



PROYECTO DE GRADO

Presentado ante la ilustre UNIVERSIDAD DE LOS ANDES como requisito final para obtener el
Título de INGENIERO DE SISTEMAS

www.bdigital.ula.ve

OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE TRADING BASADAS EN INDICADORES TÉCNICOS

Por

Br. José David Pérez Rivas.

Tutor: Prof. Georges Jabbour Chediak.

Marzo 2024

©2024 Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela

C.C. Reconocimiento

Optimización de Estrategias de Trading Basadas en Indicadores Técnicos

Br. José Pérez.

Proyecto de grado – Investigación de Operaciones.

Resumen

En el presente trabajo se busca optimizar el uso de indicadores técnicos en la definición de estrategias de inversión en los mercados financieros, con la finalidad de maximizar la tasa de retorno. Para lograrlo, se utiliza la metodología de prueba retrospectiva y se emplean los indicadores de media móvil simple (SMA), media móvil exponencial (EMA), el índice de fuerza relativa (RSI), el índice de movimiento direccional promedio (ADX), la Convergencia/Divergencia de la media móvil (MACD) y las bandas de Bollinger. Se realiza un análisis histórico de datos de los activos en dos mercados financieros como son el mercado de criptoactivos y el mercado de valores, para de esta manera, encontrar la estrategia más conveniente de trading. La metodología utilizada permite evaluar y comparar diferentes estrategias y ajustar los periodos de los indicadores técnicos para obtener mejores resultados. Entre los hallazgos más relevantes del proyecto se destaca la identificación de estrategias que demostraron un alto grado de eficacia en la maximización de la tasa de retorno, así como la importancia de ajustar los periodos de los indicadores técnicos de acuerdo con las condiciones específicas del mercado. Estos resultados proporcionan una valiosa orientación para los inversores interesados en mejorar su desempeño en los mercados financieros mediante el uso efectivo de indicadores técnicos en sus estrategias de inversión.

Palabras Clave: optimizar, estrategias, trading, indicadores técnicos, prueba retrospectiva.

2.5.4. Índice de fuerza relativa (RSI).....	15
2.5.5. Convergencia/Divergencia de la media móvil (MACD)	17
2.5.6. Bandas de Bollinger.....	18
2.6. Estrategias de Trading.....	19
2.7. Optimización de Estrategias de Trading	20
2.8. Prueba Retrospectiva (Backtesting).....	21
2.8.1. Métricas Para las Pruebas Retrospectivas:.....	22
Capítulo III.....	25
Marco Metodológico.....	25
3.1. Selección de los Datos de los Activos	25
3.2. Limpieza de los Datos.....	26
3.3. Selección de los Indicadores	26
3.4. Reglas de Entrada y Salida	26
3.4.1. Reglas de Entrada de los Indicadores	27
3.4.2. Reglas de Salida Para los Indicadores	27
3.4.3. Orden de Detención de P	28
3.4.4. Orden de Toma de Ganancias	29
3.5. Porcentaje de Comisión por Operación	29
3.6. Capital	30
3.7. Generación de Estrategias.....	30
3.8. Rango de Periodos de los Indicadores	31
3.9. Metodología de Optimización de Estrategias de Trading.....	33
Capítulo IV.....	38
Análisis de Resultados Criptomonedas.....	38
4.1. Descripción de la Muestra de Datos	38

4.2. Presentación de Datos Cuantitativos Criptomonedas	38
4.2.1. Bitcoin.....	38
4.2.2. Ethereum	42
4.2.3. Litecoin	45
4.2.4. Ripple.....	49
4.2.5. Binance Coin.....	52
Capítulo V	56
Análisis de Resultados Mercado de Valores.....	56
5.1. Descripción de la Muestra de Datos	56
5.2. Presentación de Datos Cuantitativos Mercado de Valores	56
5.2.1. Tesla, Inc.....	56
5.2.2. Apple, Inc.....	60
5.2.3. Sirius XM Holdings Inc.....	63
5.2.4. Amazon.com, Inc	67
5.2.5. Advanced Micro Devices, Inc.....	70
Conclusiones.....	74
Recomendaciones	76
Referencias Bibliográficas	78
Anexos	82
Comparación de métricas individuales (BTC).....	82
Comparación de métricas individuales (ETH).....	82
Comparación de métricas individuales (LTC).....	83
Comparación de métricas individuales (XRP).....	83
Comparación de métricas individuales (BNB)	84
Comparación de métricas individuales (TSLA)	84

Comparación de métricas individuales (AAPL).....	85
Comparación de métricas individuales (SIRI).....	85
Comparación de métricas individuales (AMZN).....	86
Comparación de métricas individuales (AMD)	86
Grafica de Operaciones Estrategia 235, Periodo de Validación (BTC).....	87
Grafica de Operaciones Estrategia 20, Periodo de Validación (ETH).....	87
Grafica de Operaciones Estrategia 12, periodo de Validación (LTC)	88
Grafica de Operaciones Estrategia 131, Periodo de Validación (XRP).....	88
Grafica de Operaciones Estrategia 68, Periodo de Validación (BNB)	89
Grafica de Operaciones Estrategia 20, Periodo de Validación (TSLA)	89
Grafica de Operaciones Estrategia 42, Periodo de Validación (AAPL).....	90
Grafica de Operaciones Estrategia 68, Periodo de Validación (SIRI).....	90
Grafica de Operaciones Estrategia 27, Periodo de Validación (AMZN).....	91
Grafica de Operaciones Estrategia 274 Periodo de Validación (AMD)	91
Resultados Promedio de los 5 Años (BTC)	92
Resultados Periodo de Validación (BTC).....	92
Resultados Promedio de los 5 Años (ETH)	93
Resultados Periodo de Validación (ETH).....	93
Resultados Promedio de los 5 Años (LTC)	94
Resultados Periodo de Validación (LTC)	94
Resultados Promedio de los 5 Años (XRP)	95
Resultados Periodo de Validación (XRP).....	95
Resultados Promedio de los 5 Años (BNB).....	96
Resultados Periodo de Validación (BNB)	96
Resultados Promedio de los 5 Años (TSLA).....	97

Resultados Periodo de Validación (TSLA).....	97
Resultados Promedio de los 5 Años (AAPL)	98
Resultados Periodo de Validación (AAPL)	98
Resultados Promedio de los 5 Años (SIRI)	99
Resultados Periodo de Validación (SIRI)	99
Resultados Promedio de los 5 Años (AMZN)	100
Resultados Periodo de Validación (AMZN).....	100
Resultados Promedio de los 5 Años (AMD).....	101
Resultados Periodo de Validación (AMD).	101

www.bdigital.ula.ve

Índice de Figuras

Figura 2.1: Media movil simple (SMA).	14
Figura 2.2: Media móvil exponencial (EMA).....	14
Figura 2.3: Índice de movimiento direccional (ADX).....	15
Figura 2.4: Índice de movimiento direccional (ADX).....	15
Figura 2.5: Índice de fuerza relativa (RSI).	16
Figura 2.6: Índice de fuerza relativa (RSI).	16
Figura 2.7: Convergencia/divergencia de la media móvil (MACD).....	17
Figura 2.8: Convergencia/divergencia de la media móvil (MACD).....	18
Figura 2.9: Bandas de Bollinger.	19
Figura 3.1: Metodología de optimización.	33
Figura 4.1: Grafico de precio BTC.	38
Figura 4.2: Comparación de la métrica global BTC.	41
Figura 4.3: Grafico de precio Ethereum.	42
Figura 4.4: Comparación métrica global ETH.....	45
Figura 4.5: Grafico de precio Litecoin.....	45
Figura 4.6: Comparación métrica global LTC.....	48
Figura 4.7: Grafico de precio Ripple.	49
Figura 4.8: Comparación métrica global XRP.....	52
Figura 4.9: Grafico de precio Binance Coin.	52
Figura 4.10: Comparación métrica global BNB.	55
Figura 5.1: Grafico de precio Tesla.	56
Figura 5.2: Comparación métrica global TSLA.	59
Figura 5.3: Grafico de precio Apple.	60

Figura 5.4: Comparación métrica global AAPL.	63
Figura 5.5: Grafico de precio SIRI.	63
Figura 5.6: Comparación métrica global SIRI.	66
Figura 5.7: Grafico de precio Amazon.	67
Figura 5.8: Comparación métrica global AMZN.	70
Figura 5.9: Grafico de precio Advanced Micro Devices.	70
Figura 5.10: Comparación métrica global AMD.	73

www.bdigital.ula.ve

Índice de Contenido

Resumen.....	ii
Índice de Figuras.....	viii
Introducción	1
Capítulo I	3
Planteamiento del Problema	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Definición del Problema	5
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. Limitaciones de la Investigación	7
1.6. Alcance	8
1.7. Metodología a Utilizar	8
Capítulo II	11
Marco Teórico.....	11
2.1. ¿Qué es el Trading?	11
2.2. ¿Qué es el Trading Cuantitativo?.....	11
2.3. ¿Qué son las Operaciones de Compra y Venta?	12
2.4. Análisis Técnico.....	12
2.5. Indicadores Técnicos	13
2.5.1. Media móvil simple (SMA).....	13
2.5.2. Media móvil exponencial (EMA).....	14
2.5.3. Índice de Movimiento Direccional Promedio (ADX)	15

Introducción

En el mundo de las inversiones y el trading, una estrategia de trading es un conjunto de reglas y criterios específicos utilizados por los inversores para tomar decisiones financieras con el objetivo de maximizar los rendimientos y minimizar los riesgos en los mercados financieros. Estas estrategias se basan en una amplia gama de factores, entre los cuales destacan los indicadores técnicos. Los indicadores técnicos son herramientas cruciales que permiten a los inversores analizar el comportamiento pasado y presente de los activos financieros, así como proyectar tendencias futuras. Ejemplos comunes de indicadores técnicos incluyen el promedio móvil simple (SMA), el promedio móvil exponencial (EMA), el índice de fuerza relativa (RSI), el índice de movimiento direccional promedio (ADX), la divergencia de convergencia de la media móvil (MACD) y las bandas de Bollinger (BB).

Además de los indicadores técnicos, es crucial considerar factores externos que puedan influir en los mercados, como eventos económicos, geopolíticos o cambios regulatorios. La combinación de análisis técnico con un entendimiento profundo del entorno económico general puede proporcionar una perspectiva más completa y ayudar a los inversores a tomar decisiones fundamentadas.

El presente proyecto tiene como objetivo fundamental profundizar en la complejidad de la optimización de estrategias de trading. No se trata solo de conocer indicadores y estrategias, sino de saber cómo combinarlos de manera efectiva y ajustarlos en función de las circunstancias. La optimización es un proceso continuo que implica un análisis constante de datos y la adaptación a las tendencias cambiantes del mercado.

Para lograr este objetivo, se ha aplicado un método matemático específico, haciendo uso del campo de la combinatoria, para generar un conjunto de 275 estrategias. Estas estrategias han sido sometidas a evaluación utilizando la herramienta en Python llamada backtesting, que permite simular las operaciones basadas en estas estrategias utilizando datos históricos del mercado. Este proceso nos permitirá analizar cómo habrían funcionado estas estrategias en el pasado y evaluar su potencial para el futuro.

Este trabajo se organiza en cinco capítulos que abordan de manera sistemática los diferentes aspectos de la investigación. En el Capítulo I, se establece el contexto al exponer el problema objeto de estudio. Aquí se identifican las áreas de interés y se delimitan los objetivos que se persiguen con el análisis.

En el Capítulo II, se profundiza en el marco teórico necesario para comprender el análisis técnico y los indicadores técnicos utilizados en el estudio. Se revisan los conceptos clave, las teorías relevantes y se analiza la literatura existente sobre el tema. Esta sección sienta las bases teóricas sobre las cuales se construye el análisis posterior.

El Capítulo III se centra en la metodología empleada en el estudio. Aquí se describen detalladamente los procedimientos utilizados para recopilar, analizar e interpretar los datos. Se explican las técnicas de investigación y la selección de la muestra.

En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos del análisis de los activos financieros de las criptomonedas. Se detallan los hallazgos, se muestran los datos recopilados y se discuten las implicaciones de los resultados, esto es crucial para comprender el impacto de los hallazgos en el contexto del problema planteado en el Capítulo I.

En el Capítulo V se presentan los resultados obtenidos del análisis de los activos financieros del mercado de valores. Se detallan los hallazgos, se muestran los datos recopilados y se discuten las implicaciones de los resultados, esto es crucial para comprender el impacto de los hallazgos en el contexto del problema planteado en el Capítulo I.

También se incluye un Capítulo de Conclusiones y Recomendaciones, nos sumergimos en el cierre reflexivo de nuestro estudio sobre estrategias de trading respaldadas por indicadores técnicos. Aquí, consolidamos los hallazgos destacados en los capítulos anteriores, evaluamos su relevancia en el panorama general del trading.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1. Antecedentes

La optimización de estrategias trading, es un tema que ha despertado gran interés en el mundo de las finanzas en las últimas décadas. Esto debido a la utilización de sistemas automatizados de comercio, los cuales se han vuelto cada vez más comunes, tanto en inversionistas institucionales como individuales; la necesidad de encontrar estrategias efectivas y rentables se ha tornado crucial. Las pruebas retrospectivas gozan de ser una herramienta valiosa para los inversionistas, ya que les permite probar diferentes estrategias en un entorno seguro antes de implementarlas en los mercados reales. En este contexto, conocer los antecedentes y los métodos utilizados en la optimización de estrategias de trading se vuelve fundamental para aquellos interesados en mejorar sus resultados en el mundo financiero.

Uno de los primeros antecedentes que se pueden identificar es el de Aragón et al. (2018), en donde se realiza un estudio enfocado en mejorar las estrategias trading en el mercado intradiario de los futuros de petróleo. En este trabajo se utilizó una metodología basada en algoritmos genéticos para optimizar las estrategias de trading y evitar la imprudencia en la elección de parámetros y reglas. Los resultados del estudio muestran que las estrategias optimizadas tienen un mejor rendimiento que las estrategias tradicionales, y realizaron pruebas de robustez para verificar su efectividad en diferentes escenarios.

Glucksmann et al. (2019), hace observación en el aumento de la popularidad de Bitcoin que se debe a su naturaleza descentralizada y a la tecnología de blockchain que la sustenta, así como al aumento vertiginoso de su precio. Sin embargo, menciona que estudios recientes indican que el mercado de Bitcoin sigue siendo inexperimentado e ineficaz. Con el fin de capturar las ganancias del aumento de precio de Bitcoin y minimizar las pérdidas, se ha buscado una estrategia de trading con un alto retorno minimizando el riesgo utilizando indicadores técnicos populares. La estrategia final utiliza una combinación del indicador de bandas de Bollinger, volumen y diferentes promedios móviles como señales de confirmación. Los resultados de las pruebas muestran que la estrategia mejora el índice de Sharpe y reduce la pérdida máxima, lo que demuestra la ineficiencia e inmadurez del mercado de Bitcoin.

Gómez y Ramírez (2019), presentan el desarrollo de estrategias algorítmicas fundamentadas en osciladores e indicadores para el par de divisas EURUSD utilizando el software

de trading Pro Real Time. Estas estrategias se prueban y se consideran adecuadas si muestran resultados sólidos. Las estrategias incluyen combinaciones de medias móviles (SMA), el oscilador de fuerza relativa (RSI), el oscilador estocástico (STOCH), el MACD y las Bandas de Bollinger (BB). El documento presenta los resultados de estas estrategias y concluye si son apropiadas para la inversión en este par de divisas u otros.

Spörer (2020) en su tesis de maestría, presenta una herramienta, denominada quantbacktest, diseñada para realizar pruebas retrospectivas de estrategias de trading algorítmico en el ámbito de las criptomonedas. Este instrumento ofrece una forma conveniente de ejecutar comparaciones automáticas en espacios de parámetros multidimensionales para estrategias de trading algorítmico. La herramienta es versátil, ya que permite simular cualquier estrategia algorítmica y probar y optimizar espacios de parámetros con ajustes mínimos. Además, admite la evaluación de frecuencias de trading diversas, desde intradía hasta estrategias a largo plazo. Ofrece métricas estándares de rendimiento, métricas de riesgo y funcionalidades de pruebas de robustez en formato CSV y en forma de diagramas, sin requerir un conocimiento técnico a nivel de código por parte del usuario. Los usuarios pueden proporcionar señales y datos de precios a través de archivos CSV o Excel.

Sainz Bravo (2021), hace mención que en las últimas décadas, el trading algorítmico ha revolucionado la inversión financiera al ser cada vez más adoptado por inversores individuales, con el propósito de eliminar la subjetividad y las emociones en sus operaciones. Este estudio tiene como objetivo principal la creación de una estrategia rentable utilizando el lenguaje de programación R. Para lograrlo, se examinan los principios fundamentales del análisis técnico, así como una revisión de los indicadores más reconocidos, que serán combinados siguiendo un conjunto de reglas para construir la estrategia. Posteriormente, se realizan pruebas retrospectivas de esta estrategia utilizando diferentes activos con intervalos de datos de 4 horas. Finalmente, aplican un filtro para seleccionar los activos más prometedores y se analizan los resultados obtenidos.

Según Serrano Riera (2022), llevó a cabo un examen y mejora de técnicas convencionales de inversión que utilizan medias móviles. Posteriormente, presento estrategias de inversión innovadoras que se basaron en redes neuronales para identificar cuál de ellas resultaría más eficaz. Como conclusión del trabajo, constató que las redes neuronales superan al método tradicional de

cruzamiento de medias móviles y, en ocasiones, incluso a la estrategia pasiva de compra y retención (Comprar y Mantener).

Aguilera (2022), presentó una metodología para optimizar una estrategia de trading en el Colcap utilizando redes neuronales estocásticas. El trabajo describe detalladamente cómo se aplicará esta técnica y sus beneficios en el trading, así como la minimización de costos asociados con el trading. Además, se comparan los resultados obtenidos al aplicar esta estrategia en el Colcap, con los resultados obtenidos al utilizar una estrategia (Comprar y Mantener). Los resultados muestran que la estrategia propuesta logra maximizar el rendimiento de la estrategia de trading y reducir el riesgo de pérdidas.

En general, los antecedentes presentados resaltan la crítica importancia de investigar y optimizar estrategias trading con el fin de lograr mejorar los resultados en los mercados financieros. Estos trabajos enfatizan la necesidad de adaptar las estrategias a contextos específicos y de someterlas a pruebas de robustez para asegurar su eficacia en diversas situaciones.

Además, se evidencia el empleo de avanzadas técnicas como, algoritmos genéticos y redes neuronales para perfeccionar los métodos de optimización y alcanzar una mayor eficiencia en las estrategias de compra y venta. En conjunto, estos antecedentes subrayan la importancia continua de la investigación y el desarrollo de nuevas herramientas y enfoques metodológicos para mejorar el desempeño en los mercados financieros y lograr una mayor eficacia en las estrategias comerciales, adaptándose a las cambiantes condiciones del mercado y persiguiendo la obtención de rendimientos efectivos y consistentes.

1.2. Definición del Problema

La definición del problema para el presente proyecto, está centrada en la intrincada naturaleza de la optimización de estrategias de trading en los mercados financieros. El éxito en el ámbito del trading no se limita únicamente al conocimiento de indicadores y estrategias, sino que radica en la habilidad para combinarlos de manera eficaz y ajustarlos en concordancia con las cambiantes circunstancias del mercado. Este proceso de optimización se revela como un desafío continuo, que exige un análisis constante de datos y una adaptación ágil a las tendencias en constante evolución del mercado.

En este contexto, el problema se manifiesta en la necesidad de abordar la complejidad de la optimización de estrategias de trading. La toma de decisiones en los mercados financieros

implica un conjunto diverso de factores, que incluyen la selección de indicadores técnicos, la configuración de parámetros, la elección de activos y la gestión del riesgo. La efectividad de una estrategia depende de la habilidad para ajustar estos componentes de manera precisa y oportuna. El éxito en el trading no se basa únicamente en un conocimiento estático, sino en la capacidad de adaptación y mejora constante de las estrategias.

Por lo tanto, el inconveniente central que aborda este proyecto radica en cómo mejorar las estrategias de trading en un entorno financiero caracterizado por su volatilidad y complejidad. La resolución exitosa de esta dificultad implica el desarrollo de enfoques efectivos para combinar indicadores, ajustar estrategias y tomar decisiones informadas, todo ello con el propósito de maximizar la rentabilidad y minimizar los riesgos en las operaciones de trading en los mercados financieros en constante cambio.

1.3. Justificación

En las inversiones, el trading y en general, cualquier movimiento financiero, es altamente competitivo, siempre caracterizado por la constante evolución de los mercados, la tecnología y las tácticas utilizadas. En este contexto, la optimización de estrategias de trading se presenta como un área de investigación y desarrollo crucial. Esta justificación se apoya en las siguientes razones:

- **Mejora del Rendimiento:** La optimización de estrategias de trading tiene el potencial de mejorar significativamente el rendimiento de las inversiones. Esto puede llevar a un aumento en la rentabilidad y una reducción del riesgo, lo que es fundamental para inversores individuales y profesionales.
- **Adaptación a Cambiantes Condiciones del Mercado:** Los mercados financieros experimentan fluctuaciones constantes y cambios en las condiciones económicas y geopolíticas. La investigación en optimización permite desarrollar estrategias que se adaptan a estas condiciones cambiantes.
- **Competitividad:** En un entorno en el que muchos inversores utilizan estrategias automatizadas, la capacidad de desarrollar y ajustar estrategias de trading eficientes es esencial para mantenerse competitivo.
- **Gestión de Riesgos:** La capacidad de gestionar eficazmente el riesgo es fundamental en el mundo de las inversiones, y la optimización de estrategias desempeña un papel crucial en

este aspecto.

El presente proyecto de investigación estudia el modo de optimizar estrategias de trading, las cuales puede beneficiar a inversionistas o empresas mercantiles en la toma de decisiones a la hora de abordar los desafíos que se presenten y así aprovechar de mejor manera las oportunidades en los mercados financieros.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Optimizar el uso de indicadores técnicos para definir estrategias de inversión en los mercados financieros y maximizar la tasa de retorno.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Realizar una revisión bibliográfica en el campo de la optimización de estrategias de trading.
- Seleccionar seis indicadores técnicos comúnmente utilizados en el análisis técnico, que han demostrado ser efectivos y han reportado mejores resultados entre los inversionistas.
- Seleccionar 10 activos de los mercados financieros para realizar análisis.
- Definir un conjunto de estrategias de trading basadas en los indicadores seleccionados.
- Evaluar y seleccionar la mejor estrategia de trading para cada activo, dentro del conjunto construido en el tercer objetivo específico.

1.5. Limitaciones de la Investigación

A pesar de que este trabajo tiene como objetivo proporcionar información útil para los inversores, esto puede ser muy desafiante debido a la gran cantidad de factores externos que influyen en los resultados, como condiciones económicas globales, eventos geopolíticos, riesgo de mercado, Por lo tanto, es importante tener en cuenta las posibles limitaciones de la investigación para garantizar que los resultados sean válidos y se puedan generalizar adecuadamente.

Una limitación que se plantea con frecuencia en la investigación de los indicadores técnicos en los mercados financieros es la selección de un subconjunto pequeño de indicadores para analizar. En la mayoría de los casos, se utilizan los indicadores más comunes y ampliamente

utilizados. Sin embargo, esto puede limitar la validez de los resultados, ya que puede haber otros indicadores que también son importantes y que no se han tenido en cuenta en el estudio.

Además, cada indicador técnico tiene parámetros específicos que pueden variar en un amplio rango de valores. En algunos casos, estos parámetros pueden tener un dominio continuo, lo que significa que hay una cantidad infinita de valores posibles. En otros casos, los valores pueden ser discretos, pero todavía hay una gran cantidad de posibles valores. En esta investigación en particular, es posible que se hayan considerado solo ciertos valores puntuales de estos dominios.

1.6. Alcance

El alcance de este proyecto se centra en la identificación de estrategias de trading basadas en indicadores técnicos rentables y en la creación de un sistema de trading sólido a través de la combinación óptima de estos indicadores, adaptado específicamente para cada activo financiero.

1.7. Metodología a Utilizar

La optimización de estrategias de trading implica un enfoque estructurado para evaluar y mejorar el rendimiento de estas estrategias en los mercados financieros. A continuación, una metodología general a seguir:

1.7.1. Fase de Investigación y Preparación

- Definición de Objetivos: Establecer claramente los objetivos del proyecto, como mejorar la rentabilidad, reducir el riesgo o lograr un rendimiento específico.
- Revisión de Literatura: Investigar y revisar la literatura relacionada con estrategias de trading, indicadores técnicos y métodos de optimización.

1.7.2. Selección de los Datos de los Activos

- Se seleccionan los activos financieros en los que se desea operar, como criptomonedas y acciones.

1.7.3. Limpieza de los Datos

- Preparar y procesar los datos históricos de los activos, eliminando errores o anomalías que

puedan afectar las estrategias.

1.7.4. Selección de los Indicadores

- Elegir los indicadores técnicos a utilizar en las estrategias, como medias móviles, RSI, etc.

1.7.5. Reglas de Entrada y Salida

- Definir las reglas precisas para entrar y salir de las operaciones basadas en los indicadores seleccionados.

1.7.6. Orden de Detención de Pérdidas

- Establecer reglas de gestión de riesgos que determinen cuándo y cómo detener las operaciones en caso de pérdidas.

1.7.7. Orden de Toma de Ganancias

- Definir reglas para asegurar las ganancias y proteger las inversiones en operaciones exitosas.

1.7.8. Porcentaje de Comisión por Operación

- Considerar los costos de comisión por cada operación y su impacto en la rentabilidad.

1.7.9. Capital

- Considerar la cantidad de capital inicial disponible para las operaciones. La gestión adecuada del capital es esencial para garantizar que se pueda operar de manera efectiva y resistir posibles pérdidas.

1.7.10. Generación de Estrategias

- Crear estrategias de trading basadas en las reglas de entrada, salida, combinando los indicadores seleccionados.

1.7.11. Rango de Periodos de los Indicadores

- Experimentar con diferentes períodos de tiempo para los indicadores para ver cómo afecta el rendimiento de las estrategias.

1.7.12. Metodología de Optimización de Estrategias de Trading

- Utilizar la técnica de optimización, como pruebas retrospectivas, para ajustar los

parámetros de las estrategias y maximizar la rentabilidad.

1.7.13. Análisis de Resultados

- Evaluar el rendimiento de las estrategias optimizadas.
- Identificar la mejor estrategia para cada activo seleccionado.

www.bdigital.ula.ve

Capítulo II

Marco Teórico

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos necesarios para comprender la optimización de estrategias trading mediante pruebas retrospectivas. Se discuten los conceptos de trading, análisis técnico, indicadores técnicos y optimización de estrategias trading. En particular, se profundiza en la comprensión de cómo se pueden utilizar los indicadores técnicos para mejorar la eficacia de las estrategias de trading y cómo se pueden optimizar estas estrategias para maximizar los beneficios. Además, se examinan los diferentes tipos de análisis técnico que se pueden utilizar para evaluar el rendimiento de una estrategia de trading y se discuten las mejores prácticas para llevar a cabo pruebas retrospectivas de manera efectiva.

2.1. ¿Qué es el Trading?

En el mundo del trading, nos sumergimos en una práctica financiera que va más allá de la simple compra y venta de activos. Según Fialli (2016) en su libro Trading y Bolsa, esta disciplina implica operar en los mercados bursátiles para un activo en específico. Para el autor, la esencia del trading radica en la búsqueda constante de obtener beneficios a través de las fluctuaciones de precios.

Según Fialli (2016), podemos comparar el trading con un juego estratégico en el que se busca comprar algo a un precio más bajo con la esperanza de venderlo a un precio más alto. La clave está en especular, anticiparse a los movimientos del mercado y capitalizar las diferencias de precios para lograr obtener ganancias.

Para Fialli (2016), es crucial entender que el trading se aparta de la noción de inversión tradicional, ya que se centra en la especulación pura. En este sentido, cada operación no es simplemente una apuesta, como podría entenderse en un juego de azar, sino que está respaldada por un riguroso estudio de mercado. Aquí, términos como "apostar" o "jugar" resultan inapropiados, ya que el trading demanda un enfoque serio y profesional.

2.2. ¿Qué es el Trading Cuantitativo?

Para Chan (2021), el trading cuantitativo, también denominado trading algorítmico, se distingue por ser la actividad de negociación de activos en la cual la toma de decisiones de compra

y venta se fundamenta por completo en algoritmos informáticos. Estos algoritmos son diseñados y, en ocasiones, programados por los propios inversores, quienes se apoyan en el rendimiento histórico de la estrategia codificada, sometiéndola a pruebas con datos financieros previos.

Según Chan (2021), es correcto que una estrategia fundamentada en el análisis técnico puede integrarse en un sistema de trading cuantitativo si puede ser completamente traducida en programas informáticos, no todo análisis técnico se puede clasificar como trading cuantitativo. Ciertas tácticas de análisis gráfico, por ejemplo, la identificación de un patrón de "cabeza y hombros", podrían no ser incorporadas en las herramientas de un operador cuantitativo, debido a su naturaleza y la complicación para cuantificarlo.

2.3. ¿Qué son las Operaciones de Compra y Venta?

En base a la obra de Elder (2019), las operaciones de compra y venta son una forma de arte y ciencia que combina habilidades analíticas, creativas y emocionales para tomar decisiones financieras con el objetivo de obtener ganancias en los mercados. Es una actividad que requiere conocimientos en diversas áreas como análisis técnico, fundamental, estadística, psicología y gestión de riesgos.

Para Elder (2019), las operaciones de compra y venta no se trata solo de comprar y vender activos financieros, sino de encontrar oportunidades de inversión, analizar los riesgos asociados, implementar estrategias comerciales efectivas y tener la disciplina emocional para seguir un plan de comercio establecido. Es una actividad que requiere una formación constante, experiencia práctica y un enfoque de aprendizaje continuo.

Según Elder (2019), las operaciones de compra y venta cada día son diferente, y nunca se deja de aprender, se pueden descubrir nuevas oportunidades de inversión, mejorar habilidades analíticas y emocionales, y disfrutar de la satisfacción personal de hacer crecer su capital.

2.4. Análisis Técnico

En su obra Murphy (1999), habla del análisis técnico como un método de análisis de los mercados financieros que se basa en el uso de gráficos de precios y diversos indicadores técnicos para identificar patrones y tendencias en los precios de los activos financieros. Este autor señala

que el análisis técnico se enfoca en el estudio de la acción del precio y busca identificar patrones repetitivos en la acción del precio que puedan predecir futuros movimientos del mercado.

Para Murphy (1999), los gráficos de precios, son una herramienta clave en el análisis técnico y muestran la evolución del precio de un activo financiero en un período de tiempo determinado. Este autor explica que los gráficos de precios pueden ser de distintos tipos, como los gráficos de líneas, los gráficos de barras y los gráficos de velas japonesas.

Murphy (1999), comenta que el análisis técnico es una herramienta fundamental para los inversores, que buscan tomar decisiones informadas en los mercados financieros. Este se basa en el estudio de los gráficos de precios y en el uso de indicadores técnicos para identificar patrones y tendencias. Cada indicador tiene su propia metodología y se utiliza para diferentes propósitos, pero todos buscan proporcionar señales de compra y venta para ayudar a los inversores a tomar decisiones informadas.

2.5. Indicadores Técnicos

Los indicadores técnicos para Murphy (1999), indican cálculos matemáticos basados en los precios y en otros datos del mercado que se utilizan para analizar los datos de precios y generar señales de compra y venta. Este autor destaca que los indicadores pueden ayudar a identificar patrones en los precios, como las tendencias alcistas y bajistas, las resistencias y los soportes, y las divergencias. Algunos de los indicadores técnicos más comunes, son, las medias móviles, el índice de fuerza relativa (RSI), el estocástico y las bandas de Bollinger.

2.5.1. Media móvil simple (SMA)

Para Murphy (1999), la media móvil simple es uno de los indicadores técnicos más utilizados en el análisis técnico, ya que estas muestran el precio promedio de un activo financiero durante un período de tiempo determinado y pueden ayudar a suavizar la acción del precio y a identificar tendencias en los precios.

$$\text{SMA} = \text{Suma de Precios de Cierre} / \text{Número de Períodos}$$

Por ejemplo, si se analiza el precio de una acción en la bolsa de valores y se calcula su media móvil simple de 20, se debe sumar los precios de cierre de los últimos 20 días y dividir entre 20 para obtener el valor promedio. Ver Figura 2.1.

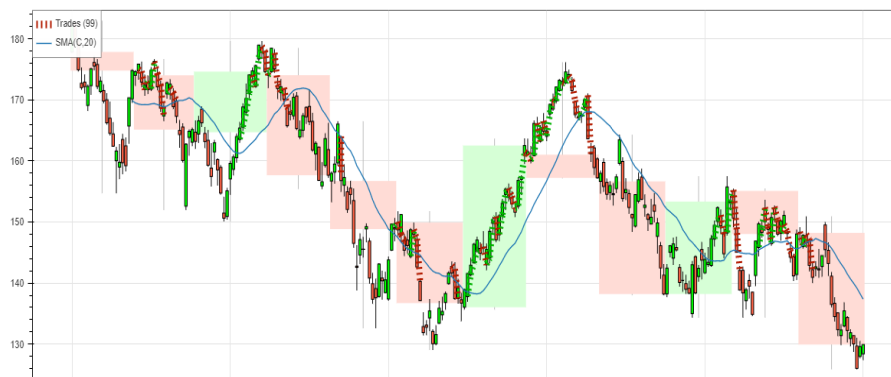


Figura 2.1: Media móvil simple (SMA).

2.5.2. *Media móvil exponencial (EMA)*

Para Murphy (1999), la media móvil exponencial (EMA) puede ser más útil que la media móvil simple (SMA) en mercados que se mueven rápidamente y cambian de tendencia con frecuencia. Esto debido a que los operadores pueden usar diferentes períodos de tiempo para la EMA, dependiendo de sus objetivos de inversión, de sus operaciones.

$$EMA = (\text{Precio Actual} - EMA \text{ Anterior}) \times (2 / (\text{Número de Períodos} + 1)) + EMA \text{ Anterior}$$

Dónde:

Precio Actual: Es el precio más reciente del activo financiero.

EMA Anterior: Es el valor de la EMA del período anterior.

Número de Períodos: Es el número de períodos que se utilizan para calcular la EMA.

Por ejemplo, si se calcula la EMA de 20 períodos para un activo financiero, se inicia con el precio de cierre más reciente y le asignamos un peso determinado. Luego, se considera el precio de cierre del período anterior y se le asigna un peso menor. Este proceso se repite para los 20 períodos anteriores, asignando pesos cada vez menores a medida que nos alejamos en el tiempo.

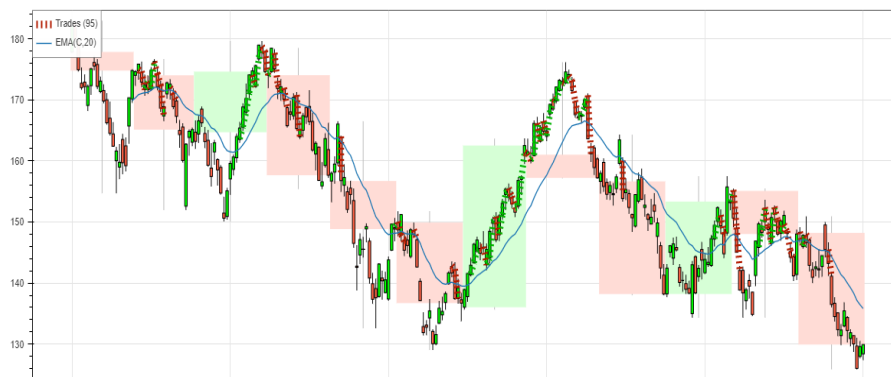


Figura 2.2: Media móvil exponencial (EMA).

2.5.3. Índice de Movimiento Direccional Promedio (ADX)

Según Elder (2019), el ADX es un indicador técnico que ayuda a los inversionistas a determinar la fuerza de la tendencia del mercado. Fue desarrollado por J. Welles Wilder Jr. en 1978. El ADX mide la fuerza de la tendencia y no la dirección de la misma, lo que significa que puede usarse tanto para tendencias alcistas como bajistas. El ADX se calcula utilizando una fórmula que involucra una media móvil y algunos valores de rango verdadero. Los valores del ADX van desde cero hasta 100, siendo 100 el nivel más alto de fuerza de la tendencia. Un valor de ADX por encima de 25 indica una tendencia fuerte, mientras que un valor por debajo de 20 indica una tendencia débil o sin tendencia. El ADX también se puede utilizar junto con otros indicadores técnicos para obtener una visión más completa del mercado y ayudar en la toma de decisiones comerciales.

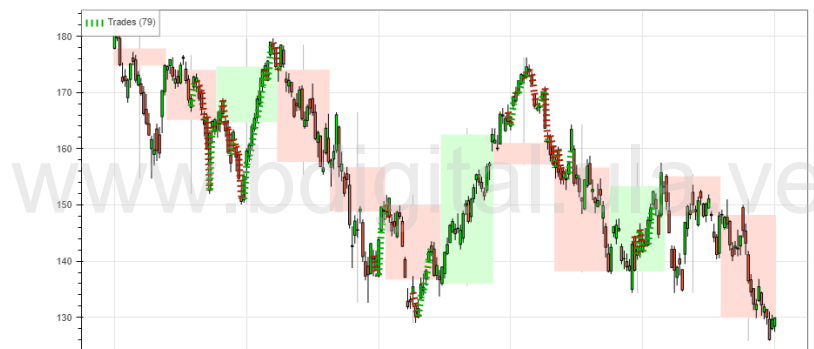


Figura 2.3: Índice de movimiento direccional (ADX).

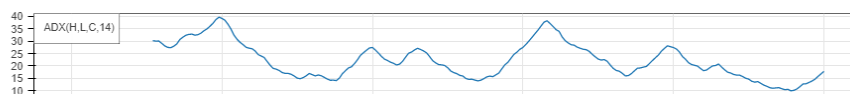


Figura 2.4: Índice de movimiento direccional (ADX).

2.5.4. Índice de fuerza relativa (RSI)

Según Elder (2019), en 1978, J. Welles Wilder Jr. creó el índice de fuerza relativa, es otro indicador técnico popular que mide la fuerza de un activo financiero al comparar los movimientos al alza y a la baja de los precios. El RSI oscila entre 0 y 100 y se considera que un activo financiero está sobrecomprado cuando el RSI supera los 70 y sobrevendido cuando el RSI está por debajo de los 30, (Murphy, 1999, p.264).

$$RSI = 100 - (100 / (1 + RS))$$

Donde:

RS: Relación de la ganancia media y la pérdida media. Se calcula como: Ganancia Media / Pérdida Media

Para calcular la Ganancia Media y la Pérdida Media, se utilizan las siguientes fórmulas:

Ganancia Media = Suma de Ganancias en N períodos / N
Pérdida Media = Suma de Pérdidas en N períodos / N

Donde:

Ganancias: Diferencia entre el precio de cierre actual y el precio de cierre anterior cuando el precio actual es mayor que el anterior.

Pérdidas: Diferencia entre el precio de cierre anterior y el precio de cierre actual cuando el precio actual es menor que el anterior.

Por ejemplo, para calcular el RSI de 14 períodos de un activo financiero, se necesitarían los precios de cierre de los últimos 14 períodos. A partir de estos precios, se calcula la ganancia media y la pérdida media en cada período y se utiliza para calcular la RS y, finalmente, el RSI. Ver Figura 2.5.

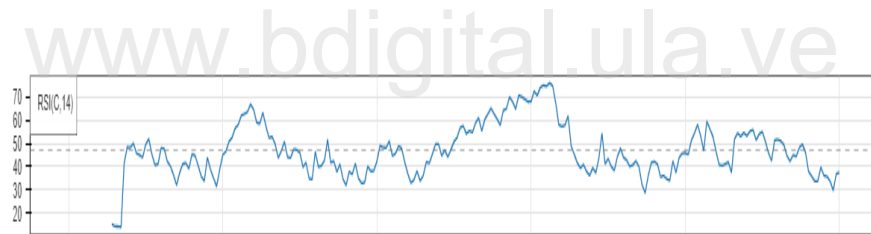


Figura 2.5: Índice de fuerza relativa (RSI).

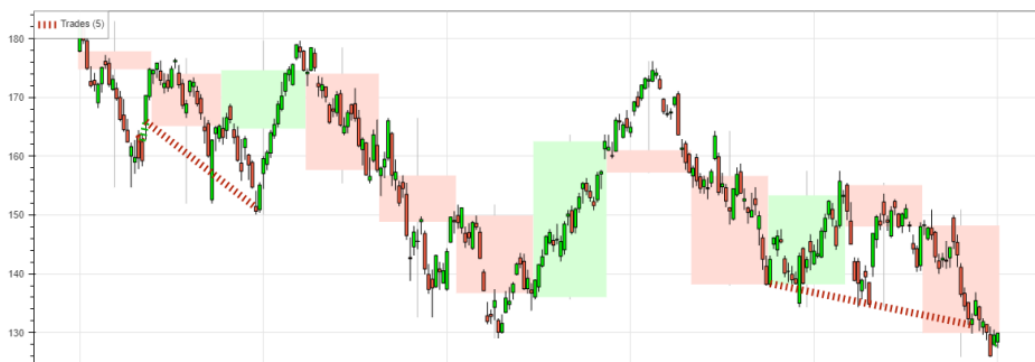


Figura 2.6: Índice de fuerza relativa (RSI).

2.5.5. Convergencia/Divergencia de la media móvil (MACD)

Para Elder (2019), la forma de calcular el MACD es restar la media móvil exponencial (EMA) de 26 periodos de la EMA de 12 periodos. El resultado se muestra en un gráfico que oscila por encima y por debajo de la línea cero.

Calcular la Media Móvil Exponencial (EMA) de 12 períodos del precio de cierre del activo financiero.

Calcular la EMA de 26 períodos del precio de cierre del activo financiero.

Restar la EMA de 26 períodos de la EMA de 12 períodos para obtener el MACD.

La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$\text{MACD} = \text{EMA}(12) - \text{EMA}(26)$$

Dónde:

EMA(12): Media Móvil Exponencial de 12 períodos del precio de cierre del activo financiero.

EMA(26): Media Móvil Exponencial de 26 períodos del precio de cierre del activo financiero.

Elder (2019), comenta que el MACD también puede ser utilizado en combinación con una señal de línea de señal de 9 períodos, que se traza en la parte superior del MACD y se utiliza para generar señales de compra y venta. Además, las divergencias entre el MACD y los movimientos de los precios pueden proporcionar señales anticipadas de posibles cambios en la tendencia.

El MACD es una herramienta útil para el análisis técnico y puede ser utilizado en combinación con otros indicadores y técnicas de análisis para tomar decisiones de inversión informadas en los mercados financieros. El MACD es particularmente útil para identificar cambios en la dirección de las tendencias y para generar señales de compra y venta. Ver Figura 2.7

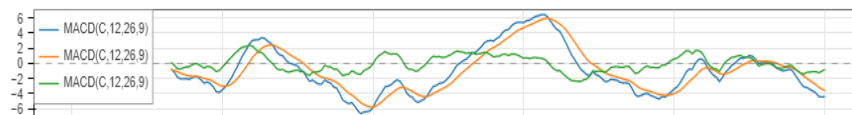


Figura 2.7: Convergencia/divergencia de la media móvil (MACD).



Figura 2.8: Convergencia/divergencia de la media móvil (MACD).

2.5.6. ***Bandas de Bollinger***

Para (Murphy, 1999), las bandas de bollinger representan una herramienta de análisis técnico que se emplea para medir el nivel de volatilidad de un activo financiero. Estas consisten en dos bandas, una superior y una inferior, que se trazan dos desviaciones estándar por encima y por debajo de una media móvil simple del precio. Las bandas de Bollinger pueden ayudar a identificar posibles cambios en la tendencia y a detectar los niveles de soporte y resistencia en los precios. Cuando los precios se acercan a la banda superior, se considera que el activo financiero está sobrecomprado, mientras que cuando los precios se acercan a la banda inferior, se considera que el activo está sobrevendido.

La fórmula de la Banda de Bollinger se calcula en tres pasos:

Calcular la Media Móvil Simple (SMA) del precio de cierre del activo financiero en un determinado período de tiempo. Generalmente se emplea una media móvil simple (SMA) que abarca un lapso de 20 períodos.

Calcular la Desviación Estándar (DE) de los precios de cierre del activo financiero en el mismo período de tiempo que se utilizó para la SMA.

Calcular las Bandas de Bollinger utilizando la siguiente fórmula:

Banda Superior: $SMA + (DE \times \text{Número de Desviaciones Estándar})$

Banda Media: SMA

Banda Inferior: $SMA - (DE \times \text{Número de Desviaciones Estándar})$

Dónde:

SMA: Media Móvil Simple del precio de cierre del activo financiero en el período de tiempo utilizado.

DE: Desviación Estándar de los precios de cierre del activo financiero en el mismo período de tiempo que se utilizó para la SMA.

Número de Desviaciones Estándar: Valor numérico que se utiliza para ajustar la anchura de las bandas. Generalmente, se utiliza un valor de 2.

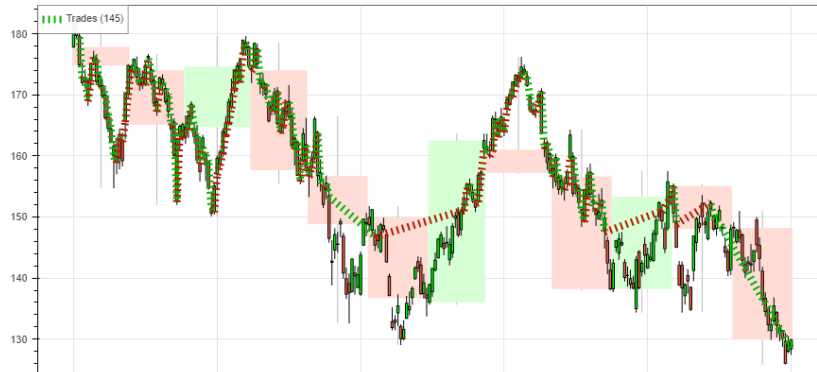


Figura 2.9: Bandas de Bollinger.

2.6. Estrategias de Trading

Según Hayes (2022), una estrategia de trading es un conjunto sistemático de reglas y criterios predefinidos utilizados para tomar decisiones comerciales en los mercados de valores. Estas estrategias se basan en aspectos técnicos o fundamentales, utilizando información cuantificable que se puede probar para determinar su precisión. Las estrategias de trading incluyen un plan de inversión y comercio bien considerado que especifica los objetivos de inversión, la tolerancia al riesgo, el horizonte temporal y las implicaciones fiscales. Las ideas y las mejores prácticas deben investigarse y adoptarse y luego cumplirse. Se debe trabajar con un corredor o corredor de bolsa para identificar y administrar los costos comerciales, y una vez ejecutadas, las posiciones comerciales se controlan y administran, lo que incluye ajustarlas o cerrarlas según sea necesario. Las operaciones de trading se miden en cuanto a riesgo y rentabilidad, y las implicaciones fiscales. Las estrategias comerciales se emplean para evitar sesgos de finanzas conductuales y garantizar resultados consistentes.

2.7. Optimización de Estrategias de Trading

El capítulo System Testing del libro Trading Systems and Methods de Kaufman (2013), se centra en cómo han evolucionado las pruebas de sistemas comerciales y cómo la tecnología ha cambiado el proceso. Antes de 1980, las pruebas de sistemas de comercio eran sencillas y consistían en que los inversionistas y analistas aplicaran sus ideas a los gráficos, marcando manualmente las señales de compra y venta y registrando las operaciones en papel. Sin embargo, con la llegada de los ordenadores, los inversionistas y analistas pueden utilizar herramientas como software para probar sus sistemas, lo que les permite realizar pruebas más rápidas y precisas, así como analizar grandes cantidades de datos. Aunque la tecnología ha avanzado, el sentido común y la comprensión siguen siendo fundamentales en la creación de métodos exitosos. Además, la comprensión y el conocimiento sobre patrones del mercado son igualmente importantes para crear métodos exitosos (p, 905-906).

Como indica Kaufman (2013), es importante observar cuidadosamente un sistema de comercio para evaluar su efectividad, y comparar los resultados con las expectativas para determinar si el sistema está funcionando adecuadamente. La optimización de las estrategias comerciales es importante para mejorar la rentabilidad y reducir el riesgo en las operaciones de compra y venta. La optimización implica ajustar los parámetros de una estrategia de comercio para maximizar su rendimiento, y esto se logra mediante la realización de pruebas en diferentes valores y comparando los resultados para encontrar los mejores valores. La optimización ayuda a los inversionistas a mejorar sus estrategias y adaptarse a las cambiantes condiciones del mercado, lo que les permite mantenerse actualizados con las tendencias del mercado y ajustar sus estrategias para maximizar su rentabilidad.

Para Kaufman (2013), la optimización de una estrategia de comercio puede reducir el riesgo al minimizar las posibles pérdidas, ya que se ajustan los parámetros para identificar los niveles óptimos de orden de pérdida máxima y orden de toma de ganancias. Esto ayuda a proteger el capital y reducir los riesgos al inversionista. Sin embargo, es importante recordar que la optimización no es una garantía de resultados positivos en el futuro, ya que los mercados financieros son impredecibles. La optimización debe utilizarse como una herramienta para mejorar las estrategias existentes y no como una solución mágica para obtener ganancias garantizadas. Es fundamental tener cuidado al realizar la optimización, ya que existe un riesgo de

sobreoptimización o ajuste excesivo, lo que puede llevar a resultados engañosos y poco realistas al adaptar demasiado los parámetros de la estrategia a los datos históricos.

2.8. Prueba Retrospectiva (Backtesting)

Para Chan (2021), la prueba retrospectiva es un instrumento fundamental en el proceso de desarrollo y evaluación de estrategias trading. Se trata de una técnica que permite simular el rendimiento de una estrategia utilizando datos históricos del mercado, con el objetivo de evaluar su efectividad y consistencia en diferentes condiciones del mercado.

Según Chan (2021), es una herramienta esencial para los inversionistas, ya que les permite analizar el rendimiento de sus estrategias antes de implementarlas en el mercado real. Al realizar pruebas retrospectivas, se puede observar el rendimiento de una estrategia en diferentes condiciones del mercado, lo que permite identificar posibles debilidades o limitaciones y realizar ajustes y mejoras para optimizar su rendimiento. Por un lado, las pruebas retrospectivas pueden ayudar a los inversionistas a tomar decisiones informadas y a mejorar sus estrategias de trading. Por otro lado, es importante tener en cuenta que las pruebas retrospectivas no garantizan el éxito en el mercado real y que los resultados obtenidos pueden estar sesgados por la elección de los datos históricos y los parámetros de la prueba. Por lo tanto, es importante utilizar las pruebas retrospectivas como una herramienta complementaria a la investigación y el análisis de mercado, y no como una solución definitiva para el éxito en el trading.

Ventajas de las Pruebas Retrospectivas:

1. **Prueba rápida de estrategias:** Permite probar varias estrategias de trading de forma rápida y eficiente, sin arriesgar capital.
2. **Fortalecimiento de la confianza:** Ayuda a fortalecer la confianza y la disposición psicológica del inversionista al demostrar la efectividad de una estrategia en datos históricos.
3. **Reducción de riesgos:** Permite identificar y corregir los puntos débiles de una estrategia, lo que puede contribuir a la reducción de riesgos en operaciones reales.
4. **Optimización de estrategias:** Facilita la optimización de estrategias de trading al permitir ajustes basados en el rendimiento pasado.

5. **Aprendizaje y experiencia:** Proporciona una oportunidad de aprendizaje y adquisición de experiencia en el desarrollo y prueba de estrategias de inversión.

Desventajas de las Pruebas Retrospectivas:

1. **Apego a datos históricos:** Existe el riesgo de sobrevalorar la efectividad de una estrategia al basarse únicamente en datos pasados, sin garantizar su comportamiento futuro.
2. **Limitaciones del mercado:** Los cambios en el mercado y los patrones de comportamiento pueden no reflejarse completamente en los datos históricos, lo que limita la validez de las pruebas retrospectivas.
3. **Relevancia temporal:** La efectividad de las pruebas retrospectivas depende de la relevancia temporal de los datos utilizados, lo que puede limitar su aplicabilidad a las condiciones actuales del mercado.

En este trabajo se utilizará la biblioteca *backtesting.py* en Python, desarrollada por Zach Lûster (2021), que permite realizar pruebas retrospectivas de estrategias trading utilizando datos históricos del mercado. Además, se empleará la librería *TA-Lib* para calcular los indicadores técnicos necesarios en el análisis. Una vez que se haya definido la estrategia, se podrá utilizar la clase *Backtest* para crear una instancia de *backtesting* y ejecutar la estrategia en los datos históricos del activo que se desee analizar. Para llevar a cabo este proceso, se deberá proporcionar la estrategia personalizada, los datos históricos del activo y los parámetros de la prueba retrospectiva deseados, como el capital inicial, el tamaño de posición y el período de tiempo. Esta herramienta brinda la posibilidad de evaluar de manera efectiva el rendimiento de una estrategia de trading en un entorno controlado y basado en datos históricos, lo que permite tomar decisiones informadas y optimizar las estrategias para maximizar los resultados en el mercado financiero.

2.8.1. Métricas Para las Pruebas Retrospectivas:

- **Rentabilidad:** para Tharp (2007), la rentabilidad se refiere a la medida de cuánto habría ganado o perdido una estrategia de trading si se hubiera aplicado en el pasado utilizando datos históricos del mercado. La rentabilidad se expresa generalmente como un porcentaje que indica el rendimiento acumulado de la estrategia durante el período de tiempo evaluado.

La fórmula básica para calcular la rentabilidad es:

$$Rentabilidad = \left(\frac{Valorfinal - Valor inicial}{Valorinicial} \right) \times 100\%$$

Donde:

Valor Inicial: Es el capital inicial con el que comienza la estrategia.

Valor Final: Es el valor del capital al final del período de evaluado.

- **Índice de Sharpe:** para Trullols y People (2013), el Índice de Sharpe fue desarrollado por William F. Sharpe, es una medida de rendimiento ajustada al riesgo utilizada en finanzas. Su objetivo es evaluar si el rendimiento adicional de una inversión compensa el riesgo adicional asumido. Este índice se utiliza comúnmente para comparar la rentabilidad de diferentes inversiones y carteras, ajustando los rendimientos por la volatilidad o riesgo de esas inversiones.
- **Tasa de Ganancias:** para Tharp (2007), la tasa de ganancias en el trading se refiere a la proporción de operaciones ganadoras en relación con el total de operaciones realizadas. Se expresa como un porcentaje y proporciona una medida de la frecuencia con la que un inversionista o una estrategia de trading logren operaciones rentables.

La fórmula básica es:

$$Tasa\ de\ ganancias = \left(\frac{\# de operaciones ganadoras}{\# total de operaciones} \right) \times 100$$

- **Expectativa:** para Tharp (2007), la expectativa en el trading se refiere a una medida estadística que evalúa la rentabilidad esperada de un sistema de trading o estrategia en función de sus resultados históricos. Es una herramienta útil para los inversores y permite evaluar la efectividad de una estrategia en términos de expectativa de ganancias o pérdidas.
- La fórmula básica es:

$$Expectativa = (Tasa\ de\ Ganancias \times Ratio\ Beneficio\ a\ Riesgo) - Tasa\ de\ Perdida$$

Donde:

Tasa de Ganancia: Es la proporción de operaciones ganadoras en relación con el total de operaciones.

Ratio de Beneficio a Riesgo: Representa la relación entre la ganancia promedio y la pérdida promedio por operación.

Tasa de Pérdida: Es la proporción de operaciones perdedoras en relación con el total de operaciones.

www.bdigital.ula.ve

Capítulo III

Marco Metodológico

En este capítulo, se presenta el proceso de generación para estrategias de trading basadas en la combinación de varios indicadores. Se explica cómo seleccionar los indicadores adecuados y cómo optimizar las estrategias a través de pruebas retrospectivas.

3.1. Selección de los Datos de los Activos

Antes de generar y probar las estrategias de trading, es importante seleccionar los datos de los activos a utilizar en el análisis. Los datos deben ser representativos del mercado financiero en el que se desea operar y estar disponibles en un formato compatible con la plataforma de pruebas retrospectivas. Se han seleccionado diez datos históricos de los activos con mejor rendimiento en los mercados, tomando un periodo de tiempo de 5 años que va desde (09 de noviembre de 2017 hasta 08 de noviembre de 2022) para pruebas, y un periodo del (09 de noviembre de 2022 hasta 10 de agosto de 2023) para el periodo de validación, estos mercados son:

- **Mercado de criptomonedas:** BitcoinUSD (BTC-USD), Ethereum USD (ETH-USD), BNBUSD (BNB-USD), LitecoinUSD (LTC-USD), USDXRP (XRP-USD).
- **Mercado de valores:** Tesla, Inc. (TSLA), Amazon.com (AMZN), Inc., Sirius XM Holdings Inc. (SIRI), Apple Inc.(AAPL), Advanced Micro Devices (AMD).

La selección se basa en la identificación de los activos que históricamente han mostrado el mejor desempeño en los mercados relevantes. Para el mercado de criptomonedas, se han seleccionado los activos con mayor capitalización de mercado y volumen de operaciones. Estos activos representan una parte significativa del mercado de criptomonedas y han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años.

En cuanto al mercado de valores, se han elegido empresas líderes en sus respectivos sectores que históricamente han mostrado un buen desempeño en los mercados. Amazon.com es una empresa líder en comercio electrónico. Cabe señalar que los datos utilizados en este análisis fueron recopilados de la plataforma de Yahoo Finance y no dependen de ninguna institución o persona en particular.

3.2. Limpieza de los Datos

La limpieza de datos es un proceso fundamental en cualquier análisis financiero, ya que garantiza la calidad y fiabilidad de los datos utilizados para tomar decisiones importantes. En el caso de los datos históricos seleccionados, el proceso de limpieza se considera la siguiente:

1. **Verificación de los datos:** El primer paso es verificar que los datos seleccionados sean precisos y completos. Esto puede implicar la comparación de los datos con fuentes confiables o la revisión manual para detectar errores.
2. **Eliminación de valores atípicos:** Los valores atípicos pueden distorsionar los resultados del análisis y reducir la precisión. Por lo tanto, se deben eliminar los valores que se desvían significativamente de la media.
3. **Imputación de valores faltantes:** En algunos casos, los datos pueden tener valores faltantes. En este caso, se pueden utilizar diferentes técnicas de imputación para estimar los valores faltantes y completar los datos.
4. **Selección de variables:** Es posible que algunos de los activos financieros no sean relevantes para el análisis o que algunas variables de los datos no aporten información útil. Por lo tanto, se pueden seleccionar las variables más relevantes para el análisis y eliminar aquellas que no aporten información significativa.

3.3. Selección de los Indicadores

Para la selección de los indicadores, se han considerado aquellos con mayor relevancia para el análisis técnico del mercado financiero y que han demostrado su eficacia hacia la predicción de resultados futuros en el pasado, los indicadores seleccionados son: la media móvil simple (SMA), la media móvil exponencial (EMA), el índice de movimiento direccional promedio (ADX), el índice de fuerza relativa (RSI), la Convergencia/Divergencia de la media móvil (MACD), y las Bandas de Bollinger (BB). Al utilizar una combinación de indicadores, se puede obtener una visión más completa de la acción del precio del mercado y ayudar a tomar decisiones informadas de inversión.

3.4. Reglas de Entrada y Salida

Las reglas de entrada y salida en las estrategias de trading son los criterios específicos que un inversionista utiliza para decidir cuándo abrir y cerrar una posición en el mercado. Estas reglas pueden basarse en una variedad de factores, como el análisis técnico, el análisis fundamental, la volatilidad del mercado, el riesgo y la recompensa, entre otros.

Las reglas de entrada pueden incluir criterios como la identificación de patrones de precios específicos, la detección de señales de indicadores técnicos, el seguimiento de niveles de soporte y resistencia, o la evaluación de noticias y eventos económicos importantes que puedan afectar el mercado.

Las reglas de salida pueden incluir criterios como el establecimiento de objetivos de beneficios, la identificación de niveles de orden de detención de pérdidas para limitar las pérdidas, o la detección de señales que indiquen un cambio en la dirección del mercado.

3.4.1. Reglas de Entrada de los Indicadores

- SMA = Si $\text{precio} > \text{self.sma}[-1]$: esta condición verifica si el precio actual de un activo financiero es mayor que el valor del último promedio móvil simple calculado en el conjunto de datos.
- EMA = Si $\text{precio} > \text{self.ema}[-1]$: esta condición verifica si el precio actual de un activo financiero es mayor que el valor del último promedio móvil exponencial (EMA) calculado en el conjunto de datos.
- ADX = Si $\text{self.adx}[-1] > \text{self.adx_umbral1}$: esta condición verifica si el valor actual del ADX es mayor que un umbral específico (self.adx_umbral1) en el conjunto de datos.
- MACD = Si $\text{self.macd}[-1] > \text{self.macd_signal}[-1]$: esta condición verifica si el valor actual del MACD es mayor que el valor actual de su línea de señal (macd_signal) en el conjunto de datos.
- BB = Si $\text{precio} < \text{self.bb_lower}[-1]$: esta condición verifica si el precio actual de un activo financiero es menor que el valor inferior de las bandas de Bollinger (self.bb_lower) en el conjunto de datos.
- RSI = Si $\text{self.rsi}[-1] < \text{self.rsi_umbral1}$: esta condición verifica si el valor actual del RSI es menor que un umbral específico (self.rsi_umbral1) en el conjunto de datos.

3.4.2. Reglas de Salida Para los Indicadores

- SMA = Si no, si $\text{precio} < \text{self.sma}[-1]$: esta condición verifica si el precio actual de un activo financiero es menor que el valor del último promedio móvil simple calculado en el conjunto de datos.

- EMA = Si no, si $\text{precio} < \text{self.ema}[-1]$: esta condición verifica si el precio actual de un activo financiero es menor que el valor del último promedio móvil exponencial (EMA) calculado en el conjunto de datos.
- ADX = Si no, si $\text{self.adx}[-1] < \text{self.adx_umbral1}$: esta condición verifica si el valor actual del ADX es menor que un umbral específico (self.adx_umbral1) en el conjunto de datos.
- MACD = Si no, si $\text{self.macd}[-1] < \text{self.macd_signal}[-1]$: esta condición verifica si el valor actual del MACD es menor que el valor actual de su línea de señal (macd_signal) en el conjunto de datos.
- BB = Si no, si $\text{precio} > \text{self.bb_upper}[-1]$: esta condición verifica si el precio actual de un activo financiero es mayor que el valor superior de las Bandas de Bollinger (self.bb_upper) en el conjunto de datos.
- RSI = Si no, si $\text{self.rsi}[-1] > \text{self.rsi_umbral2}$: esta condición verifica si el valor actual del RSI es mayor que un segundo umbral específico (self.rsi_umbral2) en el conjunto de datos.

3.4.3. Orden de Detención de Pérdidas

Una orden de detención de pérdidas es una orden de venta que se coloca en una operación abierta para cerrarla automáticamente cuando el precio del activo alcanza un nivel preestablecido. Esta orden se utiliza para limitar las pérdidas en una operación y proteger el capital del inversionista.

La referencia para establecer el nivel de orden de detención de pérdidas varía de un inversionista a otro, pero generalmente se basa en el análisis técnico. El análisis técnico mencionado puede ayudar a identificar los niveles de soporte y resistencia en los gráficos de precios, que pueden utilizarse para establecer el nivel de pérdidas. Por ejemplo, si un inversionista compra una acción a \$50 y ve que el nivel de soporte está en \$45, puede establecer una orden de pérdidas en \$45 para limitar la pérdida en caso de que el precio caiga por debajo de ese nivel.

El nivel de orden de detención de pérdidas debe ser establecido de tal manera que el inversionista pueda limitar las pérdidas en caso de que el precio del activo se mueva en contra de su posición. Sin embargo, también debe ser lo suficientemente amplio para permitir que la operación fluya y no se detenga por cambios normales del mercado. Cabe destacar que el uso de esta orden no da garantía contra las pérdidas, en casos donde la volatilidad es muy agresiva en el mercado, puede haber una brecha en el precio que salte la orden y resulte en una pérdida mayor a

la esperada, por ello, es importante considerar el tamaño de la posición y el riesgo total de la cartera al establecer los niveles de orden de detención de pérdidas. En este caso para los criptoactivos se probarán los siguientes niveles [0%, 1%,3%, 6%,10%] y para los activos del mercado de valores [0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 3%].

3.4.4. Orden de Toma de Ganancias

Es una orden que se coloca en una posición abierta para cerrar de manera automática la operación cuando el precio del activo alcanza un nivel preestablecido, esa orden se utiliza para tomar las ganancias en una operación y asegurar que el inversionista no pierda las ganancias obtenidas.

Un nivel de orden de ganancias adecuado para cada operación, basados en el análisis técnico puede ayudar a identificar niveles de resistencia y soporte, que pueden utilizarse para establecer dicho nivel. Por ejemplo, si un inversionista compra una acción a \$50 y ve que el nivel de resistencia está en \$55, puede establecer una orden de ganancias en \$55 para cerrar la posición con una ganancia.

Es importante considerar la volatilidad del mercado, y el tamaño de la posición al establecer los niveles de orden de toma de ganancias, ya que no garantiza ganancias en el mercado porque los precios pueden fluctuar rápidamente en una dirección u otra. En este caso para los criptoactivos se probarán los siguientes niveles [3%,9%,18%,21%,1000%] y para los activos del mercado de valores los siguientes [1.5%, 3%, 4.5%, 6%, 9%,1000%].

3.5. Porcentaje de Comisión por Operación

El porcentaje de comisión por operación es un aspecto crítico que debe considerarse en el trading e inversión en los mercados financieros. Se refiere a la tarifa o comisión que se debe pagar al bróker o intermediario financiero por cada operación que se realiza.

El porcentaje de comisión por operación es un factor crítico que impacta en la rentabilidad y eficiencia de las operaciones. Es fundamental considerar este costo en el contexto de las estrategias de trading e inversión, así como al seleccionar un bróker o intermediario financiero. La optimización de los costos de transacción es esencial para mejorar la rentabilidad, en este estudio se consideró una comisión fija del promedio del costo por transacción del 0,4%.

3.6. Capital

El capital en el trading son los fondos o recursos financieros que un inversor utiliza para llevar a cabo operaciones en los mercados financieros. Este capital se emplea para comprar y vender instrumentos financieros como acciones, divisas, materias primas o criptomonedas con el objetivo de obtener beneficios a través de las fluctuaciones de precios.

El capital disponible determina el tamaño de las operaciones que un inversor puede realizar y está sujeto a riesgos, ya que las ganancias o pérdidas se calculan en función de la variación de los precios de los activos negociados en relación con el capital invertido. Gestionar adecuadamente el capital es fundamental en el trading para controlar los riesgos y maximizar las oportunidades de obtener beneficios.

El capital probado en las pruebas retrospectivas para los activos fueron los siguientes:

- BTC: 65000\$
- ETH: 10000\$
- LTC: 100\$
- XRP: 100\$
- BNB: 1000\$
- TSLA: 1000\$
- AMZN: 1000\$
- SIRI: 100\$
- AAPL: 1000\$
- AMD: 1000\$

3.7. Generación de Estrategias

Para la generación de estrategias de trading, se ha aplicado un método matemático específico, haciendo uso del campo de la combinatoria. Este procedimiento ha posibilitado la combinación de 2 y 3 indicadores distintos, así como la fusión de las reglas correspondientes de entrada y salida de cada uno. El resultado ha sido la generación de un conjunto de 275 estrategias, las cuales han sido sometidas a evaluación con el propósito de analizar su desempeño en el mercado. Estas estrategias están programadas para ser evaluadas en la herramienta en Python llamada backtesting, que permite simular las operaciones basadas en estas estrategias utilizando datos históricos del mercado. De esta manera, se puede analizar cómo habrían funcionado estas estrategias en el pasado y evaluar su potencial para el futuro.

Un ejemplo de esta combinación de indicadores serían las siguientes:

- **Combinación de 2 indicadores:** (SMA y EMA), ('SMA y ADX'), ('SMA y RSI'), ('SMA y MACD'), ('SMA y BB'), ('EMA y ADX'), ('EMA y RSI'), ('EMA y MACD'), ('EMA y BB'), ('ADX y RSI'), ('ADX y MACD'), ('ADX y BB'), ('RSI y MACD'), ('RSI y BB'), ('MACD y BB').
- **Combinación de 3 indicadores:** ('SMA y EMA y ADX'), ('SMA y EMA y RSI'), ('SMA y EMA y MACD'), ('SMA y EMA y BB'), ('SMA y ADX y RSI'), ('SMA y ADX y MACD'), ('SMA y ADX y BB'), ('SMA y RSI y MACD'), ('SMA y RSI y BB'), ('SMA y MACD y BB'), ('EMA y ADX y RSI'), ('EMA y ADX y MACD'), ('EMA y ADX y BB'), ('EMA y RSI y MACD'), ('EMA y RSI y BB'), ('EMA y MACD y BB'), ('ADX y RSI y MACD'), ('ADX y RSI y BB'), ('ADX y MACD y BB'), ('RSI y MACD y BB').

3.8. Rango de Periodos de los Indicadores

- **Media móvil simple (SMA):** El rango de valores de la SMA depende del período de tiempo utilizado. Por ejemplo, una SMA de 50 días se calcula utilizando los precios de cierre de los últimos 50 días y producirá un valor único para cada día en el rango de precios. Los períodos de SMA que se usan comúnmente para el análisis técnico varían desde 5 a 200 días, pero algunos inversionistas pueden utilizar períodos más cortos o más largos. Un rango amplio para los períodos de SMA sería de 10 a 100.
- **Media móvil exponencial (EMA):** un indicador similar a la SMA, pero que da más peso a los precios más recientes. El rango de valores de la EMA también depende del período de tiempo utilizado.

Al igual que con la SMA, los períodos de EMA que se usan comúnmente pueden variar, pero algunos inversionistas pueden usar períodos más cortos para la EMA.

Un rango amplio para los períodos de EMA sería de 10 a 100.

- **Índice de movimiento direccional promedio (ADX):** un indicador que mide la fuerza de una tendencia. El rango de valores típico del umbral para el ADX es de 0 a 100, con valores por encima de 25 considerados como una señal de una tendencia fuerte.
El ADX se calcula utilizando un período de 14 días, pero algunos inversionistas pueden utilizar períodos más cortos o más largos. Un rango amplio para los períodos de ADX sería de 10 a 30 y un umbral de 20 a 60.

- **Índice de fuerza relativa (RSI):** un indicador de impulso que mide la fuerza de un activo financiero en relación con su precio actual. El rango de valores típico del umbral para el RSI es de 0 a 100, con valores por encima de 70 considerados como sobrecompra y valores por debajo de 30 considerados como sobreventa.

El RSI típicamente se calcula utilizando un período de 14 días, pero algunos inversionistas pueden utilizar períodos más cortos o más largos. Un rango amplio para los períodos de RSI sería de 10 a 30, con nivel de sobrecompra de 60 a 80 y un nivel de sobreventa de 20 a 40.

- **Convergencia/Divergencia de la media móvil (MACD):** un indicador de impulso que mide la diferencia entre dos medias móviles exponenciales (EMA) de diferentes períodos de tiempo. El rango de valores del MACD puede ser positivo o negativo y se utiliza para identificar cambios en la tendencia.

Los períodos de EMA utilizados para el cálculo del MACD comúnmente son 12 y 26, pero algunos inversionistas pueden utilizar períodos más cortos o más largos. El período de la línea de señal suele ser de 9 días. Un rango amplio para los períodos de MACD sería; macd_rápido de 5 a 15, macd_lento de 15 a 30, macd_señal de 9 a 15 periodos.

- **Bandas de Bollinger (BB):** Las bandas de Bollinger se dibujan utilizando una media móvil y dos desviaciones estándar para crear un rango de precios esperados. El rango de valores típico de las bandas de Bollinger se extiende más allá del precio actual del activo financiero y se basa en la volatilidad histórica del activo.

Los períodos de Bollinger más comúnmente utilizados son 20 días para la media móvil y 2 desviaciones estándar para la banda superior e inferior. Sin embargo, algunos inversionistas pueden utilizar períodos más cortos o más largos. Un rango amplio para los períodos de Bollinger sería de 14 a 60, y desviaciones estándar de 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 2.75 y 3.0.

3.9. Metodología de Optimización de Estrategias de Trading

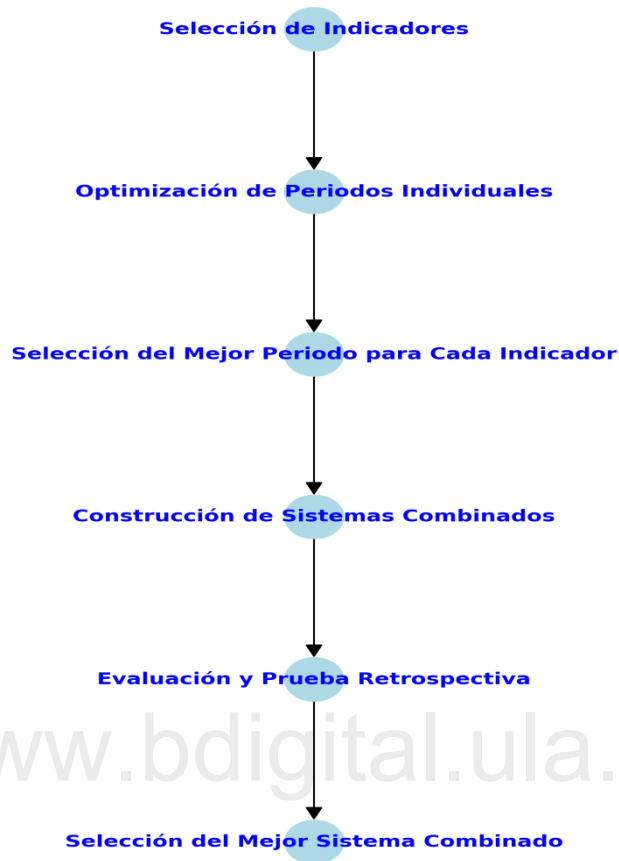


Figura 3.1: Metodología de optimización.

3.9.1. Selección de Indicadores: en esta etapa, se seleccionan los indicadores técnicos que se utilizarán para la creación de estrategias de trading. Los indicadores seleccionados incluyen:

- Media Móvil Simple (SMA).
- Media Móvil Exponencial (EMA).
- Índice de Dirección Media (ADX).
- Índice de Fuerza Relativa (RSI).
- Convergencia y Divergencia de Medias Móviles (MACD).
- Bandas de Bollinger (BB).

3.9.2. Optimización de los Periodos Individuales

- Para cada indicador seleccionado, se realiza una optimización de periodos individual. Esto

implica evaluar el desempeño de cada indicador en cinco marcos temporales de un año cada uno. Se buscan los parámetros óptimos que maximizan el rendimiento de cada indicador.

- Los cinco marcos temporales se promedian para determinar los periodos finales para cada indicador. Estos periodos son críticos para la construcción de estrategias de trading efectivas.
- También se evalúan los periodos en el marco temporal de validación.

Es importante destacar que, en este proceso de optimización, se realiza una filtración adicional. Se ajustan los parámetros de cada indicador de manera que el promedio del retorno obtenido durante los cinco años evaluados y de validación, sean consistentes con el desempeño. Esto garantiza que los parámetros seleccionados sean robustos y apropiados tanto para las condiciones históricas como para las actuales.

3.9.3. *Selección del Mejor Periodo para Cada Indicador*

- Se define un criterio objetivo para seleccionar el mejor parámetro del indicador evaluado. Este criterio está relacionado con la Rentabilidad [%], Tasa de Ganancias [%], Índice de Sharpe, y Expectativa [%].
- **Definición de Pesos para Métricas:** En primer lugar, se asignan pesos relativos a métricas específicas que se utilizarán para evaluar el desempeño de las estrategias. Cada métrica recibe un peso que refleja su importancia relativa en la evaluación general de la estrategia. Estos pesos pueden ajustarse según las preferencias del inversionista. En el proceso proporcionado, se han definido pesos para cuatro métricas: Rentabilidad [%], Tasa de Ganancias [%], Índice de Sharpe, Expectativa [%].
- **Normalización de las Métricas:** Para garantizar que las métricas tengan un rango común y sean comparables, se normalizan. Esto implica escalar las métricas de manera que tengan valores entre 0 y 1. La normalización se realiza utilizando la fórmula estándar que ajusta los valores en función del mínimo y el máximo de cada métrica.

Pesos = {

‘Expectativa [%]’: 0.3,

‘Índice de Sharpe’: 0.3,

‘Tasa de Ganancias [%]’: 0.2,

‘Rentabilidad [%]’: 0.2,

}

- **Cálculo de la Métrica Global:** Se define una función que calcula una métrica global para cada estrategia en función de las métricas individuales y los pesos asignados. La métrica global se calcula sumando el producto de cada métrica individual y su peso correspondiente. Esta métrica global proporciona una puntuación única que resume el desempeño de la estrategia considerando todas las métricas seleccionadas.
- **Cálculo de la Métrica Global Para Todos los Periodos:** Se aplica la función de cálculo de la métrica global a cada indicador en los datos obtenidos de las pruebas de validación en el conjunto de datos. Esto se hace utilizando la función apply en pandas y especificando los pesos definidos anteriormente como argumentos.
- **Identificación del Mejor Periodo:** Se busca la fila que corresponde a los mejores periodos seleccionando aquella con la métrica global más alta. La función idxmax() se utiliza para encontrar el índice de la fila con la métrica global máxima.
- **Muestra del Mejor Periodo:** Finalmente, se muestra la información detallada del mejor periodo seleccionado, incluyendo sus métricas individuales y su métrica global. Esta estrategia se considera la mejor opción según los pesos asignados a las métricas.

3.9.4. Construcción de Sistemas Combinados

- Con los periodos óptimos de cada indicador en su lugar, se procede a la construcción de sistemas combinados. Se consideran diferentes combinaciones de indicadores y se definen reglas de entrada y salida para cada sistema.
- En este proceso, se generan un total de 275 sistemas únicos, cada uno con sus propias reglas y periodo correspondiente anteriormente para cada indicador. Además, se incluye la optimización de los niveles de detención de pérdidas y toma de ganancias para cada sistema.

3.9.5. Evaluación y Prueba Retrospectiva

- Cada uno de los 275 sistemas se somete a pruebas retrospectivas utilizando datos históricos. En este caso, en cinco marcos temporales de un año cada uno y un marco temporal de

validación. Se evalúa el rendimiento de cada sistema en términos de rentabilidad, riesgo y otros indicadores clave.

- Los cinco marcos temporales se promedian para determinar los resultados finales de cada sistema.
- Se registran los resultados de las pruebas retrospectivas, lo que permite comparar los sistemas en función de su desempeño.

3.9.6. Selección del Mejor Sistema

- Se define un criterio objetivo para seleccionar el mejor sistema entre los 275 sistemas evaluados. Este criterio está relacionado con la Rentabilidad [%], Tasa de Ganancias [%], Índice de Sharpe, y Expectativa [%].
- **Definición de Pesos para Métricas:** En primer lugar, se asignan pesos relativos a métricas específicas que se utilizarán para evaluar el desempeño de las estrategias. Cada métrica recibe un peso que refleja su importancia relativa en la evaluación general de la estrategia. Estos pesos pueden ajustarse según las preferencias del inversionista. En el proceso proporcionado, se han definido pesos para cuatro métricas: Rentabilidad [%], Tasa de Ganancias [%], Índice de Sharpe, Expectativa [%].

$$\begin{aligned} \text{Pesos} = \{ \\ & \text{'Expectativa [\%]': 0.3,} \\ & \text{'Índice de Sharpe': 0.3,} \\ & \text{'Tasa de Ganancias [\%]': 0.2,} \\ & \text{'Rentabilidad [\%]': 0.2,} \\ & \} \end{aligned}$$

- **Normalización de las Métricas:** Para garantizar que las métricas tengan un rango común y sean comparables, se normalizan. Esto implica escalar las métricas de manera que tengan valores entre 0 y 1. La normalización se realiza utilizando la fórmula estándar que ajusta los valores en función del mínimo y el máximo de cada métrica.
- **Cálculo de la Métrica Global:** Se define una función que calcula una métrica global para

cada estrategia en función de las métricas individuales y los pesos asignados. La métrica global se calcula sumando el producto de cada métrica individual y su peso correspondiente. Esta métrica global proporciona una puntuación única que resume el desempeño de la estrategia considerando todas las métricas seleccionadas.

- **Cálculo de la Métrica Global para Todos los Sistemas de Trading:** Se aplica la función de cálculo de la métrica global a todos los sistemas en el conjunto de datos. Esto se hace utilizando la función `apply` en `pandas` y especificando los pesos definidos anteriormente como argumentos.
- **Identificación del Mejor Sistema de Trading:** Se busca la fila que corresponde al mejor sistema de trading, seleccionando aquella con la métrica global más alta. La función `idxmax()` se utiliza para encontrar el índice de la fila con la métrica global máxima.
- **Muestra del Mejor Sistema de Trading:** Finalmente, se muestra la información detallada del mejor sistema de trading seleccionado, incluyendo sus métricas individuales y su métrica global. Este sistema se considera la mejor opción según los pesos asignados a las métricas.

En este proceso, es fundamental realizar una filtración adicional para garantizar la consistencia del rendimiento de las estrategias. Con los periodos óptimos ya definidos para cada indicador, se procede a filtrar los sistemas de trading que superan la estrategia de comprar y mantener, tanto en el promedio de los cinco marcos temporales como en el conjunto de validación. Esta etapa de filtración es esencial para asegurar de que los sistemas seleccionados mantengan su desempeño de manera consistente y no sean simplemente el resultado de fluctuaciones aleatorias en los datos. De esta manera, se asegura que los sistemas de trading elegidos sean sólidos y respaldados por un rendimiento constante a lo largo del tiempo.

Capítulo IV

Análisis de Resultados Criptomonedas

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas retrospectivas de las mejores estrategias de trading encontradas. Se analizan los datos cuantitativos recopilados durante el estudio y se discutirá en relación con los objetivos de investigación planteados en el Capítulo I.

4.1. Descripción de la Muestra de Datos

La muestra de datos que se utilizó para este estudio, consistió en tomar en cuenta los datos históricos con relación a precios de activos en los mercados mencionados anteriormente en los últimos 5 años. Se recopilaron datos de tipo OHLC (Open, High, Low, Close) de 5 activos diferentes, durante un período de tiempo que abarcó desde 09 de noviembre de 2017 hasta 08 de noviembre de 2022 para las pruebas y desde 09 de noviembre de 2022 hasta el 10 de agosto de 2023 para la validación.

4.2. Presentación de Datos Cuantitativos Criptomonedas

En esta sección se presentarán los resultados cuantitativos obtenidos durante las pruebas retrospectivas de la optimización de los indicadores de manera individual.

4.2.1. Bitcoin

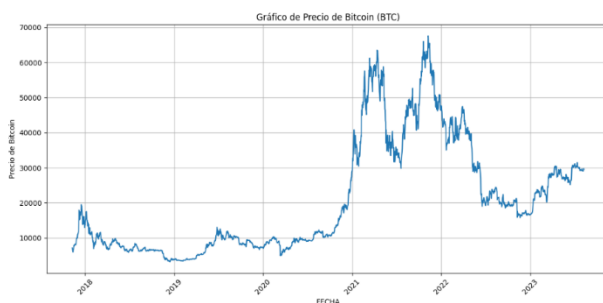


Figura 4.1: Grafico de precio BTC.

4.2.1.1. Estrategia Comprar y Mantener

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de -8.5872%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 45.1317%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 68.3056%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 313.0295%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -69.2365%

La suma de estos valores:

$$-8.5872 + 45.1317 + 68.305 + 313.0295 + (-69.2365) = 348.6429 \%$$

$$\text{Promedio} = 348.6431 / 5 \approx 69.72862 \%$$

El promedio de estos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 69.73%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de 86.15%

4.2.1.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Bitcoin (BTC).

Estos parámetros fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 51.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 42.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 10.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 26.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 15.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 30.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 13.
- Bandas de Bollinger: Período de 22.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 2.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 10.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOMPRA: Umbral2 de 77.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 21.

Estos parámetros representan la configuración óptima que se encontró para cada indicador en el contexto del mercado de Bitcoin (BTC). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos parámetros

pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

4.2.1.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]) y la expectativa de rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 235, la cual utiliza los indicadores ADX, MACD y BB. Este sistema ha logrado un destacado desempeño con una tasa de ganancias al 9%. Sus reglas de entrada y salida se basan en criterios que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.adx[-1] > self.adx_umbral1 and price < self.bb_lower[-1]:`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `self.macd[-1] < self.macd_signal[-1]:`

`self.position.close()`

4.2.1.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 104,378176% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 89.361345%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 1.231126, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 4.901061, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

4.2.1.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.617770, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque

bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.

- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 188.375845%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 94.444444%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.910781 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 7.052910, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

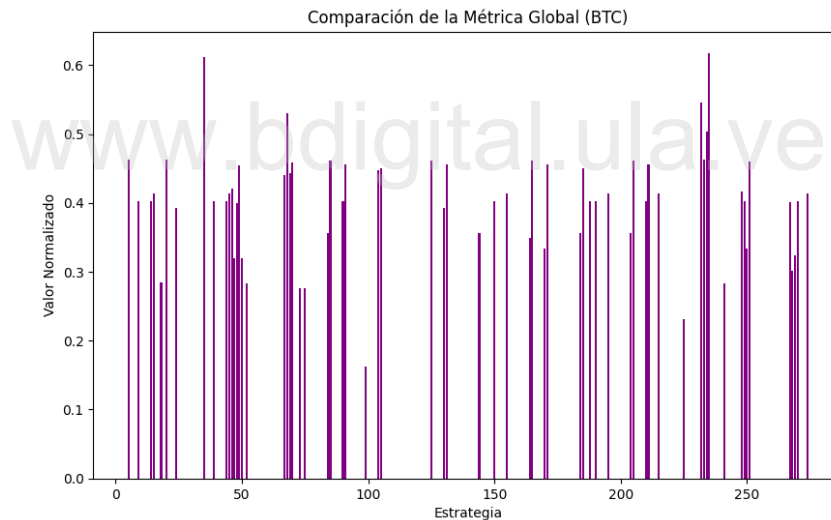


Figura 4.2: Comparación de la métrica global BTC.

La estrategia 235 se destaca como la mejor en base a la métrica global, convirtiéndola así, en la opción a considerar para invertir y obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 235 durante el período de validación (BTC). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

4.2.2. Ethereum

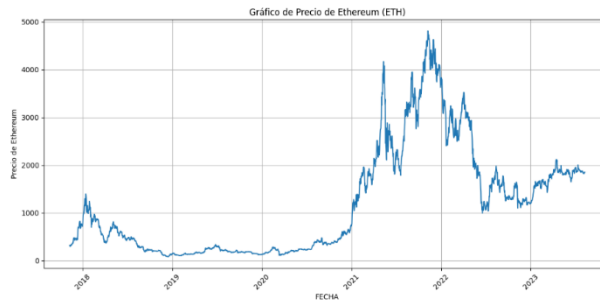


Figura 4.3: Grafico de precio Ethereum.

4.2.2.1. Estrategia Comprar y Mantener.

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de -32.31787%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de -10.518892%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 135.48406%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 940.28343%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -66.872893%

La suma de estos valores:

$$(-32.317287) + (-10.518892) + 135.48406 + 940.283434 + (-66.872893) = 966.058422\%$$

$$\text{Promedio} = 966.058422 / 5 \approx 193.2116844 \%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 193.21%.

Marco temporal de validación: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de 68.55%

4.2.2.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Ethereum (ETH).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 52.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 46.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 10.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 23.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 7.

- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 28.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 15.
- Bandas de Bollinger: Período de 57.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 2.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 16.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 73.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 37.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Ethereum (ETH). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

4.2.2.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 20, la cual utiliza los indicadores ADX y BB. La misma ha logrado un destacado desempeño; sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.adx[-1] > self.adx_umbral1 and price < self.bb_lower[-1]:`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `price > self.bb_upper[-1]:`

`self.position.close()`

4.2.2.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 208.311020% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 100%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.783932, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo
- Expectativa [%]: es de 211.441899, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

4.2.2.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.692894, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.
- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 94.743479%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.453242 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 42.934737, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

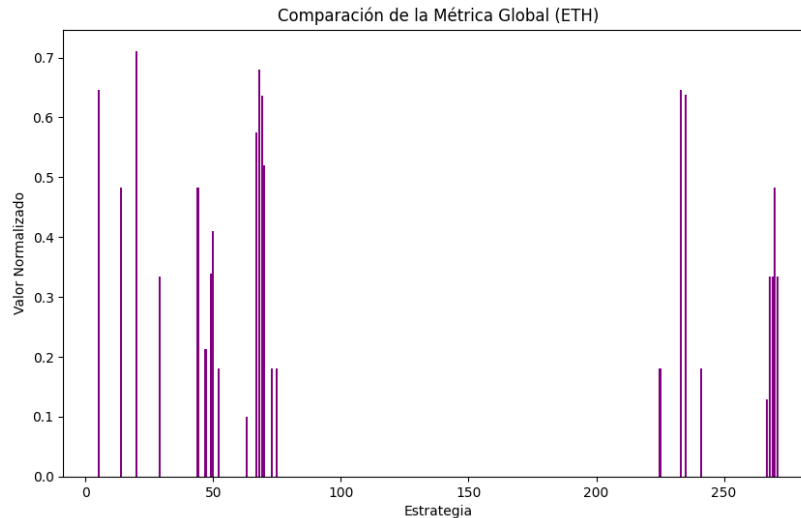


Figura 4.4: Comparación métrica global ETH.

La estrategia 20 se destaca como la mejor en base a la métrica global, por lo tanto, se convierte en una opción a considerar para inversores que buscan obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 20 durante el período de validación (ETH). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

4.2.3. Litecoin



Figura 4.5: Grafico de precio Litecoin.

4.2.3.1. Estrategia Comprar y Mantener.

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de -15.685151%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 19.167612 %

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de -4.537291 %

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 240.360674%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -74.267576%

La suma de estos valores:

$$(-15.685151) + (19.167612) + (-4.537291) + 240.360674 + (-74.267576) = 165.041268\%$$

$$\text{Promedio} = 165.041268 / 5 \approx 33.0082536\%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 33.008%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de 65.89%.

4.2.3.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Litecoin (LTC).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 24.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 10.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 20.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 23.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 12.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 19.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 14.
- Bandas de Bollinger: Período de 14.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 2.75.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 14.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 62.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 29.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Litecoin (LTC). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento

de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

4.2.3.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 12, la cual utiliza los indicadores RSI y BB. La misma ha logrado un destacado desempeño; sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.rsi[-1] < self.rsi_umbral1 and price < self.bb_lower[-1] :`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `self.rsi[-1] > self.rsi_umbral2 and price > self.bb_upper[-1] :`

`self.position.close()`

4.2.3.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 106.392539% lo que es bastante bueno
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 80%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.812592, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 80.838805, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

4.2.3.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.814900, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una

combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.

- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 101.291742 %, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.362459 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 44.340077, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

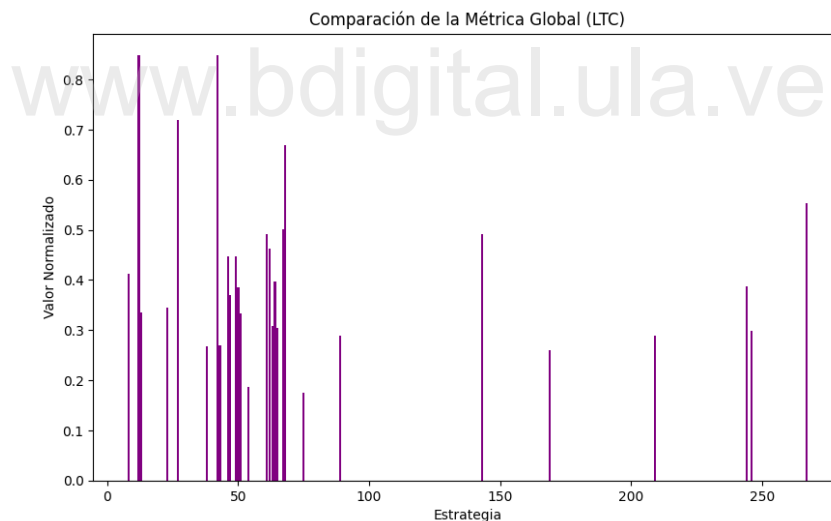


Figura 4.6: Comparación métrica global LTC.

La estrategia 12 se destaca como la mejor en base a la métrica global, por lo tanto, se convierte en una opción a considerar para inversores que buscan obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 12 durante el período de validación (LTC). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

4.2.4. Ripple

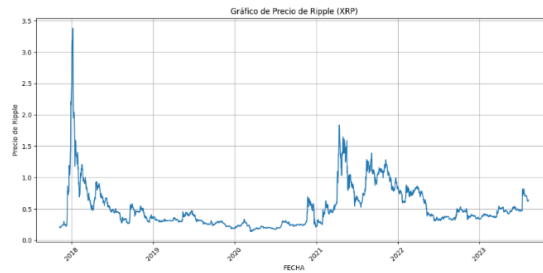


Figura 4.7: Grafico de precio Ripple.

4.2.4.1. Estrategia Comprar y Mantener.

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 146.315651%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de -41.591833%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de -10.925929%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 385.560764%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -62.995797%

La suma de estos valores:

$$(146.315651) + (-41.591833) + (-10.925929) + 385.560764 + (-62.995797) = 416.362856\%$$

$$\text{Promedio} = 416.362856 / 5 \approx 83.2725712\%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 83.28%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de 93.1%

4.2.4.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Ripple (XRP).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 10.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 10.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 11.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 24.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 14.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 15.

- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 14.
- Bandas de Bollinger: Período de 51.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 1.75.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 10.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 68.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 26.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Ripple (XRP). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

4.2.4.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 131, la cual utiliza los indicadores SMA, MACD Y BB. La misma ha logrado un destacado desempeño; sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

```
Condición de Entrada price > self.sma[-1] and price < self.bb_lower[-1] and self.macd[-1] >
self.macd_signal[-1]:
self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))
Condición de Salida price > self.bb_upper[-1]:
self.position.close()
```

4.2.4.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 186.923066% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 80%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.534427, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 70.307460, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

4.2.4.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.727542, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.
- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 137.167617%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 0.520868 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 137.169290, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

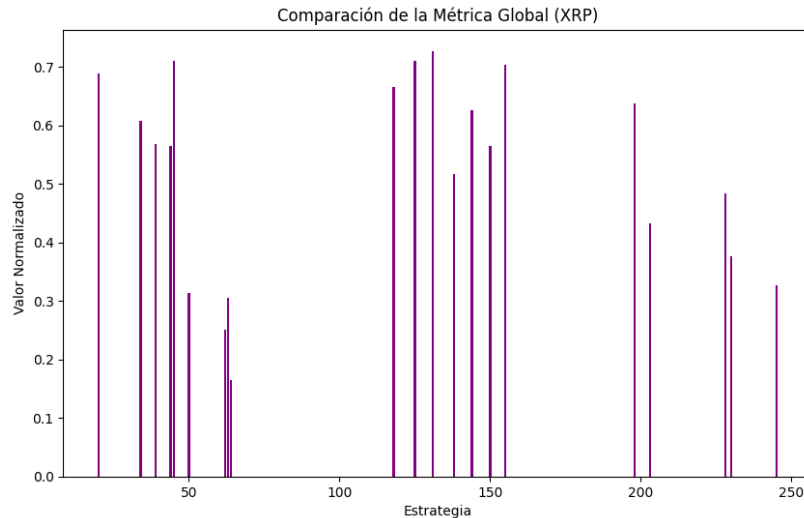


Figura 4.8: Comparación métrica global XRP.

La estrategia 131 se destaca como la mejor en base a la métrica global, por lo tanto, se convierte en una opción a considerar para inversores que buscan obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 131 durante el período de validación (XRP). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

4.2.5. *Binance Coin*

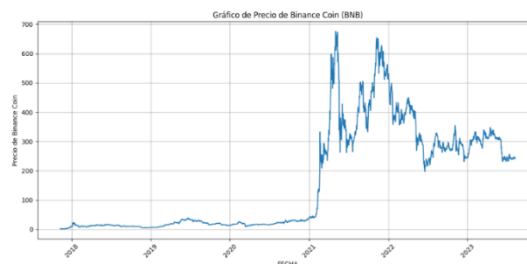


Figura 4.9: Grafico de precio Binance Coin.

4.2.5.1. **Estrategia Comprar y Mantener.**

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 393.122254%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 116.103243%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 40.549613%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 2221.55600%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -46.942768%

La suma de estos valores:

$$(393.122254) + (116.103243) + (40.549613) + 2221.55600 + (-46.942768) = 2724.388347\%$$

$$\text{Promedio} = 2724.388347 / 5 \approx 544.8776694\%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 544.88%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de - 8.60%

4.2.5.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Binance Coin (BNB).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 53.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 53.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 16.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 28.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 8.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 15.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 9.
- Bandas de Bollinger: Período de 47.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 1.25.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 20.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 66.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 38.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Binance Coin (BNB). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores

pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

4.2.5.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 68, la cual utiliza los indicadores RSI y BB. La misma ha logrado un destacado desempeño; sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `price < self.bb_lower[-1] :`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `self.rsi[-1] > self.rsi_umbral2 :`

`self.position.close()`

4.2.5.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 706.647928% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 100%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.644750, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 147.921556, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

4.2.5.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.916946, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque

bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.

- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 33.668629%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.490587 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 17.622056, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

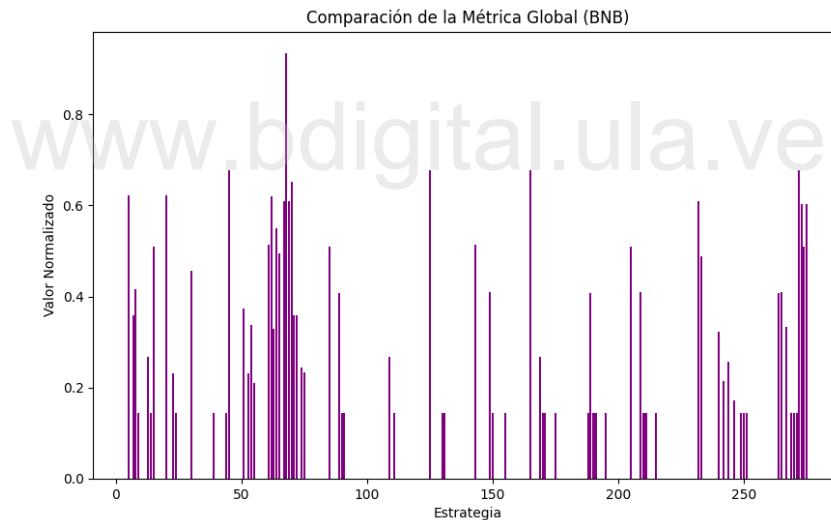


Figura 4.10: Comparación métrica global BNB.

La estrategia 68 se destaca como la mejor en base a la métrica global, por lo tanto, se convierte en una opción a considerar para inversores que buscan obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 68 durante el período de validación (BNB). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

Capítulo V

Análisis de Resultados Mercado de Valores

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas retrospectivas de las mejores estrategias de trading encontradas. Se analizan los datos cuantitativos recopilados durante el estudio y se discutirá en relación con los objetivos de investigación planteados en el Capítulo I.

5.1. Descripción de la Muestra de Datos

La muestra de datos utilizada en este estudio consistió en datos históricos de precios de activos en los mercados mencionados anteriormente en los últimos 5 años. Se recopilaron datos de tipo OHLC (Open, High, Low, Close) de 5 activos diferentes, durante un período de tiempo que abarcó desde 09 de noviembre de 2017 hasta 08 de noviembre de 2022 para las pruebas y desde 09 de noviembre de 2022 hasta el 10 de agosto de 2023 para la validación.

5.2. Presentación de Datos Cuantitativos Mercado de Valores

En esta sección se presentan los resultados cuantitativos obtenidos durante las pruebas retrospectivas de la optimización de los indicadores de manera individual.

5.2.1. Tesla, Inc

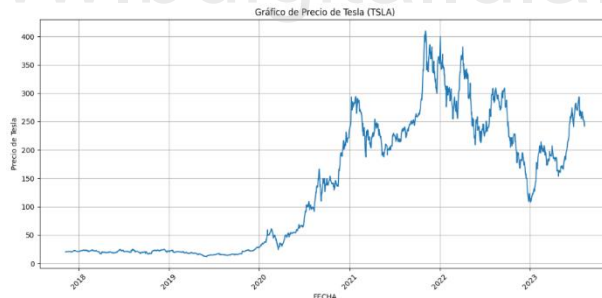


Figura 5.1: Grafico de precio Tesla.

5.2.1.1. Estrategia Comprar y Mantener

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 14.908084%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de -4.270916%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 522.953414%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 190.103509%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -42.23351%

La suma de estos valores:

$$14.908084 - 4.270916 + 522.953414 + 190.103509 + (-42.23351) = 681.460581\%$$

$$\text{Promedio} = 681.460581 / 5 \approx 136.2921162 \%$$

El promedio de estos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 136.3%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de 36.38 %

5.2.1.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Tesla (TSLA).

Estos parámetros fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 19.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 12.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 11.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 29.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 12.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 21.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 13.
- Bandas de Bollinger: Período de 49.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 0.75.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 30.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 74.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 37.

Estos parámetros representan la configuración óptima, encontrada para cada indicador en el contexto del mercado de Tesla (TSLA). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos parámetros pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

5.2.1.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]) y la expectativa de rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que nos permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 20, la cual utiliza los indicadores ADX y BB. La misma ha logrado un destacado desempeño, sus reglas de entrada y salida se basan en criterios que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.adx[-1] > self.adx_umbral1 and price < self.bb_lower[-1]:`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `price > self.bb_upper[-1]:`

`self.position.close()`

5.2.1.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 152.518729% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 90%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.659016, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 78.289745, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

5.2.1.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.958941, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.

- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 151.358364%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.330110 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 93.117604, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

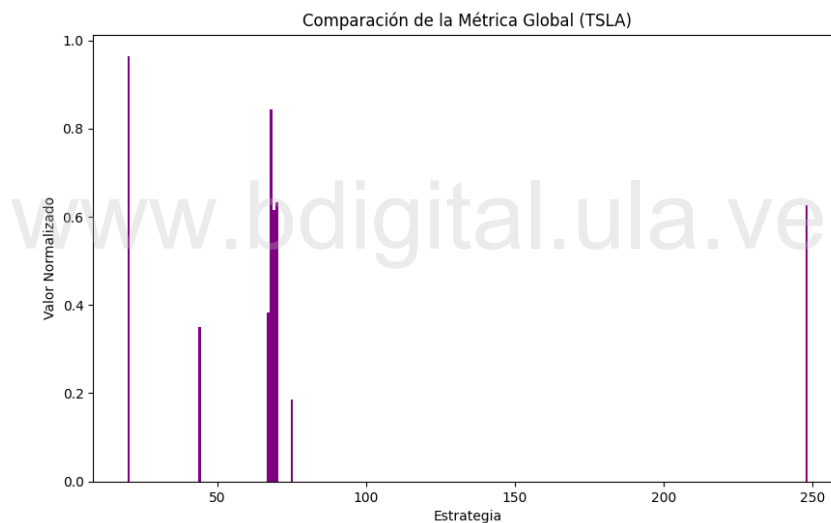


Figura 5.2: Comparación métrica global TSLA.

La estrategia 20 se destaca como la mejor en base a la métrica global, esto la convierte en la opción a considerar para invertir y obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 20 durante el período de validación (TSLA). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

5.2.2. Apple, Inc

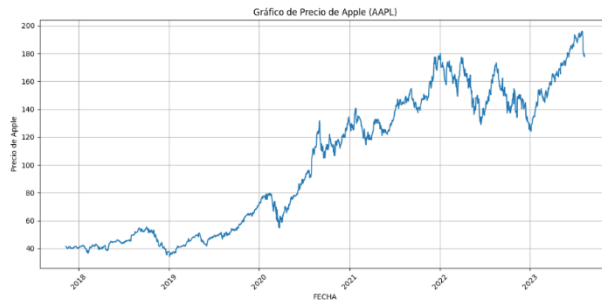


Figura 5.3: Grafico de precio Apple.

5.2.2.1. Estrategia Comprar y Mantener.

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 19.3711%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 26.8792%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 81.0678%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 30.0550%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -7.88409%

La suma de estos valores:

$$19.3711 + 26.8792 + 81.0678 + 30.0550 + (-7.88409) = 149.48901\%$$

$$\text{Promedio} = 149.48901 / 5 \approx 29.897802 \%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 29.90%.

Marco temporal de validación: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de 32.12%

5.2.2.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Apple (AAPL).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 23.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 19.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 13.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 22.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 10.

- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 21.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 14.
- Bandas de Bollinger: Período de 52.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 1.5.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 11.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 80.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 30.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Apple (AAPL). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

5.2.2.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 42, la cual utiliza los indicadores RSI y BB. Este sistema ha logrado un destacado desempeño, sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.rsi[-1] < self.rsi_umbral1 and price < self.bb_lower[-1]:`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `price > self.bb_upper[-1]:`

`self.position.close()`

5.2.2.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 35.194797% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 80%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.929636, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo
- Expectativa [%]: es de 35.907227, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

5.2.2.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.875014, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.
- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 47.550879%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 2.462869 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 53.158368, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

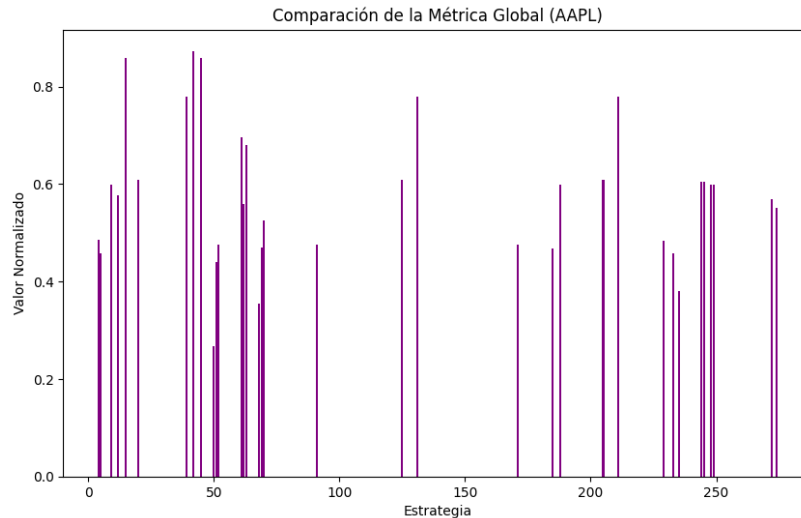


Figura 5.4: Comparación métrica global AAPL.

La estrategia 42 se destaca como la mejor en base a la métrica global, esta lo convierte en una opción a considerar para inversores interesados en obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 42 durante el período de validación (AAPL). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

5.2.3. Sirius XM Holdings Inc.

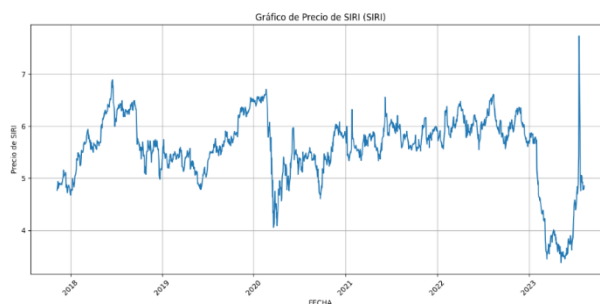


Figura 5.5: Grafico de precio SIRI.

5.2.3.1. Estrategia Comprar y Mantener.

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 18.6440%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 9.5008%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de -13.3620%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 5.9504%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -2.3328%

La suma de estos valores:

$$18.6440 + 9.5008 + (-13.3620) + 5.9504 + (-2.3328) = 18.4004\%$$

$$\text{Promedio} = 18.4004 / 5 \approx 3.68008\%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 3.70%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de - 22.8%.

5.2.3.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Sirius XM Holdings (SIRI).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 94.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 42.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 24.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 51.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 15.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 23.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 15.
- Bandas de Bollinger: Período de 27.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 2.25.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 22.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 76.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 28.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Sirius (SIRI). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento

de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

5.2.3.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 68, la cual utiliza los indicadores RSI y BB. La misma ha logrado un destacado desempeño; sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

```
Condición de Entrada price < self.bb_lower[-1] :  
self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))  
Condición de Salida self.rsi[-1] > self.rsi_umbral2 :  
self.position.close()
```

5.2.3.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 18.040707% lo que es bastante bueno
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 100%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.7668942, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 18.620947, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

5.2.3.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.901595, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una

combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.

- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 101.196656%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.031786 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 101.801476, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

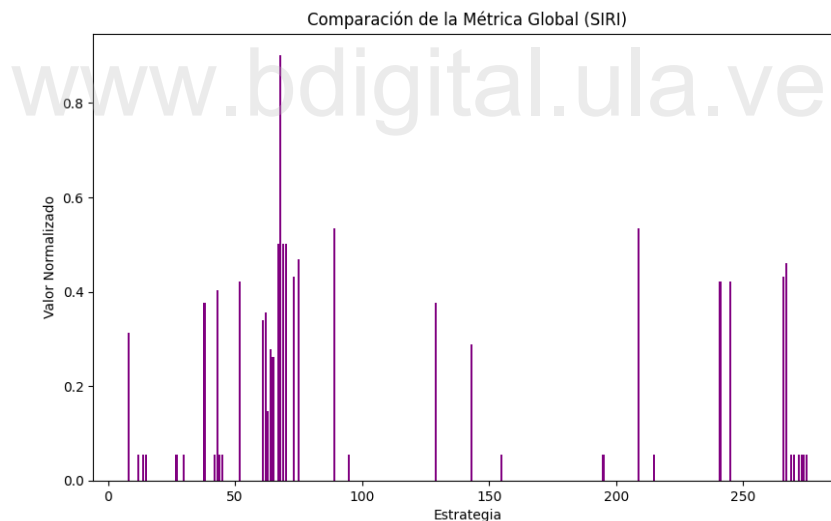


Figura 5.6: Comparación métrica global SIRI.

La estrategia 68 se destaca como la mejor en base a la métrica global, lo que lo convierte en una opción a considerar para inversores interesados en obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 68 durante el período de validación (SIRI). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

5.2.4. Amazon.com, Inc



Figura 5.7: Grafico de precio Amazon.

5.2.4.1. Estrategia Comprar y Mantener.

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 55.4727%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 4.4247%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 86.9088%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 11.9364%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -49.3712%

La suma de estos valores:

$$55.4727 + 4.4247 + 86.9088 + 11.9364 + (-49.3712) = 109.3714\%$$

$$\text{Promedio} = 109.3712 / 5 \approx 21.87424\%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 21.90%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de 60.03%

5.2.4.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Amazon (AMZN).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 82.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 81.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 19.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 21.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 5.

- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 28.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 11.
- Bandas de Bollinger: Período de 14.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 0.75.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 11.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 73.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 36.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Amazon (AMZN). Fueron seleccionados con el objetivo de maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

5.2.4.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 27, la cual utiliza los indicadores RSI y BB. Este sistema ha logrado un destacado desempeño, sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.rsi[-1] < self.rsi_umbral1 and price < self.bb_lower[-1]:`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `self.rsi[-1] > self.rsi_umbral2:`

`self.position.close()`

5.2.4.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 24.763901% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 75%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 1.050111, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 11.318997, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

5.2.4.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.703367, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.
- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 71.420392%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 2.386200 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 31.659544, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

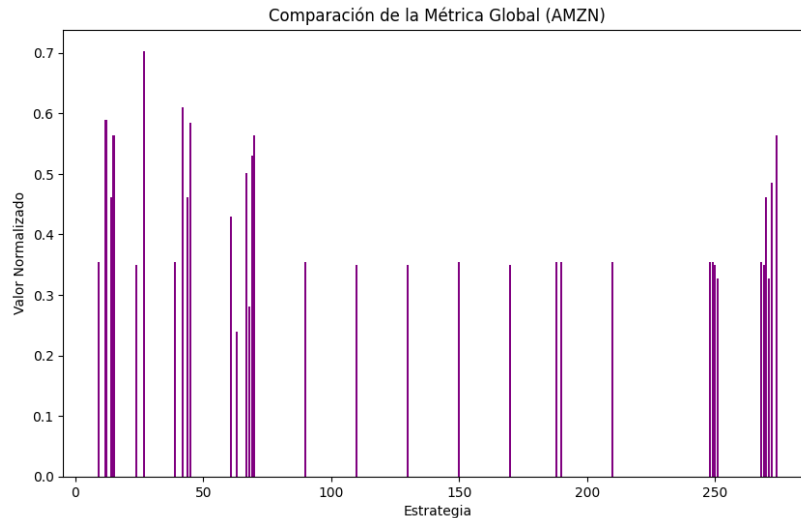


Figura 5.8: Comparación métrica global AMZN.

La estrategia 27 se destaca como la mejor en base a la métrica global, lo que lo convierte en una opción a considerar para inversores interesados en obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 27 durante el período de validación (AMZN). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

5.2.5. *Advanced Micro Devices, Inc.*



Figura 5.9: Grafico de precio Advanced Micro Devices.

5.2.5.1. **Estrategia Comprar y Mantener.**

Marco temporal 1: de 2017-11-9 al 2018-11-8 con un “compra y mantener” de 96.4028%

Marco temporal 2: de 2018-11-9 al 2019-11-8 con un “compra y mantener” de 72.5154%

Marco temporal 3: de 2019-11-9 al 2020-11-8 con un “compra y mantener” de 136.518%

Marco temporal 4: de 2020-11-9 al 2021-11-8 con un “compra y mantener” de 64.0279%

Marco temporal 5: de 2021-11-9 al 2022-11-8 con un “compra y mantener” de -57.6416%

La suma de estos valores:

$$96.4028 + 72.5154 + 136.518 + 64.0279 + (-57.6416) = 311.8225\%$$

$$\text{Promedio} = 311.8225 / 5 \approx 62.3645\%$$

El promedio de estos rendimientos a lo largo de los cinco marcos temporales es aproximadamente 62.36%.

Marco temporal de validación: de 2022-11-9 al 2023-08-10 con un “compra y mantener” de 84.36%

5.2.5.2. Mejores Parámetros de Cada Indicador. Los mejores parámetros encontrados para cada indicador después de las pruebas de optimización en el mercado de Advance Micro Device (AMD).

Estos fueron seleccionados en base a los criterios de la metodología.

- SMA (Media Móvil Simple): Período de 78.
- EMA (Media Móvil Exponencial): Período de 75.
- ADX (Índice de Movimiento Direccional Promedio): Período de 10.
- ADX UMBRAL (Umbral del Índice de Movimiento Direccional Promedio): Umbral de 20.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - FAST: Período de 11.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SLOW: Período de 15.
- MACD (Convergencia/Divergencia de Medias Móviles) - SIGNAL: Período de 10.
- Bandas de Bollinger: Período de 19.
- Bandas de Bollinger - DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Valor de 0.75.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - PERIODO: Período de 18.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBRECOPRA: Umbral2 de 77.
- RSI (Índice de Fuerza Relativa) - SOBREVENTA: Umbral1 de 38.

Estos parámetros representan la configuración óptima para cada indicador en el contexto del mercado de Advance Micro Device (AMD). Fueron seleccionados con el objetivo de

maximizar el rendimiento de las estrategias y minimizar el riesgo. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones del mercado y deben ser monitoreados y ajustados regularmente para adaptarse a las cambiantes tendencias y volatilidad del activo.

5.2.5.3. Sistemas con Indicadores Combinados. El análisis de los resultados cuantitativos revelan los indicadores combinados junto con sus periodos óptimos correspondientes. Destaca especialmente el sistema que ha logrado el mejor desempeño en términos de métricas cruciales, tales como el índice de Sharpe, la tasa de ganancia (Win Rate [%]), la expectativa de rendimiento y el rendimiento. Esta evaluación se realiza después de aplicar un filtro que excluye los sistemas que no superan una estrategia de comprar y mantener, lo que permite identificar las estrategias que realmente ofrecen un rendimiento superior.

La mejor estrategia encontrada dentro de las propuestas y programadas es la 274, la cual utiliza los indicadores RSI, BB y MACD. La misma ha logrado un destacado desempeño, sus reglas de entrada y salida se basan en criterios cuidadosamente definidos que han demostrado ser efectivos en la optimización de las métricas clave.

Condición de Entrada `self.macd[-1] > self.macd_signal[-1] and price < self.bb_lower[-1] :`

`self.buy(sl=price * self.slPercent, tp=price*(1+self.tpPercent))`

Condición de Salida `self.rsi[-1] > self.rsi_umbral2 :`

`self.position.close()`

5.2.5.4. Resultados Promedio de los 5 Años.

- Rendimiento [%]: La estrategia ha generado un retorno promedio del 74.574512% lo que es bastante bueno.
- Porcentaje de operaciones ganadoras [%]: La tasa de acierto promedio es del 100%, lo que significa que la mayoría de las operaciones fueron ganadoras.
- Índice de Sharpe: es de 0.960297, lo que indica un buen rendimiento ajustado al riesgo.
- Expectativa [%]: es de 70.251647, lo que sugiere que esta estrategia tiene un buen potencial promedio de ganancias en el futuro.

5.2.5.5. Resultados Periodo de Validación.

- **Métrica Global:** Con un valor de 0.644517, esta estrategia ha obtenido una de las métricas globales más altas en comparación con otras estrategias evaluadas. Esto sugiere una

combinación efectiva de las métricas individuales ponderadas, lo que indica un enfoque bien equilibrado en términos de rentabilidad, riesgo y consistencia.

- **Rendimiento [%]:** La estrategia ha logrado un retorno del 98.412076%, lo que indica que ha superado significativamente la estrategia de comprar y mantener (buy and hold), lo que la convierte en la mejor opción.
- **Porcentaje de Operaciones Ganadoras [%]:** Con una tasa de acierto del 100%, esta estrategia ha demostrado ser efectiva en la generación de operaciones exitosas.
- **Índice de Sharpe:** Un índice de Sharpe de 1.466439 indica un buen equilibrio entre el rendimiento obtenido y el riesgo asumido. Un valor positivo es un indicador sólido de la gestión del riesgo de la estrategia.
- **Expectativa [%]:** Con un valor de 48.744896, la expectativa de rendimiento es positiva, lo que sugiere que, en promedio, se espera que cada operación genere ganancias.

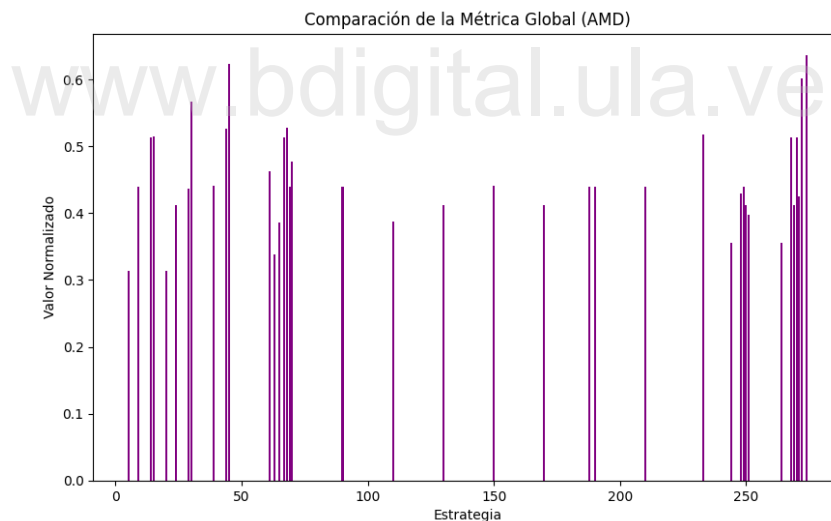


Figura 5.10: Comparación métrica global AMD.

La estrategia 274 se destaca como la mejor en base a estas métricas clave, lo que lo convierte en una opción a considerar para inversores interesados en obtener rendimientos sólidos y gestionar el riesgo de manera efectiva. Consulte la figura en el apartado de anexos, que muestra la gráfica de operaciones de la estrategia 274 durante el período de validación (AMD). También se adjuntan figuras que comparan métricas individuales, así como los resultados de los periodos de pruebas 5 años y validación.

Conclusiones

El proyecto arroja resultados reveladores, basados en los objetivos planteados se ha logrado avanzar significativamente en la optimización del uso de indicadores técnicos para definir estrategias de inversión en los mercados financieros y maximizar la tasa de retorno. A través de una exhaustiva revisión bibliográfica, se seleccionaron seis indicadores técnicos, SMA, EMA, RSI, ADX, MACD y BB, reconocidos por su efectividad en el análisis técnico, lo que ha sentado las bases para la construcción de estrategias sólidas.

La selección cuidadosa de 10 activos de los mercados financieros, cinco del mercado de criptomonedas y cinco del mercado de valores, ha permitido llevar a cabo un análisis detallado y riguroso, lo que ha enriquecido la evaluación de las estrategias de trading propuestas. Al definir un conjunto de estrategias basadas en los indicadores seleccionados, se ha promovido la diversificación y la adaptabilidad en la toma de decisiones de inversión.

La evaluación y selección de la mejor estrategia de trading para cada activo ha sido un proceso clave para identificar oportunidades de inversión óptimas y maximizar los rendimientos. Este enfoque ha destacado la importancia de la personalización y la adaptabilidad en la implementación de estrategias de trading efectivas.

Estrategias Evaluadas:

Durante el análisis, se evaluaron varias estrategias respaldadas por seis indicadores técnicos seleccionados: SMA, EMA, RSI, ADX, MACD y BB. Se efectuaron pruebas en diez activos, cinco del mercado de criptomonedas y cinco del mercado de valores, calculando el porcentaje de acierto para cada estrategia en diferentes períodos de tiempo.

Indicadores Técnicos:

Los seis indicadores técnicos fueron elegidos por su efectividad en el análisis técnico y su capacidad para proporcionar señales claras y confiables en diversas condiciones del mercado. SMA y EMA identifican tendencias, RSI y ADX miden la fuerza de la tendencia y la volatilidad, mientras que MACD y BB señalan puntos de entrada y salida.

Selección de Activos:

Los activos fueron seleccionados considerando la liquidez, volatilidad y representatividad en los mercados de criptomonedas y valores. La diversificación entre estos mercados permitió una visión completa de las estrategias y su desempeño en diferentes entornos.

Importancia de la Combinación de Indicadores:

La combinación de 2 y 3 indicadores ha sido clave para identificar oportunidades de trading con precisión. Este hallazgo destaca el papel fundamental de múltiples indicadores en la toma de decisiones para inversiones exitosas, reforzando la adaptabilidad y personalización en las estrategias de trading.

Optimización Individual por Activo:

La optimización individual de cada indicador por activo ha permitido identificar parámetros óptimos específicos, creando estrategias personalizadas que maximizan ganancias y minimizan riesgos. Este enfoque individualizado es fundamental para adaptarse a las particularidades de cada activo y garantizar la efectividad de las estrategias de trading.

Valor de los Indicadores Técnicos:

Los resultados respaldan la utilidad de la combinación de indicadores técnicos como herramienta crucial para inversores en busca de rendimientos sólidos y gestión de riesgos efectiva. La combinación de indicadores emerge como un elemento clave para una mayor precisión en la identificación de oportunidades de trading.

Recomendaciones

En base a los hallazgos significativos obtenidos durante el proyecto de optimización de estrategias basadas en indicadores técnicos, se derivan varias recomendaciones clave para los inversores y profesionales del mercado financiero:

- 1. Implementación de Estrategias Personalizadas:** Se recomienda que los inversores adopten un enfoque de estrategias personalizadas, considerando la dinámica única de cada activo financiero, por ejemplo con los indicadores ADX y BB para abrir posiciones de compra con un potencial de beneficio definido y cerrarlas cuando el precio alcanza niveles extremos de sobrecompra.
- 2. Uso Estratégico de Combinaciones de Indicadores:** La investigación respalda la efectividad de utilizar combinaciones de 2 y 3 indicadores como el RSI y BB, y ADX, MACD y BB. Se sugiere que los inversores exploren y experimenten con diferentes combinaciones de 4 y 5, para lograr una mayor precisión en la identificación de oportunidades de trading.
- 3. Integración de Indicadores Adicionales:** Aunque el análisis se centró en los indicadores SMA, EMA, ADX, RSI, MACD y BB, se podrían integrar otros para obtener una visión más completa del mercado como el indicador de volumen. Esto permitirá identificar patrones de comportamiento adicionales y tomar decisiones más informadas.
- 4. Monitoreo Continuo y Actualizaciones:** La dinámica del mercado evoluciona con el tiempo, por lo que se aconseja un monitoreo continuo de las estrategias implementadas. Realizar actualizaciones periódicas en función de cambios en las condiciones del mercado y en los comportamientos de los activos garantizará una vigencia y eficacia sostenibles.
- 5. Diversificación de Estrategias:** Considerando que cada activo puede tener sus propias respuestas a estrategias específicas, se sugiere diversificar las estrategias utilizadas en una cartera. La diversificación puede ayudar a mitigar el riesgo asociado con la dependencia de una única estrategia.
- 6. Consideración de Factores Externos:** Además de los indicadores técnicos, es crucial tener en cuenta factores externos que puedan influir en los mercados, como eventos económicos, geopolíticos o cambios regulatorios. La combinación de análisis técnico con un entendimiento profundo del entorno económico general puede proporcionar una perspectiva más completa.

Con estas recomendaciones, los inversores, pueden sacar el máximo provecho a los beneficios derivados del proyecto, optimizando sus estrategias de trading de manera efectiva y adaptándose a las complejidades cambiantes del mercado financiero.

www.bdigital.ula.ve

Referencias Bibliográficas

- Advanced Micro Devices, Inc. (n.d.). Advanced Micro Devices, Inc. (AMD). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/AMD>
- Aguilera Peña, Nicolás. (2022). *Optimización de Estrategia de Trading en el Colcap, a partir de la optimización estocástica con redes neuronales*. [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023, de https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/4974/MMB_1020794583_2022_2.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Amazon.com, Inc. (n.d.). Amazon.com, Inc. (AMZN). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/AMZN>
- Apple Inc. (n.d.). Apple Inc. (AAPL). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/AAPL>
- Aragón Bohorquez, A., Mejía Vega, C. A., & Zapata Quimbayo, C. A. (2018). *Optimización de estrategias de trading con promedios móviles para futuros de petróleo mediante algoritmos genéticos*. ODEON-Observatorio de Economía y Operaciones Numéricas, (15). [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023, de https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Zapata-Quimbayo/publication/333074924_Optimizacion_de_estrategias_de_trading_con_promedios_moviles_para_futuros_de_petroleo_mediante_algoritmos_geneticos/links/5cdadb33a6fdccc9ddabbef8/Optimizacion-de-estrategias-de-trading-con-promedios-moviles-para-futuros-de-petroleo-mediante-algoritmos-geneticos.pdf
- Binance Coin. (n.d.). Binance Coin (BNB-USD). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/BNB-USD>
- Bitcoin. (n.d.). Bitcoin (BTC-USD). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD>
- Casper da Costa-Luis. (2021). tqdm: A Fast, Extensible Progress Bar for Python and CLI. [Librería de Python]. Recuperado de <https://github.com/tqdm/tqdm>
- Chan, E. P. (2021). *Quantitative trading: how to build your own algorithmic trading business*. John Wiley & Sons. Recuperado de <https://www.myquant.cn/uploads/default/original/1X/4c7037365a4bf1623734c1c899baed7855061ace.pdf>

- Elder, A. (2019). *El nuevo vivir del trading*. Obelisco. [Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023, de <https://educaforex.com/wp-content/uploads/2021/03/El-nuevo-vivir-del-trading-1.pdf>
- Ethereum. (n.d.). Ethereum (ETH-USD). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/ETH-USD>
- Fialli, F. J. H. (2016). *Trading y bolsa*. Ediciones Pirámide. [Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023
- Glucksmann, A., Sornette, D. y Wu, K. (2019). *Backtesting of Trading Strategies for Bitcoin*. ETH Zürich [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023, de https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/chair-of-entrepreneurial-risks-dam/documents/dissertation/master%20thesis/Master_Thesis_GL%C3%BCcksmann_13June2019.pdf
- Gomez Gaviria, M. J., & Ramirez Olea, J. J. (2019). *Desarrollo de estrategias algorítmicas de análisis técnico para operar en EURUSD durante el período 2018-2019*. [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/286766114.pdf>
- Hayes, A. (2022). "¿Qué es una estrategia comercial? Cómo desarrollar uno". Recuperado el 9 de abril de 2023, de <https://www.investopedia.com/terms/t/trading-strategy.asp>
- Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: [Librería de Python]. A 2D Graphics Environment. Computing in Science & Engineering, 9(3), 90-95. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.55>
- Kaufman, PJ (2013). *Trading Systems and Methods + Web Site*. 5ta Edición John Wiley & Sons. [Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023, de https://ia600800.us.archive.org/17/items/admin_pdfbooksfree_TSaM/TSaM.pdf
- Litecoin. (n.d.). Litecoin (LTC-USD). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/LTC-USD>
- Morales, R. (2021). yfinance: Yahoo Finance market data downloader. GitHub. Recuperado de <https://github.com/ranaroussi/yfinance>
- Murphy, JJ (1999). *Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*. Pingüino. [Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023, de

- <https://cdn.preterhuman.net/texts/unsorted2/Stock%20books%20029/John%20J%20Murphy%20-%20Technical%20Analysis%20Of%20The%20Financial%20Markets.pdf>
- NumPy. (s.f.). [Librería de Python]. Recuperado de <https://pypi.org/project/numpy/>
- Pandas. (s.f.). [Librería de Python]. Recuperado de <https://pypi.org/project/pandas/>
- Ripple. (n.d.). Ripple (XRP-USD). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/XRP-USD>
- Sainz Bravo, O. (2021). *Análisis Técnico aplicado con un Sistema de Trading Algorítmico*. [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023, de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/23121>
- Serrano Riera, A. (2022). *Optimización mediante aprendizaje automático de estrategias de inversión en mercados financieros basadas en medias móviles*. [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023 de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/63259>
- Sirius XM Holdings Inc. (n.d.). Sirius XM Holdings Inc. (SIRI). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/SIRI>
- Spörer, J. (2020). *Backtesting of algorithmic cryptocurrency trading strategies*. Available at SSRN 3620154. [Archivo PDF]. Recuperado el 9 de abril de 2023, de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3620154
- Talib - Technical Analysis Library. (s.f.). [Librería de Python]. Github. Recuperado de <https://github.com/mrjbq7/ta-lib>
- Tesla, Inc. (n.d.). Tesla, Inc. (TSLA). Yahoo Finance. Recuperado el 15 de agosto de 2023, de <https://finance.yahoo.com/quote/TSLA>
- Tharp, VK, Chabot, C. y Tharp, K. (2007). *Opere para alcanzar la libertad financiera*. Nueva York, NY, Estados Unidos: McGraw-Hill. . [Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023, de https://www.seputarforex.com/belajar/forex_ebook/download/Trade_Your_Way_to_Financial_Freedom.pdf
- Trullols, J., & People, F. (2013). *La importancia del ratio de Sharpe a la hora de seleccionar fondos*. *Boletín Mensual*, 52. [Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023, de https://www.fondoscostarica.com/wp-content/uploads/2013/06/Temas_Fondo_Mayo13.pdf

Wilder, J. W. (1978). *New concepts in technical trading systems*. Hunter: Greensboro, NC.

[Archivo PDF]. Recuperado el 01 de abril de 2023, de

<https://books.mec.biz/tmp/books/218XOTBWY3FEW2CT3EVR.PDF>

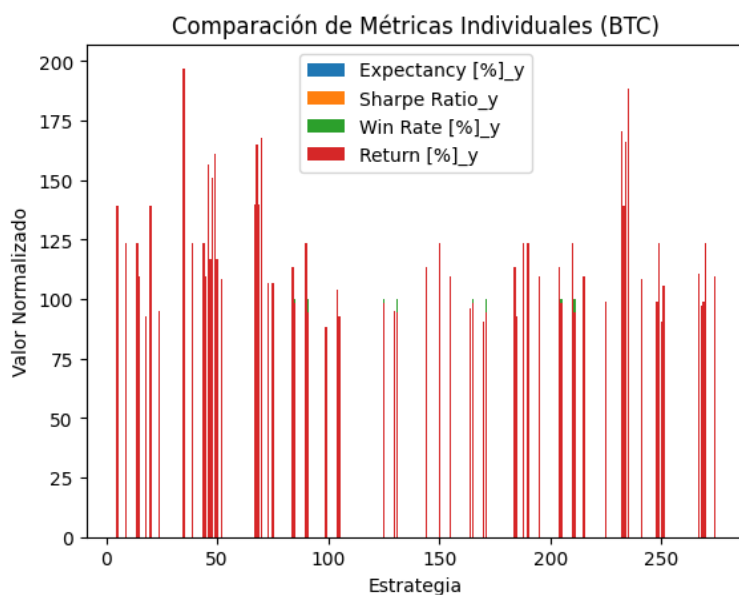
Zach Lûster. (2021). *Backtesting.py* [Librería de Python]. Recuperado

de <https://pypi.org/project/Backtesting/>

www.bdigital.ula.ve

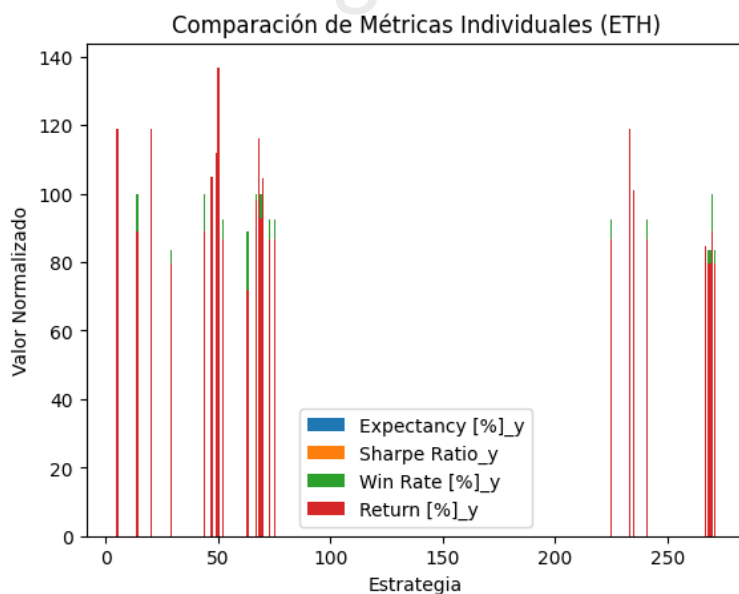
Anexos

Comparación de métricas individuales (BTC)



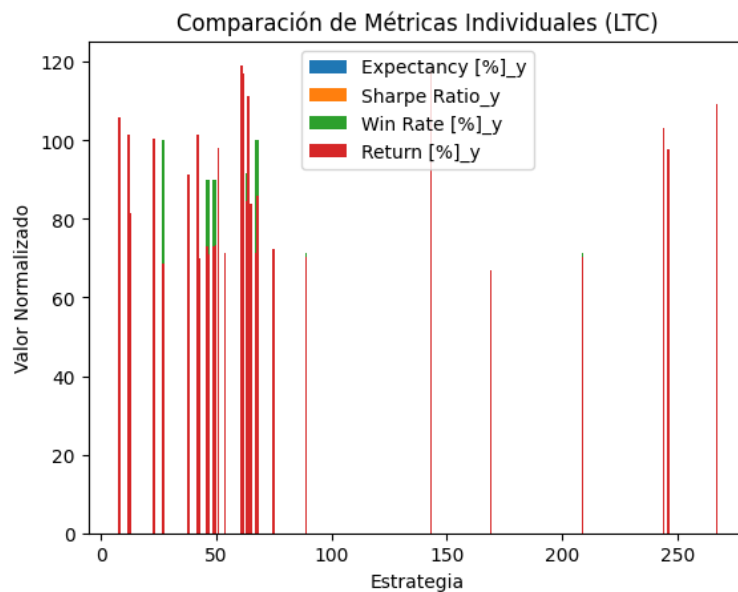
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo BTC.

Comparación de métricas individuales (ETH)



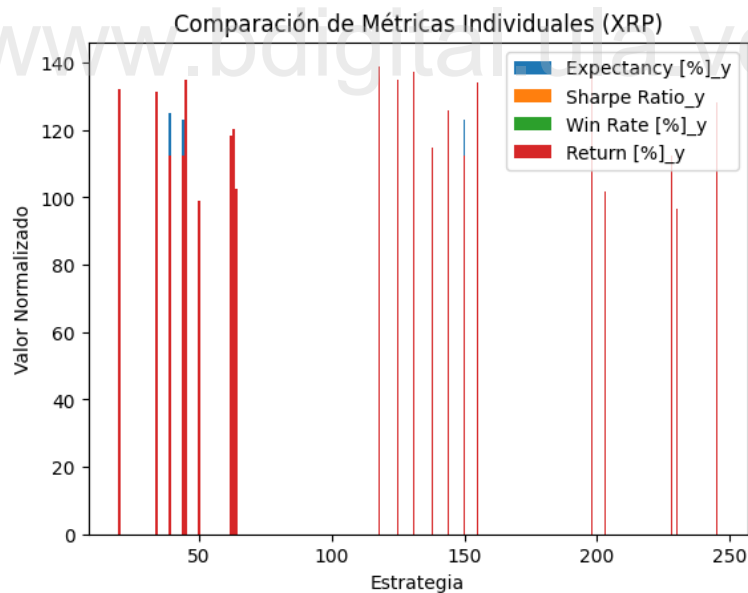
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo ETH.

Comparación de métricas individuales (LTC)



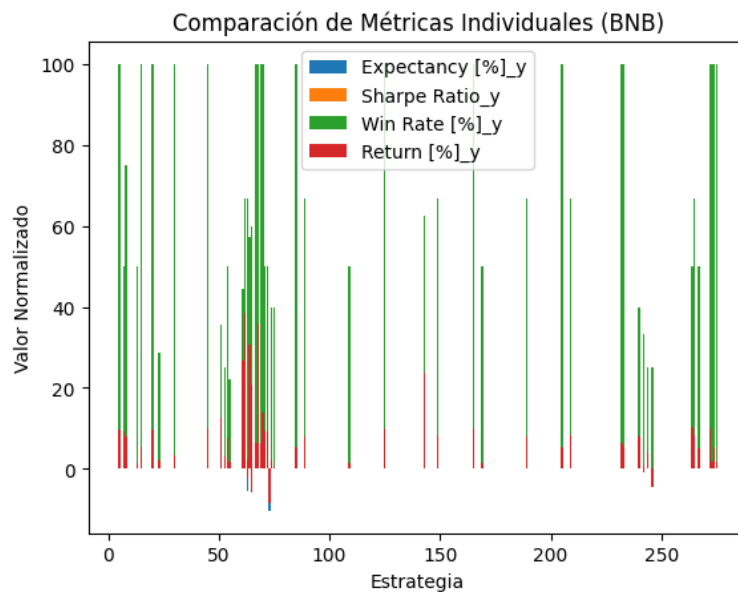
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo LTC.

Comparación de métricas individuales (XRP)



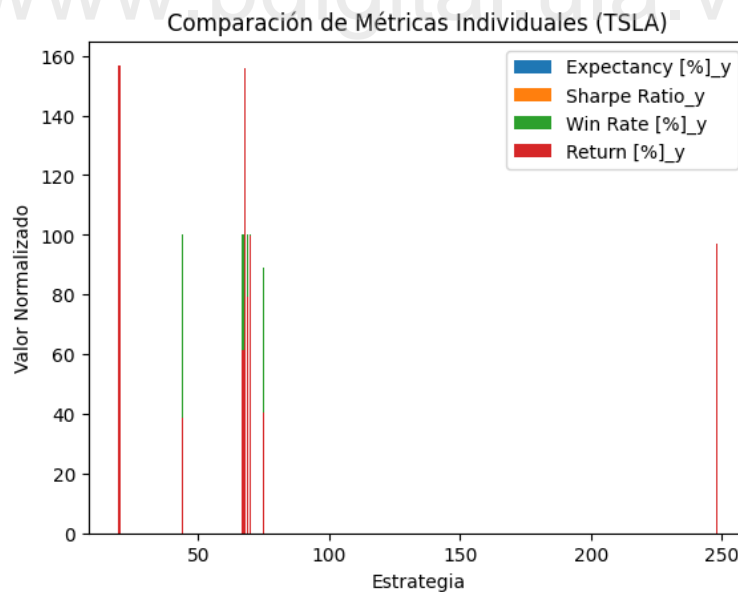
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo XRP.

Comparación de métricas individuales (BNB)



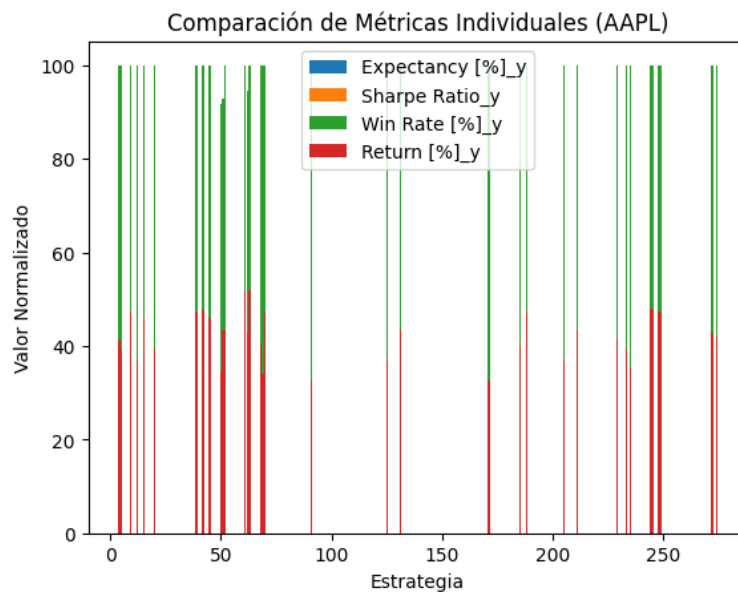
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo BNB.

Comparación de métricas individuales (TSLA)



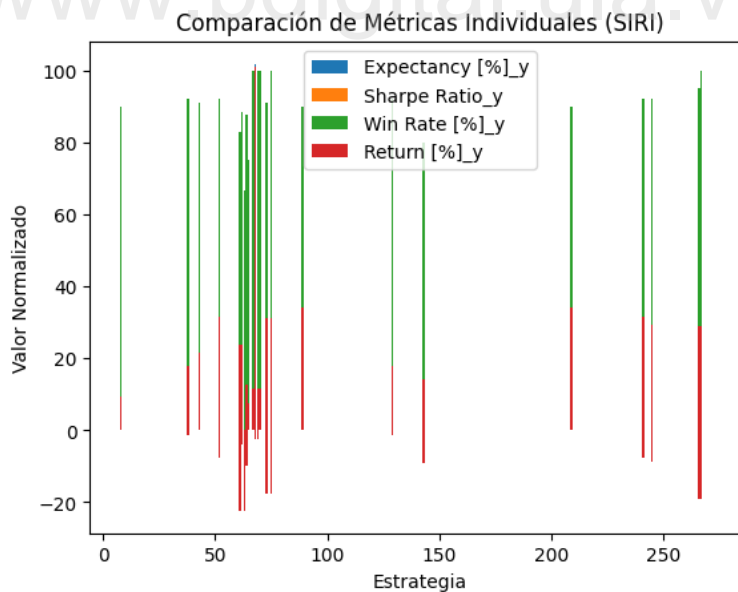
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo TSLA.

Comparación de métricas individuales (AAPL)



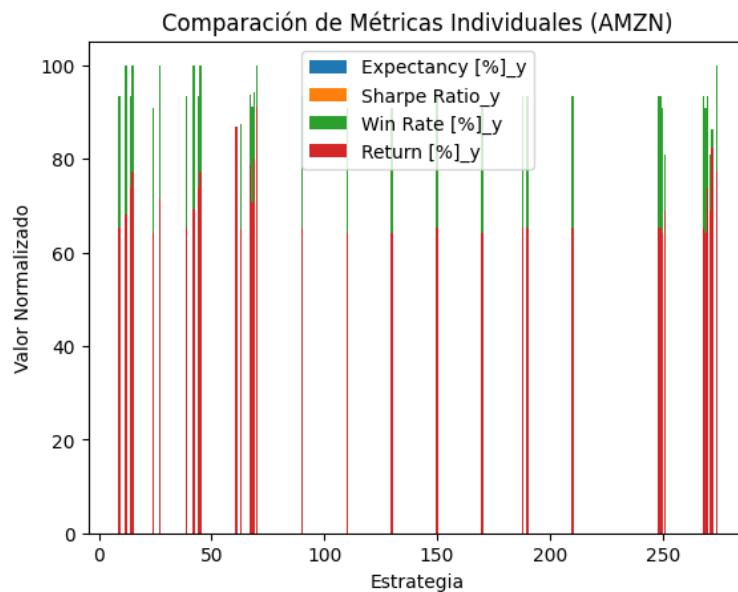
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo AAPL.

Comparación de métricas individuales (SIRI)



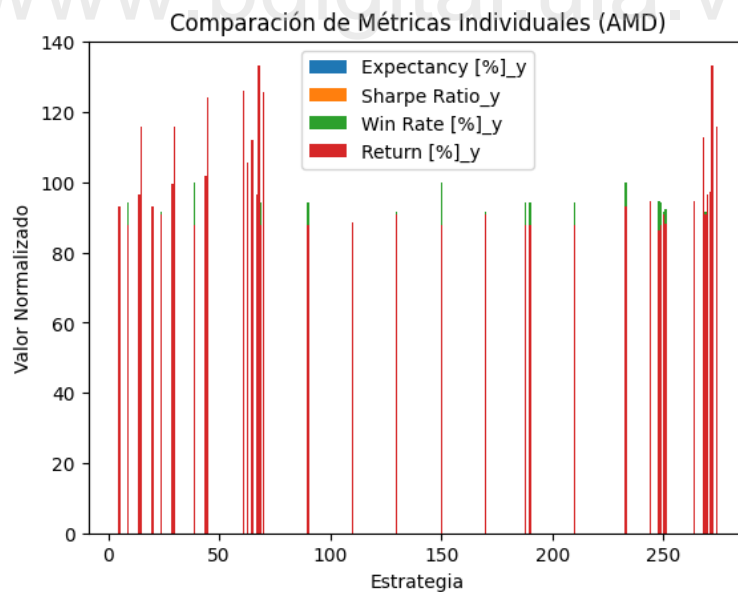
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo SIRI.

Comparación de métricas individuales (AMZN)



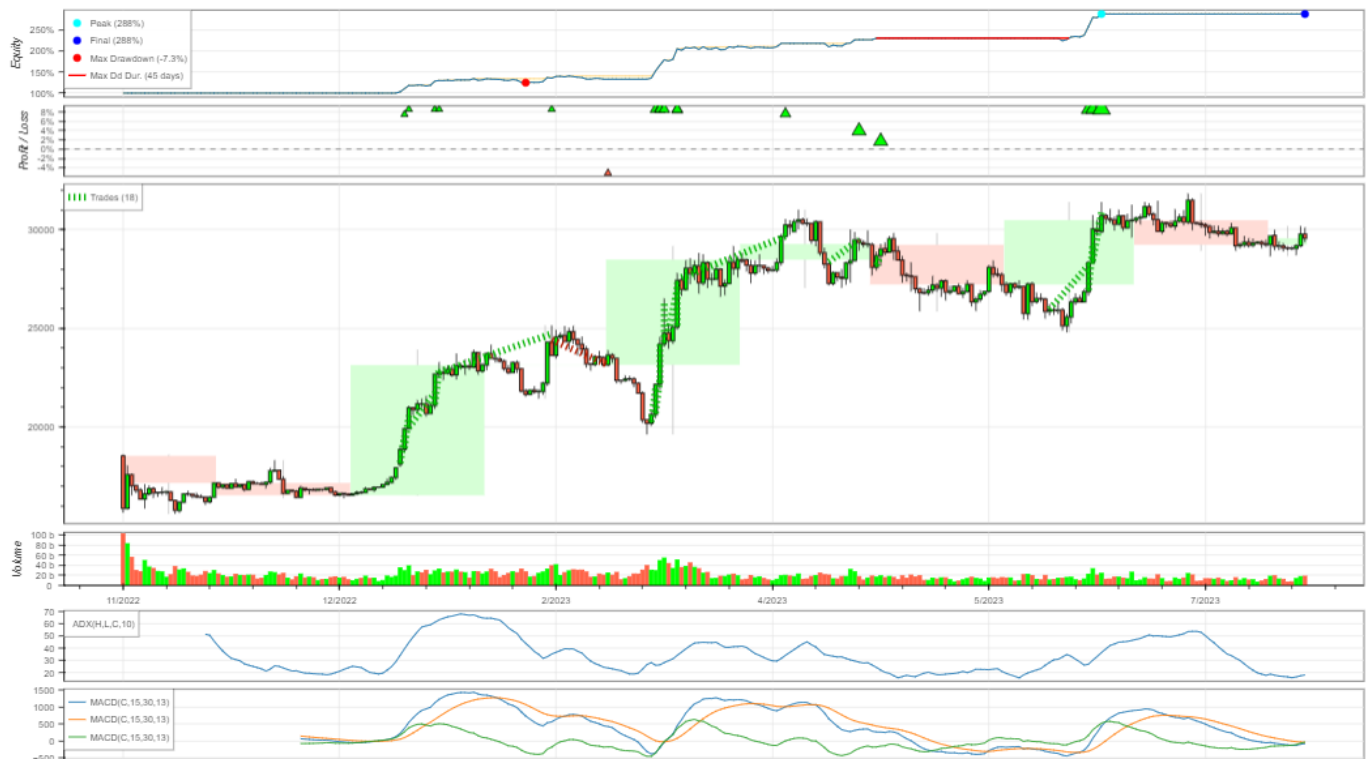
Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo AMZN.

Comparación de métricas individuales (AMD)

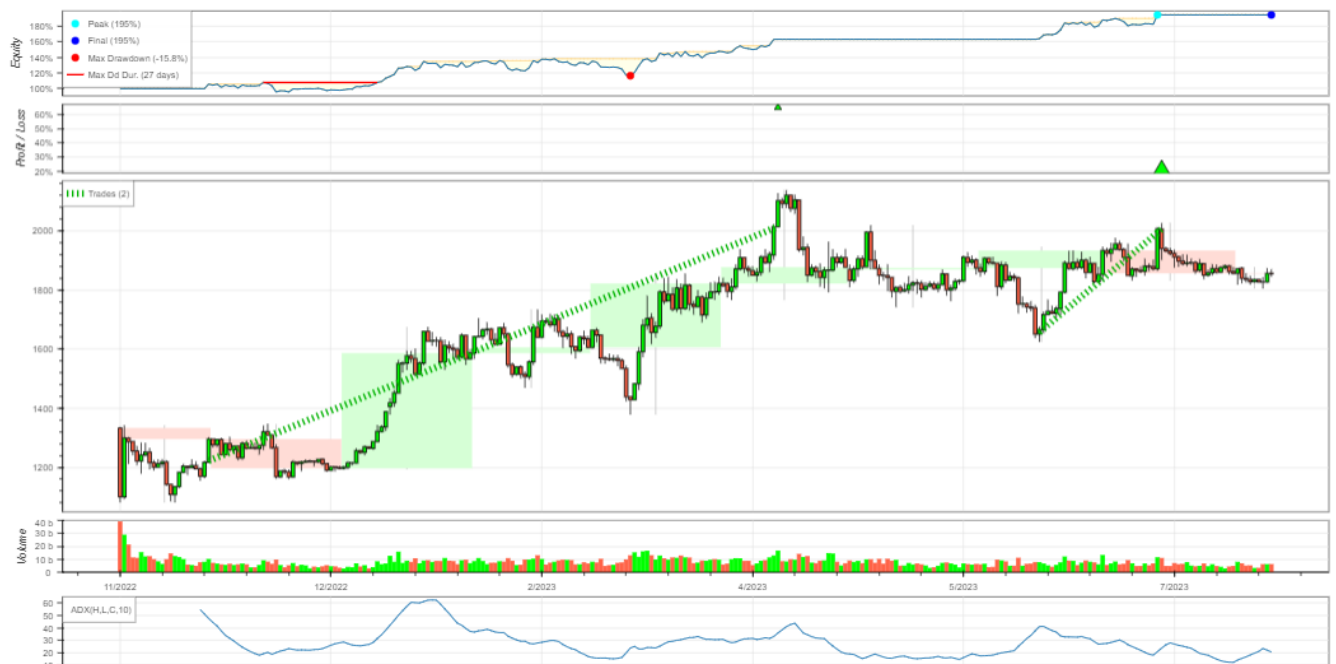


Nota. La imagen ofrece una comparación detallada entre varias métricas individuales clave, como retorno, tasa de aciertos, índice de Sharpe y expectativa, y su valor normalizado asociado en el activo AMD.

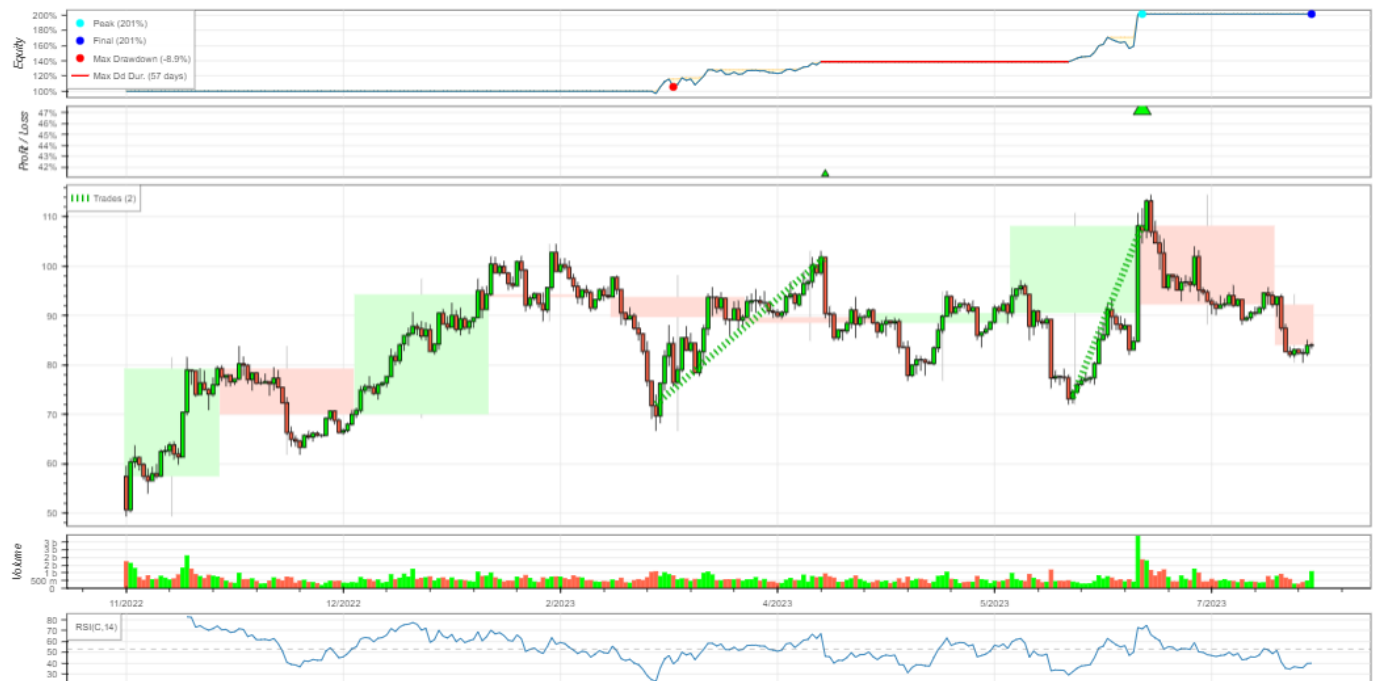
Grafica de Operaciones Estrategia 235, Periodo de Validación (BTC)



Grafica de Operaciones Estrategia 20, Periodo de Validación (ETH)



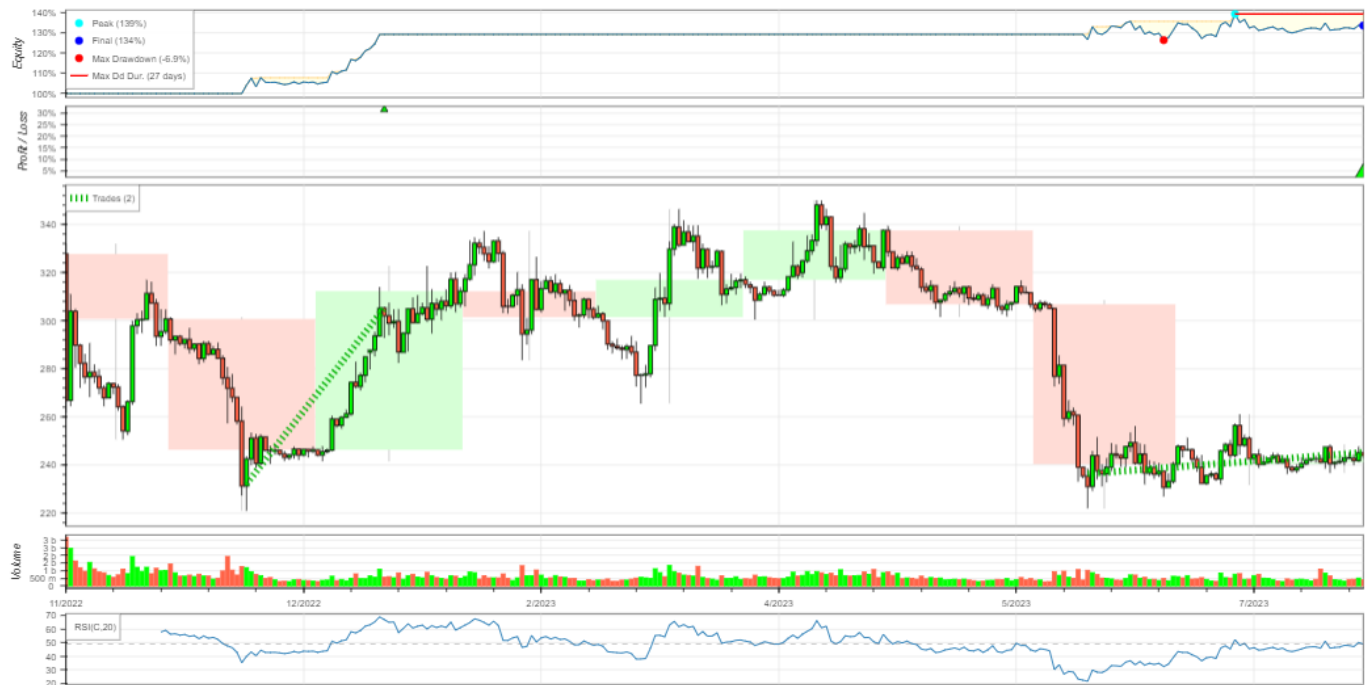
Grafica de Operaciones Estrategia 12, periodo de Validación (LTC)



Grafica de Operaciones Estrategia 131, Periodo de Validación (XRP)



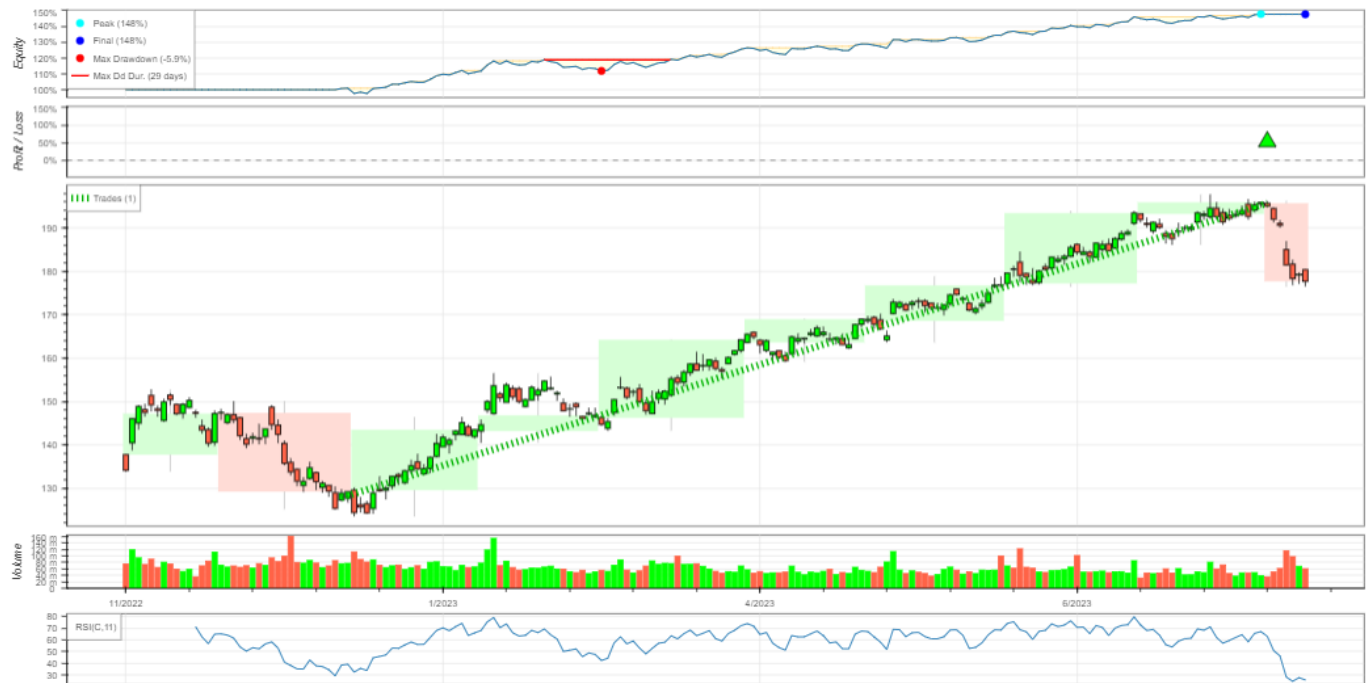
Grafica de Operaciones Estrategia 68, Periodo de Validación (BNB)



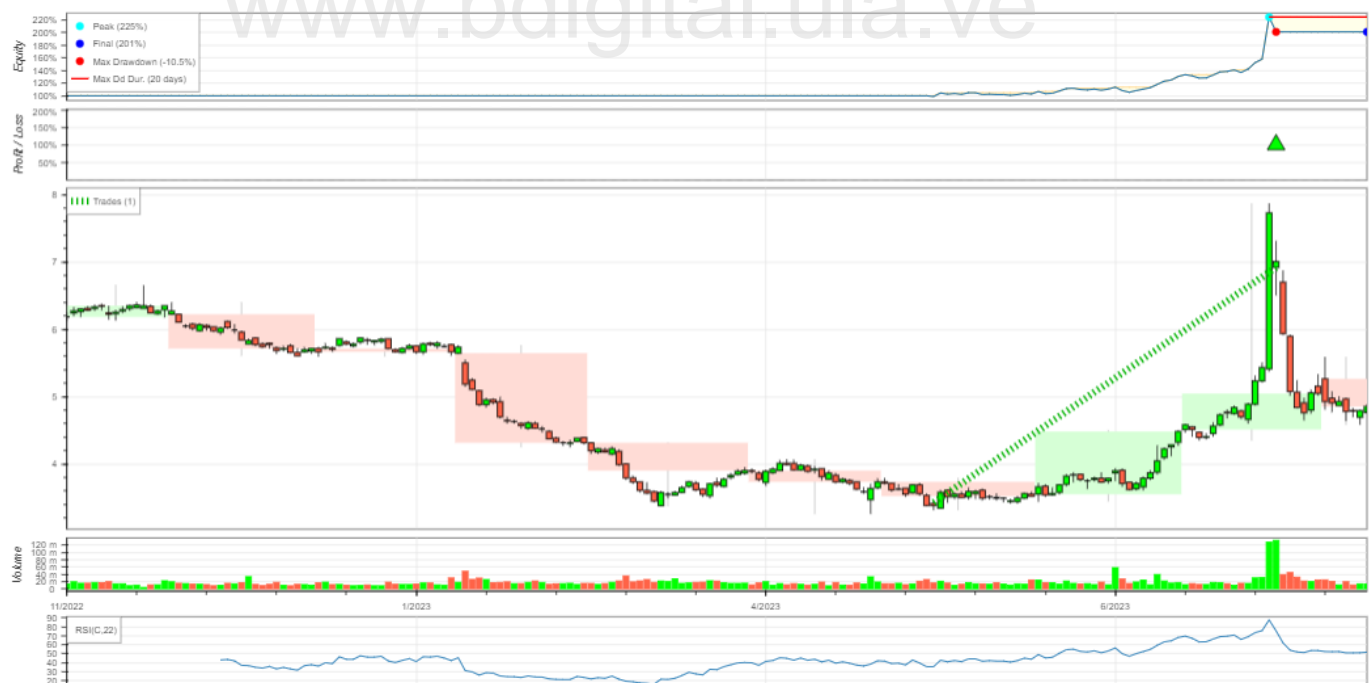
Grafica de Operaciones Estrategia 20, Periodo de Validación (TSLA)



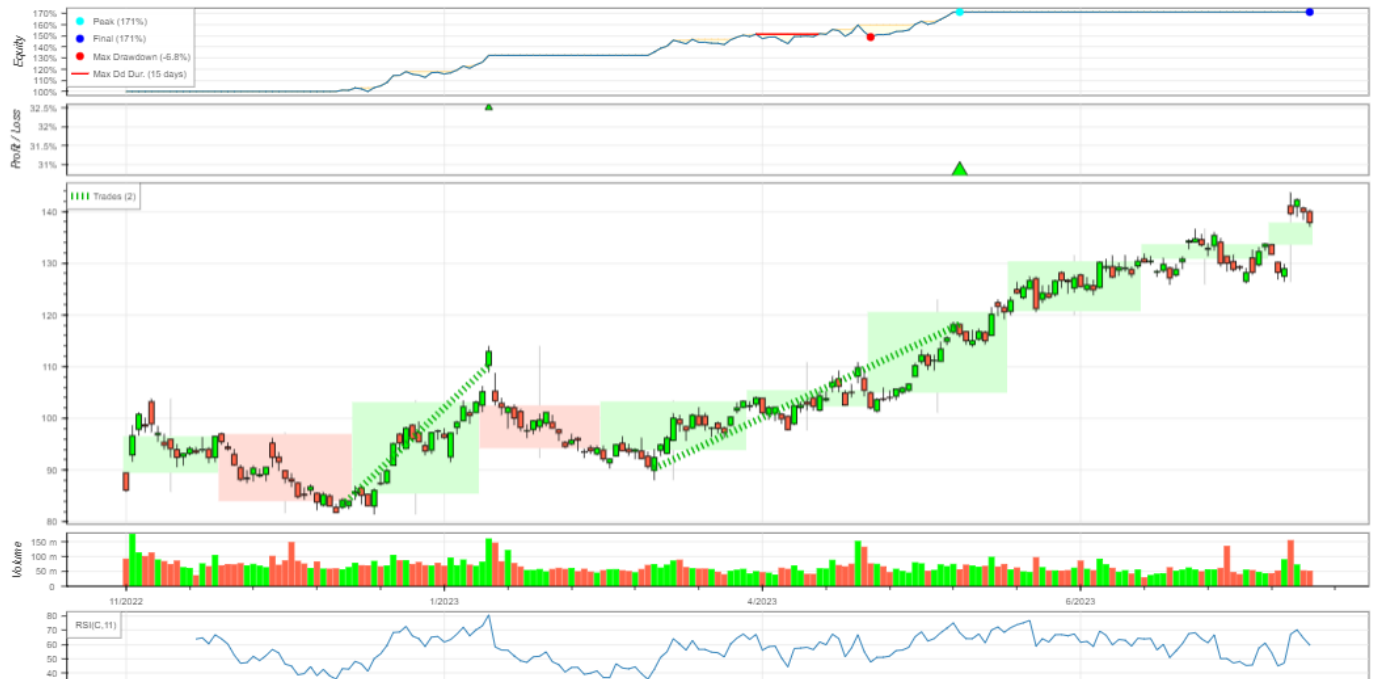
Grafica de Operaciones Estrategia 42, Periodo de Validación (AAPL)



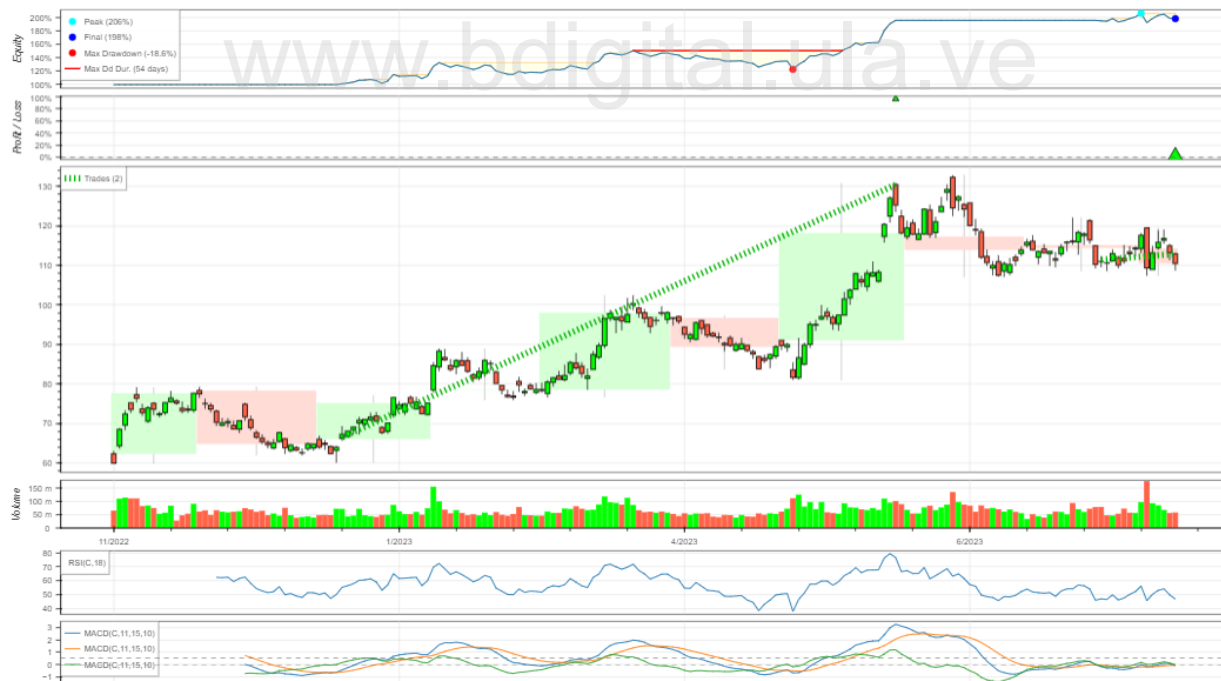
Grafica de Operaciones Estrategia 68, Periodo de Validación (SIRI)



Grafica de Operaciones Estrategia 27, Periodo de Validación (AMZN)



Grafica de Operaciones Estrategia 274 Periodo de Validación (AMD)



Resultados Promedio de los 5 Años (BTC)

ADX Period_x	10.000000
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	26.000000
take profit_x	0.090000
Return [%]_x	104.378176
Avg. Drawdown [%]_x	-3.571597
Win Rate [%]_x	89.361345
Profit Factor_x	4.388046
SQN_x	3.150354
Sharpe Ratio_x	1.231126
Avg. Trade [%]_x	4.793309
Expectancy [%]_x	4.901061
# Trades_x	14.000000
SISTEMA_x	235.000000
RSI Period_x	NaN
rsi superior_x	NaN
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	15.000000
MACD SLOW_x	30.000000
MACD SIGNAL_x	13.000000
BB_Period_x	22.000000
BB_dev_x	2.000000

Resultados Periodo de Validación (BTC)

ADX Period_y	10.000000
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	26.000000
take profit_y	0.090000
Return [%]_y	188.375845
Avg. Drawdown [%]_y	-1.981975
Win Rate [%]_y	94.444444
Profit Factor_y	25.713606
SQN_y	7.315547
Sharpe Ratio_y	1.910781
Avg. Trade [%]_y	6.993152
Expectancy [%]_y	7.052910
# Trades_y	18.000000
SISTEMA_y	235.000000
RSI Period_y	NaN
rsi superior_y	NaN
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	15.000000
MACD SLOW_y	30.000000
MACD SIGNAL_y	13.000000
BB_Period_y	22.000000
BB_dev_y	2.000000
Metrica_Global	0.617770

Resultados Promedio de los 5 Años (ETH)

ADX Period_x	10.000000
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx unbral_x	23.000000
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	208.311020
Avg. Drawdown [%]_x	-9.200175
Win Rate [%]_x	100.000000
Profit Factor_x	0.000000
SQN_x	0.000000
Sharpe Ratio_x	0.783932
Avg. Trade [%]_x	211.441899
Expectancy [%]_x	211.441899
# Trades_x	1.000000
SISTEMA_x	20.000000
RSI Period_x	NaN
rsi superior_x	NaN
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	NaN
MACD SLOW_x	NaN
MACD SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	57.000000
BB_dev_x	2.000000

Resultados Periodo de Validación (ETH)

ADX Period_y	10.000000
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx unbral_y	23.000000
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	94.743479
Avg. Drawdown [%]_y	-3.867902
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	0.000000
SQN_y	2.960919
Sharpe Ratio_y	1.453242
Avg. Trade [%]_y	41.247230
Expectancy [%]_y	42.934737
# Trades_y	2.000000
SISTEMA_y	20.000000
RSI Period_y	NaN
rsi superior_y	NaN
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	NaN
MACD SLOW_y	NaN
MACD SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	57.000000
BB_dev_y	2.000000
Metrica_Global	0.692894

Resultados Promedio de los 5 Años (LTC)

ADX_Period_x	NaN
SMA_Period_x	NaN
Stop_Loss_x	0.000000
adx_umbral_x	NaN
take_profit_x	1000.000000
Return [%]_x	106.392539
Avg. Drawdown [%]_x	-6.533767
Win_Rate [%]_x	80.000000
Profit_Factor_x	0.000000
SQN_x	0.368464
Sharpe_Ratio_x	0.812592
Avg. Trade [%]_x	80.281279
Expectancy [%]_x	80.838805
#_Trades_x	1.000000
SISTEMA_x	12.000000
RSI_Period_x	14.000000
rsi_superior_x	62.000000
rsi_inferior_x	29.000000
EMA_Period_x	NaN
MACD_FAST_x	NaN
MACD_SLOW_x	NaN
MACD_SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	14.000000
BB_dev_x	2.750000

Resultados Periodo de Validación (LTC)

ADX_Period_y	NaN
SMA_Period_y	NaN
Stop_Loss_y	0.000000
adx_umbral_y	NaN
take_profit_y	1000.000000
Return [%]_y	101.291742
Avg. Drawdown [%]_y	-4.548046
Win_Rate [%]_y	100.000000
Profit_Factor_y	0.000000
SQN_y	4.258966
Sharpe_Ratio_y	1.362459
Avg. Trade [%]_y	44.309807
Expectancy [%]_y	44.340077
#_Trades_y	2.000000
SISTEMA_y	12.000000
RSI_Period_y	14.000000
rsi_superior_y	62.000000
rsi_inferior_y	29.000000
EMA_Period_y	NaN
MACD_FAST_y	NaN
MACD_SLOW_y	NaN
MACD_SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	14.000000
BB_dev_y	2.750000
Metrica_Global	0.814900

Resultados Promedio de los 5 Años (XRP)

ADX Period_x	NaN
SMA Period_x	10.000000
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	NaN
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	186.923066
Avg. Drawdown [%]_x	-10.755383
Win Rate [%]_x	80.000000
Profit Factor_x	0.000000
SQN_x	3.065387
Sharpe Ratio_x	0.534427
Avg. Trade [%]_x	62.013000
Expectancy [%]_x	70.307460
# Trades_x	1.600000
SISTEMA_x	131.000000
RSI Period_x	NaN
rsi superior_x	NaN
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	14.000000
MACD SLOW_x	15.000000
MACD SIGNAL_x	14.000000
BB_Period_x	51.000000
BB_dev_x	1.750000

Resultados Periodo de Validación (XRP)

ADX Period_y	NaN
SMA Period_y	10.000000
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	NaN
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	137.167617
Avg. Drawdown [%]_y	-8.458021
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	0.000000
SQN_y	0.000000
Sharpe Ratio_y	0.520868
Avg. Trade [%]_y	137.169290
Expectancy [%]_y	137.169290
# Trades_y	1.000000
SISTEMA_y	131.000000
RSI Period_y	NaN
rsi superior_y	NaN
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	14.000000
MACD SLOW_y	15.000000
MACD SIGNAL_y	14.000000
BB_Period_y	51.000000
BB_dev_y	1.750000
Metrics_Global	0.727542

Resultados Promedio de los 5 Años (BNB)

ADX Period_x	NaN
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	NaN
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	706.647928
Avg. Drawdown [%]_x	-10.340997
Win Rate [%]_x	100.000000
Profit Factor_x	NaN
SQN_x	2.622947
Sharpe Ratio_x	0.644750
Avg. Trade [%]_x	85.299339
Expectancy [%]_x	147.921556
# Trades_x	3.200000
SISTEMA_x	68.000000
RSI Period_x	20.000000
rsi superior_x	66.000000
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	NaN
MACD SLOW_x	NaN
MACD SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	47.000000
BB_dev_x	1.250000

Resultados Periodo de Validación (BNB)

ADX Period_y	NaN
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	NaN
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	33.668629
Avg. Drawdown [%]_y	-3.084268
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	NaN
SQN_y	1.353357
Sharpe Ratio_y	1.490587
Avg. Trade [%]_y	16.797542
Expectancy [%]_y	17.622056
# Trades_y	2.000000
SISTEMA_y	68.000000
RSI Period_y	20.000000
rsi superior_y	66.000000
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	NaN
MACD SLOW_y	NaN
MACD SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	47.000000
BB_dev_y	1.250000
Metrica_Global	0.916946

Resultados Promedio de los 5 Años (TSLA)

ADX Period_x	11.000000
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	29.000000
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	152.518729
Avg. Drawdown [%]_x	-7.947688
Win Rate [%]_x	90.000000
Profit Factor_x	0.779698
SQN_x	1.534025
Sharpe Ratio_x	0.659016
Avg. Trade [%]_x	59.860694
Expectancy [%]_x	78.289745
# Trades_x	1.000000
SISTEMA_x	20.000000
RSI Period_x	NaN
rsi superior_x	NaN
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	NaN
MACD SLOW_x	NaN
MACD SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	49.000000
BB_dev_x	0.750000

Resultados Periodo de Validación (TSLA)

www.bdigital.ula.ve

ADX Period_y	11.000000
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	29.000000
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	151.358364
Avg. Drawdown [%]_y	-8.396977
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	0.000000
SQN_y	1.868702
Sharpe Ratio_y	1.330110
Avg. Trade [%]_y	83.195918
Expectancy [%]_y	93.117604
# Trades_y	3.000000
SISTEMA_y	20.000000
RSI Period_y	NaN
rsi superior_y	NaN
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	NaN
MACD SLOW_y	NaN
MACD SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	49.000000
BB_dev_y	0.750000
Metrica_Global	0.958941

Resultados Promedio de los 5 Años (AAPL)

ADX Period_x	NaN
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	NaN
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	35.194797
Avg. Drawdown [%]_x	-4.391695
Win Rate [%]_x	80.000000
Profit Factor_x	0.000000
SQN_x	0.000000
Sharpe Ratio_x	0.929636
Avg. Trade [%]_x	35.907327
Expectancy [%]_x	35.907327
# Trades_x	1.000000
SISTEMA_x	42.000000
RSI Period_x	11.000000
rsi superior_x	NaN
rsi inferior_x	30.000000
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	NaN
MACD SLOW_x	NaN
MACD SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	52.000000
BB_dev_x	1.500000

Resultados Periodo de Validación (AAPL)

ADX Period_y	NaN
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	NaN
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	47.558889
Avg. Drawdown [%]_y	-1.468303
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	0.000000
SQN_y	0.000000
Sharpe Ratio_y	2.462870
Avg. Trade [%]_y	53.158368
Expectancy [%]_y	53.158368
# Trades_y	1.000000
SISTEMA_y	42.000000
RSI Period_y	11.000000
rsi superior_y	NaN
rsi inferior_y	30.000000
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	NaN
MACD SLOW_y	NaN
MACD SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	52.000000
BB_dev_y	1.500000
Metrica_Global	0.875014

Resultados Promedio de los 5 Años (SIRI)

ADX Period_x	NaN
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	NaN
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	18.040707
Avg. Drawdown [%]_x	-7.665408
Win Rate [%]_x	100.000000
Profit Factor_x	NaN
SQN_x	NaN
Sharpe Ratio_x	0.766894
Avg. Trade [%]_x	18.620947
Expectancy [%]_x	18.620947
# Trades_x	1.000000
SISTEMA_x	68.000000
RSI Period_x	22.000000
rsi superior_x	76.000000
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	NaN
MACD SLOW_x	NaN
MACD SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	27.000000
BB_dev_x	2.250000

Resultados Periodo de Validación (SIRI)

ADX Period_y	NaN
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	NaN
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	101.196656
Avg. Drawdown [%]_y	-4.201314
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	NaN
SQN_y	NaN
Sharpe Ratio_y	1.031786
Avg. Trade [%]_y	101.801476
Expectancy [%]_y	101.801476
# Trades_y	1.000000
SISTEMA_y	68.000000
RSI Period_y	22.000000
rsi superior_y	76.000000
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	NaN
MACD SLOW_y	NaN
MACD SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	27.000000
BB_dev_y	2.250000
Metrica_Global	0.901595

Resultados Promedio de los 5 Años (AMZN)

ADX_Period_x	NaN
SMA_Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx_umbral_x	NaN
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	24.763901
Avg. Drawdown [%]_x	-4.352031
Win Rate [%]_x	75.000000
Profit Factor_x	20.675940
SQN_x	6.762431
Sharpe Ratio_x	1.050111
Avg. Trade [%]_x	11.131677
Expectancy [%]_x	11.318997
# Trades_x	2.000000
SISTEMA_x	27.000000
RSI_Period_x	11.000000
rsi_superior_x	73.000000
rsi_inferior_x	36.000000
EMA_Period_x	NaN
MACD_FAST_x	NaN
MACD_SLOW_x	NaN
MACD_SIGNAL_x	NaN
BB_Period_x	14.000000
BB_dev_x	0.750000

Resultados Periodo de Validación (AMZN)

ADX_Period_y	NaN
SMA_Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx_umbral_y	NaN
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	71.420392
Avg. Drawdown [%]_y	-2.858264
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	0.000000
SQN_y	10.981078
Sharpe Ratio_y	2.386200
Avg. Trade [%]_y	31.656800
Expectancy [%]_y	31.659544
# Trades_y	2.000000
SISTEMA_y	27.000000
RSI_Period_y	11.000000
rsi_superior_y	73.000000
rsi_inferior_y	36.000000
EMA_Period_y	NaN
MACD_FAST_y	NaN
MACD_SLOW_y	NaN
MACD_SIGNAL_y	NaN
BB_Period_y	14.000000
BB_dev_y	0.750000
Metrica_Global	0.703367

Resultados Promedio de los 5 Años (AMD).

ADX Period_x	NaN
SMA Period_x	NaN
Stop Loss_x	0.000000
adx umbral_x	NaN
take profit_x	1000.000000
Return [%]_x	74.574512
Avg. Drawdown [%]_x	-6.413831
Win Rate [%]_x	100.000000
Profit Factor_x	0.000000
SQN_x	0.948675
Sharpe Ratio_x	0.960297
Avg. Trade [%]_x	70.242452
Expectancy [%]_x	70.251647
# Trades_x	1.200000
SISTEMA_x	274.000000
RSI Period_x	18.000000
rsi superior_x	77.000000
rsi inferior_x	NaN
EMA Period_x	NaN
MACD FAST_x	11.000000
MACD SLOW_x	15.000000
MACD SIGNAL_x	10.000000
BB_Period_x	19.000000
BB_dev_x	0.750000

Resultados Periodo de Validación (AMD).

www.bdigital.ula.ve

ADX Period_y	NaN
SMA Period_y	NaN
Stop Loss_y	0.000000
adx umbral_y	NaN
take profit_y	1000.000000
Return [%]_y	98.412076
Avg. Drawdown [%]_y	-6.267068
Win Rate [%]_y	100.000000
Profit Factor_y	0.000000
SQN_y	1.053738
Sharpe Ratio_y	1.466439
Avg. Trade [%]_y	40.983643
Expectancy [%]_y	48.744896
# Trades_y	2.000000
SISTEMA_y	274.000000
RSI Period_y	18.000000
rsi superior_y	77.000000
rsi inferior_y	NaN
EMA Period_y	NaN
MACD FAST_y	11.000000
MACD SLOW_y	15.000000
MACD SIGNAL_y	10.000000
BB_Period_y	19.000000
BB_dev_y	0.750000
Metrica_Global	0.644637