

Recibido: 29/11/2016 Aceptado: 27/02/2017 Publicado: 30/06/2017

Análisis de la capacidad predictiva del Modelo *Black Scholes*: Evidencia empírica en caso colombiano¹

Analysis of the predictive capacity of the Black Scholes Model: A Colombian case of empirical evidence

Fernando De Jesús Franco Cuartas*

Universidad Católica Luis Amigó, Colombia

Forma de citar este artículo en APA: Franco Cuartas, F. (Julio – Diciembre, 2017). Análisis de la capacidad predictiva del modelo *Black Scholes*: Evidencia empírica en caso Colombiano *Revista Science Of Human Action*, 2(2), 207-223.

¹ Este artículo de Reflexión resultado del proyecto de investigación Análisis del control en las organizaciones, del grupo de investigación Contabilidad Ambiente y Sociedad (Contas). Administrador de Negocios y Especialista en Finanzas Universidad EAFIT.

* Especialistas en finanzas y Administradores de negocios EAFIT, docente Investigador medio tiempo de la Universidad Católica Luis Amigó. Grupo de Investigación CONTAS, Línea Contabilidad Ambiente y Sociedad, sublínea Contabilidad y Finanzas. Fernando.francoocu@amigo.edu.co

Resumen

El propósito de este trabajo es analizar la capacidad predictiva del modelo *Black Scholes*, soportado en la distribución log-normal, en el contexto de una investigación de carácter cuantitativa y exploratoria aplicado a acciones colombianas del sector bancario, cementero, asegurador, eléctrico, petrolero, comercial y al índice de capitalización Colcap. A partir del rendimiento, plazo y riesgo de los títulos se estiman los precios y el valor del índice de capitalización a un año bursátil.

Los mercados de capitales y, en particular, el mercado de acciones reposan sobre la complejidad económica de la globalización y es así como la incertidumbre en las variables macroeconómicas se traducen en la volatilidad en los precios de los títulos de renta variable, propiciando la especulación financiera de parte de los agentes económicos presente en los mercados.

Para mitigar dicha volatilidad en los precios y el impacto en las rentabilidades futuras, el mercado dispone de diferentes herramientas para estimar el comportamiento futuro de los precios, una de ellas está implícita en el Modelo *Black-Scholes* – MBS –, se trata de la distribución Log-normal. Los resultados obtenidos, a pesar de los sesgos que pueda tener el modelo y la formación asimétrica de precios por la política de *holding* que predomina en la BVC, muestran que el MBS, en el caso del Colcap, estimó un valor máximo de 1.404.5 puntos contra el *spot* de 1.417.5, es decir, 99.1%. En el caso de la acción petrolera el pronóstico, frente al máximo alcanzado en el último año, fue inferior en 8.4%.

Palabras clave:

Acciones; pronóstico; modelo black-scholes; riesgo; rentabilidad; mercado de capitales.

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the predictive capacity of the Black Scholes model, supported in the log-normal distribution, in the context of a quantitative and exploratory research applied to Colombian actions in the banking, cement, insurance, electric, oil, business and the Colcap capitalization index. Based on the performance, term and risk of the securities, the prices and the value of the capitalization index are estimated at a stock market year.

The capital markets and, in particular, the stock market rests on the economic complexity of globalization and this is how uncertainty in macroeconomic variables translates into volatility in the prices of equity securities, leading to financial speculation from the part of the economic agents present in the markets.

To mitigate this volatility in prices and the impact on future returns, the market has different tools to estimate the future behavior of prices, one of them is implicit in the model Black-Scholes – MBS –, the Log-Normal distribution. The results obtained, in spite of the biases that may have the model and the asymmetric formation of prices by the policy of holding that predominates in the CSE (Colombian Stocks Exchange), show that the MBS, in the case of the Colcap, estimated a maximum value of 1.404.5 points against the spot of 1.417.5, that is, 99.1%. In the case of the oil action the prognosis, compared to the maximum achieved in the last year, was less than 8.4%.

Keywords:

Stocks; forecast; Black Scholes Model; risk profit-earning capacity; capital market

Introducción

La consolidación internacional de los flujos de caja en los mercados de capitales como respuesta a las alternativas de financiación y colocación de recursos (Contreras, 2015), por parte de las empresas y de inversionistas particulares, ha llevado a que los precios de los activos sean cada vez más inciertos. Por otro lado, el choque de opiniones y la incertidumbre política a nivel global (Castro, 2015) imprime inestabilidad a las políticas monetarias de los bancos centrales, entre ellos a la FED (Sistema de Reserva Federal), o sistema bancario central de Estados Unidos, (FED, 2017), impactando a la economía. Los diferentes actores en las bolsas de valores y, en particular, los rentistas de capital, tema abordado por Thomas Piketty en su texto *El Capital en el Siglo XXI* (Piketty, 2014) obtienen mayor rendimiento de los recursos que si los invirtieran en sus empresas, por eso para mitigar dichos riesgos, se dan a la tarea de adelantar las negociaciones para amortizar los factores que inciden sobre sus activos financieros y *Commodities* en general, lo cual lleva a estimar los precios de los subyacentes que le darán vida a los diferentes contratos en el mercado de futuros (Mascareñas, 2012). Un inversionista coberturista o especulador, tiene a su disposición el MBS (modelo Black Scholes) para encarar el futuro, pero las variables que intervienen en su construcción son de carácter histórico, como la media y la dispersión, he aquí uno de los sesgos del modelo Log-normal (Parody Camargo, 2016). Sin embargo, esta herramienta entra a solucionar en gran medida la incertidumbre a la cual se enfrentan los diferentes actores del mercado de capitales de cara al mediano plazo para satisfacer sus necesidades financieras o de materias primas.

1. Antecedentes

Desde los años 80's cuando la ingeniería financiera irrumpe en los mercados financieros, la estadística descriptiva, la inferencial y los modelos econométricos se convirtieron en herramientas fundamentales para estimar el comportamiento de los precios, en ambientes cada vez más complejos.

“La volatilidad es una característica inherente a las series de tiempo financieras (Casas & Cepeda, 2008), en general no es constante y en consecuencia los modelos de series de tiempo tradicionales que suponen varianza homocedástica, principal sesgo de la distribución Lognormal (sic), no son adecuados para modelar series de tiempo financieras”, son algunas de las premisas planteadas en el trabajo “Modelos ARCH, GRCH, y EGARCH: APLICACIONES A SERIES FINANCIERAS” de (Casas & Cepeda, 2008).

Estudios preliminares sobre la estimación de precios de acciones bancarias son llevados a cabo por (Parody Camargo, 2016). La bancarización (Asobancaria, 2017) a nivel global le da un papel protagónico a la industria financiera en la fijación de los precios de las acciones en la medida que son proveedores monopolistas de recursos para la inmensa mayoría de los diferentes emisores de renta variable, impactando la estructura de capital, los gastos financieros, el nivel de utilidades y el *Payout* a disposiciones de los accionistas, como lo argumenta (Franco, 2011) en el estudio *Portafolio de inversión de los bancos – Deuda Pública en TES, Yanquis – y el IGBC*. El valor de una acción tiene componentes en libros, fiscal y de percepción de parte del mercado en función de las utilidades de la empresa, el reparto de utilidades y prospectiva Estratégica, temas abordados por (Cortés, Debón, & Moreno, 2016).

En el mercado local, vale decir, en la Bolsa de Valores de Colombia, Parody Camargo realizaron una investigación sobre la predicción para la compra y venta de acciones (Parody Camargo, 2016) y los diferentes métodos de pronóstico. Como se plantea en el capítulo: “La Incertidumbre crea oportunidades” de Amram -con prólogo de Pablo Fernández “Opciones Reales:

Hoy en día los mercados exigen la toma de decisiones estratégicas de inversión en entornos muy inciertos – cuando la dimensión del mercado, los plazos, los costes de desarrollo o los movimientos de la competencia simplemente no se conocen-, las circunstancias apelan al miedo y a la precaución, y la frustración ante los instrumentos disponibles sólo consigue poner de manifiesto la sensación de ir a ciegas. Como existe una brecha muy amplia entre lo que los directivos quieren hacer y la utilidad de los instrumentos de los que disponen para hacerlo, generalmente los directivos toman decisiones sin basarse en un análisis cuantitativo (Amram, 2000).

La estimación del precio futuro de las acciones está en relación directa con el riesgo de crédito (Ballester, Ferrer, & González, 2009) que puedan asumir los emisores del mercado de renta variable, en tal sentido, el direccionamiento estratégico para implementar *rollover*, (Asesores Banca y Finanzas, 2017) refinanciación de pasivos y otras estrategias son vitales en la determinación del flujo de caja a disposición de la asamblea de accionistas para el pago de dividendos y el impacto futuro del valor de mercado de las acciones.

Choques externos y precios de los activos en Latinoamérica antes y después de la quiebra de Lehman Brothers (Melo & Rincón, 2013), Luis Fernando Melo y Hernán Rincón brindan argumentos para un:

Mejor entendimiento de la asociación entre los mercados financieros internacionales y los de los EMs, de los canales de transmisión de los choques en los primeros sobre los segundos y del tamaño de los efectos. Por lo tanto, su objetivo es analizar y cuantificar los efectos de choques externos sobre los precios de activos como las tasas de interés, de cambio y el precio de las acciones de las economías más grandes de Latinoamérica, Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México, antes y después del anuncio de la quiebra de Lehman Brothers (Melo & Rincón, 2013, pág. 2)

La investigación anterior permite tomar decisiones más racionales a la hora de entrar largo o corto de acuerdo a las cifras arrojadas por el modelo de Black Scholes. En la revisión de antecedentes, es oportuno aclarar un sesgo importante que diezma la capacidad predictiva en el comportamiento futuro de los precios de las acciones, a partir de la infinidad de modelos de estimación, y consiste en la creación de burbujas financieras alrededor del mundo como lo plantean autores tales como Jorge Mario Uribe y Julián Fernández en su investigación *Análisis de procesos explosivos en el precio de los activos financieros: evidencia alrededor del mundo* (Fernández & Uribe, 2016). En línea con la rémora anterior, el anuncio de ventas de activos se convierte en determinante de los rendimientos para los accionistas y, por ende, en la oferta y demanda de dichos títulos como se concluye en el trabajo elaborado por Juan Fernández y Pablo Garay e impacta la caminata aleatoria para determinar el comportamiento futuro de precios de mercado (Fernández & Garay, 2010).

Algunos autores como José María Carabias en su escrito *La Prima de Riesgo del Mercado: Histórica, Esperada, Exigida e Implícita (Market Risk Premium, 2009)*, consideran que la prima de riesgo es de la substancia para encontrar la caminata aleatoria futura de los precios de las acciones, pero acontece que no todos los inversores tienen las mismas expectativas de rentabilidad y riesgo y plantea que:

El valor de cada acción según cada inversor es el valor actual de los flujos esperados descontados con una tasa (que depende de la beta esperada y de la prima de riesgo de mercado del inversor). Distintos inversores tienen distintas expectativas de flujos y distintas expectativas del riesgo (beta esperada y prima de riesgo de mercado) (Fernández & Carabias, 2016).

Un factor a tener presente en los pronósticos de precios futuros de las acciones son las denominadas operaciones con *Split*, es decir, la división nominal del valor de mercado de un título para disminuir su precio en bolsa y aumentar el número de acciones en circulación sin alterar el patrimonio del emisor. Lo anterior, es analizado por Restrepo en la investigación *Rentabilidades asociadas a las operaciones Split en acciones, efectos en empresas colombianas* (Restrepo, 2016).

2. Metodología

De acuerdo al nivel de medición, la investigación es de carácter cuantitativa con propósito exploratorio y las acciones seleccionadas para el presente estudio son: Bancolombia, Grupo éxito, Ecopetrol, Grupo Argos, Interconexión eléctrica S.A. ISA y el índice Colcap. Las series de tiempo se toman de la BVC- Bolsa de Valores de Colombia, desde Enero 01 de 2014 hasta septiembre 26 de 2015, precios de cierre histórico y el periodo de estimación es a partir de esta fecha hasta hoy septiembre 26 de septiembre de 2016. Con los datos históricos se proceda a calcular la variación continua a partir de $Ln\left(\frac{S_t}{S_{(t-1)}}\right) - Ln\left(\frac{S_{t-1}}{S_{(t-2)}}\right)$, donde S_t es la cotización en el periodo

actual y $S(t-1)$ la cotización en el periodo anterior, luego se obtiene el rendimiento histórico medio y la volatilidad histórica, parámetros requeridos en la distribución log-normal. Con 245 días del año bursátil en Colombia se corre el Modelo Black Scholes, MBS.

3. Marco Teórico

Las crisis recurrentes del capitalismo son oportunidades de aprendizaje para los mercados y, en particular, para el mercado de capitales, es así como surgen los instrumentos de cobertura (Titman, 2003) para prevenir la escasez y el incremento del nivel de riesgo en los activos financieros, *Commodities* y divisas. En los primeros se destacan las acciones, bonos e índices financieros. Al tiempo que surgen estos vehículos de cobertura de riesgo, se incrementan los métodos para pronosticar el comportamiento de los precios de los diferentes activos subyacentes que generan y dan valor a los diferentes contratos de cobertura en especial sobre el mercado de acciones en *Wall Street*.

El análisis de entorno económico, financiero, ciclo económico y ciclo bursátil inciden cuantitativa y cualitativamente en las expectativas de valor y precios futuros de los activos en el mercado. Variables como inflación, crecimiento, agregados monetarios, política monetaria, desarrollo y fases del ciclo bursátil, especuladores “duros” y “blandos”, desarrollo y fases del ciclo económico y el factor psicológico en las decisiones de inversión son analizados en el texto *Análisis bursátil* de Álvarez Alfonso (Álvarez, 2005).

Los parámetros sobre los cuales se valida el MBS para predecir el paseo aleatorio de los precios de las acciones es la distribución de probabilidad log-normal como lo plantea Luis Berggrun en su texto *Introducción al Análisis de Riesgo Financiero* (Berggrun, 2008), los cuales vienen dados por las siguientes ecuaciones, veamos:

Ecuación 1: Media de la distribución Log-normal

$$\left[\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T \right] \left[\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T \right]$$

Donde S_0 es la última cotización de la acción en el mercado *spot*; S_t es la estimación del comportamiento del precio en el instante futuro t ; μ es la rentabilidad histórica, σ es la desviación estándar histórica, \ln operador logaritmo natural, $E(S_t)$ es el precio medio estimado en el futuro de cada título y T es el horizonte de pronóstico, en este caso 245 días.

La volatilidad de la distribución de probabilidad log-normal viene dada por la ecuación 2:

$$[\sigma * \sqrt{T}] [\sigma * \sqrt{T}]$$

Una vez conocidas la media y la volatilidad de la distribución log-normal, parámetros de proyección para el comportamiento de los precios en el tiempo t , la función de distribución de probabilidades se obtiene a partir de la ecuación 3:

$$Ln(St) \approx \Phi \left[Ln(So) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T; \sigma\sqrt{T} \right] Ln(St) \approx \Phi \left[Ln(So) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T; \sigma\sqrt{T} \right],$$

De acuerdo con John Hull (2004) en su texto *Introducción a los mercados de futuros y opciones* podemos calcular el valor medio de un activo subyacente, en el periodo t , una media histórica μ , un precio *spot* So y sin costos de flotación, en este caso acciones, sin pago de dividendos en efectivo o en *Yield*, mediante la ecuación 4:

$$E(St) = So * exp^{\mu * t} E(St) = So * exp^{\mu * t}$$

El modelo *Black Scholes*, así como se calcula el precio medio futuro, se hace necesario conocer la volatilidad media en el futuro, para lo cual se utiliza la raíz cuadrada aplicada a la ecuación 5:

$$VAR(St) = So^2 Exp^{2\mu * t} [Exp^{(\sigma^2 t)} - 1] VAR(St) = So^2 Exp^{2\mu * t} [Exp^{(\sigma^2 t)} - 1]$$

4. Resultados

En la tabla 1 se pueden observar los rendimientos promedio históricos $\mu (Ri)$ y sus respectivas volatilidades, desviación estándar, $\sigma(Ri)$, donde las 20 empresas más liquidas reunidas en el Colcap se han desvalorizado en promedio cada día, en el periodo analizado, en 0.06% con una volatilidad del 1.0%, además se evidencia que la acción de Ecopetrol es la más volátil pero la de mejor riesgo marginal, $\sigma(Ri) / \mu (Ri)$, con 9.2

Tabla 1. Rendimiento y desviación promedio

	$\mu(Ri)$	$\sigma(Ri)$
Bancolombia	-0,01%	1,52%
Éxito	-0,19%	1,99%
Cemargos	0,01%	1,86%
Ecopetrol	-0,23%	2,13%
Gruposura	0,01%	1,51%
ISA	-0,05%	1,87%
Colcap	-0,06%	1,00%

Datos Bolsa de Valores de Colômbia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

En la tabla 2 podemos observar la capacidad predictiva para el caso del Colcap, con un nivel de confianza del 95%, y 1.96 veces la volatilidad log-normal, el MBS subestimó en 0.9% la máxima cotización del índice y lo sobreestimó en 3.8% frente al spot de septiembre 26 de 2016.

Tabla 2. Estimación MBS 365 días

VARIABLES	Colcap	
So	1.215,3	
M(r _i)	-0,06%	
Σ(r _i)	1,0%	
T, en días	245,00	245,00
Distribución de probabilidad log-normal		
		0,16
Nc 95%	Z	1,96
Intervalo de estimación a 245 días		
	<	1.405
E(st)	1.046,6	
M(st)	164,6	
So 2016	1.352	
Max	1.417,6	
Desviación estimación precio actual	3,8%	Sobreestimó
Desviación estimación sobre max	-0,9%	Subestimó

Datos Bolsa de Valores de Colombia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

En una economía global como la actual, la dinámica de los mercados es sometida a prueba de estrés, dada la sensibilidad de un sinnúmero de variables de orden macro y micro, que a través del tiempo, impactan el comportamiento del precio actual y futuro de los diferentes activos subyacentes. Lo anterior, conlleva al análisis de sensibilidad y escenarios, para cada trimestre de cotizaciones y determinar el impacto en la capacidad predictiva del modelo Black Scholes lo cual se ilustra a partir de la tabla 3 hasta la tabla 6.

Tabla 3. Estimación MBS 270 días

VARIABLES	Colcap	
So	1.215,3	
M(ri)	-0,06%	
Σ (ri)	1,0%	
T, en días	270,00	270,00
Distribución de probabilidad log-normal		
	6,92	0,16
Nc 95%	Z	1,96
Intervalo de estimación a 270 días		
737	<	1.403
E(st)	1.030,7	
M(st)	170,3	
So 2016	1.312	
Max	1.376,7	
Desviación estimación precio actual	6,5%	Sobreestimó
Desviación estimación sobre max	1,9%	Sobreestimó

Datos Bolsa de Valores de Colombia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

Tabla 4. Estimación MBS 180 días

VARIABLES	Colcap	
So	1.215,3	
M(ri)	-0,06%	
Σ (ri)	1,0%	
T, en días	180,00	180,00
Distribución de probabilidad log-normal		
	6,98	0,13
Nc 95%	Z	1,96
Intervalo de estimación a 180 días		
830	<	1.403
E(st)	1.088,9	
M(st)	146,6	
So 2016	1.316,9	
Max	1.316,9	
Desviación estimación precio actual	6,2%	Sobreestimó
Desviación estimación sobre max	6,6%	Sobreestimó

Datos Bolsa de Valores de Colombia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

Tabla 5. Estimación MBS 90 días

VARIABLES	Colcap	
S_0	1.215,3	
$\mu(R_i)$	-0,06%	
$\sigma(R_i)$	1,0%	
T, en días	90,00	90,00
Distribución de Probabilidad Log-normal		
7,04		0,09
NC 95%	Z	1,96
Intervalo de Estimación a 90 días		
951	<	1.379
E(S _t)	1.150,4	
$\mu(S_t)$	109,2	
S_0 2016	1.155	
max	1.280,6	
desviación estimación precio actual	16,3%	Sobreestimó
desviación estimación sobre max	7,7%	Sobreestimó

Datos. Bolsa de Valores de Colombia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

Tabla 6. Estimación MBS

VARIABLES	ISA	
S_0	7.000,0	
$\mu(R_i)$	-0,05%	
$\sigma(R_i)$	1,9%	
T, en días	245,00	245,00
Distribución de Probabilidad Log-normal		
	8,69	0,29
NC 95%	Z	1,96
Intervalo de Estimación a 245 días		
3.331	<	10.520
E(S _t)	6.179,6	
$\mu(S_t)$	1.852,8	
S_0 2016	9.890	
max	10.220,0	
desviación estimación precio actual	6,4%	Sobreestimó
desviación estimación sobre max	2,9%	Sobreestimó

Datos Bolsa de Valores de Colombia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

Conclusiones

El Modelo *Black Scholes* para el periodo analizado (Ver tabla 2), mostró el óptimo en la capacidad predictiva, sobre el máximo precio y el precio *spot* a un año de las acciones, cercana al cien por cien, para el índice Colcap, el grupo éxito y las acciones de la empresa del sector eléctrico ISA.

En general, las sensibilizaciones realizadas, ver tablas de la 3 a la tabla 6, en términos de periodo de pronóstico: 365, 270, 180 y 90 días calendario, coinciden con las conclusiones para las acciones del sector bancario; sin embargo, hay serias divergencias para las acciones del resto de sectores, a las cuales llega Parody Camargo en su investigación *Modelo Log-normal para predicción del precio de las acciones del sector bancario*:

Así las cosas, se precisa que si bien es cierto el modelo sirve de insumo para tener una aproximación a los posibles valores mínimos y máximos que puede tomar el activo financiero, sus resultados carecen de la suficiente precisión para inducir la compra certera de este tipo de activo financiero. (Parody Camargo, 2016, pág. 145).

Es relevante resaltar el peso que tiene la media y la volatilidad de la distribución log-normal, como parámetros para determinar el intervalo futuro del comportamiento de los precios dado un nivel de confianza, a propósito veamos las ecuaciones 6 y 7

$$P_{\text{minimo}} = \exp(\text{Media lognormal} - n * \text{volatilidadlognormal})$$
$$P_{\text{minimo}} = \exp(\text{Media lognormal} - n * \text{volatilidadlognormal})$$

$$P_{\text{maximo}} = \exp(\text{Media lognormal} + n * \text{volatilidadlognormal})$$
$$P_{\text{maximo}} = \exp(\text{Media lognormal} + n * \text{volatilidadlognormal})$$

De acuerdo con la ecuación 3,

$$Ln(St) \approx \Phi \left[Ln(So) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T; \sigma \sqrt{T} \right] Ln(St) \approx \Phi \left[Ln(So) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T; \sigma \sqrt{T} \right],$$

Se obtuvieron las siguientes distribuciones de probabilidades log-normal, tabla 7

Las Acciones ordinarias de Bancolombia y Gruposura arrojaron los parámetros más críticos: Media log normal 10.0 y volatilidad log normal 0.2 y, Media log normal 10.5 y volatilidad log normal 0.2, respectivamente, afectando la capacidad predictiva del modelo *Black Scholes*. En contraste, los mejores parámetros se hallaron en los títulos de Interconexión eléctrica S.A. ISA: Media log normal 8.7 y volatilidad log normal 0.3 y del índice de Liquidez Colcap: Media log normal 6.9 y volatilidad log normal 0.2.

Tabla 7 Distribución de probabilidad log-normal

Títulos	Distribución probabilidad Log-normal	
	Media	Volatilidad
Bancolombia	10	0,2
Gruposura	10,5	0,2
ISA	8,7	0,3
Colcap	6,9	0,2

Datos Bolsa de Valores de Colômbia. Cálculos Fernando De Jesús Franco Cuartas

Se debe tener presente que los intervalos de cotización futura para cada una de las especies asoció 1.96 veces, la volatilidad log-normal, dado un nivel de confianza del 95%.

Se advierte que el modelo BSM recoge, de manera subyacente para el mercado colombiano, el paradigma de los mercados ineficientes en la medida que los precios se alejan de la política económica.

Los parámetros de la distribución Log normal, evidenciados en esta investigación, reflejan y ponen en entredicho el supuesto de normalidad de los retornos de los activos financieros, al calcular los primeros momentos estadísticos y que se ha constituido en uno de los paradigmas de las finanzas de la segunda mitad del siglo XX (Laverde, 2011) Contrastación de paradigmas de las finanzas: normalidad e hipótesis del mercado eficiente.

El trabajo realizado logra evidenciar la capacidad predictiva, para el caso colombiano, en especial para perfiles especuladores, en la medida que ilustra los intervalos de oscilación de los precios futuros de las acciones en la BVC.

La capacidad predictiva observada para los títulos objeto del estudio se ajusta en la medida que se optimice el tamaño muestral, más allá de los intereses de perfiles especuladores en escenarios corto placistas.

Conflicto de intereses:

El autor declara la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole.

Referencias

- Alfonso, A. G. (2005). Análisis bursátil con fines especulativos: Un enfoque técnico moderno. En A. G. Alfonso, *Análisis bursátil con fines especulativos: Un enfoque técnico moderno* (págs. 63–115). Colombia: Limusa Noriega editores.
- Alvarez, A. (2005). *Análisis Bursátiles con fines especulativos*. Madrid: Serbiula.
- Amram, M. (2000). Opciones Reales. En A. M. Nalim, *Opciones Reales* (págs. 35–57). Barcelona: Gestión 2000.
- Asesores Banca y Finanzas. (25 de Junio de 2017). <http://www.abanfin.com/?tit=roll-over-o-time-spread&name=Glosario&op=content&tid=534>. Obtenido de <http://www.abanfin.com/?tit=roll-over-o-time-spread&name=Glosario&op=content&tid=534>
- Asobancaria. (15 de Abril de 2017). *Asobancaria*. Obtenido de <http://www.asobancaria.com/2016/04/25/aumentan-los-niveles-de-bancarizacion-en-colombia/>
- Ballester, L., Ferrer, R., & González, C. (5 de Agosto de 2009). *Universidad de Valencia*. Obtenido de <https://previa.uclm.es/dep/daef/DOCUMENTOS%20DE%20TRABAJO/2009-2%20DT-DAEF.pdf>
- Berggrun, L. A. (2008). Introducción al Análisis de Riesgo Financiero. En L. A. Berggrun, *Introducción al Análisis de Riesgo Financiero* (págs. 67 -90). Cali: Colección Discernir Universidad Icesi.
- Casas, M., & Cepeda, E. (27 de Julio de 2008). *Revistas universidad nacional*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/economia/article/view/1460/2083>
- Castro, A. D. (2015). PÁJARO CASTRO, Andrés Determinantes macroeconómicos del comportamiento de índice general de la Bolsa de Valores de Colombia. *Aglala*, 199–228.

- Contreras, O. (2015). Estrategia de inversión optimizando la relación rentabilidad-riesgo: evidencia en el mercado accionario colombiano. *Estudios Gerenciales*, 383–392.
- Cortés, J., Debón, A., & Moreno, C. (2016). Aplicación del modelo Log-normal para la pedicción de activos del banco sabadell. *Universidad Politécnica de Valencia*, 1–11.
- Cuartas, F. D. (2011). Portafolio de Inversión de los Bancos–Deuda Pública en TES, Yanquis–y el IGBC. *Económicas CUC*, 53–67.
- FED. (2 de Noviembre de 2017). *Reserva Federal*. Obtenido de <https://www.federalreserve.gov/>
- Fernández, J., & Garay, P. E. (2010). Determinants of shareholders' returns following announcements of asset sales: Evidence from Latin America. *Latinoamericana de administración*, 40-58.
- Fernández, J., & Uribe, J. (2016). Análisis de procesos explosivos en el precio de los activos financieros: evidencia alrededor del mundo. *Finanzas y Política Económica*, 83-103.
- Fernández, P., & Carabias, J. (2016). La Prima de Riesgo del Mercado: Histórica, Esperada, Exigida e Implícita (Market Risk Premium). *SSRN*, 1 -22.
- Franco, F. D. (2011). Portafolio de Inversión de los Bancos–Deuda Pública en TES, Yanquis–y el IGBC. *Económicas CUC*, 53–67.
- Hull, J. C. (2004). Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones . En J. C. Hull, *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones* (pág. 69). Santafé de Bogotá: Prentice Hall.
- Laverde, G. F. (2011). Contrastación de paradigmas de las finanzas. *Odeon*, 216 -217.
- Luis, A. J. (2008). Introducción al análisis de riesgo financiero. En A. J. Luis, *Introducción al análisis de riesgo financiero* (págs. 67 -90). Cali: Universidad Icesi Colección Discernir.
- Mascareñas, J. (15 de Febrero de 2012). *Universidad Complutense de Madrid*. Obtenido de <http://webs.ucm.es/info/jmas/mon/42.pdf>
- Melo, L. F., & Rincón, H. (2013). Banco de la Republica. *Ensayos sobre política económica*, 137 -190. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/investigacion/2013/melo-rincon-2>

- Parody Camargo, E. C. (2016). Modelo Log-Normal Para Predicción del Precio de las Acciones del Sector Bancario. *Dimensión Empresarial*, 137 -149. Obtenido de Parody Camargo, Edder, Charris Fontanilla, Arturo, & García Luna, Rafael. (2016). MODELO LOG-NORMAL PARA PREDICCIÓN DEL PRECIO DE LAS ACCIONES DEL SECTOR BANCARIO. *Dimensión Empresarial*, 14(1), 137-149. <https://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i1.412>
- Piketty, T. (2014). El Capital en el Siglo XXI. En T. Piketty, *El Capital en el Siglo XXI* (págs. 129-220). México: Fondo de Cultura Económica.
- Restrepo, J. (2016). Rentabilidades asociadas a las operaciones Split en acciones: efectos en empresas colombianas. *Tecnológico de Antioquia*, 1 -11.
- Titman, G. M. (2003). Mercados Financieros y Estrategia Empresarial. En G. M. Titman, *Mercados Financieros y Estrategia Empresarial* (pág. 191). Santafé de Bogotá: McGraw Hill.