inversionista porque se evita conformar un portafolio ingenuo que no maximiza el retorno ni el índice de Sharpe, lo que más ayudó en este análisis fue el uso del simulador de riesgo ya que, sin este no sería posible realizar las 10.000 iteraciones que establecieron las cantidades óptimas a invertir en cada criptomoneda, lo más difícil fue reunir la data de los precios debido a que en algunos portales no se cuenta con la data completa y posteriormente debe unificarse en un mismo formato y verificar que los datos sean correctos.

Finalmente, es pertinente realizar investigaciones que analicen periodos de tiempo futuros al trabajado, permitan comparar y conocer la evolución que ha tenido este mercado reciente y establecer nuevas posibles candidatas para realizar una inversión.

Anexos

1. Base de datos utilizada:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/19HCgiQ55v7oiO0TKrw-ID5IPMsoE1fyb/edit?usp=sharing&oid=105625574323051656962&rtpof=true&sd=true>

2. Video explicativo de la optimización realizada:

<https://drive.google.com/file/d/154ohlrM5wIVvBLnlN2a10pqutF92YvkY/view?usp=sharing>

Referencias bibliográficas

Banco de la República. (2012). *Banco de la república*. Obtenido de https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/guia2_el_dinero_y_la_politica_monetaria.pdf

Banco de la República. (09 de 04 de 2018). *Banco de la república*. Obtenido de <https://www.banrep.gov.co/es/publicaciones/documento-tecnico-criptoactivos>

BBC News Mundo. (7 de septiembre de 2021). *BBC News Mundo*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-58441561>

Bolaños, J., Luetticke, F., & Galarza, C. (2019). *Criptoeconomía*. VARIAS.

Carracedo, P., Guaita, J. M., & Núñez, I. (2019). *Las criptomonedas: Digitalización del dinero 2.0*. Aranzadi.

Díaz, L. J. (2019). Criptomonedas: evolución, crecimiento. *Industria, Innovación e Infraestructura*, 130-142.

- FMI. (Septiembre de 2012). *International Monetary Fund*. Obtenido de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2012/09/basics.htm>
- López, A., Restrepo, J., & Ocampo, M. (30 de 01 de 2020). *Tecnológico de Antioquia*. Obtenido de <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tda/561?show=full>
- Menger, C. (2013). *El dinero, traducción*. Unión Editorial.
- Montaña, A. D. (2019). Dinero digital: Una opción a la regulación del Banco Central. *ECONÓMICAS CUC*, 145-156.
- Moreno, B., Sánchez, A., Valencia, N., & Soto, F. (2018). Criptomonedas Como Alternativa de Inversión, Riesgos, Regulación y. *Repositorio UTadeo*, 1-50.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Orzi, R., Valdecantos, S., & Porcherot, R. (enero de 2020). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/345770030_Criptomonedas_para_el_cambio_social_La_experiencia_de_moneda_par_en_Argentina
- RAE. (2022). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/moneda>
- Zarraluqui, I. (2018). *Análisis de las criptomonedas en la economía actual*.