

Múltiplos financieros bayesianos para valorar acciones de empresas que comercializan commodities. Caso: Ecopetrol en Colombia¹

Antonio José Boada², Rómulo Leonardo Mayorca Hernández³

Resumen

Introducción: En la actualidad, hay muchas fluctuaciones del entorno económico mundial y la demanda y la oferta de activos o productos actúan como una fuerza que determina los precios según los cuales estos se compran y se venden, pero en ocasiones, el precio reflejado de una acción no representa el precio de generación de valor en el tiempo. **Objetivo:** Valorar el desempeño y la evolución de los múltiplos financieros en el tiempo de la empresa Ecopetrol de Colombia, proyectando el precio de la acción en el mercado secundario a cinco años. **Materiales y métodos:** Se consideraron cinco fases: análisis de la información de la empresa de Ecopetrol suministrada por Bloomberg; generación de una estructura de ponderación de los múltiplos financieros mediante un primer modelo lineal dinámico bayesiano; proyección de las variables utilizadas en la valoración para los próximos cinco años; cálculo de los múltiplos financieros de los resultados teóricos y, finalmente, realización de simulaciones de Montecarlo en función de distribuciones probabilísticas establecidas para cada variable de entrada. **Resultados:** Con los valores obtenidos a través de la simulación y el precio de la acción en el mercado secundario, se calculó un indicador relativo de comparación (IRC), con la intención de establecer proyecciones mediante un segundo modelo lineal dinámico bayesiano, logrando un procedimiento novedoso de estimación a mediano plazo del valor de la

acción para la empresa Ecopetrol en cinco años futuros: del 2016 al 2020. **Conclusiones:** Mediante este procedimiento, fue posible comprobar y aplicar la valoración de empresas mediante múltiplos financieros, sin necesidad de utilizar empresas comparables ni competidoras en el mismo mercado.

Palabras clave: múltiplos financieros, modelo lineal dinámico bayesiano, valoración de acciones, valoración de empresas que comercializan commodities.

Multiple bayesian financial, to value shares of companies commerce commodities. Case: ecopetrol in colombia

Abstract

Introduction. Currently, there are many fluctuations in the global economic environment and the demand and supply of assets or products act as a force that determines the prices according to which they are bought and sold, but sometimes, the price reflected in an action does not it reflects the price of generating value over time. **Objective.** Assess the performance and evolution of the financial multiples in the time of the company Ecopetrol de Colombia, projecting the price of the stock in the secondary market to five years. **Material and methods.** Five phases were considered: analysis of the information provided by Bloomberg of the Ecopetrol company, generation

1 Artículo original derivado del proyecto de investigación Observatorio empresarial.

2 Magíster en Finanzas (Instituto de Estudios Superiores de Administración), Especialista en Estadística Computacional (Universidad Simón Bolívar), Licenciado en Educación -Mención Física y Matemática (Universidad Católica Andrés Bello). Institución de procedencia y dependencia: CEIPA Business School Escuela de Administración. Cargo: Profesor Asociado de Cátedra. Correo: antonio.boada@ceipa.edu.co. Código Orcid: 0000-0002-8882-7680

3 Magíster en Administración de Empresas (Universidad Simón Bolívar), Especialista en Mercadeo (Universidad Central de Venezuela), Especialista en Análisis de Datos para Ciencias Sociales (Universidad Central de Venezuela), Licenciado en Educación -Mención Física y Matemática (Universidad Católica Andrés Bello). Institución de procedencia y dependencia: Universidad Simón Bolívar. Sede Litoral. Cargo: Profesor Agregado de Estadística. Código Orcid: 0000-0001-6481-0350

of a structure of weighting of the financial multiples through a first Bayesian Dynamic Linear Model, projection of the variables used in the valuation for the next five years, calculation of the financial multiples of the theoretical results and finally perform Montecarlo simulations based on probabilistic distributions established for each input variable. **Results.** With the values obtained through the simulation and the price of the action in the secondary market, a Relative Comparison Indicator (CRI) was calculated, with the intention of establishing projections through a second Bayesian Dynamic Linear Model, achieving a novel procedure of medium-term estimate of the share value for the company Ecopetrol in five (5) future years: from 2016 to 2020. **Conclusions.** Through this procedure, it was possible to verify and apply the valuation of companies through financial multiples, without the need to use comparable companies or competitors in the same market.

Key words: Multiple Financial, Bayesian Dynamic Linear Model, Stock Valuation, Valuation of companies that market Commodities.

Multiplicadores financieros bayesianos para evaluar acciones de empresas que comercializan commodities. Caso: Ecopetrol na Colômbia

Resumo

Introdução: Atualmente, existem muitas flutuações do entorno econômico mundial, a demanda e a oferta de ativos ou produtos que agem como uma força que determina os preços segundo os quais estes, compram-se e

vendem-se, mas às vezes, o preço refletido de uma ação não representa o preço da geração do valor no tempo. **Objetivo:** Avaliar o desempenho e a evolução dos multiplicadores financeiros no tempo da empresa Ecopetrol na Colômbia, projetando o preço da ação no mercado secundário para cinco (5) anos. **Materiais e métodos:** Consideram-se cinco fases: análise da informação da empresa de Ecopetrol fornecida pelo Bloomberg; geração de uma estrutura de ponderação dos multiplicadores financeiros mediante um primeiro modelo linear dinâmico bayesiano; projeção das variáveis utilizadas na valoração para os próximos cinco anos; cálculo dos multiplicadores financeiros dos resultados teóricos e, finalmente, a realização de simulações de Montecarlo em função de distribuições probabilísticas estabelecidas para cada variável de entrada. **Resultados:** Com os valores obtidos através da simulação e o preço da ação no mercado secundário, calculou-se um indicador de comparação relativo (ICR), com a intenção de estabelecer projeções mediante um segundo modelo linear dinâmico bayesiano, conseguindo um procedimento inovador da estimativa de médio prazo do valor da ação para empresa Ecopetrol nos futuros cinco (5) anos: de 2016 à 2020. **Conclusões:** Através deste procedimento, foi possível comprovar e aplicar a valoração de empresas mediante multiplicadores financeiros, sem necessidade de utilizar empresas concorrentes comparáveis no mesmo mercado.

Palavras-chave: multiplicadores financeiros, modelo linear dinâmico bayesiano, avaliação de ações, avaliação de empresas que comercializam commodities.

Introducción

Cualquier empresa u organización hoy puede llegar a encontrarse inserta dentro de un escenario de cambios vertiginosos, en función de las fluctuaciones del entorno económico mundial. En este contexto, los mercados de las bolsas de valores fluctúan y generan impactos según diversas variables tanto micro como macroeconómicas. La demanda y la oferta de productos o activos actúan como una fuerza que determina los precios según los cuales estos se compran y se venden, sin embargo, en ocasiones el precio reflejado de una acción no representa el precio de generación de valor en el tiempo

-evaluado de una manera financieramente objetiva- sino que refleja un temor de inestabilidad en el inversionista, producido por escenarios fluctuantes no contemplados en el tiempo. Para el caso de las empresas cuyo principal negocio se realice con la comercialización de un commodity, el precio de su acción en el mercado secundario será potenciado o inhibido en función de las proyecciones futuras de esta materia prima.

Empresas como Ecopetrol sufrieron un importante impacto de valoración, debido a la caída de los precios de petróleo, lo que afectó no solo sus ingresos y beneficios en el corto plazo, sino además su patrimonio (reservas probadas y

certificadas). En este sentido, los precios de las acciones en el mercado secundario son impactados directamente por esta incertidumbre de inestabilidad en el commodity, generando una amplia caída en el precio de la acción en el corto plazo (Herrera y Warner, 2002).

Estos escenarios poco estables, que pueden afectar a cualquier organización, han dado pie a la aparición de un nuevo arquetipo en la gerencia empresarial, y un aspecto a considerar dentro de este nuevo modelo lo constituye el proceso de valoración de una empresa. Al respecto, Amaya (2010) señala que este proceso debe ser confiable para estimar un rango de valores dentro del cual pueda existir la mayor oportunidad de que se encuentre el valor de una organización en operatividad. Según Berk y de Marzo (2008), ninguna técnica por sí sola proporciona el valor verdadero de una empresa y de la acción, todos los enfoques requieren de suposiciones y pronósticos en función de la incertidumbre. En este mismo orden y dirección, Amaya (2010) establece el valor como el grado de utilidad que este proporciona a sus usuarios o propietarios y resalta la dificultad de establecer una valoración perfecta de una empresa, ya que se requiere de experiencia, conocimientos técnicos, además de considerar que son muchos los factores (políticos, sociales, económicos, etc.) que se encuentran sometidos a cambios. Por su parte, Rincón y Cely (2013) comentan que los modelos tradicionales de valoración de empresas como el flujo de caja proyectado o los múltiplos financieros comparables con empresas del mismo sector, no son los más adecuados, ya que se basan en supuestos en los que se admite una alta certeza en sus proyecciones y son poco flexibles ante las posibilidades de ajuste por parte del inversor.

Para los efectos del presente estudio se utilizó la técnica de los múltiplos financieros, derivados de los estados financieros contables de las empresas que cotizan en la bolsa de valores de Colombia (BVC). Esta metodología de múltiplos, según Accid (2009), García y García (2006) y Quemada (2015), se considera útil para establecer rangos de valor, así como también puede ser complementaria al descuento del flujo de caja libre. Esto se fundamenta en que, en ocasiones, se presentan ciertas incongruencias ya que el valor de los activos o de las acciones dependen del futuro, mientras que el denominador se encuentra “anclado” en el presente o, a lo sumo, en la mejor estimación del año en curso (Accid, 2009).

Usualmente, una gerencia usa los múltiplos

principalmente para apreciar la gestión y conocer si hubo una relación apropiada entre el crecimiento de la empresa (progreso) y el equilibrio financiero (seguridad). De acuerdo con Bandenes y Santos (1999), entre las relaciones más comunes expuestas con los precios de las acciones para las empresas en el mercado secundario se tienen: a) múltiplo de precio (valor de mercado) a ganancias (beneficio) por acción, b) múltiplo de precio (valor de mercado) a ingresos por acción, c) múltiplo de precio (valor de mercado) a valor de libros por acción y d) múltiplo de precio (valor de mercado) según el EBITDA por acción.

Por medio de esta técnica fue posible cuantificar los indicadores de Ecopetrol, realizando, además, un proceso de simulación y proyección de múltiplos financieros futuros, mediante un modelo lineal dinámico bayesiano (MLDB) usado por Boada y Gallego (2016) y Boada (2016). Todo lo anterior está en sintonía con el objetivo del trabajo, el cual consistió en aplicar un conjunto de técnicas esquemáticamente desarrolladas para valorar el desempeño y evolución de los múltiplos financieros en el tiempo de la empresa Ecopetrol de Colombia, proyectando el precio de la acción en el mercado secundario al mediano plazo (cinco años) bajo los supuestos establecidos del comportamiento de la empresa y eventual precio del commodity.

Materiales y métodos

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2003) y Lind, Marchal, Wathen, (2005), usa recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y, además, el tipo de estudio fue descriptivo-correlacional, porque se buscó hacer una valoración de las acciones de la empresa Ecopetrol en función al desempeño del commodity, según las estimaciones internacionales del precio del petróleo en mediano plazo.

Para la fundamentación metodológica estadística, de acuerdo con Pericchi (2002) y West y Harrison (1989), la estadística bayesiana provee un marco teórico ideal para el modelaje de datos, ya que permite tratar los problemas de actualización de una manera más robusta que la estadística clásica. Esto se debe a que en la estadística bayesiana se cuenta con una claridad axiomática y una flexibilización de cada problema en forma simultánea, lo que permite así desarrollar

inferencias lo más coherentemente posible. En este sentido, a través del modelo lineal dinámico bayesiano (MLDB), es posible determinar, con reducido nivel de historia, el efecto producido por estas causas que originalmente no son contempladas por la simulación de los múltiplos financieros; esto valorado a nivel de impacto potenciador o inhibidor del indicador a estudiar o analizar. En el mismo orden de ideas, el MLDB se aplica sobre un modelo de suavización exponencial de cualquier indicador relativo (múltiplo financiero o indicador relativo), calculado bajo una tasa α y alineada al porcentaje de filtro bayesiano (At).

La expresión matemática de suavización exponencial aplicada como estimador a cualquier indicador relativo (IR) en tiempo "t" es la siguiente.

$$\widehat{IR}_t = \widehat{IR}_{t-1} + [\alpha (IR_{t-1} - \widehat{IR}_{t-1})]$$

Bajo esta concepción, se procedió a generar una estructura estadística-financiera que permitiera establecer un procedimiento de valoración continua de instrumentos financieros; la esquematización mediante fases, explica la sinergia realizada entre técnicas tradicionales financieras de valoración, en conjunto con modelos estadísticos y simulaciones probabilísticas que permiten crear estructuras de estimación consistente y valoración de escenarios futuros. Las fases consideradas se exponen a continuación.

Primera fase: se tomó información de los estados financieros y la cotización de las acciones en el mercado secundario de la BVC (Bolsa de Valores de Colombia), para la empresa Ecopetrol en Colombia. Dentro de la información financiera proporcionada por Bloomberg, se consideró especial énfasis en las variables financieras de patrimonio neto, beneficio o ganancia neta, ventas o ingreso, acciones en circulación, EBITDA y precio de la acción en el mercado secundario; información histórica para los años 2008 hasta 2015. Así mismo, se consideró el precio del petróleo WTI para el cierre de cada año, en consonancia con el cierre fiscal de Ecopetrol. Con la información suministrada por Bloomberg, se procedió a realizar el análisis y a calcular los múltiplos financieros para la información histórica registrada, desde el año 2008 hasta el 2015 respectivamente. Considerando esta información, se procedió a realizar un análisis comparativo de la evolución financiera de Ecopetrol en los últimos años, tanto a nivel absoluto proporcionado por

Bloomberg, como dividiendo entre el precio del commodity (petróleo).

Segunda fase: se generó una estructura de ponderación de los múltiplos financieros de esta empresa, desarrollando un MLDB para los cuatro múltiplos financieros utilizados: participación de acciones según el beneficio ($Pr/(B/A)$), según el patrimonio ($Pr/(P/A)$), según el ingreso ($Pr/(I/A)$) y según el EBITDA ($Pr/(EB/A)$). Estos cuatro múltiplos financieros fueron analizados para la empresa Ecopetrol, desde el año 2008 hasta el 2015.

Tercera fase: se calculó la proyección a mediano plazo (cinco años) de las variables financieras de la empresa Ecopetrol en función al precio del commodity, desde 2016 al 2020.

Cuarta fase: se estableció la distribución probabilística para cada variable financiera de la empresa Ecopetrol (beneficio, patrimonio, ingresos y precio de la acción en el mercado secundario), así como también para el precio futuro del commodity.

Quinta fase: se realizaron corridas de diez mil (10 000) simulaciones de Montecarlo para cada uno de estos múltiplos financieros mediante la herramienta Risk Simulator®, estableciendo un valor teórico de cierre anual.

Sexta fase: se calculó el indicador relativo de comparación IRC entre el valor teórico de los múltiplos financieros obtenidos a través de la simulación, y el precio de la acción en el mercado secundario. De esta manera, se estableció una proyección de tendencia mediante un segundo MLDB.

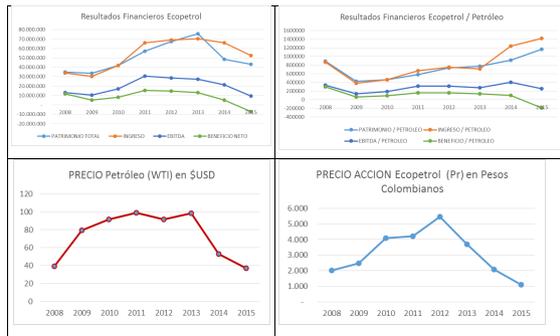
Séptima fase: Se establecieron proyecciones para el precio de Ecopetrol en el mercado secundario, desde 2016 al 2020, valoradas según las proyecciones de las variables de entrada: beneficio, patrimonio, ingresos y precio de la acción, simulación del valor teórico del múltiplo financiero mediante Risk Simulator® y, finalmente, el indicador relativo de comparación establecido según el MLDB.

Resultados

Primera fase. Analizando el desempeño de las variables del sector eléctrico para la empresa Ecopetrol, se puede observar en la gráfica 1, cómo para los años 2008 hasta 2015, el patrimonio, el ingreso, el EBITDA y el beneficio presentaron un comportamiento en consonancia con el

comportamiento del precio del commodity (petróleo). Esta situación motivó a valorar estadísticamente el comportamiento de los valores financieros de Ecopetrol en función del precio del petróleo, encontrándose un comportamiento linealmente más estable y factible a la estimación futura de escenarios mediante modelos estadísticos predictivos.

Gráfica 1. Información de la empresa Ecopetrol y su commodity (petróleo)



Segunda fase. Se consideró la aplicación de los múltiplos dependientes del beneficio, patrimonio, los ingresos y el EBITDA desde el año 2008 hasta el año 2015; esto con la finalidad de mantener una estructura comparativa según el número de acciones emitidas y el precio del mercado secundario de la BVC. Estos múltiplos financieros fueron calculados en su forma directa según los estados financieros publicados en Bloomberg y se calcularon los resultados de los múltiplos históricos para Ecopetrol. Los múltiplos financieros provenientes o derivados del beneficio y del EBITDA, presentaron una amplia volatilidad con dificultad de predicción, pero con amplia información para simulación. Con base en estos múltiplos secundarios y en el precio de la acción de Ecopetrol (Pr), se realizó un primer MLDB para los cuatro múltiplos secundarios según el precio de la acción en el mercado secundario (Pr): $[Pr / (B/A)]$, $[Pr / (I/A)]$, $[Pr / (P/A)]$ y $[Pr / (EB/A)]$, obteniendo estimaciones de comportamiento futuro para los próximos cinco años, valores que se utilizaron para el proceso de simulación futura. Los resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de los diferentes modelos lineales dinámicos bayesianos desarrollado para los 4 múltiplos secundarios: $[Pr/(B/A)]$, $[Pr/(I/A)]$, $[Pr/(P/A)]$ y $[Pr/(EB/A)]$

AÑO	Pr / (B/A)	Pr / (I/A)	Pr / (P/A)	Pr / (EB/A)
2008	6,9776	2,3940	2,3276	6,1669
2009	19,5973	3,3079	3,0012	9,5212
2010	20,3692	3,9539	3,9685	9,7017
2011	11,2156	2,6272	3,0436	5,6414
2012	15,1903	3,2606	3,3336	7,8338
2013	11,6074	2,1601	2,0099	5,5618
2014	16,9469	2,2964	2,8650	3,9777
2015	-6,3442	0,8719	2,4537	4,8109
2016	12,0830	1,9348	2,1596	5,5144
2017	11,7830	1,8397	2,0879	5,3806
2018	11,4828	1,7446	2,0162	5,2467
2019	11,1825	1,6495	1,9444	5,1129
2020	10,8822	1,5544	1,8726	4,9789

Tercera fase. Para esta fase se procedió a trabajar con los valores del patrimonio, ingreso, beneficio y EBITDA, divididos entre los precios del petróleo WTI, ya que se logra un comportamiento linealmente más estable, igual para modelar y realizar proyecciones. Posteriormente, estas proyecciones se multiplicaron por las proyecciones del petróleo WTI, según analistas internacionales consultados en el portal Preciopetroleo.net (2016), bajo una concepción optimista y una pesimista y finalmente se promediaron los precios de la acción de Ecopetrol derivado de dichas simulaciones. Los modelos considerados fueron de regresión y procesos estocásticos (caminata aleatoria). Luego de aplicar estas técnicas, las estimaciones de estas variables para los años 2016 a 2020 se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Predicciones de variables de entrada en función del precio del commodity (petróleo) para la empresa Ecopetrol

BENEFICIO					
EMPRESA	AÑO	PATrimonio / Petróleo	Ingreso / Petróleo	EBITDA / Petróleo	Precio Acción
Ecopetrol	2016	59691,69	1.193.898,74	1.474.845,30	2182,02
Ecopetrol	2017	58764,30	1.312.614,59	1.642.591,07	3318,11
Ecopetrol	2018	80003,90	1.431.330,45	1.810.336,83	3153,06
Ecopetrol	2019	106504,33	1.550.046,30	1.978.082,60	3732,43
Ecopetrol	2020	154717,36	1.668.762,16	2.145.828,36	4701,70

Estas proyecciones directas expresan, únicamente, una opción probabilística según el comportamiento histórico de los balances generales y estados de ganancias y pérdidas para cada empresa del sector eléctrico colombiano, auditados y publicados por Bloomberg, sin embargo, para hacer una estimación del precio de la acción, no es suficiente realizar un proceso estocástico directo.

Cuarta fase. Es necesario definir las distribuciones probabilísticas para cada una de las variables a simular por parte de Ecopetrol (patrimonio, beneficio neto, ingreso, EBITDA), y en referencia al precio del petróleo y al precio de la

acción en el mercado secundario. Entre las múltiples distribuciones probabilísticas reflejadas por la aplicación de Risk Simulator®, esta investigación se centró en tres de ellas: la distribución probabilística uniforme que, de acuerdo con Lind, Marchal y Wathen (2005), para esta distribución todos los valores que se ubican entre los mínimos y máximos suceden con la misma probabilidad. Para este estudio, se utilizó esta distribución de probabilidad para el beneficio neto y para el precio de cotización por acción. La distribución probabilística logarítmica normal, la cual es utilizada generalmente en situaciones donde los valores son positivamente asimétricos (Sandoval, 2005), esta distribución fue utilizada para alimentar las simulaciones del patrimonio, el ingreso, EBITDA, y los múltiplos financieros secundarios modelados a través del MLDB especificado en la segunda fase; todos términos financieros que presentan variabilidad controlada y no pueden ser negativos. La distribución probabilística triangular, que de acuerdo con Herrerías y Herrerías (2009), describe una situación donde se conoce los valores mínimos, máximos y los que con mayor probabilidad pueden suceder se plantea útil para simular el precio del commodity (petróleo).

Quinta fase. Mediante el simulador de Montecarlo de Risk Simulator®, se realizó un total de 10 000 simulaciones de escenarios en función de los criterios probabilísticos de fluctuación para cada variable original determinada en la fase anterior. De esta manera se identificó la diferencia entre el valor teórico proporcionado por los múltiplos financieros y el valor real obtenido por el mercado secundario de la bolsa de valores. García (2003) afirma que este método es “una técnica cuantitativa que hace uso de la estadística y de los ordenadores para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales no dinámicos”. Se aplicó la simulación de Montecarlo, fundamentada en los supuestos probabilísticos anteriormente descritos para las variables empresariales, de múltiplos financieros y commodity.

Sexta fase. Una vez obtenido el nuevo valor teórico de una empresa con base en la simulación determinada en la fase anterior, se procedió a establecer un indicador relativo comparativo con el precio real de la acción en el mercado secundario (Pr). De esta manera, fue posible valorar el comportamiento de este indicador, generando un segundo MLDB que permitió establecer una proyección de tendencia para el valor de este indicador de ajuste comparativo en el tiempo. Este indicador relativo comparativo IRC, fue modelado

y proyectado mediante un MLDB con la finalidad de utilizar, posteriormente, estos valores para realizar la estimación final del precio de la acción para Ecopetrol en la séptima fase. Mediante este segundo MLDB usado por Pericchi (2002), fue posible modelar el comportamiento del IRC para los años futuros de la empresa Ecopetrol, y así conocer el indicador de ajuste (potenciador o inhibidor) que se utilizó para las proyecciones obtenidas por las simulaciones de Montecarlo realizadas previamente en la quinta fase. En la tabla 3 se presentan los resultados.

Tabla 3. Valores del indicador relativo comparativo (IRC) a través del MLDB para la empresa de Ecopetrol

ECOPETROL											
AÑO	IRC Histórico ECOPETROL	SUAV EXP (IRC)	mt	ft	At	Error	et	Ct	Rt	Qt	IRC Bayesiano ECOPETROL
2008	0,82758	0,82758	0,00000	0,00000	14,3%	0,00000	0,00000	1,42857	2,00000	14,00000	0,82758
2009	1,10828	0,82758	0,04725	0,00000	16,8%	0,28070	0,28070	1,68317	2,42857	14,42857	0,82758
2010	1,17855	0,82758	0,09338	0,04725	18,3%	0,29968	0,25244	1,82738	2,68317	14,68317	0,82758
2011	0,89885	0,93602	0,06848	0,09338	19,1%	-0,03717	-0,13054	1,50686	2,82738	14,82738	1,02939
2012	1,04083	0,92877	0,07698	0,06848	19,5%	0,11206	0,04357	1,95002	2,90686	14,90686	0,99725
2013	0,81752	0,95088	0,03548	0,07698	19,7%	-0,13336	-0,21034	1,97325	2,95002	14,95002	1,02786
2014	0,63325	0,92440	-0,02938	0,03548	19,9%	-0,29115	-0,32663	1,98571	2,97325	14,97325	0,95988
2015	0,50791	0,86659	-0,09495	-0,02938	19,9%	-0,35848	-0,32910	1,99237	2,98571	14,98571	0,83701
2016		0,86053	-0,09495	-0,09495	20,0%	0,00000	-0,32910	1,99593	2,99237	14,99237	0,76557
2017		0,84156	-0,09495	-0,09495	20,0%	0,00000	-0,32910	1,99783	2,99593	14,99593	0,74660
2018		0,82258	-0,09495	-0,09495	20,0%	0,00000	-0,32910	1,99884	2,99783	14,99783	0,72763
2019		0,80359	-0,09495	-0,09495	20,0%	0,00000	-0,32910	1,99938	2,99884	14,99884	0,70864
2020		0,78461	-0,09495	-0,09495	20,0%	0,00000	-0,32910	1,99967	2,99938	14,99938	0,68965

Séptima fase. Realizados todos los pasos de valoración, se procedió a realizar un análisis detallado del valor de la acción de Ecopetrol, ajustado según el IRC determinado por el MLDB utilizado. Los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Precio proyectado de la acción de Ecopetrol del capital humano

Empresa	Año	Nuevo valor teórico (NVT) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo (con información histórica)	Nuevo valor teórico con información proyectada (NVTIP) según múltiplos financieros y simulación de Montecarlo	Indicador relativo comparativo (Pr / NVT)	Modelo Lineal Dinámico Bayesiano para proyectar el indicador relativo comparativo IRC	Precio de la acción proyectado (PAP)
Ecopetrol	2008	2.422,74		0,82758	0,82758	0
Ecopetrol	2009	2.242,22		1,10828	0,82758	0
Ecopetrol	2010	3.478,84		1,17855	0,92612	0
Ecopetrol	2011	4.689,33		0,89885	1,02939	0
Ecopetrol	2012	5.245,84		1,04083	0,98725	0
Ecopetrol	2013	4.525,86		0,81752	1,02786	0
Ecopetrol	2014	3.284,67		0,63325	0,95988	0
Ecopetrol	2015	2.185,42		0,50791	0,83701	0
Ecopetrol	2016		1.420,43		0,76557	1087,45
Ecopetrol	2017		2.322,65		0,74660	1734,10
Ecopetrol	2018		2.916,80		0,72763	2122,34
Ecopetrol	2019		3.367,50		0,70864	2386,35
Ecopetrol	2020		3.692,69		0,68965	2546,68

Bajo esta estructura, en la tabla 4 se visualiza la estimación para el precio de la acción en la empresa del sector petrolero colombiano (Ecopetrol) a mediano plazo (cinco años en el futuro), mediante las técnicas de múltiplos financieros, simuladas a través de distribuciones probabilísticas mediante la técnica de Montecarlo

y la aplicación Risk Simulator®, generando así el nuevo valor teórico con información proyectada (NVTIP) y, análogamente, con el uso de modelos lineales dinámicos bayesianos, se genera una opción adicional de estimación para el precio de la acción denominado precio de la acción proyectado (PAP).

En este sentido, es importante destacar que, para este aspecto particular de valoración de la empresa Ecopetrol, el MLDB generó un componente inhibitor del IRC originado según el comportamiento histórico de los últimos años, sin embargo, esta postura inhibitora puede reducirse, e incluso revertirse, según el desempeño futuro del precio del commodity, por lo que siempre se recomienda que al momento de ofrecer estimaciones bajo esta estructura, se utilicen simultáneamente, como límites del intervalo propuesto, el precio de la acción proyectado (PAP) y el nuevo valor teórico con información proyectada (NVTIP).

Discusión

Analizando estadísticamente información financiera extraída de los estados financieros auditados y publicados por Bloomberg para la empresa de Ecopetrol, fue posible determinar su lógica dependencia con el precio del commodity (Petróleo), afectando la totalidad de variables inherentes al desempeño financiero de la empresa, como es el caso del patrimonio, beneficio neto, EBITDA e ingreso; así mismo, el precio de la acción se desploma en el mercado secundario (BVC), mientras la relación de pasivos se incrementa debido a la caída de los activos financieros de la compañía. Con esto, se quiere establecer la total dependencia que poseen las empresas comercializadoras del commodity sobre el precio del mismo (petróleo en este caso), lo que motiva a realizar este estudio de valoración, efectuando simulaciones de la empresa según los pronósticos futuros del commodity (optimista y pesimista), determinados según entes internacionales. Es por ello, que, mediante la Ley del Precio Único, el reto de esta investigación se fundamentó en determinar el valor del mercado para la empresa de Ecopetrol en el mediano plazo (cinco años), con base a la misma información empresarial y su evidente dependencia con el commodity que comercializa.

Realizando un análisis de los múltiplos financieros, fue posible denotar un comportamiento, que pudo ser posteriormente modelado, simulado y proyectado a través de un MLDB para los múltiplos financieros: participación de acciones según el

beneficio ($Pr(B/A)$), según el patrimonio ($Pr(P/A)$), según el ingreso ($Pr(I/A)$) y según el EBITDA ($Pr(EB/A)$). Así mismo, analizando la dependencia de los valores financieros de Ecopetrol según la fluctuación de los precios del petróleo, se procedió a realizar modelos predictivos de proyección, pero en función a los indicadores financieros de Ecopetrol dividido entre el precio del commodity, los cuales presentaron un comportamiento más estable y estimable en el tiempo; estas proyecciones se realizaron desde el año 2016 hasta el año 2020 utilizando técnicas como modelos de regresión, y procesos estocásticos (caminata aleatoria) debido a la amplia fluctuación y variabilidad. La estimación de los precios del commodity se realizó mediante técnica documental, según las organizaciones prestigiosas a nivel mundial que se dedican a la proyección de los mismos a nivel mundial.

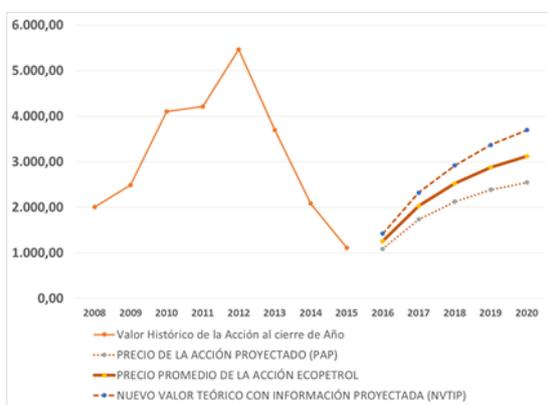
Luego, una vez establecidas todas las estimaciones, se procedió a establecer las distribuciones probabilísticas para cada variable, que serían posteriormente utilizadas en las simulaciones de Montecarlo a través de la herramienta Risk Simulator®. Es importante destacar que se decidió establecer siempre dos perspectivas de estimaciones: una optimista y una pesimista, según las proyecciones del commodity a nivel mundial; luego, finalmente se promediaba el valor teórico de la acción para utilizar un solo valor referencial.

Finalmente, con el nuevo valor teórico con información proyectada (NVTIP), generado con la simulación de Montecarlo a través del Risk Simulator®, y mediante la distribuciones probabilísticas de log normal para patrimonio, EBITDA e ingresos (contemplando un comportamiento del retorno de una inversión según el interés compuesto para el ámbito financiero), la distribución uniforme para el beneficio y el precio de la acción (contemplando los máximos niveles de variabilidad, sin ningún tipo de estimación ni patrón predeterminado), y la distribución triangular para el precio del commodity -petróleo (en función a la proyección de entes especializados); se procedió a realizar un listado de resultados desde el año 2008 hasta el 2020, para compararlo con el precio real de la acción, y así poder determinar el indicador relativo de comparación IRC, el cual fue modelado bayesianamente y posteriormente este factor fue utilizado para establecer el precio de la acción proyectado (PAP) de Ecopetrol en el futuro.

Conclusiones

Mediante este artículo, se expuso al lector una interesante técnica de valoración de empresas que comercializan commodities, mediante la predicción del valor de la acción a través del uso de múltiplos financieros. Es importante destacar como aspecto novedoso de la investigación, que mediante todo este procedimiento no resulta necesario considerar a empresas similares pertenecientes al mismo sector, ya que la estimación del múltiplo se realizará con base en el comportamiento histórico de la misma empresa y de la materia prima como tal. En este sentido, se recomienda que se establezca un intervalo de estimación, que esté conformado por el NVTIP y el PAP, ya que el MLDB utilizado en el indicador relativo comparativo (IRC) puede pasar de inhibidor a potenciador según el desempeño futuro del commodity (este intervalo puede inclusive ser más preciso en función de las distribuciones probabilísticas a utilizar durante la simulación), ver gráfica 2.

Gráfica 2. Precio proyectado de la acción de Ecopetrol utilizando NVTIP y PAP



Para muchos financieros, la cantidad de supuestos puede ser amplia, lo interesante de esta investigación radica en que cada fase, ha sido realizada y estructurada con base en la información histórica de los estados financieros y balances generales de la misma empresa de Ecopetrol (petróleo), extraído directamente desde Bloomberg, sin descuidar los análisis fundamentales en función a los pasivos y su relación directa con el precio del commodity; todo ello, con la finalidad de documentar un procedimiento de predicción que pueda ser extensible a otras empresas de procesamiento y comercialización de commodities, siempre y

cuando puedan ser financieramente comparables mediante múltiplos y técnicas estadísticas y de simulación novedosas.

Finalizamos, indicando y comprobando que es posible el uso de modelos mixtos de proyección, en donde la estadística clásica, simulaciones y estadística bayesiana conforman en conjunto un bloque sólido de predicción, que puede complementarse con un sólido análisis cualitativo para proyecciones empresariales de calidad en el mediano plazo.

Referencias

- Associació Catalana de Comptabilitat i Direcció. Accid. (2009). Valoración de empresas: bases conceptuales y aplicaciones prácticas. Barcelona: Profit y Bresca.
- Amaya, N. (2010). Valoración de empresas. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/valoracion-de-empresas/>
- Bandenes, C. y Santos, J. (1999). Introducción a la valoración de empresas por el método de los múltiplos de compañías comparables: nota técnica de la División de Investigación del IESE. Universidad de Navarra. Recuperado de: <http://webprofesores.iese.edu/pabloFernandez/docs/FN-0462.pdf>.
- Berk, J. y De Marzo, P. (2008). Finanzas corporativas. México: Pearson Educación.
- Boada, A. (2016). La importancia de los supuestos y sus limitaciones en los métodos de valoración empresarial: flujos de caja descontado vs. múltiplos financieros comparables. En Memorias del II Congreso Arbitrado Internacional de Finanzas. Bucaramanga. Colombia. 2016
- Boada, A. y Gallego, N. (2016). Uso del Risk Simulator® como herramienta para valoración de múltiplos comparables. Caso empresas sector eléctrico Colombia. En Investigación Financiera FIMEF. Memorias del VI Congreso Arbitrado Internacional. México.
- García, O. (2003). Valoración de empresas, gerencia del valor y EVA. Cali: Prensa Moderna.
- García, Y. y García, J. (2006). Revisión bibliográfica de la evidencia empírica de los modelos multifactoriales de valoración de activos financieros. Cuadernos de Economía, XXV(44), 197-224.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera, C. y Warner, A. (2002). Precios de commodities y su impacto en índices accionarios. Seminario para optar al grado de Ingeniero Comercial. Facultad de Ciencias

Económicas y Administrativas. Universidad de Chile. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111911/herrera%20vsalvo.pdf?sequence=1>

Herrerías, R. y Herrerías, J. (2009). El modelo probabilístico rectangular-triangular: aplicación a la tasación de fincas rústicas. En: 17 Jornadas ASEPUMA – 5 Encuentro Internacional. Vol Actas_17 Issue 1:204

Lind, D.; Marchal, W. y Wathen, S. (2005). Estadística aplicada a los negocios y la economía. México: McGraw Hill Interamericana.

Pericchi, L. (2002). Análisis de decisión, inferencia y predicción estadística bayesiana. Caracas: Universidad Simón Bolívar.

Preciopetroleo.net. (2016). Precios del petróleo. Recuperado de <http://www.preciopetroleo.net/>.

Quemada, E. (2015). ¿Por qué necesito valorar mi empresa? Recuperado de: <http://www.finanzas.com/opinion/enrique-quemada/20150225/necesito-valorar-empresa-5459.html>

Rincón, M y Cely, J. (2013). Incorporar opciones reales para la valoración de compañías de exploración y producción de petróleo en Colombia. (Tesis de Maestría en Finanzas Corporativas). Colegio de Estudios Superiores de Administración. Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10726/515>.

Sandoval, J. (2005). Distribución lognormal. Recuperado de: https://archive.geogebra.org/en/.../ejemplo_de_la_distribucion_log_normal.html

West, M. & Harrison, J. (1989). Bayesian Forecasting and Dynamic Models. Springer-Verlag.