



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS TÉCNICO APLICADAS AL MERCADO COLOMBIANO

Ing. Edwin Marino Castillo Giraldo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia

2011

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS TÉCNICO APLICADAS AL MERCADO COLOMBIANO

Autor:

Ing. Edwin Marino Castillo Giraldo

Trabajo final presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Ingeniería Administrativa

Director:

Ph.D. Santiago Medina Hurtado

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería de la Organización

Medellín, Colombia

2011

El azar favorece a una mente preparada.

Louis Pasteur

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por darme la sabiduría y fortaleza para emprender este esfuerzo.

A mis padres. Su guía y ejemplo siempre ha sido fundamental.

A Cala. Por su comprensión e infinita paciencia.

A Germán Espinal y Mauricio Isaza. Por brindarme el tiempo requerido para llevar a buen término este trabajo.

A Santiago Medina y Jorge Uribe. Por las pautas académicas entregadas.

A la Bolsa de Valores de Colombia. Por el suministro oportuno de la información requerida.

¡Mil gracias!

RESUMEN

El propósito fundamental de este trabajo es analizar la eficiencia de varias de las más populares estrategias activas de inversión aplicadas al mercado colombiano. Con tal fin, se seleccionaron las reglas técnicas de Soporte y Resistencia, el Índice de Fuerza Relativa, el Oscilador Estocástico y la Doble Media Móvil y se emplearon en las series históricas de precios de 9 acciones de alta liquidez. Las rentabilidades obtenidas con estas reglas se compararon luego con las de la estrategia pasiva de comprar y retener para determinar su desempeño económico. Posteriormente, se utilizaron pruebas de robustez y simulación de precios basada en bootstrapping para validar la estabilidad y la significancia estadística de los resultados. La evidencia empírica resultante de este análisis sugiere que, luego descontados costos de transacción, las reglas evaluadas no superan de una manera estable y económicamente significativa a la estrategia pasiva.

Palabras clave: análisis técnico, eficiencia del mercado, mercado accionario colombiano, simulación, robustez, *bootstrapping*.

ABSTRACT

The focus of this work is to analyze the efficiency of several of the most popular investment's active strategies applied to the Colombian stock exchange. For that purpose, Double Moving Average technical rule, Trade Range Breakout rule, Relative Strength Index and Stochastic Oscillator rules were selected and employed in the historical series of prices of nine's high liquidity stocks. The profitability obtained with the rules were compared with the naïve buy-and-hold trading strategy to asses the economic performance. Afterwards, robustness and bootstrap simulation test procedures were used to check the stability and statistical significance of the results. After accounting for transaction costs, empirical evidence suggests that the evaluated rules do not overcome the naïve strategy in a stable and economically significant manner.

Key words: technical analysis, market efficiency, Colombian stock exchange, simulation, robustness, *bootstrapping*.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	V
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	IX
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	13
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	13
1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	14
2. ANTECEDENTES	15
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1. HIPÓTESIS DE LOS MERCADOS EFICIENTES	19
3.2. TEORÍA DE LA CAMINATA ALEATORIA	19
3.3. TEORÍA DOW	20
3.4. ESTRATEGIA PASIVA.....	20
3.5. ESTRATEGIA ACTIVA.....	21
3.6. ANÁLISIS TÉCNICO	21
4. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS	23
5. REGLAS TÉCNICAS SELECCIONADAS	26
5.1. DOBLE MEDIA MÓVIL	27
5.2. SOPORTE Y RESISTENCIA	29
5.3. ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA	30
5.4. OSCILADOR ESTOCÁSTICO.....	32
5.5. CÁLCULO DE LAS RENTABILIDADES	33
5.6. CÁLCULO DE LOS COSTOS DE TRANSACCIÓN.....	34
6. METODOLOGÍA IMPLEMENTADA	36
6.1. FRACCIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS	36
6.2. OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS	37
6.3. PRUEBAS DE ROBUSTEZ.....	38
6.4. SIMULACIÓN DE PRECIOS BASADA EN <i>BOOTSTRAPPING</i>	38
6.5. INDICADOR ESTADÍSTICO PARA VALORACIÓN DE RESULTADOS.....	40
7. EVIDENCIA EMPÍRICA	41
7.1. RESULTADOS OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS	41
7.2. RESULTADOS EN LA PRIMERA PARTE DE LA MUESTRA.....	42
7.3. ROBUSTEZ DE LOS RESULTADOS.....	45
7.4. VALORACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS	49
8. DISCUSIÓN	52
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54

10. REFERENCIAS	57
ANEXO 1. RANGOS DE PARÁMETROS ENSAYADOS PARA LAS REGLAS	62
ANEXO 2. PARÁMETROS DEL MODELO AR(1)-GARCH ESTIMADOS PARA CADA ACCIÓN.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Señales de compra y venta Doble Media Móvil.....	28
Figura 2. Señales de compra y venta regla de Soporte y Resistencia.....	29
Figura 3. Señales de compra y venta Índice de Fuerza Relativa.....	31
Figura 4. Señales de compra y venta Oscilador Estocástico.....	32
Figura 5. Comportamiento histórico IGBC.....	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Días Transados por acción y número de observaciones.	24
Tabla 2. Estadísticos básicos acciones seleccionadas.	24
Tabla 3. Mediana margen proporcional acciones y factor de ajuste de rendimientos. .	35
Tabla 4. Parámetros óptimos reglas Doble Media Móvil y Soporte y Resistencia.	41
Tabla 5. Parámetros óptimos reglas Índice de Fuerza Relativa y Oscilador Estocástico.	42
Tabla 6. Rendimientos primera muestra Doble Media Móvil.	43
Tabla 7. Rendimientos primera muestra regla de Soporte y Resistencia.	43
Tabla 8. Rendimientos primera muestra Índice de Fuerza Relativa.	44
Tabla 9. Rendimientos primera muestra Oscilador Estocástico.	45
Tabla 10. Rendimientos segunda muestra Doble Media Móvil.....	46
Tabla 11. Rendimientos segunda muestra regla Soporte y Resistencia.....	46
Tabla 12. Rendimientos segunda muestra Índice de Fuerza Relativa.....	47
Tabla 13. Rendimientos segunda muestra Oscilador Estocástico.....	47
Tabla 14. Rendimientos en exceso Doble Media Móvil y Soporte y Resistencia.....	48
Tabla 15. Rendimientos en exceso Índice de Fuerza Relativa y Oscilador Estocástico.	48
Tabla 16. Valores p Índice de Fuerza Relativa y Oscilador Estocástico.	50
Tabla 17. Valores p Doble Media Móvil y regla de Soporte y Resistencia.....	50

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

Tal y como lo afirma (Lo et al., 2000), existe un gran abismo entre lo que es la industria financiera en la práctica y las bases académicas que la sustentan. Esta afirmación surge de la brecha que se puede evidenciar entre quienes defienden la hipótesis de los mercados eficientes y quienes argumentan que en los mercados se pueden presentar ciertas ineficiencias. Los primeros consideran que una estrategia activa de inversión no puede superar en rentabilidad a una simple estrategia de comprar y retener (Jensen y Benington, 1970). Los segundos afirman que el mercado se mueve por tendencias y, que al identificar estas tendencias, se pueden desarrollar estrategias de inversión que eventualmente podrían apalancar mayores rentabilidades (Murphy, 2000). Estos últimos utilizan el análisis técnico como una herramienta que básicamente promete detectar estas tendencias en sus etapas prematuras.

Desde la perspectiva académica, puede decirse que el análisis técnico es visto como un “anatema”. En este sentido se expresa (Malkiel, 1981), al afirmar que “salta a la vista que el método es falso”. Sin embargo, es claro que en la práctica, en la industria financiera, el análisis técnico goza de gran popularidad y aplicación. Así puede desprenderse de la encuesta realizada por (Cheung y Wong, 2000), en donde se encontró que entre el 12.8% y el 40.8% de los corredores de moneda extranjera en Hong Kong, Tokyo y Singapore utilizan indicadores de nivel técnico para soportar sus decisiones de inversión o desinversión. O de la investigación realizada por (Allen y Taylor, 1992), que concluye que aproximadamente el 90% de los agentes de mercado en Londres utilizan el análisis técnico como fuente primaria o secundaria de información, y que el 60% de estos consideran al análisis técnico igual de importante que el análisis fundamental. Adicional a esto y, tal y como lo afirma (Brock et al., 1992), la mayoría de empresas comisionistas de bolsa publica en sus informes un comentario técnico acerca del mercado y muchos de los boletines informativos publicados por varios expertos se basan en indicadores de nivel técnico.

Pero más allá de lo anterior, muchas investigaciones se han tejido alrededor del tema del análisis técnico y muchas de estas han mostrado, a partir de evidencia empírica, cierta capacidad de predicción de las reglas técnicas puestas a prueba. Según declara (Lento y Gradojevic, 2007), tanto los métodos utilizados para probar la reglas técnicas, como las mismas reglas probadas, varían de estudio a estudio. Sin embargo, muchos de estos estudios soportan y dan credibilidad al análisis técnico. Una de las investigaciones más relevantes y más referenciadas en la literatura, fue la que desarrolló (Brock et al., 1992). Los autores seleccionaron dos de las más populares reglas técnicas utilizadas en el mercado estadounidense, y las aplicaron a los datos de cierre del índice industrial Dow Jones (DJIA por sus siglas en inglés) en el periodo de 1897 a 1986. Empleando técnicas de bootstrapping, la investigación mostró que los patrones no cubiertos por las reglas técnicas no podían ser explicados por

correlaciones de primer orden y que las rentabilidades alcanzadas con la aplicación de estas, que fueron superiores a las de una estrategia pasiva, no eran consistentes con modelos como el de la caminata aleatoria. Lo anterior generó evidencia estadísticamente significativa a favor de la capacidad de pronóstico de las reglas técnicas evaluadas.

En el caso Colombiano, no muchas investigaciones se han desarrollado sobre el tema. Sin embargo, algunas de ellas han proporcionado evidencia importante a favor del análisis técnico. Por ejemplo, (Berruecos, 2002) utilizó reglas técnicas sobre tres índices bursátiles y halló importantes correlaciones. Más aún, las estrategias de inversión desarrolladas a partir de estas reglas generaron rentabilidades superiores a las de la estrategia pasiva, aún tomando en consideración los costos de transacción.

Por otro lado, (Maya y Torres, 2005) afirma categóricamente que “se rechaza la hipótesis de caminata aleatoria para todos los mercados, pues se evidencia la presencia de autocorrelación en las distintas series analizadas (...)” y que “la diferencia entre mercados desarrollados y emergentes radica más bien en la magnitud de la dependencia serial, que por ser más pequeña no permite la obtención de ganancias extraordinarias en los primeros.”. La anterior afirmación deja entrever, que por ser Colombia un mercado pequeño se pueden presentar ineficiencias que eventualmente pueden ser explotadas. En este mismo sentido se expresa (Umaña y Romo, 2007), al afirmar que los “mercados de capitales pequeños propician la existencia de ineficiencias de mercado”. Otros estudios que dan soporte al análisis técnico son referenciados en la sección de antecedentes de la presente propuesta.

Tomando en cuenta todos los aspectos señalados, se puede decir que no existe evidencia concluyente acerca de la imposibilidad de predecir los movimientos de precios de ciertos activos de inversión y que en los mercados pequeños, como el colombiano, es posible que se presenten algunas ineficiencias que puedan dar pie a la utilización de reglas técnicas en aras de obtener mayores rentabilidades. El poder determinar si en el mercado colombiano una estrategia activa de inversión que usa herramientas de análisis técnico es más rentable que una simple estrategia pasiva, es un asunto de importancia para la teoría financiera. Más aún si se tienen en cuenta la multiplicidad de herramientas técnicas existentes en el mercado y los costos de transacción involucrados.

1.2. Planteamiento del Problema

En la actualidad, el análisis técnico pone a disposición de los inversionistas una amplia gama de reglas técnicas cuyo propósito fundamental es apoyar las decisiones de inversión o desinversión sobre un activo determinado. Tal y como lo afirma (Wong et al., 2003), son muchas las herramientas técnicas utilizadas en la práctica por los agentes de mercado. Algunas de estas herramientas siguen la tendencia de los precios para identificar señales de compra o venta de un activo de inversión. Otras, se

basan en el análisis de los gráficos de precios para intentar identificar patrones conocidos o recurrentes. Y, otras tantas, se centran en el estudio de los volúmenes transados. Con esta diversidad de opciones, un sinnúmero de estrategias de inversión pueden ser desarrolladas. Pero, ¿cuál de todas estas herramientas puede ayudar a desarrollar la estrategia de inversión más rentable en el mercado Colombiano?, ¿el empleo de alguna de estas herramientas puede ser más redituable que una simple estrategia pasiva de comprar y retener (“buy and hold” como se le conoce en inglés)?

Las anteriores preguntas toman mayor relevancia si se tiene en cuenta que el análisis técnico no goza de un buen reconocimiento en el mundo académico, e incluso algunos autores se refieren a este como el vudú de las finanzas (Malkiel, 1996; Paulos, 2003; Reitz, 2005). Otras teorías, como la teoría de portafolios y el análisis fundamental, son de amplia aceptación dentro de la corriente principal de académicos. Sin embargo, tal y como lo señala (Rueda y Estrada, 2009), el análisis técnico ha ganado acogida entre los agentes del mercado debido a su fácil comprensión, sus aparentes bases científicas, sus señales claras de entrada y salida del mercado y, sobre todo, la posibilidad que este brinda de alcanzar rentabilidades muy superiores a las de una estrategia pasiva.

Un aspecto fundamental de esta problemática es el que tiene que ver con la eficiencia del mercado. De acuerdo a la teoría económica y financiera, si un mercado es totalmente eficiente no es posible pronosticar el precio de un activo de inversión a partir de sus precios pasados, debido a que los precios actuales ya incorporan toda la información disponible en el mercado, incluyendo aquella que se generó a partir de estos precios pasados (hipótesis de los mercados eficientes). Asumir que se pueden pronosticar las tendencias de mercado haciendo uso de herramientas técnicas, es contravenir esta teoría y aceptar que en el mercado se pueden presentar ineficiencias. En este mismo sentido se expresa (Parisi, 2003), al afirmar que “los fundamentos teóricos de este análisis se basan en que el proceso por el cual los precios se ajustan a la nueva información no es inmediato” y que “este planteamiento se opone a la hipótesis de los mercados eficientes (...)”. Pese a lo anterior y, tal y como constatarse en los numerales 2 y 3 del presente documento, muchas investigaciones suministran evidencia significativa a favor del análisis técnico.

Otra arista fundamental de esta problemática, es la que tiene que ver con los costos de transacción. Al desarrollar una estrategia activa de inversión a través del uso de indicadores técnicos, la frecuencia con que se entra y se sale de un mercado determinado puede llegar a afectar de manera sustancial los costos concernientes al número y al monto de las operaciones de compra y venta realizadas (costos de transacción). Con relación a este asunto, (Lento y Gradojevic, 2007) se expresa afirmando que los costos de transacción pueden llegar a eliminar la rentabilidad de algunas de las reglas técnicas. Desde el punto de vista de una estrategia pasiva, estos costos por lo general son ínfimos. La pregunta es, ¿aún así es más rentable utilizar alguna de estas herramientas?

La anterior pregunta toma una connotación distinta si se circunscribe al contexto local, donde la liberalización del mercado de capitales a traído consigo productos financieros

más complejos, donde los hechos financieros tienen una inmediata repercusión en el mercado y donde los precios de los activos se ven cada vez más afectados por una mayor volatilidad de las variables macroeconómicas (Dubova, 2005).

La presente propuesta se ocupa de todos estos cuestionamientos para el caso del mercado colombiano.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el desempeño económico de las principales herramientas del análisis técnico en el Mercado de Valores Colombiano y determinar si con su utilización se pueden alcanzar rentabilidades superiores a las obtenidas mediante una estrategia pasiva de inversión teniendo en cuenta los costos de transacción generados.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar un activo de inversión que sea representativo del mercado de valores de Colombia y que sirva para aplicar las estrategias de inversión a desarrollar.
- Definir las herramientas del análisis técnico a emplear para la generación de las señales de compra, venta o retención del activo de inversión seleccionado.
- Establecer los criterios de inversión, desinversión y toma de utilidades para cada una de las herramientas técnicas seleccionadas y para la estrategia pasiva.
- Establecer un indicador que permita medir el desempeño económico de las herramientas técnicas analizadas y comparar el nivel de significancia de los rendimientos obtenidos.
- Aplicar las estrategias de inversión establecidas al activo de inversión seleccionado tomando en cuenta las series de tiempo de los datos de precios de cierre pasados.
- Medir el desempeño económico de cada herramienta técnica y de la estrategia pasiva haciendo uso del indicador establecido y teniendo en cuenta los costos de transacción asociados.

- Determinar las herramientas técnicas con las que se obtienen mejores rentabilidades y si estas rentabilidades son significativamente superiores a las de la estrategia pasiva.

Los aportes de este trabajo se orientan a:

- Determinar si en el mercado colombiano una estrategia activa de inversión es más rentable que una estrategia pasiva tomando en consideración los costos de transacción involucrados.
- Evaluar el desempeño económico de las herramientas de análisis técnico más populares entre los agentes de mercado.
- Analizar de manera indirecta si en el mercado colombiano se pueden presentar ciertas ineficiencias.

1.4. Estructura del Documento

En el capítulo 2 de este documento se realiza un recorrido histórico por las investigaciones más relevantes y los antecedentes de la problemática expuesta. En el capítulo 3 se ofrecen algunos elementos conceptuales. En el capítulo 4 se describen los datos utilizados en el estudio. En el capítulo 5 se justifican y explican las herramientas técnicas elegidas para el estudio. En el capítulo 6 se expone la metodología desarrollada para la evaluación de las reglas. En el capítulo 7 se exponen los resultados obtenidos. En el capítulo 8 se discute acerca del desempeño de las reglas. Por último, en el capítulo 9 se concluye y se realizan algunas recomendaciones.

2. ANTECEDENTES

Muchas investigaciones se han desarrollado en torno a medir la eficacia del análisis técnico y su capacidad para pronosticar los movimientos futuros de los precios de los activos de inversión. Muchos de estos estudios se pronuncian en contra de esta capacidad de pronosticación. Otros a favor. Y, otros tantos, arrojan resultados poco concluyentes. Puede decirse que el origen formal del análisis técnico se le atribuye a Charles Dow, cuando cerca del año 1800 realizó las primeras publicaciones sobre el tema (Rueda y Estrada, 2009).

Las primeras investigaciones empíricas sobre el poder de predicción del análisis técnico fueron conducidas por (Alexander, 1961 y 1964) y (Fama y Blume, 1966), quienes se centraron en analizar reglas técnicas de filtrado para mostrar que las decisiones de inversión basadas en estas reglas no pudieron generar rendimientos significativos teniendo en cuenta los costos de transacción asociados. El mismo (Fama, 1970), sentó las bases de la Hipótesis de los Mercados Eficientes la cual, como se mencionó, postula que los precios de las acciones reflejan toda la información disponible en el mercado y que en consecuencia las series de datos pasados de precios no pueden entregar información relevante acerca de la tendencia futura de los mismos. En el mismo sentido, la Teoría del Paseo Aleatorio señala que con el uso de series de datos pasados no es posible obtener beneficios económicos superiores a los obtenidos mediante un estrategia pasiva de inversión como lo es la de comprar y retener (Jensen y Benington, 1970).

Muchos estudios apoyan esta posición de la no predictibilidad. Por ejemplo, (Neftci, 1991) concluye que los indicadores de mercado no tienen capacidad de predicción cuando los modelos aplicados a las series de tiempo analizadas se asumen lineales. Este autor basó su estudio en el análisis del índice Dow Jones Industrial para un periodo de observación de 1911 a 1976. A una conclusión similar llega (Hudson et al, 1996), cuando haciendo uso de dos simples reglas de análisis técnico sobre un índice bursátil del Reino Unido, determinó que la estrategia activa no supera en rentabilidad a la pasiva (“buy and hold” por su denominación en inglés) cuando los costos de transacción son tenidos en cuenta.

Pese a lo señalado por los estudios hasta ahora mencionados, muchas otras investigaciones han encontrado evidencia relevante a favor de la capacidad de pronosticación del análisis técnico:

Utilizando pronósticos basados en variables predeterminadas, (Keim y Stambaugh, 1984) logró mostrar una capacidad de predicción de los precios de las acciones estadísticamente significativa. (Conrad y Kaul, 1988) revisó los retornos históricos semanales en múltiples portafolios de inversión, y encontró correlaciones positivas particularmente en portafolios conformados por acciones de empresas pequeñas. A un hallazgo similar llega (Lo y MacKinley, 1988) que, haciendo uso de estimadores de varianza, logró identificar correlaciones positivas para los retornos semanales y mensuales de dos índices representativos del mercado estadounidense para un

periodo de inversión de cerca de 24 años. Por ejemplo, para 1216 observaciones semanales, se determinó una correlación positiva del 30%.

(Fama y French, 1988) propuso un modelo de reversión a la media para explicar los movimientos de los precios de las acciones. Este estudio mostró que en largos periodos de tiempo, los retornos de las acciones se encuentran significativamente correlacionados de manera negativa. De lo anterior, se desprende que del 25% al 40% de la variación de los retornos de largo plazo es explicable a partir de los retornos pasados. En el mismo sentido se expresa (Poterba y Summers, 1988), quienes encontraron que los retornos de las acciones están positivamente correlacionados sobre periodos cortos de tiempo, y negativamente autocorrelacionados en horizontes largos de inversión. El estudio, que se realizó con base en índices bursátiles de 18 países, cuestiona la validez de la hipótesis de la caminata aleatoria y aduce haber encontrado evidencia consistente de procesos de reversibilidad a la media de los retornos de las acciones.

Cambiando a la perspectiva de la finanzas conductuales, (De Bondt y Thaler, 1985) observa un enfoque en el que se plantea que los inversionistas tienden a sobre reaccionar ante eventos o noticias inesperadas en los mercados. Tomando como base los retornos mensuales de un índice bursátil representativo del mercado norteamericano, los autores apoyan la hipótesis de la sobre reacción y afirman haber encontrado señales significativas de ineficiencia y debilidad del mercado. (Chopra et al., 1992), realizando ajustes por tamaño de empresa y betas, se expresa en el mismo sentido y encuentra que el efecto de sobre reacción es significativamente más fuerte en acciones de empresas pequeñas que en acciones de grandes compañías.

En la década de los 90 también se realizaron varias investigaciones: (Jegadeesh, 1990) obtiene resultados similares a los estudios conducidos en 1988. Sin embargo, sus resultados no se basaron en índices bursátiles sino en acciones individuales. La investigación concluye haber encontrado correlaciones negativas de primer orden altamente significativas en los retornos mensuales de las acciones analizadas. También señala haber encontrado una importante correlación positiva en intervalos largos de tiempo, especialmente en periodos de análisis de 12 meses. Dos años después y, extendiendo el análisis estadístico estándar, (Brock et al., 1992) hizo uso de técnicas de bootstrapping para probar dos herramientas técnicas sobre los datos del índice Dow Jones en el periodo de 1897 a 1986. Esta investigación arrojó como resultado evidencia significativa acerca de la capacidad de predicción de los movimientos de precios de estas herramientas.

Pasando de las herramientas estadísticas, (Allen y Karjalainen, 1999) utiliza un algoritmo genético para identificar dinámicamente reglas técnicas que son aplicadas al índice Standard and Poor's 500 (S&P 500 por su nemotécnico) para datos que van desde 1963 a 1989. Este estudio da cuenta de rentabilidades superiores a las alcanzadas mediante una estrategia pasiva, incluso considerando los costos de transacción involucrados. Adicionalmente, los resultados arrojados son corroborados desde el punto de vista de la significancia estadística y económica. En el mismo año, (Gençay, 1999) utiliza el algoritmo del vecino más próximo (KNN por sus siglas en

inglés) para tomar posiciones sobre monedas con base en los retornos diarios de los precios spot de una canasta de 5 ellas (utilizó 4894 observaciones). Con base en los rendimientos obtenidos, el estudio concluye que las reglas técnicas aplicadas contribuyeron significativamente a aumentar la capacidad de pronóstico por encima de los modelos de caminata aleatoria.

En el año 2000, (Lo et al., 2000) propuso un enfoque sistémico que utilizó la regresión no paramétrica de Kernel para identificar automáticamente patrones de precios de un conjunto de acciones estadounidenses que datan del periodo de 1962 a 1996. La investigación mostró que varios indicadores técnicos pueden ser de utilidad práctica ya que proporcionaron señales de compra y venta bastante confiables. Más recientemente, (Lento y Gradojevic, 2007) propone un enfoque que combina varias herramientas técnicas para generar las señales de entrada y salida del mercado. Este enfoque es aplicado a varios índices bursátiles de Estados Unidos y Canadá, obteniendo como resultado rendimientos estadísticamente significativos y superiores a los de una estrategia pasiva. Empleando la misma técnica, (Lento, 2008) corrobora los resultados obtenidos en la anterior investigación pero sobre el índice bursátil S&P 500.

En el plano local, (Maya y Torres, 2004) estudian el cumplimiento de la Hipótesis de los Mercados Eficientes tras la integración de las bolsas de Bogotá, Cali y Medellín. La investigación determinó que el mercado bursátil Colombiano es micro-eficiente pero macro-ineficiente. Lo anterior significa que la hipótesis, en su forma débil, se cumple mejor en el caso de acciones individuales que para índices del mercado (agregaciones). Para llegar a esta conclusión, los autores hicieron uso de pruebas econométricas aplicadas a distintas versiones del modelo de la caminata aleatoria para detectar autocorrelaciones. Por último, (Rueda y Estrada, 2009) hacen uso de 10 reglas de análisis técnico aplicadas a una canasta de 19 acciones colombianas, teniendo en cuenta asuntos relativos a los costos de transacción. Las estrategias implementadas generan en algunos casos rendimientos en exceso, pero el estudio advierte que, al no ser estos rendimientos estadísticamente significativos y estables, no se puede respaldar la idea de una posible ineficiencia del mercado bursátil colombiano.

El presente trabajo pretende diferenciarse de estas y otras investigaciones previamente realizadas en los siguientes aspectos:

- Se estudian estrategias de inversión activas y no autocorrelaciones.
- Se analizan herramientas técnicas no antes estudiadas en el mercado colombiano con la suficiente rigurosidad.
- El desempeño económico de las herramientas es revisado antes y después de costos de transacción.
- Se implementa el concepto de bandas en algunas de las herramientas para filtrar señales falsas.

- Se utilizan pruebas de robustez para medir la estabilidad de los resultados alcanzados con las reglas.
- Se utilizan procedimientos de simulación basada en bootstrapping para medir la significancia estadística de los resultados obtenidos con las reglas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Hipótesis de los Mercados Eficientes

La Hipótesis de los Mercados Eficientes (EMH por sus siglas en inglés), plantea la premisa de que los precios actuales de un título valor reflejan toda la información disponible en el mercado acerca de dicho título. (Kendall, 1953) fue uno de los primeros en cimentar la anterior proposición, al establecer que los patrones de precios que se podían percibir en las acciones no eran de ningún modo predecibles. Usualmente, la EMH es presentada en tres formas: la forma débil, la forma intermedia y la forma fuerte.

La forma débil de la EMH sugiere que el precio de un título incorpora toda la información conocida por los agentes que intervienen en el mercado, tal como precios pasados, volúmenes transados, tasas de interés, etc. Esta aseveración implica que el análisis de tendencias es infructuoso. En la forma intermedia, que contiene a la débil, la hipótesis plantea que las expectativas de los inversionistas acerca del comportamiento futuro de un título valor también se encuentran incluidas en su precio. Estas expectativas hacen referencia a asuntos tales como las posibilidades de crecimiento de la empresa, la calidad de la administración, los pronósticos de ventas y, en general, todo el análisis de fundamentales que se realice. Por último, en su forma fuerte, la hipótesis aglutina las formas débiles e intermedias e incluye el hecho de que los precios de los títulos incorporan incluso información privilegiada acerca de la empresa. Esta información privilegiada hace referencia a información que estaría solo disponible en los círculos internos de la Compañía.

3.2. Teoría de la Caminata Aleatoria

Es una teoría financiera fundamentada en los trabajos de (Samuelson, 1965) y (Fama, 1965, 1970, 1995), que postula que los precios de los activos de inversión se rigen por un comportamiento aleatorio y que por tanto no es posible predecirlos. Lo anterior implica que la utilización de herramientas ya sea de análisis técnico o análisis fundamental, no posee mayor utilidad en el propósito de predecir los precios futuros de los activos. La Teoría de la Caminata Aleatoria esta estrechamente relacionada con la EMH, en el sentido que sostiene que los precios poseen este comportamiento aleatorio debido a que los mercados son eficientes.

3.3. Teoría Dow

Se basa en el trabajo desarrollado por Charles Dow, quién recopiló sus ideas en una serie de artículos publicados en The Wall Street Journal a comienzos del siglo pasado (nunca escribió un libro). La obra de Dow es considerada el fundamento teórico de lo que hoy se conoce como Análisis Técnico. La Teoría postula seis principios fundamentales (Murphy, 2000):

1. Las medias lo descuentan todo.
2. El mercado tiene tres tendencias.
3. Las tendencias principales tienen tres fases.
4. Las medias deben confirmarse entre ellas.
5. El volumen debe confirmar la tendencia.
6. Se presume que una tendencia está en vigor hasta que da señales claras de que ha retrocedido.

El primer principio, hace referencia a que los indicadores bursátiles son una expresión fidedigna de lo que ocurre en el mercado y que toda la información disponible se refleja en los precios de los activos. El principio (2), propone la existencia de tres tipos de tendencias: una de largo plazo (6 a 12 meses), otra de mediano plazo (3 a 12 semanas) y otra de corto plazo (menos de 3 semanas). Este principio se une al principio (3), al afirmar que las tendencias de largo plazo (primarias) siguen tres fases: compra institucional, compra por parte del público y fase especulativa. El principio (4) establece que los índices bursátiles deben confirmar las tendencias del mercado y que estos deben ratificarse unos con otros (deben estar en sintonía). El principio (5) establece que cuando el precio va en dirección de la tendencia, el volumen debe subir. Cuando va en contra, debe bajar. Por último se encuentra el principio (6), que afirma que las tendencias se mantienen hasta que se generan señales de un cambio de dirección. En este último punto resulta fundamental saber detectar estas transiciones.

3.4. Estrategia Pasiva

Se refiere a la toma de posiciones en portafolios bien diversificados para no incurrir en esfuerzos innecesarios o invertir en los recursos que se requieren para mejorar el rendimiento de una inversión a través del análisis de los activos (Bodie et al., 2003). Muchas veces la estrategia pasiva intenta componer portafolios que repliquen índices bursátiles representativos del mercado.

3.5. Estrategia Activa

Se refiere al intento de mejorar el desempeño de una inversión, ya sea identificando activos mal valorados (para comprar o vender) o cambiando los niveles de participación en los mismos (si ya se tienen) para tomar provecho de las tendencias del mercado (si se detecta una tendencia alcista, se pueden comprar más activos, si se visualiza una tendencia a la baja se pueden vender o realizar ventas en corto) (Bodie et al., 2003). La estrategia activa supone un incremento de los costos de transacción.

3.6. Análisis Técnico

El análisis técnico puede definirse como “el análisis que es conducido pronosticando las tendencias futuras de los precios de valores individuales basándose en el análisis de sus precios pasados y en las fluctuaciones presentes de los mismos (...)” (Bazdan, 2010). El análisis técnico toma como insumo fundamental el precio o cotización de los activos, los volúmenes negociados y el interés abierto. Gran parte de su actividad se basa en el estudio de distintos tipos de gráficos que se surgen a partir de las cotizaciones del activo bajo análisis. El enfoque técnico se fundamenta en las siguientes premisas (Murphy, 2000):

1. Los movimientos de mercado lo descuentan todo.
2. Los precios se mueven por tendencias.
3. La historia se repite.

El primer punto hace referencia a que cualquier cosa que pueda afectar el precio de un activo, ya sea por razones políticas, fundamentales o psicológicas, se ve reflejada inmediatamente en el precio de ese activo (notar similitud con la EMH). La segunda premisa, establece que los precios de los activos de inversión siguen una dirección preestablecida hasta que se presenten señales claras de un posible retroceso. Finalmente, el análisis técnico confía en el hecho de que frente a ciertas señales o patrones detectados en el mercado, los inversionistas tomarán las mismas decisiones que tomaron en el pasado frente a estas situaciones. Esta última afirmación se fundamenta en la psicología humana.

El análisis técnico utiliza una serie de herramientas/indicadores técnicos que tienen como propósito apoyar las decisiones de inversión o desinversión. Una parte de estos indicadores, son los que se denominan “seguidores de tendencia”: indican como se están comportando los precios en tendencias largas. Otros intentan medir la “fuerza” de dichas tendencias para determinar el momento propicio para entrar o salir de un mercado aprovechando el factor oportunidad. Algunas de estas herramientas son:

- Índice de Fuerza Relativa (RSI por sus siglas en inglés)
- Oscilador Estocástico
- Convergencia Divergencia de Media Móvil (MACD por sus siglas en inglés)
- Promedio Móvil Simple (SMA por sus siglas en inglés)
- Doble Media Móvil (DMA por sus siglas en inglés)
- Promedio Móvil Exponencial (EMA por sus siglas en inglés)
- Bandas de Bollinger
- Indicador parabólico SAR
- Momentum
- ADX
- Soporte y Resistencia (TRB por sus siglas en inglés)
- Fibonacci

El desarrollo de este trabajo empleará algunas de estas herramientas para validar su nivel de eficiencia frente a una estrategia pasiva.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

La selección de los datos para la elaboración de este estudio, se basó en la revisión de las acciones que componen el índice COLCAP en el segundo trimestre del 2011. El cálculo de este índice considera la frecuencia, rotación y volumen de las acciones en los últimos 90, 180 y 360 días y, como es sabido, refleja el comportamiento de las 20 acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), ponderadas por su Capitalización Bursátil Ajustada¹. Como afirma (Chang et al., 2004), tanto la frecuencia de negociación como la liquidez son aspectos fundamentales para un estudio de esta naturaleza. En este sentido, el COLCAP solo incluye las acciones con mayor capitalización bursátil. Al tener en cuenta todos estos aspectos, se considera que las acciones que componen el índice son un buen reflejo de lo que ocurre en el mercado accionario Colombiano y por ende pueden ser utilizadas para el análisis de las reglas técnicas bajo revisión.

Los precios de cierre, máximos, mínimos, de oferta y demanda de las acciones que componen el COLCAP, fueron extraídos de la base de datos Datastream² y poseen una frecuencia diaria. Básicamente, se seleccionaron aquellas acciones que tuvieran un suficiente número de observaciones para, como indica (Coe y Laosethakul, 2010), evitar que los precios estuviesen sujetos a condiciones específicas del mercado. De acuerdo a autores como (Lento y Gradojevic, 2007) y (Lento, 2007), un periodo de entre 7 y 10 años suministra un número suficiente de observaciones. Considerando que se tuvieron en cuenta las acciones que componen el COLCAP en 2011 (las de mayor liquidez recientemente), solo aquellas que estuviesen transando aproximadamente desde el 2004 aportarían el número requerido de observaciones.

La tabla 1 especifica las acciones que componen el COLCAP, las fechas desde las cuales se encuentran en bolsa y el número de observaciones que suministran. Adicionalmente, especifica el promedio de los años del porcentaje de días por año en cada una de ellas ha estado en operación³. Esta medida, es una aproximación al nivel de actividad bursátil, factor que, como argumenta (Rueda y Estrada, 2009), debe ser tenido en cuenta para la escogencia de las acciones. En este caso se establece un criterio de al menos un 70% en promedio de los años del porcentaje de días por año de negociación en bolsa de cada acción. Las acciones que cumplen los criterios tanto de amplitud de la muestra (número de observaciones), como de actividad bursátil, son resaltadas en la tabla y seleccionadas para el estudio:

¹ La Capitalización Bursátil Ajustada, se calcula con base en el número y precio de las acciones que no se encuentran en poder de los accionistas con situación de control de la empresa. Se considera que esta es una mejor medida, en cuanto hace referencia a las acciones que realmente rotan en el mercado.

² Los datos fueron suministrados directamente por la Bolsa de Valores de Colombia, bajo solicitud formal presentada desde la Decanatura de la Facultad el 15 de Junio de 2011.

³ Se toma en cuenta para el cálculo una base de 252 días por año bursátil.

ACCIÓN (NEMO)	OBSERVACIONES	FECHA INICIO	DIAS TRANSADOS (%)
BVC	950	28/06/2007	93,86%
CEMARGOS	1.345	29/12/2005	96,65%
CNEC	240	22/07/2010	98,42%
COLINVERS	2.315	19/10/2001	93,90%
CORFICOLCF	1.334	02/01/2006	95,98%
ECOPETROL	882	28/11/2007	95,89%
ENKA	784	24/09/2007	85,56%
ETB	1.096	03/01/2007	96,30%
EXITO	2.222	03/07/2001	87,12%
FABRICATO	2.050	06/07/2001	86,44%
GRUPOAVAL	2.216	03/07/2001	87,15%
GRUPOSURA	2.414	03/07/2001	95,28%
INVERARGOS	1.342	02/01/2006	96,51%
ISA	2.077	02/01/2003	96,75%
ISAGEN	906	17/10/2007	96,11%
NUTRESA	2.412	03/07/2001	95,53%
PFBCOLOM	2.224	24/09/2001	86,29%
PFDVVVDA	188	05/10/2010	98,03%
PREC	380	22/12/2009	98,32%
TABLEMAC	2.036	10/07/2001	78,21%

Tabla 1. Días Transados por acción y número de observaciones.

Para realizar una mejor caracterización de los datos, en la tabla 2 se hace una relación de los estadísticos básicos de los rendimientos logarítmicos de las 9 acciones seleccionadas, partiendo de la fecha de inicio de operaciones de cada una (ver tabla 1), hasta Julio de 2011. Adicionalmente, se relaciona el resultado de la prueba Jarque-Bera⁴ (columna “JB”) para cada acción.

ACCIÓN (NEMO)	MEDIA ⁵	DESVIACIÓN ESTÁNDAR ⁶	CURTOSIS	SESGO	JB
COLINVERS	0,1387	0,8419	1.546,86	-35,58	2,30E+08
ÉXITO	0,1894	0,5027	173,06	-0,79	2,76E+06
FABRICATO	0,1420	0,5558	41,50	-1,97	1,62E+05
GRUPOAVAL	0,2540	0,3019	7,51	0,06	5,18E+03
GRUPOSURA	0,3625	0,3373	11,5318	-0,3848	1.34E+04
ISA	0,3012	0,2938	9,16	0,48	7,30E+03
NUTRESA	0,1322	0,5297	1.331,57	-31,36	1,78E+08
PFBCOLOM	0,3966	0,4027	100,02	-4,30	9,29E+05
TABLEMAC	0,1008	0,7959	253,01	-2,20	5,40E+06

Tabla 2. Estadísticos básicos acciones seleccionadas.

⁴ La prueba se realizó con una significancia del 5%.

⁵ La media diaria fue escalada por un factor de 252 días.

⁶ La volatilidad diaria fue escalada por la raíz cuadrada de 252.

Como es usual en las series de tiempo financieras, los rendimientos de estas acciones exhiben una alta curtosis (son leptocúrticas), son asimétricos y, de acuerdo a la prueba de normalidad, no se ajustan a la distribución gaussiana. La acción con mayor rentabilidad histórica, es la acción de Bancolombia y la de mayor volatilidad (desviación estándar) es la de Colinvert. En el caso contrario, la acción con un menor rendimiento histórico es la de Tablemac, y la que exhibe menor volatilidad es la de Isa. Debido a estas características y, como será explicado en breve, serán utilizados procedimientos libres de distribución para las pruebas estadísticas a desarrollar.

Es importante anotar que las series de precios de las nueve acciones seleccionadas, ya se encuentran ajustadas por splits y dividendos. Este último aspecto es muy relevante, ya que autores como (Day y Wang, 2002) y (Marshall et al., 2006) han señalado que la exclusión de los dividendos del análisis afecta la rentabilidad de la estrategia de comprar y retener en favor de las reglas técnicas.

5. REGLAS TÉCNICAS SELECCIONADAS

Para el presente estudio se seleccionaron las siguientes 4 herramientas de análisis técnico:

- Doble Media Móvil (DMM)
- Soporte y Resistencia (TRB por sus siglas en Inglés)
- Índice de Fuerza Relativa (RSI por sus siglas en Inglés)
- Oscilador Estocástico

La selección de estas reglas se debe principalmente a que han mostrado rentabilidades superiores a las de la estrategia pasiva en varios mercados bursátiles del mundo, incluyendo algunos latinoamericanos. Por ejemplo, el Índice de Fuerza Relativa logra rentabilidades por encima del 700% en más de 20 acciones del mercado Chileno (Umaña y Romo, 2007). El Oscilador Estocástico logró una utilidad de 6 dólares por acción por encima de la utilidad obtenida con la estrategia pasiva promediando los resultados obtenidos en 576 acciones que comprometen los índices S&P 100⁷, NASDAQ 100⁸ y el S&P Midcap 400⁹ (Coe y Laosethakul, 2010). En mercados emergentes como el de Argentina, Chile, India, Indonesia, Corea del Sur, Malasia, Filipinas y Taiwán, la Doble Media Móvil supera a la estrategia pasiva, logrando un desempeño económico importante en algunos de los casos, de una manera consistente y sistemática (Chang et al., 2004)¹⁰. La regla de Soporte y Resistencia también mostró buenos resultados económicos y estadísticamente significativos en los mercados de Hong Kong, Singapur y Bombay (Lento, 2007)¹¹.

Adicional a lo anterior, estas reglas gozan de bastante popularidad entre los agentes de mercado y han sido ampliamente estudiadas en diversos mercados del extranjero por autores como (Mills, 1997), (Lento y Gradojevic, 2007), (Terence y Wing-Kam, 2008), (Maillet y Michel, 2000), (Brock et al., 1992), (Taylor, 2000), (Papathanasiou y Samitas, 2010), (Ratner y Leal, 1999), (Levich y Thomas, 1993), (Bessembinder y Kalok, 1998), (Wong et al., 2003) y (Seiler, 2001) entre otros.

⁷ Este índice representa las 100 empresas de mayor capitalización bursátil en Estados Unidos.

⁸ Este índice representa las 100 empresas de mayor capitalización bursátil que se mueven en el sector de la tecnología de software y hardware, las telecomunicaciones y la biotecnología.

⁹ Este índice aglutina a 400 empresas de mediana capitalización bursátil en Estados Unidos.

¹⁰ Los autores verifican la consistencia de los resultados midiendo la significancia estadística de los mismos mediante procesos de simulación basada en bootstrapping. Las pruebas indican que los rendimientos obtenidos no son producto del azar sino de un comportamiento sistemático de la regla. Lo anterior le otorga a la regla una capacidad de predicción importante en los mercados donde se obtuvieron estos resultados.

¹¹ La investigación se concentró en los siguientes índices bursátiles de mercados de Asia – Pacífico: TSEC, Nikkei, All Ordinaries, Straits Times, Hang Seng, Jakarta, KOSPI y BSE.

En el plano local, se encontraron estudios que evalúan formalmente reglas como la Media Móvil Simple, las Velas Japonesas y los Filtros. Por ejemplo, (Rueda y Estrada, 2009) emplearon técnicas de simulación basadas en *bootstrapping* para medir el desempeño económico y la capacidad de predicción de estas reglas. Sin embargo, ninguna de ellas pudo superar de manera consistente a la estrategia pasiva. En el caso de la Doble Media Móvil, el Índice de Fuerza Relativa, el Oscilador Estocástico y la regla de Soporte y Resistencia, no se encontró evidencia de estudios formales que evaluaran con la suficiente rigurosidad el desempeño económico de estas herramientas. Lo anterior motiva aún más su selección.

Un último aspecto a tener en cuenta, es la simplicidad de las reglas seleccionadas. Otras herramientas técnicas implementan formulaciones matemáticas y algoritmos bastante complejos que por lo general exigen tener a disposición un alto poder de computación. Como se verá a continuación, tanto la Doble Media Móvil, el Índice de Fuerza Relativa, el Oscilador Estocástico y la regla de Soporte y Resistencia, ofrecen formulaciones simples cuya implementación es posible haciendo uso de hojas de cálculo o lenguajes de programación de nivel básico¹².

En las secciones subsiguientes se realizará una breve explicación de cada una de las reglas y se realizará su formulación matemática.

5.1. Doble Media Móvil

La doble media móvil es una de las herramientas técnicas que sirve para detectar tendencias en los precios. Es su forma más simple, una media móvil se traduce en un indicador que promedia los precios de una acción utilizando un periodo de tiempo determinado. Se hace uso de dos medias móviles para generar señales de compra o venta. Una de estas medias móviles utiliza un periodo corto de tiempo para su cálculo. La otra se calcula haciendo uso de un plazo mayor. Cuando la media móvil de corto plazo atraviesa de abajo hacia arriba a la de largo plazo, los precios más recientes se ubican por encima de los más antiguos y por ende se presupone que una tendencia alcista se avecina. En este sentido el inversionista adopta una posición larga. Cuando la media móvil de corto plazo se ubica por debajo de la de largo plazo, lo contrario ocurre y se genera una señal de venta. La figura 1 ilustra este proceso:

¹² Para el presente trabajo se utilizó Excel y Visual Basic.

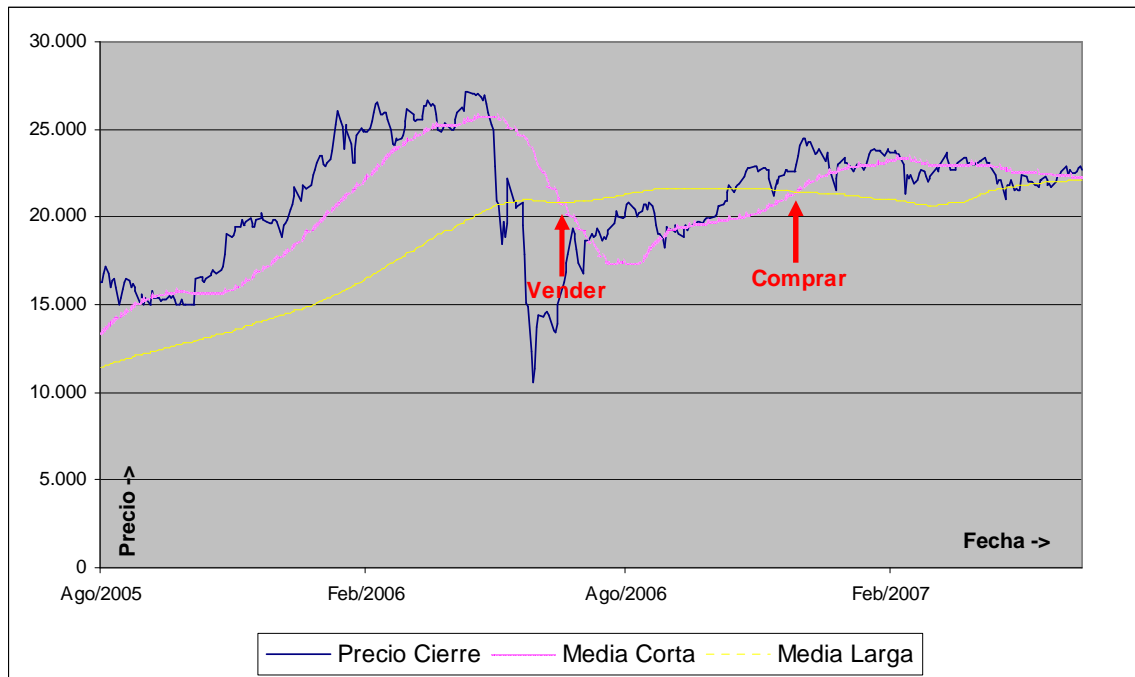


Figura 1. Señales de compra y venta Doble Media Móvil.

El presente trabajo adopta la formulación matemática de (Chang et al., 2004) para esta regla:

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \frac{1}{S} \sum_{s=1}^S P_{t-s} \geq \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L P_{t-l}, \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}, \quad \text{Fórmula (1)}$$

I_t es un indicador que se pone en 1 en caso de generarse una señal de compra (media de corto plazo por encima de la largo) o en 0 en caso de generarse una señal de venta (media de corto plazo por debajo de la largo). S y L se refieren al número de días con el cual se calculan las medias de corto y largo plazo respectivamente. P_{t-s} y P_{t-l} hacen referencia al precio de la acción en periodo indicado por los respectivos subíndices.

Una mejora importante se introduce a la anterior formulación y tiene que ver con el uso de una banda. La banda asegura que la señal de compra (venta) se genere siempre y cuando la media de corto plazo se ubique por encima (por debajo) de la largo por una cantidad lo suficientemente mayor (menor). Esto se logra definiendo a manera de porcentaje la proporción por la cual esta media debe superar a la media larga o estar por debajo de ella (en el caso de la señal de venta). El uso de bandas ha sido requerido por autores como (Taylor, 2000), (Brock et al., 1992), y (Bessembinder y Kalok, 1998), ya que filtra aquellas señales que no son lo suficientemente fuertes, reduciéndolas en número y por ende evitando incurrir en mayores costos de transacción.

5.2. Soporte y Resistencia¹³

Como su nombre lo indica, esta regla hace referencia a niveles de soporte y resistencia. Tal y como expresa (Mills, 1997), un soporte se define como un mínimo local y una resistencia como un máximo. Estos máximos y mínimos se calculan con base en los precios de cierre de la acción partiendo desde una fecha pasada. Una señal de compra se genera cuando el precio de la acción supera el nivel de resistencia calculado con base en el periodo establecido. Análogamente, una señal de venta es emitida cuando cae por debajo del nivel de soporte. La figura 2 ilustra este proceso:

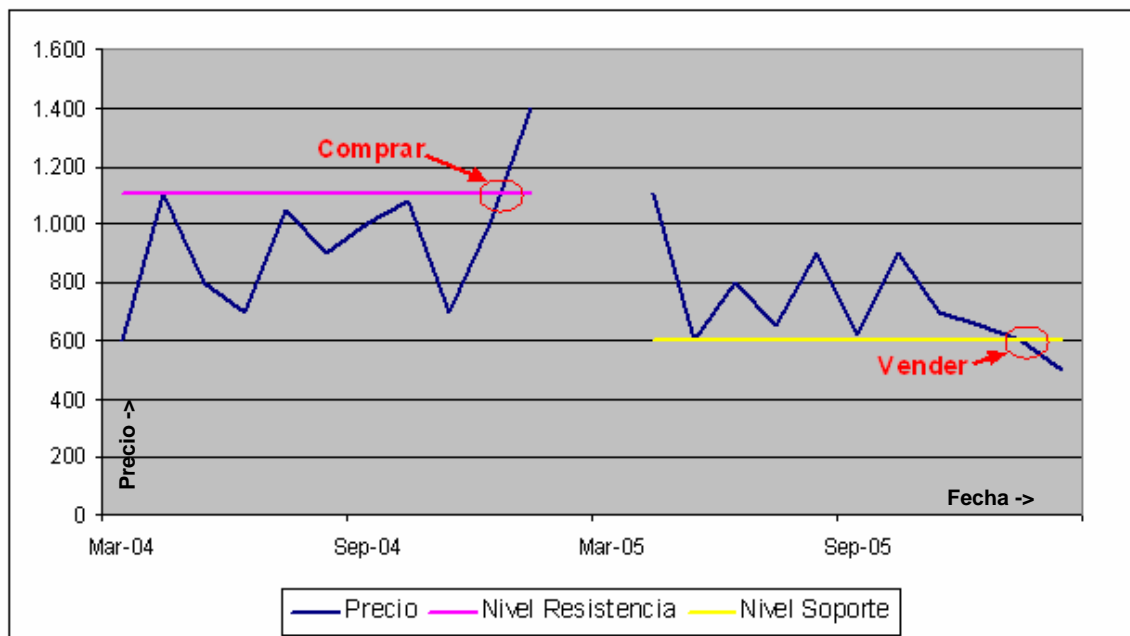


Figura 2. Señales de compra y venta regla de Soporte y Resistencia.

Para esta regla se utiliza la formulación propuesta por (Lento, 2007):

$$\begin{aligned}
 \text{Pos}_{t+1} &= \text{Comprar, si } P_t > \text{Max} \{P_{t-1}, P_{t-2}, \dots, P_{t-n}\} \\
 \text{Pos}_{t+1} &= \text{Pos}_t, \quad \text{si } \text{Min}\{P_{t-1}, P_{t-2}, \dots, P_{t-n}\} \leq P_t \leq \text{Max} \{P_{t-1}, P_{t-2}, \dots, P_{t-n}\} \\
 \text{Pos}_{t+1} &= \text{Vender, si } P_t < \text{Min}\{P_{t-1}, P_{t-2}, \dots, P_{t-n}\}
 \end{aligned}$$

, Fórmula (2)

P_t es el precio de la acción en el periodo t . Max y Min son funciones que calculan los máximos (niveles resistencia) y mínimos (niveles soporte) locales en el periodo que va

¹³ El nombre con el que se conoce esta regla en inglés es "Trading Range Break-out".

desde t hasta $t-n$, siendo n la fecha pasada desde la cual se realizan estos cálculos. Pos_{t+1} es un indicador que señala la posición a tomar, ya sea esta de compra o venta. Cuando P_t se ubica entre los máximos y mínimos establecidos, la posición que se toma en $t+1$ es la posición que se llevaba en t . Obsérvese que la posición de compra o venta realmente se adopta en $t+1$, ya que las señales se generan con base en precios de cierre, y solo al día siguiente se puede iniciar una posición. Esto será explicado con mayor detalle posteriormente.

De manera similar a como se hizo con la Doble Media Móvil, la regla de Soporte y Resistencia se implemente haciendo uso de bandas.

5.3. Índice de Fuerza Relativa

El Índice de Fuerza Relativa (IFR) es un indicador de momento, es decir, mide la tasa de cambio del precio de la acción y la velocidad con este cambio ocurre. El IFR genera un valor entre 0 y 100. Cuando este valor es cercano a 100, se habla de una situación de sobre compra, en la cual la demanda supera a la oferta, generando un momento propicio para vender. Cuando el IFR se acerca a 0, se habla de una situación de sobre venta la cual es aprovechada por el inversionista para comprar la acción. La figura 3 ilustra este proceso:

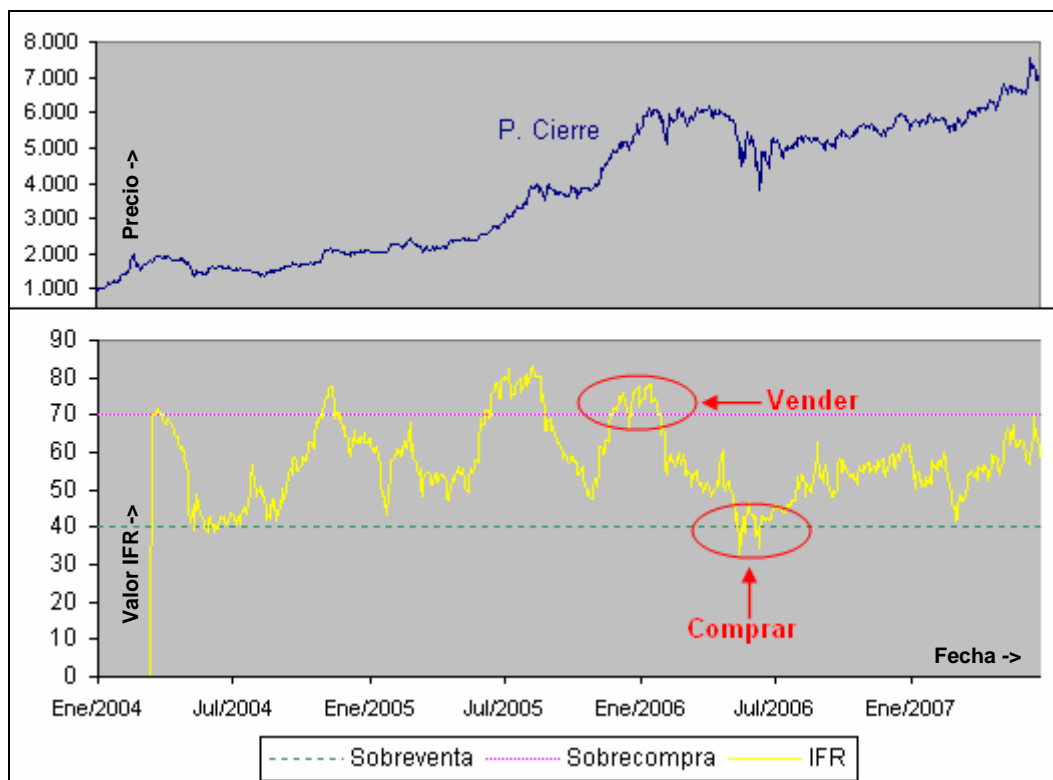


Figura 3. Señales de compra y venta Índice de Fuerza Relativa.

Para el cálculo del IFR, se utilizan los promedios de los cambios en el precio en un periodo determinado, diferenciando entre los cambios cuando el precio sube y los cambios cuando el precio baja (se utilizan periodos consecutivos en ambos casos). Se utiliza la versión propuesta por (Coe y Laosethakul, 2010), para la formulación matemática de esta regla:

$$RSI_t = \left(\frac{U_t^{n-1}}{D_t^{n-1} + U_t^{n-1}} \right) * 100 \quad , \quad \text{Fórmula (3)}$$

En esta formulación, U_t hace referencia al promedio de los cambios en el precio, cuando estos cambios obedecen a incrementos que se generan de forma consecutiva en un periodo comprendido entre $t=0$ y $n-1$. De manera análoga, D_t es promedio de los cambios en el precio pero cuando este disminuye. Para las decisiones de compra o venta, se utilizan respectivamente líneas de sobre venta y líneas de sobre compra. Cuando el IFR atraviesa de abajo hacia arriba la línea de sobre venta, se genera una señal de compra. Cuando el IFR atraviesa de arriba hacia abajo la línea de sobre compra se genera una señal de venta. Típicamente, las líneas de sobre compra y sobre venta se establecen en 70 y 30 respectivamente. Sin embargo, el presente trabajo determinará los valores óptimos de estas líneas para cada acción.

5.4. Oscilador Estocástico

El Oscilador Estocástico (OE) es otro indicador de momento. Básicamente, lo que hace este indicador es comparar el precio actual de la acción con su rango de precios desde una fecha pasada predefinida. Al igual que el IFR, el OE también oscila entre 0 y 100. Cuando su valor es cercano a 0, se entiende que el precio de la acción está cercano a su valor más bajo y se toma una posición larga. Cuando el OE es cercano a 100, se habla de una situación en la cual el precio de la acción está cerca a su valor más alto y por lo tanto se toma una posición corta. La figura 4 ilustra este proceso:

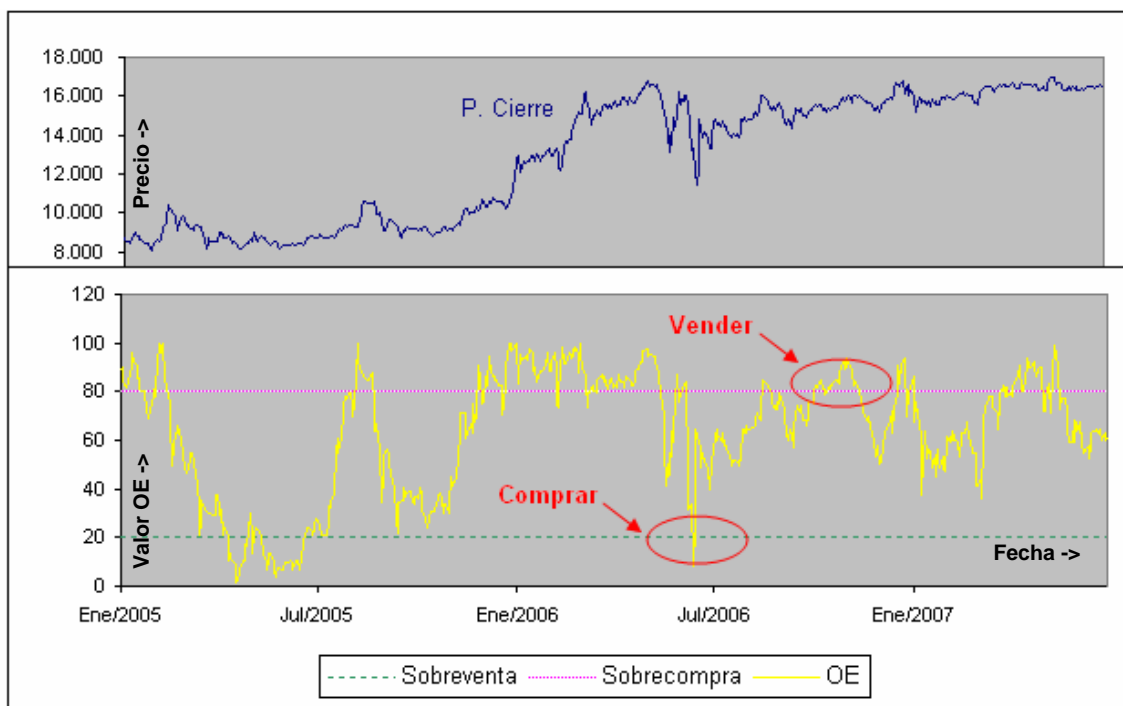


Figura 4. Señales de compra y venta Oscilador Estocástico.

El Oscilador Estocástico es similar en naturaleza al Índice de Fuerza Relativa. Sin embargo, a diferencia de las otras reglas evaluadas en el presente trabajo, este es el único indicador que toma en cuenta para su cálculo movimientos de precios generados con una frecuencia intradiaria. En este sentido, además de los precios de cierre, se requieren los precios máximos y mínimos generados en el día de cotización. La siguiente es la formulación matemática de esta regla¹⁴:

¹⁴ Fuente: (Coe y Laosethakul, 2010).

$$K_t = \left(\frac{P_t - L_t^{n-1}}{H_t^{n-1} - L_t^{n-1}} \right) * 100, \quad \text{Fórmula (4)}$$

K_t es el valor del Oscilador Estocástico. P_t es el precio de cierre de la acción en el periodo t . H_t es el valor máximo entre los precios más altos alcanzados en cada día de negociación en el periodo comprendido entre $t=0$ y $n-1$. Similarmente, L_t es el valor mínimo entre los precios más bajos alcanzados en cada día de negociación en el periodo mencionado. Al igual que con el IFR, este indicador utiliza líneas de sobre venta y sobre compra para generar las señales de compra y venta. Cuando el OE atraviesa de abajo hacia arriba la línea de sobre venta, se establece una señal de compra. En caso de que el OE atravesase de arriba hacia abajo la línea de sobre compra, se genera una señal de venta. Los valores óptimos para las líneas de sobre compra y sobre venta serán discutidos posteriormente.

5.5. Cálculo de las Rentabilidades

Como ya se habrá mencionado, la estrategia de esta investigación consiste en comparar las rentabilidades alcanzadas por las reglas técnicas con las rentabilidades alcanzadas por la estrategia de comprar y retener. La diferencia entre ambas rentabilidades genera lo que se conoce como la rentabilidad en exceso. Cuando esta es positiva, la regla técnica es superior en eficiencia a la estrategia pasiva. Cuando es negativa, se considera que la regla es ineficiente. Para llegar a la rentabilidad en exceso, es necesario entonces calcular los rendimientos generados por cada una de las reglas y por la correspondiente estrategia pasiva. Para todos los casos, estos rendimientos son calculados con una frecuencia diaria utilizando la siguiente fórmula¹⁵:

$$r_t = \ln(p_t) - \ln(p_{t-1}), \quad \text{Fórmula (5)}$$

p hace referencia al precio de la acción en el periodo t y en el periodo $t-1$ respectivamente.

Los rendimientos provenientes de la estrategia de comprar y retener, se calculan con la fórmula (5) invirtiendo en la acción en el momento a partir del cual la regla técnica contra la cual se está haciendo la comparación pueda emitir su primera señal de compra o venta dado sus parámetros¹⁶, y manteniéndola hasta el final de la serie de precios.

¹⁵ Definición extraída de (Taylor, 2000). Se prefiere trabajar con rendimientos continuos para facilitar las conversiones.

¹⁶ Si por ejemplo se está haciendo una comparación contra la Doble Media Móvil con parámetros de media corta de 1 día y larga de 5, los rendimientos de la estrategia de comprar y

Los rendimientos diarios de la Doble Media Móvil dependen del momento en que esta genere las señales de compra o venta. Si la señal generada es compra, el inversionista toma una posición larga y los rendimientos se calculan con base en la fórmula (5). Cuando se genera una señal de venta, el inversionista sale del mercado¹⁷ y los rendimientos se calculan a la tasa libre de riesgo¹⁸.

Los rendimientos resultantes de la regla de Soporte y Resistencia se calculan de una manera ligeramente distinta y están basados en la definición planteada por (Lento, 2007). Cuando una señal de compra se genera, los rendimientos son calculados de la manera usual (con la fórmula 5). Sin embargo, Al principio del periodo de inversión y cuando se genere una señal de venta, se toma una posición corta y se invierte a la tasa libre de riesgo. Si estando en una posición corta se genera una señal de venta o estando en una posición larga se genera una señal de compra, se mantiene la posición que se traía en el instante inmediatamente anterior (Lento y Gradojevic, 2007). Este mismo procedimiento es aplicado al cálculo de los rendimientos del Índice de Fuerza Relativa y del Oscilador Estocástico. Es importante anotar, que si en cualquiera de las reglas técnicas se tiene una posición larga al final de la serie de datos, en ese instante se realiza una venta ya que se termina el periodo de inversión.

Téngase en cuenta que se están empleando precios de cierre para generar las señales de compra o venta, y que por tal motivo un inversionista solo puede tomar una posición real al día siguiente de emitida alguna de estas señales. Para evitar las impresiones de las que habla (Scholes y Williams, 1977), los rendimientos se empiezan a calcular un día después que una señal es emitida por cualquiera de las reglas¹⁹.

5.6. Cálculo de los Costos de Transacción

Autores como (Bessembinder y Kalok, 1998), (Levich y Thomas, 1993), (Gençay, 1998) y (Lento y Gradojevic, 2007), han hecho uso de los precios de oferta y demanda como una aproximación al cálculo de los costos de transacción. En este trabajo se utiliza la metodología propuesta por (Lento, 2007) y (Rueda y Estrada, 2009) para dicho cálculo.

retener no se podrán calcular sino hasta el quinto día, pues solo hasta allí la regla técnica estará en capacidad de entregar su primera señal.

¹⁷ Las ventas en corto no están permitidas en el mercado accionario Colombiano. Cuando se hace referencia a tomar posiciones cortas, se hace referencia a salir del mercado.

¹⁸ La tasa libre de riesgo se calculó con base en la curva de rendimientos de los TES tasa fija denominados en pesos, que se construyó a partir de los siguientes betas: Beta 0 = 8,635348, Beta 1 = -4,087355, Beta 2 = -2,349477, Tao = 1,549912. Estos betas fueron extraídos de la página Web de Infoval, el 11 de Julio de 2011. Nótese que si los retornos de las series estuviesen ajustados por inflación, no sería necesario invertir a la tasa libre de riesgo.

¹⁹ Con este asunto se tuvo especial cuidado en la programación de las reglas técnicas.

Básicamente, lo que se hace es calcular el margen proporcional entre los precios de oferta y demanda para cada acción de manera diaria dada la serie histórica. Con dicho fin se utiliza la fórmula: $(demanda - oferta) / ((demanda + oferta)/2)$. Cuando se negocian cantidades moderadas de acciones, no superiores a la profundidad de las puntas, el margen proporcional actúa como una media de los costos de transacción debidos a la liquidez del mercado. Posteriormente, se calcula la mediana²⁰ de dicho margen y se establece la diferencia $(1 - mediana)$.

El valor resultante del procedimiento anteriormente descrito es una proporción por la cual se ajustan los rendimientos diarios de cada acción en el instante en que cualquiera de las reglas técnicas emitan una señal de compra o venta²¹. No se sabe con exactitud que parte de esta proporción asume el inversionista como costo de transacción. Sin embargo, la presente investigación aplica la proporción completa a fin de no beneficiar las estrategias activas de inversión respecto a la estrategia de comprar y retener, y debido a los altos costos de transacción del mercado accionario Colombiano²². Téngase en cuenta que todo el ejercicio realizado con las reglas técnicas se hace desde el punto de vista de un comisionista de bolsa que actúa por cuenta propia y que por tanto no incurre en costos adicionales²³.

En el caso de las nueve acciones seleccionadas para el estudio, se contó con 190 observaciones de precios de oferta y demanda, que van desde Octubre de 2010 a Julio de 2011²⁴. La tabla 3 relaciona la mediana calculada del margen proporcional para cada acción y el factor por el cual son ajustados los rendimientos:

ACCIÓN (NEMO)	MEDIANA MARGEN	FACTOR AJUSTE
COLINVERS	0,0328	0,9672
ÉXITO	0,0531	0,9469
FABRICATO	0,0513	0,9487
GRUPOAVAL	0,0356	0,9644
GRUPOSURA	0,0808	0,9192
ISA	0,0731	0,9269
NUTRESA	0,0341	0,9659
PFBCOLOM	0,0697	0,9303
TABLEMAC	0,0451	0,9549

Tabla 3. Mediana margen proporcional acciones y factor de ajuste de rendimientos.

²⁰ Se hace uso de la mediana para no afectar el cálculo debido a la distorsión de valores extremos de los precios de oferta y demanda.

²¹ Por ejemplo, los rendimientos diarios de la acción de Bancolombia se afectan por un factor de 0,9303 al momento de generarse una señal.

²² De esta situación da cuenta (Maya y Torres, 2005).

²³ En Colombia a los comisionistas no se les cobran impuestos por las operaciones realizadas y solo pagan a la bolsa un valor por transacción ("la papeleta") que puede ignorarse por ser de un monto irrisorio. Si el ejercicio con las reglas técnicas se hiciese desde el punto de vista de un inversionista particular, otros costos de transacción se tendrían que tomar en cuenta, como lo son las comisiones, el costo por operación y el uso de las plataformas tecnológicas. Sumados estos costos, para este tipo de inversionista podría resultar bastante oneroso una estrategia activa de inversión haciendo uso de reglas técnicas.

²⁴ Estos precios también fueron solicitados a la BVC en el requerimiento realizado.

6. METODOLOGÍA IMPLEMENTADA

La metodología que se implemente en el presente trabajo, se orienta a determinar si las reglas técnicas generan rentabilidades superiores a las alcanzadas con la estrategia pasiva, y si dichas rentabilidades son económicamente significativas y sostenibles en el tiempo. Con tal fin, primero se divide las series históricas de precios de las nueve acciones en dos muestras. La primera de estas muestras será utilizada para optimizar los parámetros de las reglas técnicas. En la segunda, se probará la robustez de las reglas haciendo uso de los parámetros optimizados. En ambos casos se realiza la comparación entre las rentabilidades obtenidas con las reglas y las generadas por la estrategia de comprar y retener. Por último, se evalúa la significancia estadística de las rentabilidades obtenidas con las reglas haciendo uso de un procedimiento de simulación de precios basado en bootstrapping. A continuación se detallan estos pasos:

6.1. Fraccionamiento de las Muestras

Los datos utilizados en este trabajo van desde Julio de 2001 hasta Julio de 2011. Desde la fecha de inicio de esta muestra²⁵, 8 de las 9 acciones seleccionadas para el estudio de las reglas técnicas presentan datos de precios.

Para no incurrir en el error por modelación²⁶, es decir, asumir como cierto que los parámetros con los cuales se midió la eficiencia de una regla técnica en un periodo de tiempo en particular, son igualmente funcionales en cualquier otro periodo de tiempo, se fraccionaron las muestras en 2 partes.

La primera parte de la muestra, corresponde al periodo que va desde Julio de 2001 a Junio de 2007. Como puede observarse en la figura 5 la cual muestra el comportamiento histórico del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC)²⁷, este periodo corresponde a uno de los periodos alcistas más largos y consistentes del mercado accionario Colombiano. La segunda parte de la muestra, va desde Julio de 2007 a Julio de 2011. Al igual que la primera parte de la muestra, la segunda muestra ofrece un periodo alcista relativamente prolongado (aproximadamente 2 años). Sin embargo, también ofrece periodos donde el mercado se comporta de manera lateral (Julio de 2007 y Abril de 2008) y una fuerte corrección

²⁵ En el año 2001 se presentó la fusión de las bolsas de Medellín, Cali y Bogotá en lo que hoy se conoce como la Bolsa de Valores de Colombia.

²⁶ El error por modelación es conocido con el término de “data snooping” y es ampliamente discutido en investigaciones como las realizadas por (Lakonishok y Smidt, 1988) y (Lo y MacKinlay, 1990).

²⁷ Para esta ilustración se utiliza el IGBC, ya que los datos están disponibles desde el 2001 y el COLCAP hizo su aparición tan solo hasta el 2008.

a la baja que se ha presentado desde Noviembre de 2010 y que se ha mantenido durante el primer semestre de 2011. Estas características disímiles permitirán realizar unas pruebas de robustez más confiables. Este asunto será tratado con mayor profundidad más adelante.



Figura 5. Comportamiento histórico IGBC²⁸.

6.2. Optimización de Parámetros

La primera parte de la muestra (“in-sample”²⁹), será utilizada para optimizar los parámetros correspondientes a las 4 reglas técnicas en evaluación. Muchas de las investigaciones referenciadas en este trabajo, simplemente evalúan parámetros preestablecidos que son populares entre los inversionistas y que comúnmente se usan con las reglas. Sin embargo, en la práctica, el inversionista tiene la posibilidad de ensayar estos parámetros y escoger aquellos que cree le van a generar una mayor rentabilidad. En este sentido, se considera conveniente adelantar la optimización.

La función objetivo del proceso de optimización, es la maximización de la rentabilidad generada por cada una de las reglas luego de descontar los costos de transacción (Rueda y Estrada, 2009). Para tal fin, se emplearon macros que ensayaban de manera ordenada múltiples combinaciones de parámetros, estableciendo un rango de acción para cada uno de estos (límite inferior y superior), y seleccionando aquellas combinaciones que generaban mayor rentabilidad luego de costos de transacción. Los

²⁸ Fuente: página web BVC. Fecha visita, 18 de Julio de 2011.

²⁹ Con este término se hace referencia en la literatura académica a la muestra donde son optimizados los parámetros o donde son ensayados por primera vez parámetros preestablecidos.

rangos de parámetros ensayados para cada regla se especifican en el anexo 1. Los asuntos relativos a los costos de transacción serán tratados más adelante.

6.3. Pruebas de Robustez

La robustez hace referencia a la capacidad que tienen las reglas técnicas de generar consistentemente rentabilidades similares a las que se generaron en un periodo de tiempo en particular, teniendo en cuenta los parámetros fijados para cada una de ellas. La idea fundamental, es verificar que los rendimientos obtenidos con una regla en determinada acción no obedecen a circunstancias particulares del mercado durante el periodo en el cual fueron calculados dichos rendimientos.

Con el fin anteriormente mencionado, se debe establecer si la regla genera rendimientos en exceso positivos en una acción en particular en la segunda parte de la muestra (“out-of-sample”³⁰), cuando esta generó una rentabilidad en exceso positiva en la misma acción en la primera parte. Es importante que la(s) muestra(s) donde se realicen las pruebas de robustez no se sobreponga(n) con la muestra original donde fueron optimizados los parámetros de las reglas (in-sample). Adicionalmente, entre más características disímiles posean estas muestras, mucho mejor para la confiabilidad de los resultados al no atarse estos a eventos específicos ocurridos dentro de un periodo de tiempo.

Téngase en cuenta que las pruebas de robustez ayudan a mitigar el error por modelación del cual ya se comentó, y son recurrentemente exigidas en estudios de esta naturaleza por autores como (Brock et al., 1992), (Lento y Gradojevic, 2007), (Lento, 2007), (Maillet y Michel, 2000), (Pesaran y Timmermann, 1995) y (Chang et al., 2004) entre otros.

6.4. Simulación de Precios Basada en *Bootstrapping*

Para determinar si los rendimientos en exceso alcanzados por una regla técnica son estadísticamente significativos, consistentes y sostenibles en el tiempo, se emplea simulación mediante la técnica de *bootstrapping*.

La técnica de *bootstrapping* fue originalmente propuesta por (Efron, 1979) para estimar la distribución de estadísticos que de otra forma sería muy difícil o imposible estimar. Y la simulación basada en esta técnica en el ámbito de las reglas técnicas fue propuesta

³⁰ Con este término se hace referencia a la(s) muestra(s) utilizada(s) para verificar la consistencia de los resultados obtenidos con las reglas técnicas en un periodo de tiempo en particular.

por (Brock et al., 1992)³¹. El presente trabajo implementa la simulación como lo hace este último autor. La idea general del bootstrapping es utilizar el remuestreo para estimar una distribución empírica de los rendimientos de las acciones. Con tal fin, se ajusta un modelo de series de tiempo a los retornos generados por las acciones a partir de la serie de precios histórica. Para efectos prácticos, este estudio adopta un proceso GARCH autoregresivo de orden uno (AR(1)-GARCH)³², el cual se define por las siguientes ecuaciones³³:

$$\begin{aligned} r_t &= \alpha + \gamma r_{t-1} + \varepsilon_t, \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2, \\ \varepsilon_t &= \sigma_t z_t, z_t \sim N(0,1) \end{aligned} \quad \text{Fórmula (6)}$$

En este modelo, la distribución condicional del término de error (ε_t) es normal y este último no posee correlación serial. La volatilidad (σ_t) puede variar a través del tiempo y es una función lineal que depende del cuadrado del error y de su propio valor en el instante $t-1$. A su vez, los rendimientos condicionales (r_t) están en función del error en t y de su propio valor en el instante inmediatamente anterior.

Los parámetros del modelo AR(1)-GARCH son estimados de manera independiente para cada acción haciendo uso del criterio de máxima verosimilitud (MLE por sus siglas en inglés)³⁴. Dichos parámetros son relacionados en el anexo 2.

Luego del proceso de ajuste del modelo descrito, se recuperan los residuos los cuales proceden a ser estandarizados usando las desviaciones estándar estimadas para el proceso de error (ε_t). Estos residuos estandarizados poseen la característica de ser independientes e idénticamente distribuidos (i.i.d). Se procede entonces a remuestrear de manera aleatoria con reemplazo los residuos estandarizados para conformar nuevas series de residuos y, a partir de estas series, utilizando los parámetros del modelo ajustado, generar nuevas series representativas de retornos.

El procedimiento señalado anteriormente se utilizó para generar 500 series de retornos que a su vez se emplearon para generar igual cantidad de series de precios de cierre

³¹ La simulación por *bootstrapping* realiza una especificación no paramétrica de la distribución de probabilidad de los retornos de un activo. Lo anterior, a diferencia de otros métodos que asumen independencia, estacionalidad y distribuciones normales asintóticas, presunciones que normalmente no se ajustan a la realidad de las series de tiempo financieras.

³² Este modelo es muy utilizado en la práctica y su desempeño ha sido ampliamente probado. Por ejemplo, (Hansen y Lunde, 2005) compara 330 modelos de volatilidad dinámica llegando a la conclusión de que los mejores modelos (incluyendo múltiples variaciones del modelo GARCH) no generan un pronóstico significativamente superior al proceso AR(1)-GARCH.

³³ Definición extraída de (Rueda y Estrada, 2009).

³⁴ La simulación basada en bootstrapping y la estimación de parámetros vía máxima verosimilitud, requieren de alto poder computacional y de software especializado. Es por eso que se utilizó el programa MATLAB R2008a para realizar estas tareas.

simuladas (posibles rutas del precio)³⁵. Téngase en cuenta que estas series poseen el mismo rendimiento a largo plazo³⁶, la misma volatilidad y la misma distribución incondicional que los precios históricos de cierre. Tal y como indica (Maillet y Michel, 2000), el tamaño de las series de precios simuladas (horizonte de inversión) es el mismo que el tamaño de la serie histórica para cada acción.

Para el caso de la estrategia del Oscilador Estocástico, también se hace necesario simular los precios intradiarios máximos y mínimos alcanzados en cada día de negociación para cada acción. Con dicho propósito, se hace uso del procedimiento elaborado por (Marshall et al., 2006) para tal fin:

Primero se construyen sendos vectores que almacenan las diferencias porcentuales entre los precios históricos de cierre para cada acción y los precios históricos máximos y mínimos. Con este fin se emplean las siguientes relaciones: $((\text{precio máximo} - \text{precio cierre}) / \text{precio cierre})$ y $((\text{precio cierre} - \text{precio mínimo}) / \text{precio mínimo})$. Posteriormente, estas diferencias porcentuales son asignadas de manera aleatoria con reemplazo a las series simuladas de precios de cierre. Para el caso de la simulación de los precios máximos, los precios de cierre son afectados adicionando la diferencia asignada. Para el caso de los precios mínimos, estas diferencias son sustraídas.

6.5. Indicador Estadístico para Valoración de Resultados

Las 500 series de precios generadas en el proceso descrito en la sección anterior, son empleadas para calcular un valor p simulado que sirve para aceptar o rechazar las siguientes hipótesis:

- H_0 : la regla técnica no suministra información consistente
- H_1 : la regla técnica suministra información consistente

El valor p se calcula como la proporción de veces que la rentabilidad generada por una regla técnica en particular utilizando las series de precios simulados, supera la rentabilidad generada por dicha regla en la serie de precios históricos (Chang et al., 2004).

Un valor de p pequeño implica mayor significancia de los resultados obtenidos por la regla técnica y que estos resultados se deben menos al azar (Ratner y Leal, 1999). Utilizando un nivel de confianza del 95%, se podría afirmar entonces que un valor p inferior al 5% apoya la capacidad de predicción de una regla. Así las cosas, H_0 se acepta si $p > 5\%$ y se rechaza si $p \leq 5\%$.

³⁵ Según (Ratner y Leal, 1999), 500 series es una cantidad apenas suficiente. Las series de precios se obtienen elevando el número *euler* al valor de dichos retornos, partiendo desde el último precio de la serie histórica.

³⁶ Este rendimiento es conocido como "drift".

7. EVIDENCIA EMPÍRICA

7.1. Resultados Optimización de Parámetros

En las tablas 4 y 5 se relacionan los parámetros óptimos para las cuatro reglas evaluadas. Tal y como se mencionó en la sección de metodología, el cálculo de estos parámetros se realizó en la primera parte de la muestra de la serie histórica de precios de cada acción. Cerca de 4.000 combinaciones de parámetros fueron revisadas para las reglas de la Doble Media Móvil y Soporte y Resistencia. De manera similar, 1.890 combinaciones fueron revisadas para el Índice de Fuerza Relativa y 12.600 para el Oscilador Estocástico³⁷. Surtido este proceso, se escogieron aquellas combinaciones que maximizaban la rentabilidad de cada acción luego de descontar los costos de transacción.

ACCIÓN (NEMO)	DOBLE MEDIA MÓVIL			SOPORTE Y RESISTENCIA	
	Banda	No. Días Media Corto Plazo	No. Días Media Largo Plazo	Banda	No. Días
COLINVERS	0,60%	1	5	0,10%	1
ÉXITO	1,00%	1	5	0,10%	3
FABRICATO	0,10%	1	5	0,20%	1
GRUPOAVAL	0,20%	4	180	2,00%	1
GRUPOSURA	0,10%	1	15	0,10%	1
ISA	1,00%	5	85	0,10%	200
NUTRESA	2,00%	2	55	0,10%	1
PFBCOLOM	0,70%	1	5	0,40%	3
TABLEMAC	1,50%	2	5	0,60%	1

Tabla 4. Parámetros óptimos reglas Doble Media Móvil y Soporte y Resistencia.

Los resultados de la Doble Media Móvil y la regla de Soporte y Resistencia se relacionan en la tabla 4. Los valores predominantes de la media de corto y largo plazo (Doble Media Móvil) fueron 1 y 5 días respectivamente. Y, la banda, osciló entre 0.10% y 2.00%. En el caso de la regla de Soporte y Resistencia, el valor predominante para el número de días fue de 1 día y para la banda de 0.10%.

³⁷ Estas combinaciones de parámetros, y los rendimientos obtenidos, se encuentran disponibles en los documentos de Excel generados para cada acción y que se entregan como anexos en medio digital (CD-ROM).

ACCIÓN (NEMO)	ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA			OSCILADOR ESTOCÁSTICO		
	n	Línea sobre venta	Línea sobre compra	n	Línea sobre venta	Línea sobre compra
COLINVERS	19	35	90	1	5	70
ÉXITO	4	20	80	1	40	95
FABRICATO	18	10	90	4	30	95
GRUPOAVAL	13	20	80	190	45	65
GRUPOSURA	17	30	90	62	20	70
ISA	26	25	90	103	45	75
NUTRESA	28	30	95	62	45	65
PFBCOLOM	5	35	70	1	35	75
TABLEMAC	13	10	95	3	45	95

Tabla 5. Parámetros óptimos reglas Índice de Fuerza Relativa y Oscilador Estocástico³⁸.

Los resultados relativos al Oscilador Estocástico se relacionan en las últimas tres columnas de la tabla 5. En este caso, hubo una ligera tendencia hacia valores por debajo de 4 para el número de días empleados con la regla (predominando el valor de un día). Para la línea de sobre venta, el valor predominante fue 45. Y, para la de sobre compra, 95. En el caso del Índice de Fuerza Relativa (primeras columnas tabla 5), los resultados son algo difusos. El valor predominante para la línea de sobre compra fue de 90. Sin embargo, no se visualizan tendencias concretas para el número de días (promedian 16) ni para la línea de sobre venta.

7.2. Resultados en la Primera Parte de la Muestra

La tabla 6 relaciona las rentabilidades obtenidas con la Doble Media Móvil para cada acción antes y después de costos de transacción. Allí puede observarse que, en ambos casos, aún luego de optimizados los parámetros, la regla obtiene rendimientos en exceso³⁹ negativos en 3 de las 9 acciones⁴⁰. Estos rendimientos negativos son aún más pronunciados luego de descontar los costos de transacción. El rendimiento en exceso promedio de las 9 acciones con la regla es, respectivamente, del 16,68% y 15,44% anual⁴¹ antes y después de costos de transacción. También se observa que se lograron rendimientos en exceso bastante significativos con las acciones de Tablemac

³⁸ Las columnas "n" hacen referencia al número de días empleados con las reglas.

³⁹ Recuérdese que la rentabilidad en exceso es la diferencia entre la rentabilidad obtenida por la regla y la rentabilidad obtenida por la estrategia de comprar y retener.

⁴⁰ El proceso de optimización no garantiza la consecución de un juego de parámetros que logre superar a la estrategia pasiva. Recuérdese que para cada parámetro se definió un rango de evaluación específico, por lo que existe la posibilidad que fuera de dicho rango se pueda localizar un conjunto de parámetros que permita alcanzar rendimientos más altos.

⁴¹ Se utilizó un factor de 252 días bursátiles para escalar a términos anuales la media de los rendimientos diarios.

y Fabricato. En el caso de la acción de ISA, este rendimiento no se considera tan importante como para justificar el esfuerzo con la Doble Media Móvil.

ACCIÓN (NEMO)	DOBLE MEDIA MÓVIL					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	65,86%	53,39%	12,47%	64,74%	53,36%	11,38%
ÉXITO	22,68%	23,60%	-0,92%	20,84%	23,58%	-2,73%
FABRICATO	72,00%	17,16%	54,84%	68,43%	17,04%	51,39%
GRUPOAVAL	33,91%	35,24%	-1,33%	33,86%	35,22%	-1,36%
GRUPOSURA	66,35%	50,29%	16,06%	65,18%	50,28%	14,90%
ISA	49,93%	49,47%	0,46%	49,82%	49,43%	0,39%
NUTRESA	13,36%	19,31%	-5,95%	13,28%	19,31%	-6,04%
PFBCOLOM	70,26%	61,17%	9,08%	68,19%	61,07%	7,11%
TABLEMAC	76,60%	11,22%	65,39%	75,12%	11,16%	63,95%

Tabla 6. Rendimientos primera muestra Doble Media Móvil⁴².

En el caso de la regla de Soporte y Resistencia (ver tabla 7), se obtuvieron rendimientos en exceso positivos en 8 de las 9 acciones, aún después de considerar los costos de transacción. Al igual que con la Doble Media Móvil, estos rendimientos en exceso fueron de un orden muy superior en las acciones de Tablemac y Fabricato. El rendimiento en exceso promedio antes de descontar costos de transacción, fue del 26,93% anual. Después de descontar estos costos, fue del 24,18% anual.

ACCIÓN (NEMO)	SOPORTE Y RESISTENCIA					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	88,46%	52,39%	36,07%	86,03%	52,37%	33,65%
ÉXITO	35,70%	24,03%	11,67%	34,20%	24,00%	10,20%
FABRICATO	99,26%	17,97%	81,29%	93,66%	17,94%	75,72%
GRUPOAVAL	38,38%	30,45%	7,93%	37,73%	30,44%	7,29%
GRUPOSURA	81,08%	49,80%	31,28%	75,15%	49,79%	25,36%
ISA	53,19%	54,10%	-0,91%	53,09%	54,05%	-0,96%
NUTRESA	21,90%	16,21%	5,69%	19,82%	16,20%	3,62%
PFBCOLOM	64,34%	60,89%	3,46%	62,22%	60,75%	1,46%
TABLEMAC	81,69%	15,76%	65,93%	76,98%	15,72%	61,26%

Tabla 7. Rendimientos primera muestra regla de Soporte y Resistencia.

⁴² La columna "Regla" se refiere a las rentabilidades obtenidas con esta regla. La columna "CR" se refiere a las rentabilidades obtenidas con la estrategia de comprar y retener. La columna "Exceso" se refiere a las rentabilidades en exceso obtenidas por la regla. Las tres columnas se relacionan antes y después de costos de transacción. Las rentabilidades son expresadas en términos anuales. La misma estructura de tabla se utiliza para las otras reglas evaluadas, tanto en la primera muestra como en la segunda.

En la tabla 8 se relacionan las rentabilidades correspondientes al Índice de Fuerza Relativa. Allí puede apreciarse que la regla logró rendimientos en exceso en las 9 acciones antes de descontar costos de transacción. Luego de descontar dichos costos, la regla logra rentabilidades en exceso positivas en 8 de 9 casos. La rentabilidad en exceso promedio antes y después de costos de transacción, fue del 20,53% y 20,18% anual respectivamente. Nótese que en este caso la rentabilidad en exceso luego de costos de transacción fue muy ligeramente afectada. Esto se debe a la cantidad limitada de señales de compra y venta que generó esta regla⁴³.

ACCIÓN (NEMO)	ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	59,75%	56,01%	3,73%	59,70%	55,96%	3,74%
ÉXITO	41,64%	23,58%	18,06%	40,20%	23,58%	16,62%
FABRICATO	60,86%	23,53%	37,33%	60,73%	23,50%	37,23%
GRUPOAVAL	38,85%	30,60%	8,25%	38,76%	30,58%	8,17%
GRUPOSURA	61,95%	51,06%	10,89%	61,66%	50,99%	10,67%
ISA	55,83%	47,45%	8,38%	55,69%	47,43%	8,27%
NUTRESA	40,70%	18,18%	22,52%	40,69%	18,17%	22,52%
PFBCOLOM	62,35%	61,17%	1,18%	61,04%	61,07%	-0,03%
TABLEMAC	96,36%	21,98%	74,39%	96,35%	21,92%	74,43%

Tabla 8. Rendimientos primera muestra Índice de Fuerza Relativa.

Los resultados para el Oscilador Estocástico se relacionan en la tabla 9. Allí puede apreciarse que esta regla obtuvo rendimientos en exceso en las 9 acciones antes y después de descontar costos de transacción, lo que le otorga una efectividad del 100% en ambos casos. De manera repetitiva, las acciones de Tablemac y Fabricato logran rentabilidades muy superiores a las de la estrategia de comprar y retener. En el caso de la acción de ISA, la rentabilidad en exceso no es realmente significativa. El rendimiento promedio en exceso de la regla fue del 19,49% anual antes de costos de transacción, y del 18,44% después de estos.

⁴³ Por ejemplo, para la acción de Fabricato esta regla solo generó 4 señales de compra y 5 de venta en la primera parte de la muestra.

ACCIÓN (NEMO)	OSCILADOR ESTOCÁSTICO					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	64,10%	52,39%	11,71%	62,84%	52,37%	10,46%
ÉXITO	31,60%	24,23%	7,36%	29,24%	24,22%	5,02%
FABRICATO	61,33%	19,02%	42,31%	59,62%	18,89%	40,73%
GRUPOAVAL	38,30%	35,07%	3,23%	38,23%	35,07%	3,17%
GRUPOSURA	59,67%	54,71%	4,96%	59,39%	54,70%	4,69%
ISA	51,36%	49,84%	1,52%	51,22%	49,83%	1,39%
NUTRESA	36,38%	19,41%	16,97%	36,25%	19,41%	16,84%
PFBCOLOM	68,61%	58,31%	10,30%	66,43%	58,16%	8,27%
TABLEMAC	89,90%	12,86%	77,04%	88,12%	12,76%	75,36%

Tabla 9. Rendimientos primera muestra Oscilador Estocástico.

Debido a que los resultados anteriormente exhibidos son el producto de reglas que utilizaron parámetros optimizados dentro de la misma muestra, estos necesariamente revisten el error por modelación. Para mitigar dicho error, y con el fin de evaluar la estabilidad de las reglas, a continuación se relacionan los resultados de las pruebas de robustez desarrolladas.

7.3. Robustez de los Resultados

Antes de medir la robustez de los resultados, debe aclararse que cuando una regla genera pérdidas, pero estas pérdidas son menores a las alcanzadas con la estrategia de comprar y retener, la rentabilidad en exceso calculada es positiva. En este caso, dicha rentabilidad se desconoce (se toma como negativa) ya que interesan exclusivamente aquellas rentabilidades en exceso positivas provenientes de reglas que generen rentabilidades superiores a 0⁴⁴.

La tabla 10 relaciona uno de estos casos ocurrido en la acción de Colinvers. Obsérvese que la rentabilidad generada por la Doble Media Móvil en esta acción es del -38,28% y la de la estrategia pasiva es del -41,02%. Con estos valores, la rentabilidad en exceso se calcula en 2,74% positivo. Por supuesto, dicha rentabilidad, que incluso se vuelve negativa luego de descontar costos de transacción, es descartada. Tomando esto en consideración, la Doble Media Móvil logra una rentabilidad positiva en 6 de 9 acciones antes y después de costos de transacción. Nótese que esta fue la misma cantidad alcanzada por la regla en la primera parte de la muestra.

⁴⁴ Este trabajo evalúa la superioridad económica de las reglas técnicas frente a la estrategia pasiva. Se considera que dicha superioridad económica no puede ser medida desde el punto de vista de una menor generación de pérdidas.

ACCIÓN (NEMO)	DOBLE MEDIA MÓVIL					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	-38,28%	-41,02%	2,74%	-41,12%	-41,03%	-0,09%
ÉXITO	21,53%	11,14%	10,39%	20,62%	11,09%	9,53%
FABRICATO	27,75%	9,48%	18,27%	24,80%	9,45%	15,35%
GRUPOAVAL	28,89%	27,31%	1,58%	28,87%	27,28%	1,59%
GRUPOSURA	19,11%	14,74%	4,38%	17,94%	14,65%	3,29%
ISA	9,39%	16,94%	-7,55%	9,15%	16,82%	-7,67%
NUTRESA	10,22%	11,64%	-1,42%	10,11%	11,61%	-1,50%
PFBCOLOM	18,89%	16,13%	2,76%	16,94%	16,09%	0,85%
TABLEMAC	7,57%	2,71%	4,86%	6,74%	2,64%	4,10%

Tabla 10. Rendimientos segunda muestra Doble Media Móvil.

Los resultados para la regla de Soporte y Resistencia se relacionan en la tabla 11. Allí puede observarse que esta regla genera rendimientos en exceso positivos en 5 de las 9 acciones, cuando en la primera parte de la muestra había generado rendimientos positivos en 8 de ellas aún después de considerar los costos de transacción. Esta situación puede considerarse como un primer indicio que da cuenta de cierta inestabilidad de la regla.

ACCIÓN (NEMO)	SOPORTE Y RESISTENCIA					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	-29,45%	-40,39%	10,93%	-31,51%	-40,39%	8,88%
ÉXITO	30,00%	11,74%	18,26%	28,86%	11,68%	17,18%
FABRICATO	16,96%	9,65%	7,31%	11,68%	9,59%	2,09%
GRUPOAVAL	16,42%	19,23%	-2,81%	15,75%	19,21%	-3,46%
GRUPOSURA	34,35%	16,54%	17,81%	29,13%	16,46%	12,67%
ISA	5,07%	15,71%	-10,63%	5,01%	15,61%	-10,60%
NUTRESA	7,43%	8,88%	-1,45%	5,68%	8,86%	-3,19%
PFBCOLOM	22,30%	16,10%	6,20%	20,49%	16,06%	4,42%
TABLEMAC	19,62%	4,17%	15,45%	16,30%	4,13%	12,17%

Tabla 11. Rendimientos segunda muestra regla Soporte y Resistencia.

Con un desempeño aún más bajo que el obtenido con la regla de Soporte y Resistencia, el Índice de Fuerza Relativa logra rendimientos en exceso positivos en tan solo 4 de 9 acciones en la segunda parte de la muestra antes y después de costos de transacción. Estos resultados pueden apreciarse en la tabla 12. Nótese que esta regla había sido exitosa en 8 de 9 acciones en la primera parte de la muestra luego de considerar costos de transacción.

ACCIÓN (NEMO)	ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	-53,78%	-41,63%	-12,15%	-53,80%	-41,65%	-12,15%
ÉXITO	15,17%	11,42%	3,75%	14,55%	11,36%	3,19%
FABRICATO	4,74%	10,82%	-6,08%	4,74%	10,77%	-6,03%
GRUPOAVAL	-5,49%	17,52%	-23,02%	-5,52%	17,50%	-23,02%
GRUPOSURA	8,33%	15,26%	-6,93%	8,18%	15,20%	-7,02%
ISA	16,89%	13,82%	3,06%	16,73%	13,73%	3,00%
NUTRESA	11,26%	9,78%	1,48%	11,24%	9,74%	1,49%
PFBCOLOM	13,63%	16,13%	-2,50%	12,50%	16,09%	-3,60%
TABLEMAC	16,19%	3,22%	12,97%	16,05%	3,17%	12,88%

Tabla 12. Rendimientos segunda muestra Índice de Fuerza Relativa.

Los resultados relativos al Oscilador Estocástico son aún más desalentadores. Estos se relacionan en la tabla 13. Allí puede observarse que la regla logra rendimientos en exceso positivos en tan solo 2 de 9 acciones antes y después de considerar costos de transacción. Recuérdese que esta regla había logrando rendimientos en exceso positivos en la totalidad de las acciones en la primera parte de la muestra aún después de considerar estos costos.

ACCIÓN (NEMO)	OSCILADOR ESTOCÁSTICO					
	Rentabilidad Antes de Costos de Transacción (Anual)			Rentabilidad Después de Costos de Transacción (Anual)		
	Regla	CR	Exceso	Regla	CR	Exceso
COLINVERS	-37,17%	-40,39%	3,21%	-38,02%	-40,39%	2,37%
ÉXITO	17,44%	12,08%	5,36%	16,06%	12,02%	4,04%
FABRICATO	1,16%	8,94%	-7,79%	0,21%	8,90%	-8,68%
GRUPOAVAL	27,31%	27,83%	-0,52%	27,26%	27,80%	-0,53%
GRUPOSURA	10,72%	17,35%	-6,63%	10,53%	17,26%	-6,72%
ISA	4,56%	15,24%	-10,68%	4,23%	15,15%	-10,92%
NUTRESA	2,68%	10,87%	-8,20%	2,54%	10,85%	-8,31%
PFBCOLOM	25,68%	16,07%	9,61%	23,14%	16,03%	7,11%
TABLEMAC	-1,86%	3,93%	-5,78%	-3,21%	3,86%	-7,07%

Tabla 13. Rendimientos segunda muestra Oscilador Estocástico.

Pese a los indicios sugeridos por los resultados anteriormente descritos, la estabilidad de una regla técnica se valida verificando que esta sea capaz de generar rendimientos en exceso positivos en una acción en particular, cuando previamente había generado rendimientos igualmente positivos en dicha acción en la primera parte de la muestra.

La tabla 14 relaciona los rendimientos en exceso generados por la Doble Media Móvil y la regla de Soporte y Resistencia, y resalta aquellos que siendo positivos para una

acción en la primera parte de la muestra, también lo fueron en la segunda aplicando la misma regla.

ACCIÓN (NEMO)	DOBLE MEDIA MÓVIL		SOPORTE Y RESISTENCIA	
	Rendimiento en Exceso Muestra 1	Rendimiento en Exceso Muestra 2	Rendimiento en Exceso Muestra 1	Rendimiento en Exceso Muestra 2
COLINVERS	11,38%	-0,09%	33,65%	NEG
ÉXITO	-2,73%	9,53%	10,20%	17,18%
FABRICATO	51,39%	15,35%	75,72%	2,09%
GRUPOAVAL	-1,36%	1,59%	7,29%	-3,46%
GRUPOSURA	14,90%	3,29%	25,36%	12,67%
ISA	0,39%	-7,67%	-0,96%	-10,60%
NUTRESA	-6,04%	-1,50%	3,62%	-3,19%
PFBCOLOM	7,11%	0,85%	1,46%	4,42%
TABLEMAC	63,95%	4,10%	61,26%	12,17%

Tabla 14. Rendimientos en exceso Doble Media Móvil y Soporte y Resistencia⁴⁵.

La tabla 15 hace lo propio con el Índice de Fuerza Relativa y con el Oscilador Estocástico:

ACCIÓN (NEMO)	ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA		OSCILADOR ESTOCÁSTICO	
	Rendimiento en Exceso Muestra 1	Rendimiento en Exceso Muestra 2	Rendimiento en Exceso Muestra 1	Rendimiento en Exceso Muestra 2
COLINVERS	3,74%	-12,15%	10,46%	NEG
ÉXITO	16,62%	3,19%	5,02%	4,04%
FABRICATO	37,23%	-6,03%	40,73%	-8,68%
GRUPOAVAL	8,17%	-23,02%	3,17%	-0,53%
GRUPOSURA	10,67%	-7,02%	4,69%	-6,72%
ISA	8,27%	3,00%	1,39%	-10,92%
NUTRESA	22,52%	1,49%	16,84%	-8,31%
PFBCOLOM	-0,03%	-3,60%	8,27%	7,11%
TABLEMAC	74,43%	12,88%	75,36%	-7,07%

Tabla 15. Rendimientos en exceso Índice de Fuerza Relativa y Oscilador Estocástico.

De ambas tablas puede leerse que 31 de 36 rendimientos en exceso calculados en la primera parte de la muestra fueron positivos⁴⁶. Sin embargo, solo 15 rendimientos en exceso pudieron ser alcanzados en la segunda muestra, con la misma regla y en la misma acción en que fueron obtenidos los primeros 31 rendimientos (un 48%

⁴⁵ Los rendimientos se presentan para la primera y segunda parte de la muestra luego de descontar costos de transacción. Las celdas que contienen las letras "NEG", hacen referencia a rentabilidades positivas tomadas como negativas por provenir de estrategias que generaron pérdidas. La misma estructura de tabla aplica para el Índice de Fuerza Relativa y el Oscilador Estocástico.

⁴⁶ Cuatro reglas técnicas aplicadas a nueve acciones.

aproximadamente). Lo anterior sugiere que los resultados obtenidos en la primera parte de la muestra, fueron específicos a dicha muestra, y que las 4 reglas técnicas no pudieron replicar de una manera clara y consistente dichos resultados. Adicionalmente, 9 de estos 15 rendimientos en exceso fueron de un orden inferior al 4,5% anual, valor que no se considera lo suficientemente significativo como para justificar el esfuerzo requerido con las reglas técnicas.

Téngase en cuenta que los anteriores resultados ya no revisten el error por modelación, ya que las pruebas fueron desarrolladas en una muestra distinta a donde fueron optimizados los parámetros. De este modo, las aseveraciones que se acaban de realizar respecto a la eficiencia de las reglas técnicas quedan en firme, y serán puestas a prueba mediante el proceso de simulación basada en *bootstrapping* que se detallará subsiguientemente.

7.4. Valoración Estadística de los Resultados

Con base en las series de precios simuladas mediante el procedimiento descrito en el numeral 6.4, se generaron 500 series de rendimientos para cada una de las acciones. A estas series se les aplicará las 4 reglas técnicas. Téngase en cuenta que el tamaño de cada serie (número de observaciones) coincide con el tamaño de la serie histórica de precios correspondiente a cada acción. Recuérdese, además, que los parámetros utilizados en el proceso de volatilidad dinámica para las nueve acciones, se especifican en el anexo 2. Con base en los rendimientos simulados, se calculó la distribución de probabilidad de rendimientos para cada acción.

La tabla 16 indica los percentiles 5% y 95% de la distribución de rendimientos generada por el Índice de Fuerza Relativa y el Oscilador Estocástico. La tabla 17 hace lo propio con la Doble Media Móvil y la regla de Soporte y Resistencia. Estos percentiles dan una idea de la dispersión de los rendimientos, los cuales se encuentran acorde con las volatilidades de cada acción en los periodos estudiados⁴⁷.

Adicionalmente, las tablas 16 y 17 relacionan el valor p calculado para cada acción con base en las series simuladas. Recuérdese que el valor p indica la proporción de veces en que los rendimientos alcanzados con una regla técnica en las series de tiempo simuladas, superaron los rendimientos obtenidos con dicha regla en las series de tiempo históricas. Cuando esta proporción es baja, se infiere que la regla esta en capacidad de entregar resultados de manera consistente y sistemática a como se generaron en la series de precios históricas. Cuándo esta proporción es alta, se infiere que los resultados de la regla no son más que producto de circunstancias particulares de la serie histórica.

⁴⁷ Para consultar los estadísticos básicos de las acciones referirse a la tabla 2.

Tal y como se había indicado, el presente estudio utilizó un nivel de confianza del 95% para las pruebas estadísticas. De esta manera, cuando el valor p es superior al 5% de significancia, se acepta la hipótesis nula (la regla no entrega resultados consistentes). Y cuando este valor es menor o igual a dicho nivel, se acepta la hipótesis alternativa (la regla entrega resultados consistentes).

ACCION (NEMO)	ÍNDICE DE FUERZA RELATIVA			OSCILADOR ESTOCÁSTICO		
	Percentil 5%	Percentil 95%	Valor p	Percentil 5%	Percentil 95%	Valor p
COLINVERS	-248,27%	40,06%	0,67	-169,14%	42,14%	0,738
ÉXITO	-12,55%	24,18%	0,224	-12,55%	22,15%	0,134
FABRICATO	-23,01%	24,58%	0,248	-37,74%	36,50%	0,470
GRUPOAVAL	-3,11%	23,37%	0,968	-7,91%	30,59%	0,074
GRUPOSURA	-5,74%	38,73%	0,75	-2,49%	25,17%	0,466
ISA	-5,78%	24,22%	0,152	-5,16%	17,56%	0,634
NUTRESA	-8,71%	25,21%	0,36	-7,49%	19,10%	0,682
PFBCOLOM	-4,39%	29,34%	0,496	-6,54%	28,21%	0,122
TABLEMAC	-17,14%	36,99%	0,338	-15,23%	35,51%	0,806

Tabla 16. Valores p Índice de Fuerza Relativa y Oscilador Estocástico.

En la tabla 16 puede apreciarse que ningún valor de p estuvo por debajo del nivel de significancia (0,05). Lo anterior indica que ni el Índice de Fuerza Relativa, ni el Oscilador Estocástico, estuvieron en capacidad de replicar los resultados que obtuvieron en las series de precios históricas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula para ambas reglas. El mismo resultado puede observarse en el caso de la Doble Media Móvil, cuyos valores p se relacionan en la tabla 17.

ACCION (NEMO)	DOBLE MEDIA MÓVIL			SOPORTE Y RESISTENCIA		
	Percentil 5%	Percentil 95%	Valor p	Percentil 5%	Percentil 95%	Valor p
COLINVERS	-140,33%	28,75%	0,754	-165,30%	31,82%	0,690
ÉXITO	-14,93%	24,85%	0,09	-14,01%	22,88%	0,020
FABRICATO	-34,10%	26,78%	0,066	-38,28%	23,46%	0,158
GRUPOAVAL	-8,00%	39,03%	0,188	-8,08%	28,83%	0,310
GRUPOSURA	-1,87%	32,76%	0,426	-1,44%	30,13%	0,070
ISA	-6,67%	24,42%	0,364	-7,08%	25,80%	0,550
NUTRESA	-6,86%	23,52%	0,356	-14,41%	12,67%	0,214
PFBCOLOM	-5,19%	32,20%	0,376	-5,37%	32,58%	0,284
TABLEMAC	-15,68%	33,41%	0,512	-14,86%	31,94%	0,262

Tabla 17. Valores p Doble Media Móvil y regla de Soporte y Resistencia.

Con relación a la regla de Soporte y Resistencia, solo un valor de p estuvo por debajo del nivel de significancia. Este es el caso de la acción del Éxito (ver tabla 17). Verificando los resultados obtenidos con esta regla en dicha acción en la primera y segunda parte de la muestra (ver tabla 14), puede constatar que en ambos casos se

obtuvieron rendimientos en exceso positivos de un orden importante. Sin embargo, este resultado aislado y específico a la acción del Éxito no da pie para hacer generalizaciones acerca de la eficiencia de la regla de Soporte y Resistencia, por lo que no se considera que pueda ser aprovechado en la práctica.

De acuerdo a las pruebas anteriormente expuestas, puede concluirse que los resultados obtenidos con las cuatro reglas técnicas fueron específicos a las series históricas o sencillamente son producto de un proceso aleatorio del cual no puede desprenderse algún patrón de comportamiento sistemático o previsible.

8. DISCUSIÓN

Es difícil determinar con exactitud porque las 4 reglas evaluadas no generaron rendimientos superiores a los de la estrategia pasiva de una manera sistemática. Recuérdese que otras herramientas como los filtros, la media móvil simple y las velas japonesas también fueron estudiadas en el plano local con iguales resultados⁴⁸. Las circunstancias particulares del mercado colombiano y su alta sensibilidad a las variables macroeconómicas y a los sucesos financieros internacionales, pueden golpear el desempeño de las reglas. Adicionalmente, existe la posibilidad de que las ineficiencias que se presentan en el plano local sean de un orden tan inferior que su explotación haciendo uso de ellas no sea factible. Sin embargo, algunos aspectos técnicos de cada regla pueden ser tomados en consideración:

Índice de Fuerza Relativa: la efectividad de esta regla durante un mercado con tendencia puede ser analizada observando el efecto de los cambios en los precios de las acciones. Cuando los precios empiezan a subir gradualmente de una manera continua y extendida en el tiempo, se genera una tendencia alcista. En este caso, el Índice de Fuerza Relativa se mantendrá entre valores altos generando más señales de venta que de compra⁴⁹. Bajo estas circunstancias, quién esta transando tenderá a vender antes de que los precios lleguen a su máximo. A consecuencia de lo anterior, las ganancias se ven limitadas. Recuérdese que el mercado accionario colombiano tuvo un prolongado periodo alcista en la segunda parte de la muestra entre Noviembre de 2008 y Noviembre de 2010 (cerca de dos años). En el caso de periodos a la baja, la situación es al contrario. El Índice de Fuerza Relativa se moverá entre valores mínimos generando más señales de compra que de venta. Tomando posición de acuerdo a lo señalado por el índice, se tenderá a comprar antes de que los precios lleguen a su mínimo. Esto, por supuesto, también golpea las utilidades. Si las señales que genera esta regla se sincronizan con el comienzo de una nueva tendencia (alcista o la baja), entonces estas señales serán mucho más oportunas.

Oscilador Estocástico: esta regla tiende a generar más señales de venta que de compra cuando los precios más recientes dentro de su rango de operación sufren incrementos. Sin embargo, cuando estos incrementos cubren completamente el rango de operación de la regla (se presenta un mercado alcista), el oscilador tiende a tomar valores más bajos. Lo anterior se debe a la influencia negativa que genera el parámetro H_t ⁵⁰ en la fórmula de cálculo de la regla (ver fórmula 4 en el numeral 5.4). Nuevamente, se señala que el mercado colombiano tuvo un periodo alcista importante y que la falta de oportunidad en la generación de las señales de venta pudo haber afectado el desempeño de la regla. Durante periodos a la baja, los precios más recientes hacen que la regla genere más señales de compra que de venta. No

⁴⁸ Ver por ejemplo (Rueda y Estrada, 2009).

⁴⁹ De la formula 3 (numeral 5.3) puede observarse que en periodos alcistas el valor de U dominará sobre el valor de D .

⁵⁰ Es el valor más alto entre los precios máximos dentro del rango de operación de la regla.

obstante, esta situación es contenida por el efecto del parámetro L_t . El oscilador también es muy sensible a la magnitud de los cambios de los precios. Si estos cambios ocurren en periodos de baja volatilidad, la regla genera más señales que cuando los precios más recientes gozan de cierta estabilidad en periodos de alta volatilidad. De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar que existe una relación entre la volatilidad de las acciones y la efectividad del Oscilador Estocástico. El nivel de afectación al desempeño de la regla de estas volatilidades en el caso del mercado accionario colombiano aún no es claro.

Doble Media Móvil: al tratarse de una regla que emplea dos indicadores que definen de manera independiente su periodo de operación (media de corto y media de largo plazo), se pueden producir señales relativamente tardías. Entre más amplios sean los periodos empleados con las medias, mayor es el retraso para la generación de las señales. Esta situación pudo haber afectado el desempeño de la regla en el plano local por la pérdida de oportunidad a la hora de comprar o vender alguna de las nueve acciones. Adicional a esto, se tiene que la Doble Media Móvil funciona muy bien en periodos alcistas o bajistas claramente definidos. Sin embargo, ante la ausencia de una tendencia clara (periodos laterales), la regla tiende a generar señales falsas. Téngase en cuenta que en el mercado colombiano hubo un periodo lateral importante entre Julio de 2007 y Abril de 2008. Entre estas fechas la regla pudo no haberse comportado muy bien y perder rentabilidad.

Soporte y Resistencia: la efectividad de esta regla está directamente relacionada con la confiabilidad que brinden los niveles de precios que se señalen como puntos de soporte (nivel mínimo del precio en un momento determinado) y resistencia (nivel máximo del precio en un momento determinado). Si estos niveles no se determinan bien, las decisiones de venta o compra que se tomen tendrán pocas posibilidades de generarle al inversionista la rentabilidad esperada. Téngase en cuenta que en un mercado alcista como el que se presentó en Colombia a partir de Noviembre de 2008 (segunda parte de la muestra), se esperaría que la regla generara niveles de soporte lo suficientemente altos como para que el inversionista pudiese percibir la mayor cantidad de rendimientos posibles antes de que se genere una señal de venta. Es posible que esto no haya ocurrido. Adicionalmente, se pudieron generar señales falsas al precio no traspasar completamente o por una correcta proporción los niveles de soporte y resistencia definidos. Para este punto en particular, este estudio implementó el concepto de bandas. No obstante, al existir múltiples posibilidades para las bandas, no todas ellas pudieron ser evaluadas⁵¹. Otro aspecto importante con esta regla es el de las correcciones. A pesar de que muchas veces los niveles de soporte y resistencia son correctamente traspasados, los precios sufren correcciones y rápidamente vuelven a ubicarse por debajo o por encima de dichos niveles. Lo anterior usualmente le genera pérdidas al inversionista, al no contar esta regla con un mecanismo que le permita controlar estos retrocesos.

⁵¹ Para la regla de Soporte y Resistencia, este estudio evaluó niveles de bandas entre el 0% y el 2% (Ver anexo 1).

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Solo un 48% de los rendimientos en exceso obtenidos con las 4 reglas técnicas en la primera parte de la muestra, pudieron ser replicados en la segunda muestra en la misma acción donde habían sido inicialmente obtenidos. Y, en los pocos casos donde se pudo verificar robustez, el orden de los rendimientos fue bajo y no parecen justificar la utilización de las reglas frente a una simple estrategia pasiva. Adicionalmente, solo en un caso de 36 se obtuvo un valor p por debajo del nivel de significancia definido en las pruebas estadísticas desarrolladas. Lo anterior sugiere que los resultados inicialmente obtenidos, obedecen a circunstancias particulares de la primera muestra, y que difícilmente dichos resultados pueden ser replicados a series de precios de acciones Colombianas. Al no poderse constatar patrones claros, sistemáticos y consistentes, no se visualiza la manera en que las reglas evaluadas puedan ser aprovechables en la práctica desde el punto de vista económico. A esta misma conclusión llegaron muchas de las investigaciones referenciadas en este trabajo, con relación a las 4 reglas pero en mercados del exterior.
- Los resultados obtenidos sugieren que no es posible obtener beneficios económicos significativos y conservables en el tiempo a partir de la información histórica de precios de las acciones Colombianas con las cuatro reglas evaluadas. Esta afirmación apoya la versión débil de la eficiencia de los mercados, la cual es uno de los pilares más relevantes de la teoría financiera moderna. Sin embargo, lo anterior no significa que otras herramientas del análisis técnico no puedan dar mejores resultados. Mientras otras estrategias activas de inversión se evalúan para el caso del mercado Colombiano, es recomendable utilizar técnicas académicamente más fundamentadas y probadas como lo es el análisis fundamental.
- Recuérdense que esta investigación se realizó desde el punto de vista de un comisionista de bolsa que actúa por cuenta propia y cuyos costos de transacción solo tienen que ver con el diferencial entre los precios de oferta y demanda. Sin embargo, un inversionista particular incurriría en otros costos de transacción como lo son las comisiones por monto transado y la utilización de plataformas de negociación. Así las cosas, es claro que para este tipo de inversionista es aún más oneroso hacer uso de una estrategia activa de inversión y, muy probablemente, los resultados obtenidos con las 4 reglas serían incluso más desafortunados bajo este tipo de circunstancias (esta hipótesis se puede verificar en un estudio más profundo realizando sensibilidades con los costos de transacción).

- La optimización de parámetros para las pruebas de robustez, se realizó utilizando un periodo de tiempo relativamente amplio, que iba desde el 2001 hasta el 2007. Sin embargo, es posible que estos parámetros hayan incorporado circunstancias particulares del mercado en dicho periodo. Téngase en cuenta que esta época coincidió con una de las tendencias alcistas más prolongadas en el mercado Colombiano. Tal situación, puede ocasionar que los parámetros optimizados pierdan algo de efectividad al ser utilizados en mercados que reflejen otro tipo de tendencias. Con este fin, sería interesante aplicar un esquema de remuestreo de precios y múltiple segmentación de las muestras, que permita que la optimización se realice en condiciones más disímiles del mercado (tendencias alcistas, bajistas y laterales) y de este modo mitigar el efecto de eventos circunstanciales.
- En el presente trabajo se empleó un proceso GARCH autoregresivo de orden uno (AR(1)-GARCH) para modelar la volatilidad dinámica y realizar la simulación de precios. Otros modelos de series de tiempo pudiesen modelar de una manera más precisa la volatilidad. Sin embargo, el modelo GARCH(1, 1) generalmente otorga un muy buen ajuste y no se considera que los resultados del estudio pudiesen cambiar de manera importante haciendo uso de cualquier otro modelo.
- La estrategia pasiva se beneficia claramente del pago de dividendos en todo momento, ya que se mantiene una posición larga hasta el final del periodo de inversión (siempre se van a recibir). Mientras que las reglas técnicas solo lo hacen si en la fecha ex dividendo el inversionista se encuentra en una posición larga. A pesar de que en este trabajo las series históricas de precios fueron ajustadas por este concepto, no es del todo claro el efecto que la rentabilidad por dividendos puede ocasionar. Sin embargo, estos índices de rentabilidad usualmente son muy bajos y no se considera que puedan afectar de manera importante los resultados generales del estudio. De todos modos, se recomienda profundizar en este aspecto en futuras investigaciones.
- El presente trabajo introdujo la utilización de bandas en dos de las reglas técnicas evaluadas: la Doble Media Móvil y la regla de Soporte y Resistencia. Estas bandas ayudaron a filtrar señales falsas y a disminuir el número de entradas (compras) y salidas (ventas) del mercado. Se considera que una buena calibración de las bandas, puede mejorar el desempeño de las reglas técnicas y tener un impacto positivo en la disminución de los costos de transacción. Además su uso puede ser fácilmente extendido a otras reglas técnicas.
- Un aspecto que sería muy interesante explorar, sería las ventas en corto. Como se sabrá, estas actualmente se encuentran prohibidas en el caso del

mercado Colombiano. Sin embargo, se sabe que la BVC se encuentra en proceso de regularización de esta estrategia de inversión y próximamente dará vía libre a los inversionistas para que procedan a su utilización. Este estudio, como otros aplicados al caso Colombiano, asumió que cuando se generaba una señal de venta el inversionista simplemente liquidaba la posición y salía del mercado (invirtiendo a la tasa libre de riesgo). Con las ventas en corto, el inversionista tendrá la posibilidad de permanecer en el mercado aún después de generarse una señal de venta. En este sentido, aspectos como la tasa de interés a la cual el comisionista le prestaría al inversionista, el manejo de cuentas de margen y los niveles de apalancamiento manejados, deben ser estudiados.

- A pesar de que en este trabajo no se exploró a profundidad las razones por las cuales las 4 reglas técnicas evaluadas no fueron exitosas en el mercado accionario Colombiano, se considera importante que otras investigaciones aborden este tema. En este sentido, aspectos como el de la volatilidad de las acciones, los periodos alcistas, bajistas y laterales, y los niveles de correlación serial, deben ser profundizados.
- Algunas otras alternativas de estrategias de inversión activas más elaboradas podrían ser investigadas para el caso Colombiano, con la intención tal vez de obtener mejores resultados. Estas alternativas van desde la utilización de análisis discriminante para la asignación dinámica de reglas técnicas, el uso de lógica difusa, redes neuronales y enfoques combinados de generación de señales de compra y venta de acciones a partir de información suministrada por múltiples reglas.

10. REFERENCIAS

- Alexander, S. (1961). Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks. *Industrial Management Review*, 2, 7-26.
- _____ (1964). Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks, No. 2. *Industrial Management Review*, 5, 25-46.
- Allen, F. & Karjalainen, R. (1999). Using Genetic Algorithms to Find Technical Trading Rules. *Journal of Financial Economics*, 51, 245-271.
- Allen, H. & Taylor, M. (1992). The Use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market. *Journal of International Money and Finance*, 11, 304-314.
- Bazdan, Z. (2010). "Sell when the violins are playing -- buy when the cannons rumble". Case study: technical analysis and chartists. *Our Economy (Nase Gospodarstvo)*, 56(3/4), 11-18.
- Berruecos, P. (2002). *Evaluación de la eficacia predictiva del análisis técnico en el mercado accionario colombiano*. Tesis para optar al título de pregrado en Economía, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- Bessembinder, H. & Kalok, C. (1998). Market efficiency and the returns to technical analysis. *FM: The Journal of the Financial Management Association*, 27(2), 5.
- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. (2003). *Essentials of Investments*. Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- Brock, W., Lakonishok, J., & LeBaron, B. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *Journal of Finance*, 47(5), 1731-1764.
- Coe, T. & Laosethakul, K. (2010). Should Individual Investors Use Technical Trading Rules to Attempt to Beat the Market?. *American Journal of Economics & Business Administration*, 2(3), 201-209.
- Chang, E., Araujo, E. & Tabak, B. (2004). Testing for Predictability in Emerging Equity Markets. *Emerging Markets Review*, 5(3), 295-316.
- Cheung, Y. & Wong, C. (2000). A Survey of Market Practitioners' Views on Exchange Rate Dynamics. *Journal of International Economics*, 51, 401-419.
- Chopra, N., Lakonishok, J. & Ritter, J. (1992). Measuring abnormal returns: Do stocks overreact?. *Journal of Financial Economics*, 31, 235-268.

- Conrad, J. & Kaul, G. (1988). Time-Variation in Expected Returns. *Journal of Business*, 61(4), 409-425.
- Day, T. & Wang, P. (2002). Dividends, nonsynchronous prices, and the returns from trading the Dow Jones Industrial Average. *Journal of Empirical Finance*, 9, 431-454.
- De Bondt, W. & Thaler, R. (1985). Does the Stock Market Overreact?. *Journal of Finance*, 40(3), 793-805.
- Dubova, I. (2005). La Validación y Aplicabilidad de la Teoría de Portafolio en el Caso Colombiano. *Cuadernos de Administración (01203592)*, 18(30), 241-279.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *The Annals of Statistics*, 7, 1-26.
- Fama, E. (1965) The behavior of stock market prices. *Journal of Business*, 38, 34-105.
- _____ (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- _____ (1995) Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 51(1), 75-80.
- Fama, E. & Blume, M. (1966). Filter Rules and Stock-Market Trading. *Journal of Business*, 39(1), 226.
- Fama, E. & French, K. (1988). Permanent and Temporary Components of Stock Prices. *Journal of Political Economy*, 96(2), 246.
- Gençay, R. (1998). Optimization of Technical Trading Strategies and the Profitability in Security Markets. *Economics Letters*, 59, 249-254.
- _____ (1999). Linear, non-linear and essential foreign exchange rate prediction with some simple technical trading rules. *Journal of International Economics*, 47, 91-107.
- Hudson, R., Dempsey, M. & Keasey, K. (1996) A note on the weak form efficiency of capital markets: the application of simple technical trading rules to UK stock prices — 1935 to 1994. *Journal of Banking and Finance*, 20, 1121-1132.
- Jegadeesh, N. (1990). Evidence of Predictable Behavior of Security Returns. *Journal of Finance*, 45(3), 881-898.

- Jensen, M. & Benington, G. (1970). Random Walks And Technical Theories: Some Additional Evidence. *Journal of Finance*, 25(2), 469-482.
- Keim, D. & Stambaugh, R. (1984). A Further Investigation of the Weekend Effect in Stock Returns. *Journal of Finance*, 39(3), 819-835.
- Kendall, M (1953). The Analysis of Economic Time Series, Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*, 96, 11-25.
- Lakonishok, J. & Smidt, S. (1988). Are seasonal anomalies real? A ninety-year perspective. *Review of Financial Studies*, 1, 403-425.
- Lento, C. (2007). Tests of Technical Trading Rules in the Asian-Pacific Equity Markets: A Bootstrap Approach. *Academy of Accounting & Financial Studies Journal*, 11(2), 51-73.
- Lento, C. & Gradojevic, N. (2007). The profitability of technical trading rules: a combined signal approach. *Journal of Applied Business Research*, 23(1), 13-27.
- Lento, C. (2008). A combined signal approach to technical analysis on the S&P 500. *The Journal of Business and Economics Research*, 6(8), 11-22.
- Levich, R. & Thomas, L. (1993). The significance of technical trading-rule profits in the foreign exchange market: a bootstrap approach. *Journal of International Money and Finance*, 12 (5), 451-474.
- Lo, A. & MacKinley A. (1988). Stock market price do not follow random walk: Evidence from a simple specification test. *Review of Financial Studies*, 1, 41-66.
- _____ (1990). Data-snooping biases in tests of financial asset pricing models. *Review of Financial Studies* 3, 431-468.
- Lo, A., Mamaysky, H. & Wang, J. (2000). Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and empirical implementation. *Journal of Finance*, 55(4), 1705-1765.
- Maillet, B. & Michel, T. (2000). Further insights on the puzzle of technical analysis profitability. *European Journal of Finance*, 6(2), 196-224.
- Malkiel, B. (1981). *A Random Walk Down Wall Street*. New York: Norton.
- _____ (1996). *A Random Walk Down Wall Street: Including a Life-Cycle Guide to Personal Investing*. New York: Norton.

- Marshall, B., Young, M. & Rose, L. (2006). Candlestick technical trading strategies: Can they create value for investors? *Journal of Banking and Finance*, 30 (8), 2303-2323.
- Maya, C. & Torres, G. (2004). The unification of the Colombian stock market: A step toward efficiency-empirical evidence. *Latin American Business Review*, 5 (4), 69-98.
- _____ (2005). Las caminatas aleatorias no son de este mundo. Teoría y Revisión bibliográfica sobre evidencia empírica. *Revista Universidad EAFIT*, 41, 65-83.
- Mills, T. (1997). Technical Analysis and the London Stock Exchange: Testing Trading Rules Using the FT30. *International Journal of Finance & Economics*, 2(4), 319-331.
- Murphy, J. (2000). *Análisis Técnico de los Mercados Financieros*. New York: Institute of Finance.
- Neftci, S. (1991). Naive Trading Rules in Financial Markets and Wiener-Kolmogorov Prediction Theory: A Study of "Technical Analysis". *Journal of Business*, 64(4), 549-571.
- Papathanasiou, S. & Samitas, A. (2010). Profits from Technical Trading Rules: The Case of Cyprus Stock Exchange. *Journal of Money, Investment and Banking*, 13, 35-43.
- Parisi, F. (2003). Análisis técnico: Un estudio de la eficiencia de diferentes técnicas aplicadas sobre acciones pertenecientes a los índices bursátiles estadounidenses Dow Jones Industrial Average y Nasdaq. *Estudios de Administración*, 10(2), 59-93.
- Paulos, J. (2003). *A Mathematician Plays the Stock Market*. Cambridge: Basic Books.
- Pesaran, M. & Timmermann, A. (1995). Predictability of stock returns: Robustness and economic significance. *Journal of Finance*, 50, 1201-1228.
- Poterba, J. & Summers, L. (1988). Mean reversion in stock prices: Evidence and implications. *Journal of Financial Economics*, 22, 27-59.
- Ratner, M. & Leal, R. (1999). Tests of technical trading strategies in the emerging equity markets of Latin America and Asia. *Journal of Banking and Finance*, 23 (12), 1887-1905.
- Reitz, S. (2005). On the Predictive Content of Technical Analysis. *North American Journal of Economics and Finance*, 17(2), 121-137

- Rueda, D. & Estrada, J. (2009). Realidad o sofisma? Poniendo a prueba el análisis técnico en las acciones colombianas. *Cuadernos de Administración (01203592)*, 22(38), 189-217.
- Samuelson, P. (1965) Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*, 6, 41-49.
- Scholes, M. & Williams, J. (1977). Estimating betas from non-synchronous data. *Journal of Financial Economics*, 5, 309-327
- Seiler, M. (2001). Optimizing Technical Trading Strategies: Making the Ludicrous Lucrative. *American Business Review*, 19(2), 20.
- Taylor, S. (2000). Stock index and price dynamics in the UK and the US: new evidence from a trading rule and statistical analysis. *European Journal of Finance*, 6(1), 39-69.
- Terence, C. & Wing-Kam, N. (2008). Technical analysis and the London stock exchange: testing the MACD and RSI rules using the FT30. *Applied Economics Letters*, 15(14), 1111-1114.
- Umaña, B. & Romo, R. (2007). Herramientas de Análisis Técnico para Carteras de Inversiones Bursátiles: Aplicación al Mercado Bursátil Chileno. *Panorama Socioeconómico*, 25(34), 48-59.
- Wong, W., Manzur, M. & Chew, B. (2003). How Rewarding is Technical Analysis? Evidence from Singapore Stock Market. *Applied Financial Economics*, 13(7), 543.

Anexo 1. Rangos de Parámetros Ensayados para las Reglas

Doble Media Móvil	
Banda Inicial (B)	0,001
Banda Final (B)	0,02
Incremento banda	0,001
Número días Inicial S	1
Número días Final S	5
Incremento días S	1
Número días Inicial L	5
Número días Final L	200
Incremento días L	5

Soporte y Resistencia	
Número días Inicial (n)	1
Número días Final (n)	200
Incremento días	1
Banda Inicial (B)	0,001
Banda Final (B)	0,02
Incremento banda	0,001

Índice de Fuerza Relativa	
Número días Inicial (n)	1
Número días Final (n)	30
Incremento días	1
Filtro Compra Inicial	5
Filtro Venta Inicial	95
Filtro Compra Final	45
Filtro Venta Final	65
Incremento Filtro Compra	5
Decremento Filtro Venta	5

Oscilador Estocástico	
Número días Inicial (n)	1
Número días Final (n)	200
Incremento días	1
Filtro Compra Inicial	5
Filtro Venta Inicial	95
Filtro Compra Final	45
Filtro Venta Final	65
Incremento Filtro Compra	5
Decremento Filtro Venta	5

Anexo 2. Parámetros del Modelo AR(1)-GARCH Estimados para Cada Acción

ACCIÓN	MEDIA		VARIANZA		
	C	AR (1)	K	GARCH (1)	ARCH (1)
Éxito	6.214e-005	-0.0033329	4.3156e-005	0.64489	0.31437
GrupoAval	0.00047932	-0.040802	2.6151e-005	0.71951	0.21841
Fabricato	2.6811e-005	-0.014995	6.8473e-005	0.69244	0.30455
Tablemac	-0.00060763	0.0085855	7.326e-005	0.68737	0.20428
Bancolombia	0.00090218	0.014032	1.6884e-005	0.85649	0.094728
Colinvers	0.00019173	0.016306	0.00017398	0.11265	0.88735
Isa	0.00034258	-0.095627	2.2179e-005	0.69922	0.20944
Gruposura	0.0013509	0.046292	2.7232e-005	0.76289	0.14848
Nutresa	0.00045719	-0.047952	2.3821e-005	0.69059	0.22937