

# Estrategias de *trading* para el bono del Tesoro estadounidense usando análisis técnico y Bloomberg Professional Services\*

*Trading Strategies for US Treasury Bonds Using Technical Analysis and Bloomberg Professional Services*

Édgar Ricardo Jiménez-Méndez 

Universidad Jorge Tadeo Lozano,  
Bogotá - Colombia, [edgar.jimenezm@utadeo.edu.co](mailto:edgar.jimenezm@utadeo.edu.co)

GKevin Gustavo Álvarez-Lamus 

Universidad Jorge Tadeo Lozano,  
Bogotá - Colombia, [gkeving.alvarezl@utadeo.edu.co](mailto:gkeving.alvarezl@utadeo.edu.co)

## Cómo citar / How to cite

Jiménez Méndez, E. R., y Álvarez Lamus, G. G. (2024). Estrategias de trading para el bono del Tesoro estadounidense usando análisis técnico y Bloomberg Professional Services. *Revista CEA*, 10(22), e2634. <https://doi.org/10.22430/24223182.2634>

Recibido: 13 de enero de 2023

Aceptado: 22 de noviembre de 2023

## Resumen

**Objetivo:** determinar al menos una estrategia óptima de *trading* aplicada al bono del Tesoro de los Estados Unidos usando análisis técnico bursátil basado en indicadores tradicionales que a diario aplican operadores del mercado en mesas de dinero.

**Diseño/metodología:** se aplicó un estudio de orden cuantitativo donde la información obtenida y el procesamiento de datos fueron realizados usando las funciones BT y BTST de la plataforma Bloomberg. Esta herramienta permitió realizar experimentos basados en *backtesting* de manera ágil. Fueron seleccionados indicadores técnicos pertenecientes a los grupos de: osciladores, volatilidad y tendencia, como MACD, RSI y bandas de Bollinger.

**Resultados:** se lograron identificar estrategias como la relacionada con el uso del MACD y la combinación de bandas de Bollinger con RSI, presentando esta última mejores niveles de efectividad, entendida esta como la cantidad de operaciones exitosas.

---

\* Este artículo hace parte de la convocatoria 13 de investigación realizada de manera interna en la Universidad Jorge Tadeo Lozano.



**Conclusiones:** a partir de este estudio se puede afirmar que las estrategias de *trading* diseñadas para operar bonos del Tesoro estadounidense, usando análisis técnico bursátil, en las que se incluye más de un indicador, generan mejores resultados que aquellas realizadas con uno solo de estos.

**Originalidad:** este estudio presenta aportes empíricos, abordados desde el análisis técnico bursátil, que ayudan a demostrar la efectividad de estrategias de *trading* aplicadas al bono del Tesoro estadounidense donde usualmente trabajos similares lo hacen con activos de renta variable o divisas.

**Palabras clave:** Análisis técnico, bonos del Tesoro, inversiones, fondos de pensiones, Bloomberg.

**Clasificación JEL:** G11, G12, G28

### **Highlights**

- El análisis técnico bursátil sigue siendo una herramienta útil para tomar decisiones de inversión.
- La combinación de diversos indicadores técnicos suele tener mejores resultados que el uso de uno solo.
- Resulta válido considerar indicadores técnicos para operar con bonos del Tesoro estadounidense.
- Cada día el desarrollo tecnológico permite crear más y mejores modelos de inversión aplicables en bolsa de valores.
- Cada activo bursátil tiene uno o varios indicadores que le funcionan mejor que a otros.

### **Abstract**

**Purpose:** To determine at least one optimal trading strategy for US Treasury bonds using technical analysis based on traditional indicators that brokers apply daily at trading desks.

**Design/methodology:** In this quantitative study, the BT and BTST functions on the Bloomberg Professional platform were employed to obtain the information and process the data. This tool was also used to conduct backtesting experiments in a short time. Several kinds of technical indicators were selected: oscillators, volatility, and trends (such as MACD, RSI, and Bollinger Bands).

**Findings:** Among the multiple strategies that were identified, the most effective one used MACD and a combination of Bollinger Bands and RSI. Effectiveness was defined as the number of successful trades.

**Conclusions:** Based on this study, it can be claimed that trading strategies designed for US Treasury bonds that use technical analysis and more than one indicator have better results than those that implement only one of them.

**Originality:** This study presents empirical contributions from technical analysis that help to demonstrate the effectiveness of trading strategies applied to US Treasury bonds, as opposed to similar studies where this was usually done using equities or currencies.

**Keywords:** Technical analysis, treasury, investments, pension funds, Bloomberg.

**JEL classification:** G11, G12, G28

## Highlights

- Technical analysis is still a useful tool to make investment decisions.
- Usually, combining several technical indicators produces better results than using just one of them.
- Technical indicators can be considered to trade US Treasury bonds.
- Every day, technological developments enable us to develop more and better stock investment models.
- For each stock, there are one or several indicators that work better than others.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se origina en la convergencia entre la industria financiera y la academia, concretamente, entre un destacado fondo de pensiones en Colombia y la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Durante esta colaboración, se identificó la constante búsqueda de estrategias comerciales más efectivas por parte de la industria financiera. En este contexto, los operadores del mercado de capitales, especialmente aquellos que gestionan recursos de terceros o activos propios, tienen una creciente necesidad de disponer de herramientas y modelos que puedan optimizar sus resultados.

La presente investigación se basa en la teoría del análisis técnico bursátil, una metodología ampliamente empleada por los operadores financieros en el mundo. Si bien el análisis fundamental es el enfoque tradicional para analizar inversiones, especialmente en acciones, bonos, divisas y materias primas, el análisis técnico se presenta como una herramienta complementaria que puede ayudar a optimizar la gestión de carteras.

La elección del instrumento de análisis se basó en su alta liquidez, por lo que fue seleccionado el bono del Tesoro de los Estados Unidos siguiendo las recomendaciones de Nguyen et al. (2018), quienes presentan a este como uno de los activos más líquidos del mundo, lo que permite la aplicación de indicadores y modelos asociados al análisis técnico bursátil. Esta conclusión se refuerza con hallazgos similares presentados por Hallam y Madziyire (2022), los cuales destacan el crecimiento del mercado de renta fija de los bonos del Tesoro estadounidense entre 2005 y 2019.

Con el propósito de contar con una referencia científica sólida, este estudio toma investigaciones previas fundamentadas en análisis técnico, como la realizada por Goh et al. (2013), quienes utilizaron medias móviles y análisis estadístico para afirmar que en Estados Unidos el mercado de bonos del Tesoro es más predecible que el mercado de acciones. Duffee (2013) y Abrahams et al. (2013) también emplearon herramientas estadísticas para analizar las tasas de interés de los bonos del Tesoro estadounidense, abriendo oportunidades para investigaciones adicionales en este campo.

Dado lo anterior, el documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se exponen los principios de los indicadores técnicos ampliamente seguidos por los operadores de activos en las bolsas de valores globales, alineándose con la visión de Murphy (1999) y Graciano (2010); luego, se demuestra cómo, a través de combinaciones y ajustes de parámetros en las fórmulas matemáticas, se pueden calcular los beneficios o pérdidas que se habrían obtenido al aplicar cada uno de estos indicadores; posteriormente, mediante la realización de experimentos que implican el

procesamiento de información histórica y cálculos simples aplicados a diversos modelos basados en análisis técnico bursátil, se generan los resultados que serán objeto de estudio. Estos permiten refinar progresivamente las combinaciones de indicadores hasta identificar aquellas que ofrecen un rendimiento favorable.

## 2. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

### ¿Qué es el análisis técnico bursátil?

Dentro de la gran cantidad de definiciones que se encuentran alrededor del análisis técnico bursátil, todas coinciden en contar con elementos básicos que se originan en la teoría de Dow, escrita por Charles Dow y Edward Jones a finales del siglo XIX.

De acuerdo con (Murphy, 1999), «El análisis técnico es el estudio de la formación de precios en los mercados bursátiles, principalmente a través del uso de gráficos, con el propósito de predecir movimientos en las cotizaciones». Es decir, es un enfoque utilizado en los mercados financieros para predecir precios y, ante todo, tendencias Syamala Rao et al. (2023), basándose en el estudio de datos históricos de cotizaciones y volúmenes Li et al. (2019). De acuerdo con lo planteado por Chales Dow a principios del siglo XX y desarrollados por (Murphy, 1999), dentro de los elementos que fundamentan esta teoría se encuentran:

Los gráficos descuentan todo, el mercado tiene tres tendencias, las principales tendencias tienen tres fases, las tendencias deben confirmarse mutuamente, el volumen debe confirmar la tendencia y se supone que una tendencia está vigente hasta que da señales definitivas de que se ha invertido (p. 47).

En consecuencia, de acuerdo con esta teoría, analizar el mercado financiero desde lo técnico implica contar con: gráficos, datos de precio o históricos de precios (apertura, máximo, mínimo y cierre), además de la cantidad de títulos negociados.

Dado lo anterior, y de acuerdo con Murphy (1999), se puede definir análisis técnico como:

El estudio del comportamiento del mercado, principalmente mediante el uso de gráficos, con el fin de pronosticar las tendencias futuras de los precios. El término -comportamiento del mercado- incluye las tres fuentes principales de información disponibles para el técnico: precio, volumen e interés abierto (el interés abierto se usa solo en derivados) (p. 77).

A juicio de diversos autores que usan el análisis técnico como herramienta de negociación de activos que transan en las bolsas de valores, se considera esta como una guía general que, aplicada o usada con disciplina y buena administración del riesgo, puede guiar al inversionista tal y como lo hacen las luces de un carro en la noche donde se puede ver parte del camino que viene, pero no la totalidad del recorrido (Sánchez Cantú et al., 2000).

En consecuencia, se tiene que el análisis técnico es el estudio sobre el cómo evolucionan los precios donde se tiene en cuenta información relevante asociada a la formación de cotizaciones, gráficas y

volúmenes de negociación dentro de un intervalo de tiempo. Puede ser usado en el mercado de acciones, bonos, *commodities*, divisas y, en términos generales, con cualquier activo que siga los patrones establecidos en la teoría general, incluso en el naciente mercado de las criptomonedas (Chong y Ng, 2008).

En últimas, con el análisis técnico se tratan de pronosticar las expectativas o sentimientos de los inversionistas, ya que son quienes determinan el precio de un instrumento con sus expresiones de miedo, pánico, euforia, optimismo o el pesimismo, y esto se ve reflejado en las tendencias que forman parte del mismo comportamiento humano (Appeld, 2003).

De manera adicional a la teoría de Dow, diferentes autores han propuesto varios indicadores que permiten, sobre esta base, crear modelos que buscan mostrar señales que manifiesten la probabilidad de cambio o continuación de una tendencia (Brock et al., 1992; Harish et al., 2022). Algunos de estos indicadores, que serán usados en este estudio, se muestran en la siguiente parte del trabajo.

### **El origen de los títulos de deuda**

El dinero como tal ha sido una variable presente siempre en el desarrollo de los mercados financieros; asociado al dinero, se encuentra una gran cantidad de definiciones y usos, incluso haciendo referencia a que no resultaba necesario para la supervivencia humana y que, como tal, podría mutar o convertirse en un elemento con características muy diferentes a las actuales o, como lo menciona (Robert, 1973), podría desaparecer.

En los albores de la sociedad humana, en el trascurso de decenas de miles de años, el dinero fue una noción absolutamente desconocida. El hombre de la sociedad comunista primitiva vivió y se desarrolló sin tener la menor idea del dinero. Esto significa, que el dinero no es eterno. Apareció en un periodo de tiempo determinado de la historia, cuando su intermediación fue necesaria para el desarrollo de la sociedad, y de la misma manera desaparecerá cuando esta necesidad haya perdido su valor histórico (p. 6).

En cuanto al comercio, más allá del simple intercambio de un bien por otro, el Banco de la República (2015) indica que inicialmente oro y plata fueron los mecanismos más usuales de comprender el concepto de dinero, sin embargo, con el paso del tiempo se fue formalizando en pequeñas porciones segmentadas en lo que se conoce hoy como monedas. Esto quiere decir que a partir de la experiencia humana con medios de pago siempre se ha buscado un mecanismo que permita realizar transacciones o negocios donde el pago pueda ser realizado de manera sencilla Świecka et al., (2021).

Justamente, esta búsqueda ha llevado a que la humanidad tienda a encontrar alternativas cada vez más sencillas y fáciles de operar e intercambiar recursos, ya sea como las simples transacciones de bienes y servicios o, incluso, en el mundo del crédito. En este sentido, surgen alternativas al dinero tradicional como la emisión de papeles que respaldan deudas, siendo ejemplo de ello: lo cheques, los pagarés o letras de cambio, entre otros. Uno de ellos son los bonos o títulos de deuda que sirven como mecanismo para tomar crédito por parte de países o empresas mediante el pago de una tasa de interés que puede ser fija o variable. Estos permiten servir de respaldo a una promesa de pago de

un crédito, es decir, el poseedor del bono tiene derecho al pago de un interés periódico, usualmente anual, más el capital en el momento del vencimiento de la deuda.

La emisión de bonos por parte del Estado o de empresas, al ser una forma de tomar deuda, surge como una forma de contar con recursos para cubrir gastos del presupuesto general, como: salud, educación, vivienda, inversión, servicio de la deuda, entre otros, esto ya que, usualmente, el recaudo de tributos y otros ingresos de caja no es suficiente para cubrir las necesidades presupuestales.

Como todo crédito un título de deuda o bono tiene una tasa de interés y un vencimiento o plazo. La tasa de interés depende principalmente del perfil del emisor y del entorno económico, lo que arroja finalmente un nivel de riesgo que el inversionista decide si lo asume o no (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2006).

Al hacer la revisión bibliográfica se observó que hay una escasa producción de textos recientes que trabajen bonos del Tesoro estadounidense asociados con el análisis técnico bursátil, una razón que lleva a considerar la realización de este trabajo. Pese a lo anterior, hay que destacar que existe una gran cantidad de textos actuales que trabajan análisis técnico asociado con el creciente mercado de criptomonedas, pero también otros que hacen uso de indicadores tradicionales y combinaciones de estos.

En este sentido, Cohen (2023), en los resultados de su trabajo de investigación, deja evidencia de la aplicación de varios indicadores técnicos usados en diferentes clases de activos, entre ellos bonos, donde logró optimizar estos de tal forma que alcanzó mejores resultados superando la tradicional estrategia de comprar y mantener. El autor hace especial énfasis en las series de tiempo o intervalos que han de ser tenidos en cuenta para realizar las pruebas. Concluye que estas varían dependiendo de la clase de activo, ya sea este una acción, ETF, una criptomoneda, bono, opción o futuro.

De manera similar, Arkadyevich Safronov e Ivanovich Sazonov (2021), buscaron determinar si resultaba apropiado invertir u operar en largo en dos acciones seleccionadas del sector minero de Rusia haciendo uso de la combinación de cifras del análisis fundamental y técnico. Para esto evaluaron datos diarios con período de tiempo comprendido entre el 28 de agosto de 2020 y 5 de marzo de 2021, donde usaron los indicadores: MACD (convergencia y divergencia de medias móviles) y su histograma, y el oscilador RSI (índice de fuerza relativa) desde lo técnico, combinado con los múltiplos de valoración: P/E, P/S, P/BV, EV/EBITDA y EPS, desde el análisis fundamental. En su momento, el estudio concluyó que no resultaba conveniente invertir en las acciones.

Por su parte, Eugster y Uhl (2023) demostraron que el análisis técnico puede ir más allá de los indicadores tradicionales al construir uno basado en el sentimiento que resulta de la información proporcionada por agencias de noticias. Sus análisis fueron complementados con las series históricas de precios y los volúmenes de negociación que son la información base del estudio técnico tradicional. Coinciden en afirmar que el análisis técnico ayuda a los inversionistas a ejecutar mejor sus órdenes de entrada y salida de activos financieros.

La investigación de Foltice y Dolvin (2021) examinaron la eficacia de utilizar un indicador de análisis técnico simple, en este caso, el promedio móvil simple de doscientos días del índice S&P 500, adoptando una estrategia de asignación de activos cuando el precio diario del S&P 500 se ubicaba

sobre la línea del indicador, y una estrategia contraria cuando cotizaba por debajo. El periodo de análisis fue 1962-2020, donde encuentran que al seguir esta estrategia se habría generado un exceso de rendimiento anual de hasta el 0.58%, después de comisiones. En conjunto, casi todas las estrategias de base técnica a doscientos días registraron una mejora en los indicadores de riesgo rendimiento.

Como se observa, diversos autores han presentado documentos que hacen referencia al uso del análisis técnico y las posibles combinaciones de indicadores de este orden que puedan llegar a generar estrategias óptimas de inversión. Teniendo en cuenta que cada activo es diferente y que la formación de precios se ajusta de manera particular ante diversos hechos económicos, tal y como lo mencionan Nguyen et al. (2018), considerar encontrar una estrategia que sea óptima para los bonos del Tesoro de los Estados Unidos tiene sentido, entendiendo esta como un fin, ya que hay operadores del mercado especialistas en cada tipo de instrumento bursátil.

Es por lo anterior que este trabajo aborda esta línea de investigación usando el bono del Tesoro emitido por los Estados Unidos, ya que cuenta con alta liquidez, es decir, fácilmente convertible en efectivo, por lo que permite contar con una base de datos completa y altos volúmenes de negociación. Otras variables o indicadores que pueden ser usados en estudios similares son el Euro, los índices bursátiles estadounidenses, el petróleo y recientemente el bitc in.

### **Revisión de la literatura relacionada**

Existe un buen número de documentos relacionados con el análisis técnico bursátil dada la innumerable cantidad de indicadores y modelos posibles. Entre los textos que cuentan con una temática similar al ejercicio propuesto en esta investigación, se encontr  que Metghalchi et al. (2012) realizaron un análisis sobre los posibles resultados de las estrategias de cruce de medias móviles en diferentes mercados bursátiles. Ellos hallaron que estas pueden generar rendimientos, incluso significativos en ciertos activos, aunque no son consistentemente rentables en todos ellos, es decir que, en algunos escenarios, incluso, generó resultados desfavorables. Esto deja ver la necesidad de seguir investigando y realizando experimentos que permitan lograr combinaciones de estrategias que tengan mejor nivel de efectividad.

De manera similar, Malkiel (1973), en su famoso libro *A Random Walk Down Wall Street*, destaca la importancia de la selección del período de tiempo de acuerdo con la técnica utilizada y lo importante que es adaptar las estrategias de negociación a las condiciones del mercado. El autor afirma que la eficacia del análisis técnico, y otros enfoques de inversión, es limitada en el largo plazo.

En esto coinciden Gunasekarage y Power (2001), al concluir que las estrategias tienen diversas fortalezas y debilidades dependiendo del entorno del mercado, por esto es importante argumentar muy bien los periodos de tiempo seleccionados para realizar el trabajo, ya que, según la estabilidad o no de la economía y del sistema financiero global, es posible que algunas estrategias funcionen mejor que otras; en consecuencia, es clave aplicar una determinada estrategia dependiendo de los hechos.

Por su parte, en el trabajo de Neely y Weller (2011) Se observa cómo un estudio a profundidad de las estrategias y sus fortalezas y debilidades puede ayudar a los inversionistas a tomar decisiones más

informadas en el mercado bursátil. Es decir, una buena cantidad de validaciones y análisis numéricos, esto teniendo en cuenta que el análisis técnico es ampliamente utilizado en el mercado de divisas, y es posible contar con herramientas técnicas que comúnmente pueden ser combinadas con otros tipos de análisis.

Un aporte similar fue realizado por Ko et al. (2014), quienes encontraron que el uso del análisis técnico bursátil, en este caso usando medias móviles, genera mejores resultados que la simple estrategia de comprar y mantener, que, si bien es cierto que en el largo plazo genera rentabilidades positivas, estas suelen ser mucho mejores cuando en la operación se incluye algún tipo de modelo o fórmula que permita una mayor cantidad de entradas y salidas que en su mayoría sean exitosas.

Es claro que no toda estrategia es exitosa para cada una de las transacciones bursátiles que se deseen realizar, por esta razón, el objetivo de la mayor parte de los autores acá citados es justamente el encontrar una que se ajuste al activo que se está operando, ya que, por ejemplo, una que funcione bien para el índice Dow Jones no necesariamente funcionará con el petróleo, lo que hace que sea necesario encontrar estrategias por instrumento, y no generales.

### **Indicadores en el análisis técnico**

En principio, trabajos de investigación como el de Zhu y Zhou (2009) han mostrado que no necesariamente todas las gráficas analizadas en el mismo intervalo de tiempo son útiles para pronosticar precios, más aún en diferentes activos del mercado. En el mismo sentido, Ko et al. (2014) consideran fundamental entender la temporalidad del mercado que se está estudiando y, de acuerdo con esta, establecer si, por ejemplo, es mejor para el mercado de acciones leer una gráfica diaria y, para la renta fija, puede funcionar mejor una gráfica semanal.

Por su parte, los indicadores técnicos más conocidos se pueden dividir en tres grupos: indicadores de tendencia, osciladores y de volumen de negociación. En este documento se presentan y se usan de manera práctica los siguientes: como oscilador, el RSI, y de tendencia: medias móviles, MACD, estocástico y bandas de Bollinger (Agudelo Aguirre et al., 2021; Martín García et al., 2020; Wu y Diao, 2015).

Vale la pena mencionar que la base de estos análisis e indicadores sigue siendo la teoría Dow. La mayoría de los técnicos y estudiosos de los mercados coinciden en que gran parte de lo que hoy en día se llama análisis técnico tiene sus orígenes en las teorías propuestas por primera vez por Dow, (Murphy, 1999).

### ***Medias móviles***

La media móvil es un indicador por excelencia dentro del análisis técnico y sirve para suavizar los datos de precios y lograr que la dirección de la tendencia sea más clara, además de ser utilizado en mercados volátiles donde las series de datos fluctúan fácilmente. La media móvil es un indicador de función retardada por lo cual sigue la tendencia cuando inicia o cuando cierra y no trabaja a la par con esta. Generalmente, se crean con los precios de cierre, aunque también se pueden usar los precios de apertura, así como también el valor máximo y mínimo alcanzado (Zhu y Zhou, 2009).

### **Media móvil simple**

Modo de cálculo: Suponga que desea calcular la media móvil simple a tres días de un instrumento, para esto usaremos la ecuación 1.

$$MMs3 = \frac{\text{Cotiz hoy} + \text{Cotiz ayer} + \text{Cotiz 2 días atrás}}{3} \quad (1)$$

### **Media móvil exponencial**

La media móvil exponencial toma valores históricos para su evaluación, de esta manera permite el cálculo, mediante la ecuación 2, en un lapso extenso.

$$MMe(hoy) = [\text{Cotiz}(hoy) * a] + [MMe(ayer) * (1 - a)] \quad (2)$$

### **RSI (índice de fuerza relativa)**

Es un indicador muy usado en el análisis técnico que permite medir la fuerza con la que se mueve la oferta y la demanda. Este indicador se expresa en porcentaje, en un margen de 1-100 donde 50 es su línea media, el porcentaje con el que se trabaja puede diferir sobre cada operador, pero entre los más usados, se encuentra: 70-30 y 80-20.

La interpretación del sí se puede dar de la siguiente manera: se ha explicado anteriormente que oscila entre 0-100%, y 50 es su punto medio, lo que significa que cuando el RSI se acerca al valor 50 las fuerzas de la demanda serán casi idénticas a las de oferta; por otro lado, cuando el RSI supera el valor media y continua su ascenso se produce una situación de sobrecompra, lo que indica que es momento de vender el activo en cuestión, mientras que si el RSI se inclina a una posición por debajo de la línea media se generaría una situación de sobreventa, por lo cual es este el momento oportuno para comprar (Chong y Ng, 2008).

El método de cálculo del RSI es el siguiente, tal y como lo indica la ecuación 3:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1+rs} \text{ con } rs = \frac{An}{Bn} \quad (3)$$

An = Media de las variaciones del precio que resultaron positivas de los últimos n periodos.

Bn = Media de las variaciones del precio que resultaron negativas de los últimos n periodos.

### **MACD (convergencia y divergencia de medias móviles)**

Es un indicador muy similar a las medias móviles que de igual manera sigue la tendencia actual. Este indicador posee dos líneas, una de ella llamada *línea MACD*, que fluctúa en la gráfica, y otra *línea indicadora del MACD* o *línea señal MACD*, y su interpretación es la siguiente: cuando la *línea MACD* cruza por encima de la *señal MACD* indica que se tiene una tendencia alcista, mientras que si la *línea MACD* cruza por debajo de la *señal MACD*, se tiene una señal de tendencia bajista (Appeld, 2003).

Los parámetros por defecto del MACD y su fórmula de cálculo son presentado en la ecuación 4:

$$MACD = med(cotiz. 12) - med(cotiz. 26) \quad (4)$$

$$Señal = med(MACD 9)$$

Siendo med (cotiz. n) la media móvil de las cotizaciones de las últimas n sesiones (en este caso 26 sesiones y 12 sesiones) y med (MACD 9) la media móvil exponencial de las últimas 9 sesiones del MACD.

### ***Estocástico***

Al igual que el RSI y el MACD, es un oscilador entre 0-100 que se basa en el precio, teniendo en cuenta los máximos y mínimos en un lapso determinado. Este indicador posee dos líneas, llamadas línea de oscilación (%K) y su media móvil (%D). Al igual que el MACD, las señales de compra se dan cuando la línea del estocástico supera la media móvil de manera ascendente, lo que indica que, mientras el estocástico se mantenga por encima de la media móvil, será señal de compra, mientras que la señal de venta se dará cuando el estocástico corte la línea de media móvil en forma descendente, en cuyo caso será una posición de venta hasta que se regule en un ángulo positivo o neutro, dependiendo de la tendencia del activo, lo que se deduce de los trabajos de (Brock et al., 1992)

La Ecuación 5 permite realizar el cálculo de (%K)

$$\%K = 100 \frac{C - Min}{Max - Min} \quad (5)$$

Siendo C un valor entre 5 o 20, que representan días equivalentes a una semana o un mes.

### ***Bandas de Bollinger***

Las bandas de Bollinger son un instrumento del análisis técnico que consta de tres bandas, una superior una media y una inferior, y su interpretación se dará de la siguiente forma: cuando el precio toque o supere la banda inferior será una señal de compra y se mantendrá mientras se encuentre en este rango; por el contrario, si el precio toca la línea superior o la cruza, se tendrá una señal de venta de la misma manera que la anteriormente explicada (Bollinger, 1992).

## **3. METODOLOGÍA**

Este trabajo tomará como datos de referencia las series históricas de precios del bono del Tesoro de los Estados Unidos con vencimiento en diez años para los periodos comprendidos entre los años 2012-2013 y 2017-2018. Los datos son capturados usando el sistema Bloomberg Profesional usando las funciones de Excel, además las propias del sistema que permiten obtener información de manera confiable y detallada, también de cálculos precisos para las cifras de *backtesting* que resultan

indispensables. Dado que el análisis técnico bursátil cuenta con un amplio conjunto de indicadores, para este trabajo se seleccionaron algunos de los tradicionales que cuentan con una amplia historia. Estos han sido: RSI, bandas de Bollinger, estocásticos y MACD.

### Uso de la herramienta Bloomberg para modelar indicadores de análisis técnico

La plataforma Bloomberg Professional es un sistema de información financiera en tiempo real. En 1981, Michael Bloomberg constituyó Bloomberg L.P. en colaboración con Thomas Secunda, Duncan Mac Millán y Charles Zegar. Este sistema es uno de los más usados en mesas de dinero alrededor del mundo, ya que cuenta con más de trescientas mil licencias en funcionamiento (Bloomberg L. P., 2018). Se seleccionó esta herramienta, pues permite realizar múltiples análisis desde la teoría del análisis técnico bursátil, considerando que tiene amplias bases de datos de información relacionada con cotizaciones y cálculos de indicadores técnicos objeto de este estudio.

A pesar de la escasa disponibilidad de literatura que aporte con la evaluación de la eficacia al combinar múltiples indicadores técnicos con el propósito de perfeccionar las estrategias de negociación en los mercados financieros, es relevante señalar la existencia de un documento que respalda esta perspectiva. En este sentido, de acuerdo con Fajareon y Sornil (2019), combinar varios indicadores técnicos puede permitir crear estrategias de negociación bursátil eficientes, debido que cada indicador aporta información única que puede ayudar a confirmar o descartar señales de otros indicadores. De esta forma, múltiples indicadores pueden reducir las falsas señales y aumentar la precisión de las operaciones. Adicionalmente, los indicadores pueden tener diferentes marcos de tiempo y enfoques, logrando proporcionar una perspectiva más completa del mercado y de las tendencias a largo plazo.

En términos generales, hay una buena cantidad de estudios que han trabajado la combinación del análisis técnico bursátil, por ejemplo: con redes neuronales, con análisis económico o indicadores macro, e incluso, con modelos estadísticos. Pero en general, poco se observan combinaciones de modelos técnicos entre ellos mismos. Pese a lo anterior, se consideró válido lo expresado en el documento de Fajareon y Sornil (2019), por lo que parte de este estudio se fundamentó en verificar si efectivamente la combinación de señales podría llegar a generar mejores resultados.

### Modelación Bloomberg usando la función BTST

La plataforma Bloomberg cuenta con la función BTST, esta brinda la posibilidad de hacer una revisión o recapitulación de cada uno de los modelos aplicados para tomar decisiones de compra o venta de un determinado activo que cotice en bolsa, es decir, mira al pasado y evalúa qué tan eficiente fue el modelo, se puede probar en una estrategia o modelo de inversión en datos históricos para verificar su efectividad; a esto se le denomina en el día a día de los mercados de capitales como *backtesting*.

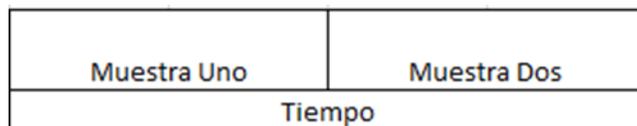
La mencionada función está programada para dar la alternativa de seleccionar y combinar varios indicadores técnicos o modelos, lo que permite crear estrategias, es decir que el sistema simula escenarios que muestra en una gráfica con las posiciones propuestas, generando una tabla que resume esto de manera detallada, por lo que el operador del mercado o inversionista puede verificar y optimizar o redirigir los parámetros con el fin de mejorar la estrategia.

Una estrategia consiste básicamente en ajustar los parámetros del modelo con el fin de obtener un resultado esperado. Así, por ejemplo, si se trabaja una estrategia usando media móvil, se espera que, al hacer las pruebas con diferentes espacios de tiempo, esto es, medias móviles de diez, cincuenta, cien o doscientos días, entre muchas otras, establecer cuál de ellas presenta de manera consistente los mejores resultados, los que serán probados hacia adelante en una nueva ventana de tiempo para verificar si efectivamente el modelo funciona.

Para realizar lo anterior, se usa el *Rolling-Backtesting*, que es otra función de Bloomberg, la cual se activa con la función BT y permite evaluar el desempeño de una estrategia de *trading* utilizando datos históricos. Esta función fue aplicada a una estrategia que combina dos indicadores técnicos, esto es medias móviles y bandas de Bollinger.

Para lo anterior, este método propone dividir la serie histórica en dos partes: el primer segmento de la muestra es utilizado como submuestra de entrenamiento para calibrar los parámetros óptimos de un indicador particular (en este caso, el número de periodos de la media móvil y el número de veces en que se multiplica la desviación móvil de las bandas de Bollinger); la segunda submuestra se utiliza como la serie de datos que es desconocida para el indicador optimizado para el que se pretende evaluar su desempeño.

La Figura 1 representa dos muestras que se manejan a través del tiempo con el fin de verificar si los indicadores de análisis técnico para cualquier instrumento funcionan en diversas series de tiempo, se enfatiza su uso, ya que garantiza que la estrategia mantenga una posición favorable en riesgo/rentabilidad en periodos de fluctuación en el mercado.



**Figura 1: Representación de series históricas en muestras**

Figure 1. Division of the sample into historic series

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta de manera clara el procedimiento que se realizó en el sistema Bloomberg con la función BT para encontrar la estrategia que permita la creación de un portafolio que en promedio dé retornos mayores a cero con el bono del Tesoro estadounidense a diez años, donde se presentan un total de cinco experimentos que trabajan indicadores, tanto en solitario, como en combinaciones, además de especificar la parametrización obtenida para la evaluación de la estrategia. Se analizará detalladamente cada uno de los experimentos con el fin de aclarar los procedimientos y resultados obtenidos.

### Experimentos realizados

Aquí se presentan las pruebas usando análisis técnico que arrojan diversos resultados, entre positivos y negativos. Vale la pena resaltar que este trabajo recopila una serie de experimentos probados académicamente. La estrategia finalmente seleccionada es la mejor en términos de relación riesgo/rentabilidad, ya que no se ajustan nuevas directrices para la estrategia, como *stop-loss* (esto

es, no se establecen puntos donde eventualmente se detendrían las pérdidas de una posición abierta), y en este documento solo se evalúan bajo las utilidades o pérdidas generadas.

Las pruebas realizadas tienen un monto base de dinero en dólares estadounidenses (en adelante dólares) de cien millones, lo cual permitirá el análisis de datos. Estas fueron calculadas con dos períodos de evaluación, el primero entre el 4 de febrero de 2012 y el 4 de febrero de 2013, dado que el informe de perspectivas económicas mundiales señala que el crecimiento de la economía mundial fue de dos décimas menor de lo que se esperaba para años anteriores a causa de la desaceleración de la eurozona, China y Brasil (Fondo Monetario Internacional [FMI], 2011; Argandoña, 2013).

El periodo entre el 4 de febrero de 2017 y el 4 de febrero de 2018 se toma como una muestra de interés por sugerencia y común acuerdo entre el fondo de pensiones con el que se trabajó y la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Los hechos y volatilidades detrás de este periodo explican la selección, de ahí que podría dar indicaciones frente a lo que pudiera llegar a ser un conjunto de datos que contribuya con el objetivo del trabajo.

Los experimentos fueron realizados usando los indicadores ya mencionados y las características que cada uno posee. Es decir, por ejemplo, el RSI tiene una escala de 0 (cero) a 100 (cien), donde cero se entiende como sobreventa, es decir, teóricamente, buen momento para abrir posiciones largas; igualmente, 100 es conocido como sobrecompra o buen momento para vender o abrir posiciones cortas. Lo que hace la plataforma Bloomberg mediante sus funciones es realizar los cálculos, abrir posiciones ante las señales indicadas por el investigador o analista y cerrarlas al observar la señal contraria, haciendo el respectivo conteo de transacciones y presentando los resultados finales en términos de dinero ganado o perdido, y rentabilidad en términos nominales.

#### 4. RESULTADOS

Las estrategias que se presentan a continuación surgieron como resultado de la combinación de múltiples parámetros que se usan en el día a día de los operadores del mercado. El aporte en este documento se basa en la combinación de diversos indicadores con escenarios de parámetros que permitan observar repetidamente resultados netos mayores que cero. Se presentan a continuación los parámetros e indicadores usados para la evaluación final de resultados de *trading*.

##### **Estrategia RSI**

Se realiza una operación en largo con los siguientes parámetros para RSI: plazo: 12, sobrecomprado: 70, sobrevendido: 30, cuya condición es que RSI sea mayor al valor 30 y realiza una venta o cierre cuando el RSI cruza por encima del valor 70.

##### **Estrategia MACD**

Se realiza una acción de compra usando el MACD con parámetros estipulados en: periodo 1: 12, periodo 2: 26, señal: 9, con la condición de cruce sobre la señal MACD, y se realizará un cierre o venta usando el MACD cuando cruce por debajo de la señal MACD.

### Estrategia de bandas de Bollinger y RSI

Se realiza una acción de compra usando el RSI con parámetros estipulados en: plazo: 14, sobrecomprado: 70, sobrevendido: 30, con la condición de ser mayor o igual al valor 30, y se realiza una venta en corto usando bandas de Bollinger cuando el valor de la banda superior sea igual al precio máximo.

### Estrategia RSI y MACD

Se realiza una acción de compra usando el RSI con parámetros estipulados en: plazo: 12, sobrecomprado: 70, sobrevendido: 30, cuya condición sea mayor a el valor 30, y una venta en corto usando el MACD cuando este cruce sobre de la señal MACD.

### Estrategia de bandas de Bollinger y estocástico

Se realizan dos escenarios de compra; la primera será comprando, usando la apertura con orden de mercado bajo una condición de cruce por encima del estocástico %k; la otra se realiza usando la apertura de la orden de mercado con la condición de ser menor o igual al estocástico %D. La venta se realiza usando el cierre a la orden del mercado con la condición de cruzar por debajo de la banda Bollinger superior.

Las siguientes tablas contienen los valores numéricos que se obtuvieron al realizar cada uno de los experimentos, esto en las compras y ventas como en su totalidad, además de otros criterios como: operaciones, ganancias y pérdidas, entre otros.

Como se muestra en la Tabla 1, la estrategia para el periodo 2017-2018 muestra la realización de una compra que resulta ser positiva en términos de ganancia, dando un registro positivo en el P&G por valor de 8.9 (millones de dólares) y una venta que genera pérdidas reflejadas en el P&G por valor de -9.1 (millones de dólares) para un total negativo de -207.6 (miles de dólares). Por otro lado, el periodo 2012-2013 muestra una compra positiva en términos de ganancia, reflejada en el P&G por valor de 18.66 (millones de dólares) y una venta positiva por valor de 16.41 millones para un total positivo en el P&G por valor de 35.8 (millones de dólares). La estrategia funciona mejor para el periodo 2012-2013, muy seguramente explicado esto por el entorno económico que contienen esos años.

**Tabla 1. Estrategia RSI**

Table 1. RSI strategy

Estrategia RSI	2017-2018			2012-2013		
	Compra	Venta	Total	Compra	Venta	Total
Operaciones	1	1	2	1	1	2
Ganancias	1	0	1	1	1	2
Pérdidas	0	1	1	0	0	0
P&G	8.9M	-9.1M	-207.6K	18.66M	16.41M	35.08M
P&G %	8.9	-9.1	-.21	18.66	16.41	35.08

Fuente: elaboración propia.

Según la Tabla 2, la estrategia MACD para el periodo 2017-2018 muestra la realización de doscientas seis compras, de las cuales ochenta y dos son positivas en términos de ganancias y ciento veinticuatro negativas, dejando un registro positivo para el P&G de 15.29M (millones de dólares), y la realización de doscientas trece ventas, de las cuales setenta y tres son positivas para el P&G y ciento cuarenta negativas, reflejando un monto negativo de -5.73M (millones de dólares), para un total positivo en el P&G por valor de 9.57M (millones de dólares). La estrategia para el periodo 2012-2013 muestra la realización de ciento seis operaciones, de las cuales treinta y siete cuentan con utilidad y sesenta y ocho representan pérdidas.

**Tabla 2. Resultados de la Estrategia MACD**

Table 2. MACD strategy results

Estrategia MACD	2017-2018			2012-2013		
	Compra	Venta	Total	Compra	Venta	Total
<b>Operaciones</b>	206	213	419	53	53	106
<b>Ganancias</b>	82	73	155	19	18	37
<b>Pérdidas</b>	124	140	264	34	34	68
<b>P&amp;G</b>	15.29M	-5.73M	9.57M	3.58M	505.67k	4.08M
<b>P&amp;G %</b>	15.29	-5.73	9.57	3.58	.51	4.08

Fuente: elaboración propia.

La estrategia que combina bandas de Bollinger y RSI para el periodo 2017-2018 (Ver Tabla 3), realiza una única compra, que está determinada como ganancia por monto al P&G de 18k (miles de dólares); el periodo 2012-2013 muestra la realización de una compra en ganancias al P&G por valor de 2.25k (miles de dólares).

**Tabla 3. Resultados estrategia de bandas de Bollinger y RSI**

Table 3. RSI and Bollinger Bands strategy results

Estrategia Bollinger y RSI	2017 – 2018			2012 – 2013		
	Compra	Venta	Total	Compra	Venta	Total
<b>Operaciones</b>	1	0	1	1	0	1
<b>Ganancias</b>	1	0	1	1	0	1
<b>Pérdidas</b>	0	0	0	0	0	0
<b>P&amp;G</b>	18k	0	18k	2.25k	0	2.25k
<b>P&amp;G %</b>	18	0	18	2.25	0	2.25

Fuente: elaboración propia.

La estrategia que combina RSI y MACD (Ver Tabla 4), muestra para el periodo 2017-2018, una operación en ganancias al P&G por valor de 17.34 (miles de dólares), no genera ninguna venta durante el periodo, por lo cual el total del P&G será de 17.34 (miles de dólares); para el periodo 2012-2013 se genera una compra en pérdida para el P&G por valor de -14.87 (miles de dólares) y ninguna venta registrada para el mismo periodo, por lo tanto, el saldo total del P&G es de -14.87 (miles de dólares).

La estrategia RSI y MACD muestra similitudes para ambos periodos, puesto que en ninguno de los casos genera órdenes de venta, sean ganancias o pérdidas, y se concluye que funciona con mayor efectividad para el periodo 2017 – 2018, ya que mantiene ganancias, pero no son significativas.

**Tabla 4. Resultados estrategia RSI y MACD**

Table 4 – RSI and MACD strategy results

Estrategia RSI y MACD	2017-2018			2012-2013		
	Compra	Venta	Total	Compra	Venta	Total
Operaciones	1	0	1	1	0	1
Ganancias	1	0	1	0	0	0
Pérdidas	0	0	0	1	0	1
P&G	17.34k	0	17.34k	-14.87k	0	-14.87k
P&G %	17.34	0	17.34	-14.87	0	-14.87

Fuente: elaboración propia.

La estrategia que combina bandas de Bollinger y estocásticos muestra para el periodo 2017-2018 la ejecución de 367 operaciones, de las cuales ciento ochenta representan ganancias, mientras que ciento cincuenta y tres, pérdidas. El balance final en el P&G es negativo, con una pérdida de 1.57 (miles de dólares), como se muestra en la Tabla 5. Para el periodo 2012-2013 se realizan veintisiete operaciones, de las cuales quince son ganancias, y tan solo once son pérdidas, representando un valor positivo en el P&G por 8.49 (miles de dólares).

**Tabla 5. Resultados de bandas de Bollinger y estocásticos**

Table 5. Bollinger Bands and stochastics results

Estrategia Bollinger y TAS	2017-2018			2012-2013		
	Compra	Venta	Total	Compra	Venta	Total
Operaciones	184	183	367	14	13	27
Ganancias	109	71	180	8	7	15
Pérdidas	68	85	153	6	5	11
P&G	5.79k	-7.36k	-1.57k	9.39k	-901.53	8.49k
P&G %	5.79	-7.36	-1.57	9.39	-.9	8.49

Fuente: elaboración propia.

### Estadísticas adicionales

A continuación, se muestran algunas estadísticas adicionales para las diferentes estrategias que presentan el porcentaje de acierto, la duración promedio en horas, el retorno máximo y mínimo estimado usando los indicadores de análisis técnico para el bono del Tesoro estadounidense a diez años.

Las cifras que se presentan en las Tablas 6, 7 y 8 indican que hay una consistencia en los resultados relacionada con la generación de utilidades y pérdidas en casi todos los casos, es decir, los experimentos dejan ver que la dinámica de precios es descontada por cada uno de ellos, lo que lleva a considerar la efectividad como siguiente variable. En este sentido, la combinación de bandas de Bollinger con RSI arroja los mejores resultados, aunque tiene una duración en tiempo con los valores más altos. Por su parte, estrategias que usan un solo indicador muestran como resultado menores grados de efectividad.

**Tabla 6. Estrategias RSI y MACD en dos periodos de evaluación**

Table 6. RSI and MACD strategies in two evaluation periods

Estadísticas/Estrategias	RSI		MACD	
	2017-2018	2012-2013	2017-2018	2012-2013
Periodos				
Porcentaje de acierto %	50	100	35.88	N/A
Duración promedio (horas)	125	125	13.81	13.86
Retorno máximo %	9.26	64,75	20.54	6.63
Retorno mínimo %	-15.32	0	-7.15	-7.23

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7. Estrategias de bandas de Bollinger, RSI y MACD en dos periodos de evaluación**

Table 7. Bollinger Bands, RSI, and MACD strategies in two evaluation periods

Estadísticas/Estrategias	Bandas de Bollinger y RSI		RSI y MACD	
	2017-2018	2012-2013	2017-2018	2012-2013
Periodos				
Porcentaje de acierto %	100	100	100	0
Duración promedio (horas)	249	249	249	249
Retorno máximo %	18	24.34	26.8	5.27
Retorno mínimo %	-15.32	-27.42	-12.37	-36.46

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8. Bandas de Bollinger y estocásticos (TAS)**

Table 8. Bollinger Bands & stochastics (TAS)

Estrategia Bollinger y Tas	2017-2018	2012-2013
Porcentaje de acierto %	49.05	55.56
Duración promedio (horas)	16.08	18.81
Retorno máximo %	2.19	9.61
Retorno mínimo %	-23.69	-4.37

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la estrategia que con mayor velocidad se ejecuta es la relacionada con el MACD, seguida de la denominada bandas de Bollinger con estocástico, sin embargo, el porcentaje de acierto resulta ser bajo.

## 5. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que la efectividad ha sido calculada como la relación entre la cantidad de operaciones exitosas y el total de transacciones, denominada en este trabajo *porcentaje de acierto*, este estudio prueba lo eficaces que pueden llegar a ser las estrategias de *trading* basadas en la combinación de múltiples indicadores técnicos calculados con diferentes parámetros de acuerdo con sus fórmulas de cálculo y periodos de tiempo de análisis. Esto muy en línea con lo observado en trabajos como el desarrollado por (Nguyen et al., 2018), donde por otra vía, pero de manera similar, se obtienen resultados favorables que muestran que el uso de indicadores puede llegar a ser eficiente y contribuir en la toma de decisiones de inversión.

De forma similar, se verifica que lo dicho en su momento por (Goh et al., 2013) es validado en la actualidad, ya que los movimientos diarios del mercado expresados en volumen transaccional contribuyeron o permitieron que los experimentos realizados contaran con la liquidez necesaria para llegar a conclusiones válidas, desde el punto de vista técnico.

Si bien es cierto que en una gran cantidad de casos la aplicación de estos modelos reportó pérdidas, la combinación de diversos indicadores con escenarios de parámetros permitió observar, consistentemente en algunos casos, beneficios o resultados netos mayores que cero, similar a lo que en su momento obtuvo el trabajo de Neely y Weller (2011), donde se dieron escenarios negativos, pero lograron encontrar puntos en el tiempo coincidentes que dejaban ver una buena efectividad de los indicadores técnicos.

Las estrategias RSI, MACD y bandas de Bollinger con RSI y estocásticos son algunas de las que se presentan en este trabajo. Los resultados muestran que la estrategia MACD funciona mejor que la estrategia RSI para el periodo 2017-2018, mientras que la estrategia bandas de Bollinger y RSI funciona mejor para el periodo 2012-2013. Los resultados obtenidos también reflejan que la estrategia bandas de Bollinger y estocásticos es eficaz en la realización de dos escenarios de compra, lo que proporciona más oportunidades de operar en el mercado.

Resultan relevantes estas estrategias para los operadores del mercado, pues les da la posibilidad de tomar decisiones informadas y contar con herramientas que permitan optimizar la rentabilidad en el mercado. En particular, las estrategias que combinan múltiples indicadores y parámetros pueden proporcionar resultados más precisos y consistentes que las estrategias que se basan en un solo indicador. En este caso, los experimentos realizados muestran que las estrategias que usaron solo un indicador evidenciaron una efectividad o porcentaje de acierto inferior al 50%, mientras, al usar combinaciones de estos, este porcentaje fue superior, incluso, al 60%, aunque debe anotarse que con un menor número de transacciones realizadas. Los operadores del mercado pueden utilizar estos resultados para ajustar sus estrategias a la medida de sus portafolios y mejorar su rendimiento.

Además, la variedad de estrategias presentadas en este trabajo proporciona opciones para seleccionar la que mejor se adapte a su perfil y objetivos de inversión. Por ejemplo, si un operador del mercado busca un enfoque más conservador, puede optar por utilizar la estrategia que ofrece un menor riesgo, esto tal y como lo plantean Gunasekarage y Power (2001), quienes dejan ver cómo, más allá de los modelos y estrategias, el punto de partida ha de ser el beneficio del inversionista y su interés por asumir riesgos. En consecuencia, si un operador del mercado busca obtener mayores ganancias, puede elegir la estrategia que ofrece un mayor potencial de retorno. Acá se sigue aplicando la teoría de riesgo y rendimiento sin cambios, es decir que un mayor nivel de expectativa en rentabilidad esta obligatoriamente asociado con mayores niveles de riesgo y viceversa.

Este trabajo no se ocupa de los cálculos de riesgo de mercado o VaR (Value at Risk), ya que su objetivo tiene una sola línea, y es el asociado con medir la eficiencia que se puede lograr al combinar diversos tipos de indicadores técnicos mediante el cálculo de la relación entre operaciones que generan beneficio contra el número de transacciones que generan pérdida. Futuros trabajos de investigación pueden agregar esta variable para hacer más robusto el resultado final y su práctica asociada con diversos niveles de riesgo de los clientes o portafolios.

En general, los resultados obtenidos en este trabajo se consideran útiles en la medida que proporcionan información valiosa y concreta para la toma de decisiones. Las estrategias presentadas pueden ser utilizadas por los operadores del mercado para ajustar sus enfoques de *trading* y optimizar su rentabilidad en el mercado. Además, la diversidad de estrategias presentadas ofrece opciones para elegir aquella que mejor se adapte a sus objetivos de inversión y, en alguna medida, en su perfil de riesgo.

Nuevos trabajos de investigación se pueden concentrar en determinar la particularidad de cada momento económico en el que se dan las cotizaciones de un determinado activo que cotiza en bolsa y, de acuerdo con ello, establecer los mejores modelos o indicadores que puedan ser usados y sus parámetros óptimos.

## 6. CONCLUSIONES

Las herramientas informáticas que están al servicio de investigadores y analistas en el mercado bursátil permiten considerar la posibilidad de realizar innumerables combinaciones de parámetros, técnicas y estrategias que permitan optimizar los resultados finales en la gestión de portafolios.

En los análisis realizados se demostró que el entorno económico, esto es, la situación por la cual están pasado los precios o cotizaciones es fundamental en el momento de ejecutar una determinada estrategia. Si bien es cierto cada uno de los indicadores tiene mayores niveles de eficiencia en determinado momento, es claro que el punto de partida se encuentra en la validación del momento que vive la economía del activo que se está analizando.

La combinación de dos o más indicadores resulta más eficiente que usar solo uno. En la mayor parte de los casos presentados la combinación, es decir, el contar con dos señales, resultó mejor que operar con solo una. En este punto es fundamental que el activo usado tenga una elevada liquidez y altos volúmenes de negociación, dado que, repetidamente, hace consistente el ejercicio realizado y, asimismo, los resultados.

Al evaluar una estrategia de inversión mediante la unión de dos herramientas como lo son las bandas de Bollinger y el estocástico, para el bono del Tesoro estadounidense a diez años, se puede afirmar que la estrategia MACD arroja los mejores valores en términos económicos, dando cifras positivas para ambos periodos de evaluación, muy por el contrario de los otros experimentos.

El análisis técnico funciona para la evaluación de diversos portafolios con una cantidad de instrumentos significativos. Para este ejercicio académico se puede resaltar la utilización de indicadores como el RSI o el MACD, que funcionan para variables de tiempo en las cuales el mercado no es volátil, mientras que, en mercados con alta variabilidad de indicadores como el estocástico, permiten un mejor análisis de la tendencia. Esto se puede observar en el experimento «Estrategia de bandas de Bollinger y estocástico».

Las combinaciones usadas para los experimentos permiten interpretaciones, tales como:

- La estrategia MACD y RSI funciona para periodos de tiempo diversos y muestran una tendencia similar en sus resultados; la parametrización, sugiere valores en ganancias o pérdidas no significativos, ya que no superan las sumas necesarias para un monto base de inversión de cien millones de dólares.
- La estrategia de bandas de Bollinger y estocásticos muestra una diferencia sustancial en la evaluación de los dos periodos, pues en 2017-2018 se genera una cantidad significativa de compras y de ven que, al ser representadas en el total del P&G, dan valores no representativos debido a su cantidad de operaciones.
- La estrategia de bandas de Bollinger y RSI muestra una similitud en la cantidad de horas para generar una transacción, además de que el retorno máximo que se obtendrá no supera el 25% para los periodos de evaluación.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Declaramos que, como autores, no existen conflictos de interés financieros, profesionales o personales que puedan influir de manera inapropiada en los resultados obtenidos o en las interpretaciones propuestas.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

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

**GKevin Alvarez:** diseño y ejecución de los experimentos realizados usando la plataforma Bloomberg. Igualmente, estructuración y presentación de resultados.

**Edgar Ricardo Jiménez Méndez:** Redacción del documento y ajuste de normas APA. Elaboración del marco teórico e investigación de la literatura como elemento del estado del arte. Redacción de la discusión y conclusiones. Ajuste final del artículo.

## REFERENCIAS

Abrahams, M., Adrian, T., y Crump, R. (2013). Pricing TIPS and Treasuries with Linear Regressions. *FRB of New York Staff Report*, (570). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2150327>

Agudelo Aguirre, A.A., Duque Méndez, N.D. y Rojas Medina, R.A. (2021). Artificial intelligence applied to investment in variable income through the MACD (moving average convergence/divergence) indicator. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 26(52), 268-281. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-06-2020-0203>

- Appeld, G. (2003). Become Your Own Technical Analyst. *The Journal of Wealth Management*, 6(1), 27-36. <https://doi.org/10.3905/jwm.2003.320471>
- Argandoña, A. (30 de mayo de 2013). Por qué los tipos de interés son altos para unos y bajos para otros. *Business School University of Navarra*. <https://blog.iese.edu/antonioargandona/2013/05/30/por-que-los-tipos-de-interes-son-altos-para-unos-y-bajos-para-otros/>
- Arkadyevich Safronov, A., e Ivanovich, A. (2021). Assessing the Investment Attractiveness of Shares: The Joint Use of Fundamental and Technical Analysis. *Universal Journal of Accounting and Finance*, 9(5), 908-915. <https://doi.org/10.13189/ujaf.2021>
- Banco de la Republica. (2015, 20 de mayo). *¿Qué es el dinero? Bogotá: Banco de la República de Colombia*. [https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/cartilla\\_dinero.pdf](https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/cartilla_dinero.pdf)
- Bloomberg L. P. (2018, 10 de enero). Acerca de Bloomberg. *Bloomberg*. <https://www.bloomberg.com/latam/acerca-de-bloomberg/>
- Bollinger, J. (1992). Using Bollinger Bands. *Stocks & Commodities*, 10(2), 47-51.
- Brock, W., Lakonishok, J., y Blake, L. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(5), 1731-1764. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04695.x>
- Chong, T. T.-L., y Ng, W.-K. (2008). Technical analysis and the London stock exchange: testing the MACD and RSI rules using the FT30. *Journal Applied Economics Letters*, 15(14), 1111-1114. <https://doi.org/10.1080/13504850600993598>
- Cohen, G. (2023). Technical Analysis in Investing. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 26(2). <https://doi.org/10.1142/S0219091523500133>
- Comision Económica para América Latina y el Caribe. (2006). *Financiamiento para el Desarrollo América Latina desde una perspectiva comparada*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2479/S0600423\\_es.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2479/S0600423_es.pdf?sequence=1)
- Duffee, G. R. (2013). Forecasting Interest Rates. *Handbook of Economic Forecasting*, 2, 385-426. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53683-9.00007-4>
- Eugster, P., y Uhl, M. (2023). Technical analysis: Novel insights on contrarian trading. *European Financial Management*, 29(4), 1160-1190. <https://doi.org/10.1111/eufm.12389>
- Fajareon, C., y Sornil, O. (2019). Evolving and combining technical indicators to generate trading strategies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1195, 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1195/1/012010>

- Foltice, B., y Dolvin, S. (2021). Using a Simple Technical Analysis Indicator to Guide Asset Allocation Decisions. *The Journal of Wealth Management*, 24(3), 31-41. <https://doi.org/10.3905/jwm.2021.1.148>
- Fondo Monetario Internacional. (2011). *Perspectivas de la economía mundial. Desaceleración del crecimiento, agudización de los riesgos*.
- Goh, J., Jiang, F., Tu, J., y Zhou, G. (2013). Forecasting Government Bond Risk Premia Using Technical Indicators. *25th Australasian Finance and Banking Conference 2012*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1914227>
- Graciano, J. P. (2010). *Análisis Técnico estadístico*. Ediciones B.
- Gunasekarage, A., y Power, D. M. (2001). The profitability of moving average trading rules in South Asian stock markets. *Emerging markets review*, 2(1), 17-33. [https://doi.org/10.1016/S1566-0141\(00\)00017-0](https://doi.org/10.1016/S1566-0141(00)00017-0)
- Hallam, R., y Madziyire, J. (2022). Managing liquidity risk in the world's deepest bond market. *Vanguard*. <https://advisors.vanguard.com/insights/article/managingliquidityriskintheworldsdeepestbondmarket>
- Harish, N., Likith, H., Yashwanth, G., Krishnaswamy, N., y Sunil, G. L. (2022). Stock Index Probability Prediction using the FB Prophet Model. En *2022 International Conference on Futuristic Technologies (INCOFT)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INCOFT55651.2022.1009438>
- Ko, K. C., Lin, S. J., Su, H. J., y Chang, H. H. (2014). Value investing and technical analysis in Taiwan stock market. *Pacific-Basin Finance Journal*, 26, 14-36. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2013.10.004>
- Li, Z., Yang, D., Zhao, L., Bian, J., Qin, T., y Liu, T.-Y. (2019, July). Individualized indicator for all: Stock-wise technical indicator optimization with stock embedding. En *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*, (pp. 894-902), ACM. <https://doi.org/10.1145/3292500.3330833>
- Malkiel, B. G. (1973). *A random walk down Wall Street*. Norton & Company.
- Martín García, R., Ventura Pérez, E., y Arguedas Sanz, R. (2020). Temporal optimisation of signals emitted automatically by securities exchange indicators. *Cuadernos de Gestión*, 20(3), 61-71. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7689696>
- Metghalchi, M. M., Marcucci, J., & Chang, Y. H. (2012). Are moving average trading rules profitable? Evidence from the European stock markets? *Applied Economics*, 44(12), 1539-1559. <https://doi.org/10.1080/00036846.2010.543084>
- Murphy, J. (1999). *Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*. New York Institute of Finance.

- Neely, C. J., y Weller, P. A. (2011). Technical Analysis in the Foreign Exchange Market. *Federal Reserve Bank of St. Louis* [Working Paper No. 2011-001B]. <https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/wp/2011/2011-001.pdf>
- Nguyen, G., Engle, R., y Fleming, M. (2018). Liquidity and Volatility in the U.S. Treasury Market. *Journal of Econometrics*, 217(2), 207-229. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2195655>
- Robert, J. (1973). *Historia del Dinero*. Raza, Ltda.
- Świecka, B., Terefenko, P., y Paprotny, D. (2021). Transaction factors' influence on the choice of payment by Polish consumers. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 58, 102264. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102264>
- Syamala Rao, M. P. N. V., Kumar, N. S., Kollapudi, P., Babu, C. M., y Tara, S. (2023). A review of the techniques of fundamental and technical stock analysis. *AIP Conference Proceedings*, 2477(1). <https://doi.org/10.1063/5.0125210>
- Wu, M., y Diao, X. (2015). Technical analysis of three stock oscillators testing MACD, RSI and KDJ rules in SH & SZ stock markets. En *2015 4th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)* p. 320-323. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSNT.2015.7490760>
- Sánchez Cantú, L., Couto Castillo, E., y Nuñez Sanchez De La Barquera, C. (2000). *Invierta Con Éxito En La Bolsa de Valores*. Prentice Hall.
- Zhu, Y., y Zhou, G. (2009). Technical analysis: An asset allocation perspective on the use of moving averages. *Journal of Financial Economics*, 29(3), 519-544. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.07.002>