

**ESTIMACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL MEDIO PONDERADO PARA EL
SECTOR GANADERO APLICANDO SIMULACIÓN MONTECARLO: CASO
COLOMBIA**

**ESTIMATION OF THE WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL (WACC) FOR
THE CATTLE SECTOR APPLYING MONTE CARLO SIMULATION:
COLOMBIAN CASE**

José Isnardi Sastoque Rubio¹

Luis Hernando Restrepo Sierra²

Resumen

El presente artículo expone los resultados de la simulación de escenarios económicos aplicados al sector ganadero en una región de Colombia. El análisis parte de los componentes del Costo de Capital Medio Ponderado (WACC), la tesis de Modigliani y Miller, las teorías complementarias, los aportes del modelo de Sharpe y sus modificaciones, así como las aplicaciones de Markowitz y el uso del Método Montecarlo. La proyección (simulación) permitió evaluar de forma parcial la financiación, a través de los diferentes tipos de distribución para los costos de deuda, costos de recursos propios, tasa libre de riesgo y el riesgo país, para llegar a proponer un WACC óptimo para el sector sobre las múltiples variables que caracterizan la realidad de la actividad ganadera. Los resultados son una aproximación de financiación óptima entre recursos propios y deuda externa para una actividad productiva como lo es la ganadería.

Palabras clave: WACC, método Montecarlo, costo de deuda, costo de recursos propios.

¹ Contador Público, Especialista en Auditoría y Revisoría Fiscal, Magíster en Finanzas de la Universidad de Santander, Docente Auxiliar de la Universidad de los Llanos. Grupo de investigación FICOMEF de la Universidad de los Llanos. Villavicencio- Meta, Colombia. Correo electrónico: jisastoque@unillanos.edu.co

² Economista, Magíster en Finanzas de la Universidad de Santander, Docente Asistente de la Universidad Popular del Cesar. Grupo de investigación ECONFI de la Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica-Cesar, Colombia, Correo electrónico: luisrestrepo@unicesar.edu.co

Fecha de recepción: Septiembre de 2018 / Fecha de aceptación en forma revisada: Enero 2019

Abstract

This paper presents the results of the simulation of economic scenarios applied to the cattle sector in a Colombian region. The analysis of this study, starts from the components of the Weighted Average Capital Cost (WACC), the Modigliani and Miller thesis, the complementary theories, the contributions of the Sharpe model and its modifications, as well as the Markowitz applications and the use of the Monte Carlo Method. The projection (simulation) allowed to evaluate partially the financing, throughout the different types of distribution for debt costs, own costs, risk free rate and country risk, in order to propose an optimal WACC for the sector over the multiple variables that characterize the reality of livestock farming. The results are an approximation of optimal financing between own resources and external debt for a productive activity such as livestock.

Key Words: WACC, Monte Carlo method, debt cost, resource cost.

Introducción

La estructura de capital en cualquier actividad productiva es uno de los problemas que debe afrontar los entes económicos para financiar sus activos, teniendo en cuenta el costo de la procedencia de los recursos ya sea de fuente interna o externa.

Desde la década de los 30, autores clásicos como Graham, Dodd, y Cotte (1934), Modigliani y Miller (1958), entre otros, plantearon postulados que fueron la génesis de la teoría clásica de inversión, la cual se fue nutriendo de posteriores aportes y discusiones sobre la forma de combinación óptima para financiarse entre recursos propios y de terceros. El interés se centró en tratar de explicar la determinación de los componentes del costo medio ponderado de capital, definidos a continuación en la ecuación 1:

$$(Ecuación 1) \quad (WACC) = WD * KD (1 - T) + WE * KE$$

Dónde:

WD: Nivel de deuda financiera

KD: Costo de la deuda

WE: Nivel de capital aportado por los propietarios

T: Tasa de impuestos

Con la evolución de las finanzas empresariales, el interés de los individuos es la maximización de la rentabilidad y el valor de la empresa, con un mínimo costo. Este es el postulado principal de la teoría de Markowitz, que para efectos del desarrollo del presente artículo pretende determinar una estructura óptima de financiación, que se toma de manera invertida, con el objetivo de minimizar tasa y mínimo riesgo de variación.

La estimación del Costo de Deuda (KD) se halla de acuerdo a las tasas de intermediación y colocación establecidas por la interacción de la oferta y la demanda en el mercado de deuda representado por los intermediarios financieros presentes en la región; en cuanto a la determinación del Costo de los Recursos Propios (KE) se parte de la propuesta de Sharpe (1964), al definir la tasa libre de riesgo con los títulos TES-2024 y la obtención de una rentabilidad esperada del sector ganadero fundamentada en el indicador IPC_Res y en la definición de un Beta, junto con la prima de riesgo del mercado para el caso de Colombia por ser un país de economía emergente.

Finalmente, mediante la aplicación del software Risk Simulator y el sistema Montecarlo y de acuerdo a los resultados obtenidos se simulan diferentes escenarios con las variables que aplican al sector ganadero cuyos resultados permiten contrastar las cifras obtenidas a través de manera manual en otros escenarios y mostrando de cada serie la distribución de frecuencias del comportamiento de la tasa de cada entidad financiera de acuerdo al estadístico Kolmogorov – Smirnof del software Risk Simulator, cuyos gráficos de tendencia presentan comportamientos lineales en mayor o menor grado.

Fundamento Teórico

Contextualización teórica sobre la Estructura de Estimación del WACC

Los fundamentos de la definición de la estructura de capital se encuentran cimentados en la teoría clásica de inversión, que de acuerdo a la descripción de Graham et al. (1934), esta se encuentra en función del costo de capital y emiten su juicio en la incidencia de la estructura de financiación en el valor de mercado de las empresas estableciendo una “...triple relación entre política de inversión, política de financiamiento o estructura de capital y el valor de la

empresa” (p.44), por lo tanto las referencias teóricas disponibles explican en detalle los sistemas de financiación.

El interés por definir la estructura de capital desde sus inicios se concentró en la determinación de la información necesaria para efectos de aplicación de los métodos de valoración de empresa que se derivan de su estimación.

Respecto a lo anterior, coinciden los planteamientos de Graham et al. (1934) y los de Duran (1952) y Dougall y Gutman (1955) (citados por Rivera, 2002), los cuales definen que la empresa debe minimizar sus costos y maximizar el valor de la misma, obteniendo una estructura óptima de financiación, combinando los aportes de recursos propios y los obtenidos de fuentes de financiación externa.

Sus planteamientos fueron destacados y el análisis incluía el supuesto de mercado perfecto, el cual indica, que los mercados de capitales operan sin costos, el impuesto de renta a personas naturales es neutral, los mercados son competitivos y su acceso es idéntico para todos los participantes, las expectativas son homogéneas, la información no tiene costos, no existen costos de quiebras, es posible la venta del derecho a las deducciones o desgravaciones fiscales. Estos supuestos fueron ampliamente criticados por autores que se mencionan más adelante, por las contradicciones encontradas, al determinar un costo de capital financiero decreciente inicialmente y menor que el costo de recursos propios hasta un punto que minimiza el costo de financiación y maximiza el valor de la empresa a partir del cual genera una relación creciente hasta alcanzar el punto que aumenta el nivel de riesgo de la misma.

La teoría de la estructura de capital evoluciona a partir de los planteamientos de Modigliani y Miller cuando publicaron en 1958 el artículo *The Cost of Capital Corporation Finance and Theory of Investment* como respuesta a la mayor inquietud de la época por parte de los economistas relacionada con el costo de capital de las organizaciones, que consistió en:

¿Cuál es el costo de capital de una empresa en un mundo en el que los fondos se utilizan para adquirir activos cuyos rendimientos son inciertos; y en el que el capital se puede obtener por diferentes medios, que van desde los instrumentos de deuda pura que representan dinero con retorno fijos, en cuestiones de equidad pura, ¿dando a los titulares solo el derecho de una prorrata de participación en el negocio incierto? (Modigliani y Miller, 1958, p. 261).

De acuerdo con la proposición I de Modigliani y Miller (1958), citado por Mondragón (2011), comporta que la escogencia entre deuda y apalancamiento operativo o conservación de

los beneficios de la entidad no generan impactos sobre el valor de mercado de la firma, el análisis se enfoca en el flujo de caja de la empresa, descontado a una tasa que incluye el tipo de riesgo según la clase de activo, lo que plantea que según la actividad económica se afronta un nivel de riesgo determinado y los flujos descontados se toman como instrumento para la valoración de la empresa. Posteriormente Modigliani y Miller (1963) replantean sus postulados del primer trabajo vinculando a su análisis el efecto de los impuestos en la estructura de capital de la firma y en su valor de mercado, al indicar que los intereses disminuyen la base gravable y por consiguiente liberan recursos que incrementan el flujo de caja, cosa que no ocurre en la financiación con recursos propios.

De otro lado, la teoría del Trade Off busca un nivel de endeudamiento óptimo que sopesa los costos de deuda y los beneficios que otorga a través de las deducciones tributarias y el incremento de los riesgos de quiebra. De llegar al nivel óptimo se dice que las compañías maximizan su valor. Esta teoría consideró aspectos que no habían sido tenidos en cuenta en los planteamientos anteriores de Modigliani y Miller, como el límite a la deuda y su influencia en el riesgo para la toma de decisiones de inversión, así como para la determinación del valor de la empresa no solo con los activos reales sino incluyendo los flujos futuros descontados.

Otra teoría como la de Pecking Order considera la información asimétrica del mercado y la disponibilidad o restricciones de la información. De acuerdo con Harris y Raviv (1991), citado por Mondragón (2011), la estructura de capital tiene en cuenta dos enfoques: interacción de las decisiones de inversión y financiación como señal de información al mercado. La teoría de la jerarquía plantea que las empresas definen su estructura de financiación de acuerdo a un orden de preferencias que le garanticen no incurrir en problemas de agencia, a las cuales acuden de manera gradual de acuerdo a la disponibilidad de acceso, siendo el camino más apropiado en primer orden la financiación con recursos propios, en segundo orden la deuda y en último la emisión de acciones, teniendo en cuenta que los inversionistas exigen mayor rentabilidad por lo riesgoso de los títulos.

De acuerdo a Báez y Cruz (2011) al tener en cuenta los efectos del ahorro fiscal generados por la financiación con deuda, según esta proposición, una firma alcanzaría su máximo valor con una financiación representada totalmente por deuda, situación que no es posible en la realidad, "...las personas no se pueden endeudar en un 100%, ya que esta

situación daría señal negativa al mercado y generaría unos costos de quiebra” (Báez y Cruz 2011: 42).

Este segundo planteamiento también fue objeto de críticas por cuanto no contempló el impuesto personal que aplican a los accionistas en determinados países como Estados Unidos, donde se grava doblemente los recursos que entregan las empresas, y posteriormente Miller (1977), prosigue en su análisis y determina que la aplicación del impuesto personal reduce el ahorro fiscal generado por el financiamiento con deuda; dado un nivel de equilibrio de mercado considerando de manera conjunta los impuestos de renta de sociedades y personal, este postulado plantea que la empresa puede lograr un nivel de deuda que maximice el ahorro fiscal de ambos impuestos.

Relativo a la búsqueda de beneficios adicionales que aminoren el costo de financiación por ahorro fiscal, De Angelo y Masulis (1980) proponen otros sistemas de ahorros fiscales distintos a la deuda, tales como la depreciación contable, las reservas por agotamiento y los créditos tributarios a la inversión, para lo cual las utilidades de las empresas deben ser suficientes para compensar las deducciones fiscales en varios periodos

Otro aspecto de análisis propuesto es el costo de las dificultades financieras, al respecto Haugen y Senbet (1978) se sitúan en la corriente de los que afirman que estos son insignificantes y por otro lado se ubican Baxter (1967), Stiglitz (1969), Kraus y Lizenberger (1973), Kim (1978) y Altman (1984), quienes asumen que estos son bastantes significantes, por cuanto se reflejan en la empresa a través de costos directos e indirectos.

De acuerdo a lo anterior, los costos directos de dificultades financieras están representados por costos legales, administrativos, contables en los procedimientos formales de suspensión de pagos y quiebra, representan un valor insignificante cercano del 2% al 3% del valor de mercado de la empresa.

Los teóricos clásicos analizaron los costos indirectos de entrar en dificultades financieras, los cuales le significan a la firma perder oportunidades de financiación, de mejorar sus procesos, aumentar sus ventas, asumir costos adicionales, entre otros factores relacionados con la actividad del sector en que opera la entidad.

Los autores que comparten el principio de significancia de los costos de las dificultades de financiación, se alinean en la importancia de mantener la capacidad de financiación como factor de sostenibilidad en el desarrollo de la empresa, por lo cual al identificar el nivel de

deuda esta no debe aproximarse al límite reflejando una percepción de encontrarse en dificultades financieras, incidiendo de manera indirecta en el costo de esta.

Dentro de los costos de las dificultades financieras debe tenerse en cuenta que los autores determinan que el Costo de Deuda (KD) y de Capital Propio (KE) se ajustan de acuerdo con su tamaño, línea de producto o tipo de actividad económica en que la firma se desarrolla. En el caso de los productores ganaderos los costos de dificultades financieras no son relevantes en la reducción del valor de la empresa, porque la mayoría de ellos opera en calidad de persona natural, estas le afectan especialmente para las operaciones futuras, si no cuenta con un financiamiento apropiado y oportuno.

Al generarse estas diferentes posturas sobre la estructura de deuda la Teoría del Equilibrio de la Estructura de Capital (Trade Off), resume todos los modelos y teorías que exponen una estructura óptima entre deuda y capital que maximiza el valor de la empresa una vez equilibrados los costos y beneficios de la empresa.

Esta teoría revela la relación entre endeudamiento y los tipos de empresas, al respecto Wessels y Titman (1988) analizaron que "...los niveles de deuda presentan una correlación negativa con firmas de una sola línea de negocios" (p.17), implicando que su estructura óptima tendría una baja participación de deuda.

Las críticas realizadas a esta teoría se ubican en que no justifican por qué algunas empresas de un mismo sector con altos niveles de rentabilidad siguen financiándose con recursos propios y no utilizan su capacidad de endeudamiento por efectos de los sistemas impositivos que pueden anular los beneficios de ahorros fiscales vía endeudamiento, por lo cual el costo de financiación podría hacerse alto y las empresas tenderían a alejarse por largos periodos de su estructura óptima de capital.

Uno de los problemas que fue afrontando la teoría financiera fue la determinación del Costo del Patrimonio (K_e) como uno de los pilares fundamentales que integran el WACC, para lo cual surgió el modelo CAPM como respuesta a dicha necesidad, siendo aplicado en numerosas investigaciones del área financiera. A pesar de las críticas que desde diferentes estudios se han hecho al modelo CAPM, Brounen et al (2004), citado por Zúñiga y Soria (2009) informan que este modelo continúa siendo muy utilizado por las empresas europeas y norteamericanas para la tasa de descuento. Esta investigación recoge los planteamientos del

modelo clásico para la determinación del WACC como punto de partida para la discusión teniendo en cuenta que no han sido aplicados al sector ganadero de países en desarrollo

¿Qué análisis se plantean de los Costos de deuda?

De acuerdo al análisis de la estructura del costo de deuda, parece estar muy ligada a las teorías de las tasas de interés consignadas en las teorías Keynesianas y Monetaristas, pues han generado esfuerzos para tratar de darle una mejor explicación al costo de la deuda, dentro de estos el que propuso Fruet (2004) que incluye el efecto que tiene el β de la deuda, planteado a la estimación del KD en la ecuación 2:

$$\text{(Ecuación 2)} \quad K_D = R_f + \beta_D \cdot (R_m - R_f)$$

Donde:

R_f : Tasa libre de riesgo

R_m : Retorno esperado del mercado

β_D : Beta de la deuda

Por lo anterior si se conocen los términos de la ecuación excepto la beta, este puede ser estimado bajo la siguiente expresión (ver ecuación 3):

$$\text{(Ecuación 3)} \quad \beta_D = \frac{K_D - R_f}{R_m - R_f}$$

A partir del costo de deuda (K_D), el nivel de deuda (D), el monto de recursos propios (E) y la tasa de impuesto de renta, se define el costo de apalancamiento financiera (K_{AF}) que integra la estructura parcial de cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), el cual se puede expresar mediante la siguiente fórmula de estimación (Ver ecuación 4).

$$\text{(Ecuación 4)} \quad K_{AF} = \frac{D}{D+E} * K_D * (1 - T)$$

La particularidad de la estimación de costo de apalancamiento financiero tiene implícito el riesgo sistémico al ser afectado por dos variables macroeconómicas tales como la tasa de

inflación, las tasas de captación e intermediación, aspecto que las hace volátil en periodos mínimos semanales, evento que merece un análisis de probabilidad sobre el comportamiento de las tasas de interés bajo el supuesto de negociación con tasa variable, aspecto no estudiado por otros autores.

Por otra parte es necesario resaltar que tradicionalmente el análisis de la financiación vía deuda asume una financiación, con única fuente, teniendo en cuenta que en el contexto real de las empresas, estas tienden a presentar una estructura diversificada tanto en el corto y largo plazo, aspecto que puede ser aprovechable para efectos de minimizar el costo de la deuda si se manejan tasas variables a través de la estructuración de portafolios, en este sentido se podría reestructurar la fórmula de estimación del costo del apalancamiento operativo bajo la siguiente expresión:

(Ecuación 5)

$$K_{AF} = \frac{D_1}{D_1+E} * K_{D_1} * (1 - T) + \frac{D_2}{D_2+E} * K_{D_2} * (1 - T) + \dots + \frac{D_i}{D_i+E} * K_{D_i} * (1 - T)$$

Re expresando:

$$(Ecuación 5.1) \quad K_{AF} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{D_i+E} * K_{D_i} * (1 - T)$$

De esta manera, las empresas pueden diversificar su financiación a través de diferentes entidades, bajo criterios de planeación certera a través del análisis del comportamiento de las tasas de intereses de las diferentes entidades.

Planteamientos sobre el costo de recursos propios (CAPM)

Con los aportes de Sharpe (1964) en la definición del Capital Asset Pricing Model (CAPM) se definió una base sólida para la estimación de la rentabilidad esperada por los accionistas o inversionistas, generando un modelo de serie temporal, a través de la siguiente expresión en la ecuación 6:

$$(Ecuación 6) \quad K_E = R_f + \beta_l * (R_m - R_f)$$

Teniendo en cuenta que R_f hace referencia a la tasa libre de riesgo, β_1 representa el beta apalancado el cual mide el riesgo incremental que aporta un activo de inversión frente al riesgo sistemático, $R_m - R_f$, representa la prima de riesgo esperada del mercado.

Díaz e Higuera (2012) sostienen que el modelo CAPM fue desarrollado por Sharpe y posteriormente Lintner (1965) y Black (1972) realizaron aportes, en el cual se demuestra que las tasas de retorno de equilibrio de todos los activos riesgosos están en función de su covarianza con la cartera de mercado.

En el contexto de las condiciones políticas, sociales y económicas, la aplicación del modelo CAPM tiene una variable adicional representada por la prima de riesgo país, dependiendo de si se encuentra o no en la categoría de los países emergentes, que de acuerdo al Banco mundial son todos aquellos cuyo PIB per cápita está por debajo de los US\$9.200 anuales (Rodas, s.f.).

De acuerdo a lo anterior se debe aplicar un rendimiento adicional (Riesgo País- R_p) que compense el riesgo del costo de oportunidad de dejar de invertir en una economía estable a una emergente, por lo cual el modelo de estimación del costo de recursos propios se estimaría bajo la siguiente expresión:

$$(Ecuación 7) \quad K_E = R_f + \beta_l * (R_m - R_f) + R_p$$

Teniendo en cuenta la naturaleza del CAPM y las variables relacionadas en su aplicación, genera una divergencia, como medio para la determinación de portafolios de inversión en el mercado de valores y como mecanismo de estimación de la tasa de costo del patrimonio, en especial al establecer la diferencia entre especulación e incertidumbre, la primera asociada a la decisión de inversión en el mercado de valores y la segunda a la decisión de inversión en sectores productivos específicos.

Ante la diferencia del concepto de especulación e incertidumbre, Gómez y García (2011) señalan que es inconveniente la utilización del CAPM en la estimación del costo del patrimonio, puesto que utilizarlos implica aceptar el supuesto de que el riesgo es igual a la incertidumbre y su incidencia en la tasa de ganancia es igual para la especulación y para el empresario.

Al analizar este postulado, debe preverse que dentro de la estimación se tiene en cuenta variables asociadas al título valor, por la dificultad de estimar el costo del patrimonio en actividades de sectores productivos específicos, el problema estaría en contar con un sistema de información estadístico que permita en forma directa obtener las variables que facilite la estimación de los parámetros que conforman la estructura de la ecuación del CAPM. Ante esto el analista debe tomar las herramientas disponibles, tales como las estimaciones de los betas por sectores, que han sido propuestas por algunos autores y la información de retornos esperados más próximo para el mercado, o algunos índices sectoriales.

De acuerdo a las dos variables (KD y KE) que integran el WACC, la decisión de la estructura de capital viene a ser un determinante en la decisión de inversión, por lo cual dada una serie de opciones disponibles en el mercado los inversionistas deben realizar una combinación de recursos de financiación que les permita minimizar su costo promedio ponderado de capital.

¿Cómo se puede emplear el método Montecarlo a la estimación del WACC?

En la búsqueda de una estructura de capital óptima de financiación, se demanda de un estudio de las variables interrelacionadas, las cuales pueden estar sujetas a diversos condicionamientos que requieren una forma de análisis que permita determinar los escenarios posibles a fin de identificar los más favorables.

La simulación Montecarlo según Fundación de Estudios Bursátiles y Financieros – FEBF-(2009) se trata de una técnica mediante la cual, la incertidumbre asociada a las variables proyectadas de un modelo de previsión es procesadas para poder estimar el impacto del riesgo en los resultados. Tiene su máxima aplicación en los descuentos de flujo de caja, si bien es posible emplearla en el enfoque de mercado.

Teniendo en cuenta que las condiciones que requiere el análisis del costo de capital del sector ganadero, en relación a las tasas de las diferentes fuentes de financiación, los plazos acorde al ciclo productivo, el costo del patrimonio esperado y la categorización de los productores, es necesario el empleo de una herramienta que permita asociar estos condicionantes, por lo cual el método Montecarlo resulta ser un complemento de análisis importante para la determinación de la estructura de financiación al tener en cuenta el análisis de probabilidad de las series de tiempo de las variables determinantes del WACC.

Caracterización del WACC en las empresas ganaderas de la región

En Colombia la estimación del costo de capital para el sector ganadero y en general para el sector agropecuario se dificulta por la disponibilidad de información para su cálculo, en particular por la ausencia de empresas que coticen en la Bolsa de Valores de Colombia, lo cual no permite realizar regresiones para la estimación de los betas, las estimaciones de referencia sobre betas aplicables están representados por las adelantadas por Caicedo (2005), quien estima un beta para todo el sector agropecuario asumiendo el mismo costo de capital para todas las actividades económicas que integran este macrosector.

De acuerdo a la información sectorial se evidencia que la estimación de la rentabilidad se reduce a los indicadores de rentabilidad operacional ROE y ROA generado a través de análisis financiero adelantados por las empresas ganaderas, en particular aquellas que reportan sus estados financieros anualmente a la Superintendencia de Sociedades, en relación al costo de la deuda tienden a centrarse en las tasas de interés referenciadas por las entidades financieras, en relación al monto de capital de cierre contable, es decir no se tiene en cuenta el pago progresivo y el riesgo implícito en variación, afectando la estimación de la ponderación de la deuda y los procesos de planeación.

De acuerdo a la experiencia de los investigadores, las variables proxis que facilitan la estimación del indicador están representadas por los índices de precios del novillo gordo frente al índice de precios de la res, los cuales fueron objeto de análisis para definir el beta. Para efectos del análisis de la tasa de deuda se tuvo en cuenta las tendencias de las entidades financieras más representativas de la región con las cuales se puede obtener financiación para el sector, estimando de manera objetiva la tasa de deuda.

Metodología

La estimación del costo promedio ponderado de capital (WACC) implica una serie de pasos secuenciales e iterativos, para tal fin el desarrollo metodológico se planteó en tres fases, partiendo del conocimiento del contexto sectorial de la ganadería y del uso de las variables disponibles. En la figura 1, se sintetiza el proceso metodológico desarrollado.

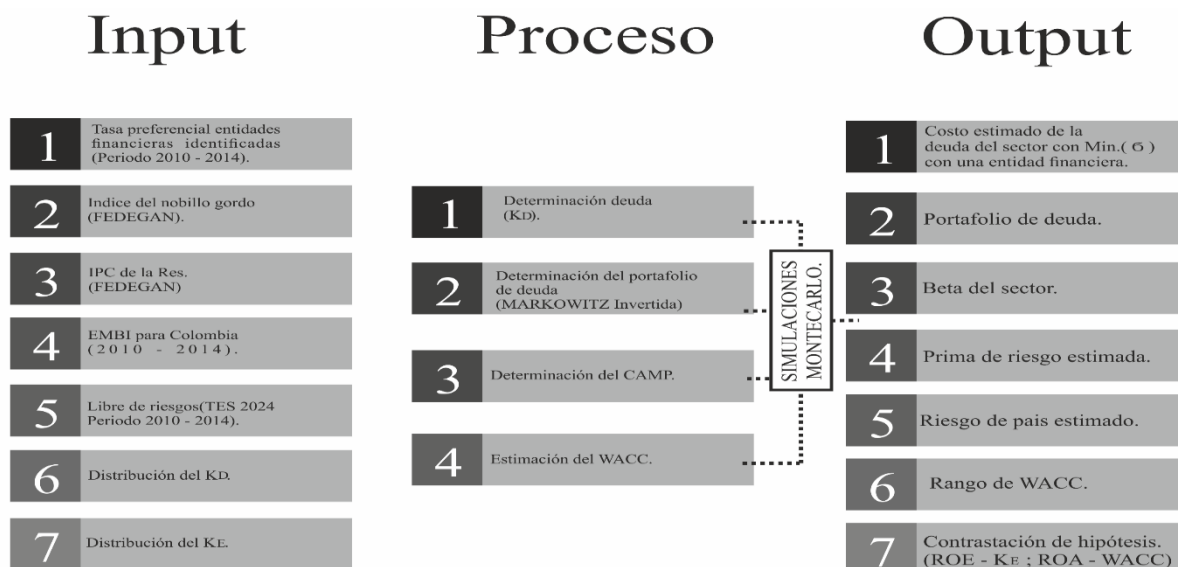


Figura 1. Proceso metodológico. Sastoque y Restrepo (2015)

Fase uno: Estimación del costo óptimo de deuda

La primera fase se centró en la estimación del Costo de los recursos de deuda a partir del análisis de las tasas preferenciales de dieciséis entidades financieras representadas por bancos comerciales, cooperativas y entidades de microcrédito presentes en la región de los Llanos Orientales Colombianos, donde se genera mayor dinámica productiva en el país; a partir de la información estadística disponible en la Superintendencia financiera de Colombia durante el periodo comprendido entre 2010 y 2014 con reportes de series semanales.

Esta información fue analizada a través de la metodología de análisis de distribución a fin de aplicar los procesos de simulación Montecarlo por medio del Software Risk Simulator. La definición de los tipos de distribución posibles, se realiza utilizando el análisis Estadístico Kolmogorov-Smirnov, el cual de acuerdo con Rodríguez (2007) indica que se usa para probar modelos de probabilidad con variables aleatorias continuas, el cual se aplicó para cada una de estas instituciones en las modalidades de créditos disponibles para la producción agropecuaria.

El estadístico de prueba es:

$$(Ecuación 8) \quad D_{n_1, n_2} = \max | F_{n1}(x) - F_{n2}(x) |$$

Donde:

F_{n1} : Función de distribución empírica de X

F_{n2} : Función de distribución empírica de Y

Una vez definido el tipo de distribución asociado, se incluyó el análisis de riesgo dominancia para determinar las entidades con bajas tasas y mínimo riesgo de variación para posteriormente aplicarle el análisis de Markowitz de forma invertida

La teoría clásica de Markowitz plantea maximizar el rendimiento con determinado riesgo, para los propósitos de esta investigación se busca definir un portafolio de recursos de deuda que minimice el costo de financiación y el riesgo de incremento de tasas para los ganaderos de la región.

Por lo anterior, el sistema de estimación sigue la siguiente composición matemática.

$$(Ecuación 9) \quad \text{Matriz. Var-Cov} = [\sigma_i][P_{ij}][\sigma_i]$$

σ_i : Desviación...de la entidad...i

P_{ij} : Correlación...de la entidad...i...con j

$$(Ecuación 10) \quad \text{Matriz. Var - Cov} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & p_{12}\sigma_1\sigma_2 & p_{1n}\sigma_1\sigma_n \\ p_{21}\sigma_2\sigma_1 & p_{2n}\sigma_2\sigma_n & \vdots \\ p_{n1}\sigma_n\sigma_1 & \sigma_n^2 \dots & \end{bmatrix}$$

σ_1^2 : Varianza...de la entidad...i

$$(Ecuación 11) \quad \text{Varianza} = [W_{1i}] * [\text{Var - Cov}] * [W_{1j}]$$

Donde:

W_i -ésima variable

W_j -ésima variable

La aplicación de este sistema tiene dos propósitos para el estudio, el de minimizar la desviación estándar como riesgo de variación de tasa y reducir la tasa de costo de la deuda.

Fase Dos: Determinación del costo de recursos propios

Las actividades de investigación desarrolladas en esta fase se centraron en la definición del costo de los recursos propios simulados a partir de los resultados arrojados por la estimación del CAPM con prima de riesgo incluida, a partir de dos indicadores sectoriales representados por el índice de precio de novillo gordo en función del Índice de precios de Res y tomando como tasa libre de riesgo los Títulos de Tesorería TES 2024, expedidos por el

Gobierno de Colombia con series de tiempos comprendidas entre el periodo 2010 a 2014. De acuerdo a lo anterior el retorno esperado del sector estaría definido mediante la siguiente expresión:

$$(Ecuación 12) \quad R_{M_t} = \frac{IPCRES_t}{IPCRES_{t-1}} - 1$$

R_{M_t} : Retorno esperado del sector (Representado por la variación del precio del novillo gordo)

$IPCRES_t$: Índice de precios de la res en el periodo t

$IPCRES_{t-1}$: Índice de precios de la res en el periodo t -1

A partir de los sistemas de regresión se estableció el beta para el sector, previamente definidos los sistemas de distribución identificados para cada variable que integra el CAPM para países emergentes, a partir del estadístico Kolmogorov-Smirnov, se realizó un proceso de 5000 simulaciones con las variables anualizadas, que permitió definir el rango en el cual se puede mover el costo de recursos propios y así establecer la primera hipótesis de análisis.

H_o : El costo de los recursos propios se encuentra en el rango de la rentabilidad del patrimonio de las empresas del sector que reportan información a la Superintendencia de Sociedades ($ROE_{min} \leq K_E \leq ROE_{max}$).

Donde:

ROE: Retorno sobre el capital

Ke: Costo de capital

H_A : El costo de los recursos propios no se encuentra en el rango de la rentabilidad del patrimonio de las empresas del sector que reportan información a la Superintendencia de Sociedades. ($ROE_{min} \geq K_E \geq ROE_{max}$).

Fase Tres: Determinación de la estructura del costo promedio ponderado de capital WACC.

En la definición de la estructura óptima de capital se realizó dos procesos de estimación así: Primero, se determina un WACC que es la tasa que pondera el costo de las fuentes de financiamiento de la empresa, la cual incluye el costo de la deuda externa y el costo de los recursos propios, para lo cual se plantea la siguiente ecuación:

AGLALA ISSN 2215-7360

2019; 10 (1): 157-179

(Ecuación 13)
$$WACC = K_D(1 - t)H + K_E(1 - H)$$

H = Estructura de endeudamiento de cada empresa, dado por $D/(D+E)$, D es el monto de deuda y E el monto de patrimonio, ambos a cifras del estado financiero.

K_D : Costo de la deuda

K_E : Costo de patrimonio

t : Tasa de impuestos sobre las utilidades

$(1 - t)$: Los intereses pagados de la deuda pueden ser deducidos al liquidar el impuesto.

$K_D(1 - t)$: Costo de la deuda después de impuestos

Luego se estima la estructura de capital promedio de las empresas del sector determinando el costo de la deuda a partir de la información financiera reportada por siete empresas ganaderas de la región a la Superintendencia de Sociedades por los periodos 2010 – 2014. Seguidamente se estima el costo de deuda menos la tasa de impuesto (35%) promedio para el periodo indicado para cada una de las empresas. Posteriormente se aplica el indicador financiero ROE promedio, analizando el total de activos que exigen retorno financiados con deuda y aportes. Con la información obtenida se realizan los cálculos obteniendo un WACC promedio del grupo de empresas de 16,63% efectivo anual. Esta cifra guarda relación con los resultados estimados surgidos con la aplicación de la fórmula en Excel y los datos resultantes de la simulación con el software Risk Simulator para doble vínculo, cola izquierda menor y cola derecha mayor.

Segundo, un proceso de simulación con 5000 escenarios, aplicando los parámetros de distribución de cada una de las variables que integran la expresión algebraica del WACC generando la contrastación de la segunda hipótesis nula de estudio.

H_o : El Costo promedio Ponderado de capital se encuentra en el rango de la rentabilidad de los activos de las empresas del sector que reportan información a la Superintendencia de Sociedades ($WACC_{Smin} \leq WACC_E \leq WACC_{Smax}$).

H_A : El Costo promedio Ponderado de capital no se encuentra en el rango de la rentabilidad de los activos de las empresas del sector que reportan información a la Superintendencia de Sociedades ($WACC_{Smin} \geq WACC_E \geq WACC_{Smax}$).

Resultados

Fase 1

De acuerdo con lo señalado en la metodología, según Risk Simulator el análisis de distribución de frecuencia a partir del estadístico Kolmogorov – Smirnov presenta variados tipos de distribución para cada entidad financiera.

Seguidamente el análisis de riesgo dominancia permitió escoger la serie de las 10 entidades financieras más relevantes para aplicar datos estadísticos y determinar tasa preferencial competitiva y de menor volatilidad. Se considera apropiado seleccionar la tasa que muestra el Banagrario con 10,76% y una desviación de 1,34%.

El análisis de la teoría de Markowitz aplicada de forma invertida, busca definir los portafolios y encontrar los W_i , se acude a Solver obteniendo en un primer escenario el portafolio 10 con una tasa de 10.77% y desviación de 1.33% recomendando una financiación del 97.47% con el Banagrario y un 2,53% con el Citybank. En un segundo escenario de mínimo riesgo, el portafolio 5 presenta una desviación del 1,1717% y un costo de deuda de 11,09 % en este punto se presenta una inflexión de la desviación al pasar de descendente a ascendente, mostrando resultados de financiación con el Citybank de 63,03%, Davivienda con 2,44% y el Banagrario con un 34,52%.

Fase 2

En este punto se da aplicación a la fórmula propuesta por Sharpe (1964). La determinación del Beta mediante la recta de regresión arrojó un valor de 0,92027085.

Posteriormente con los datos obtenidos de parámetros de distribución de frecuencia para la tasa libre de riesgo, el Retorno (E) y la tasa riesgo país se procede a la utilización del software Risk Simulator para obtener una cifra simulada de CAPM. Se define un perfil de 5000 simulaciones y un valor semilla de 123 presentando en la figura 2.

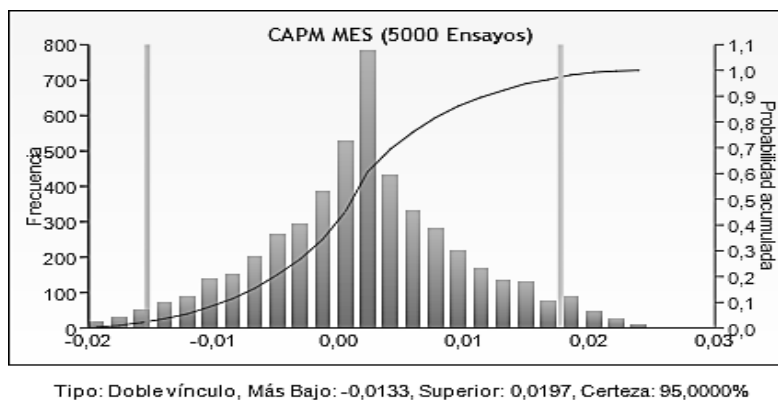


Figura 2. Histograma Doble Vínculo mediante el software Risk Simulator. Simulación CAMP Sastoque y Restrepo (2015)

Los resultados muestran con un grado de certeza del 95% y de acuerdo a los parámetros obtenidos el CAPM del sector ganadero se puede ubicar entre un punto más bajo de -0.0133 y un superior de 0,0197 mensual equivalente a un valor porcentual mínimo de -17.18% y un máximo de 26,37 efectivo anual. Seguidamente se realiza un cálculo del ROE promedio para las siete empresas ganaderas que reportaron información a la Superintendencia de Sociedades en el periodo 2010 – 2014 cuyo resultado arroja un mínimo -2%, un promedio de 19,42% que se encuentra dentro del rango esperado y un máximo de 35%.

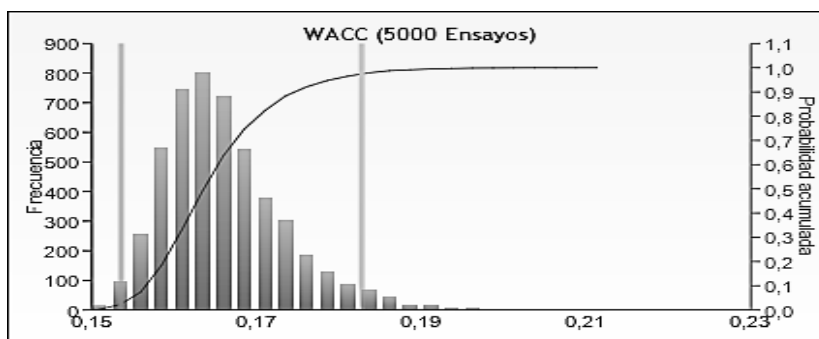
Fase 3

Según lo determinado en la metodología, la identificación de un WACC asume un escenario de financiación con deuda hasta el 70% teniendo en cuenta que Finagro permite un endeudamiento máximo del 75%. La fórmula aplicada es:

$$(Ecuación 14) \quad \text{Min (WACC)} = W_D * K_D (1 - T) + W_E * K_E$$

El K_E corresponde a la estimación en Excel de la aplicación de la fórmula para obtener el CAPM con una tasa de impuestos del 35%, cuyos resultados indican que el Costo Promedio Ponderado (WACC) para los productores con una sola entidad minimizando riesgo de variación de tasa es del 16,19% efectivo anual. A continuación, se realiza la simulación a través de Risk Simulator y los resultados muestran para un doble vínculo y un grado de certeza del 95% el costo de capital promedio ponderado (WACC) del sector ganadero

financiándose con Banagrario se puede mover entre un valor mínimo de 14,90% y un máximo de 17,82% efectivo anual. El resultado se observa en la figura 3.

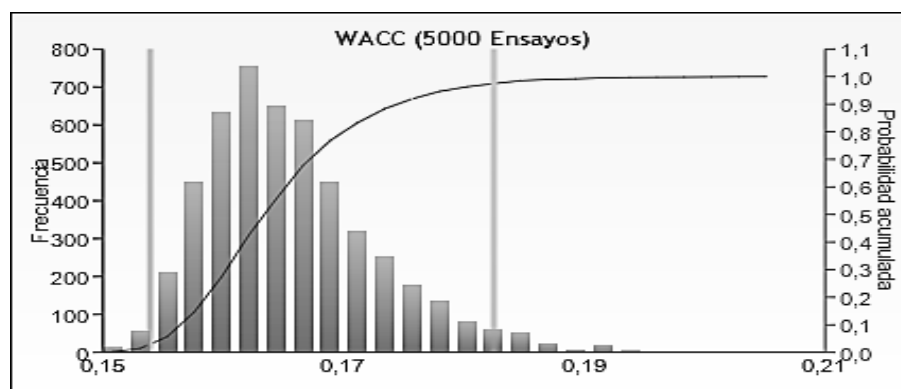


Tipo: Doble vínculo, Más Bajo: 0,1490, Superior: 0,1782, Certeza: 95,0000%

Figura 3. Histograma Doble Vinculo una sola Entidad mediante el software Risk Simulator. Sastoque y Restrepo (2015)

En un segundo escenario, haciendo la estimación con una tasa de impuesto de 18,58% resultante de la suma promedio de las tarifas de impuesto para personas naturales que ejerzan como ganaderos de acuerdo al artículo 241 del Estatuto Tributario, la cifra resultante de WACC es de 17,42% efectivo anual. Esta cifra se compara con el cálculo del WACC promedio para las siete empresas ganaderas a partir de la información reportada a la Superintendencia de Sociedades en el periodo 2010 – 2014, cuyo resultado arroja un mínimo - 0,92% un promedio de 16,63% que se encuentra dentro del rango esperado y un máximo de 22,11%.

Finalmente, la simulación doble vínculo para el Portafolio con un 95% de certeza arroja un WACC entre mínimo de 14,97% y máximo de 17,82% E.A y recomienda financiarse con el Citybank con un 2,53% y el Banagrario con un 97,47%. El resultado se aprecia en la figura 4.



Tipo: Doble vínculo, Más Bajo: 0,1497, Superior: 0,1782, Certeza: 95,0000%

Figura 4. Histograma Doble Vínculo Portafolio mediante el software Risk Simulator. Sastoque y Restrepo (2015)

Conclusiones

Los sectores reales de la economía poseen una dinámica que requiere ser analizada de una manera integral, con aplicación de herramientas de planeación financiera. Este aspecto se ha tenido en cuenta en la presente investigación y se evidencia al determinar el costo de la estructura de capital, las distintas posturas para la estimación del CAPM, la propuesta de Markowitz adaptada a una mínima tasa y un mínimo riesgo, el proceso de simulación de escenarios que ofrece el método Montecarlo a través del software Risk Simulator, permitió construir una propuesta de WACC para el sector ganadero.

Se determinó una tasa de deuda esperada mínima de 10,76% promedio de 12,03% y máxima de 13,22%. (Ver Apéndice H). Igualmente se determinó una TIR para el sector con la información de empresas ganaderas que asciende a 19,42% efectivo anual. Se elaboró una propuesta de WACC y su fundamentación respectiva como referentes para el sector de acuerdo a las condiciones que se determinen para financiar la actividad. En la tabla 1, se muestra un resumen de los WACC posibles.

Tabla 1

Resumen de los WACC óptimos posibles

Categoría	W_D	K_D	W_E	K_E	T	WACC
Productor (a) un banco	70%	10,76%	30%	37,64%	35%	16,19%
Productor (b) un banco	70%	10,76%	30%	37,64%	18,58%	17,42%
Productor (c) portafolio	70%	10,76%	30%	37,64%	35%	16,19%
Productor (d) portafolio	70%	10,76%	30%	37,64%	18,58%	17,42%

Fuente: Elaboración propia

La estimación de un WACC a partir de la información reportada por empresas ganaderas a la Superintendencia de Sociedades, permitió contrastar las cifras estimadas a partir de la aplicación de la fórmula y los resultados obtenidos a través de la simulación en Montecarlo.

De otro lado, una vez concluido el análisis de las variables en estudio se pudo contrastar las dos hipótesis nulas planteadas $H_0: (ROE_{min} \leq K_E \leq ROE_{max})$ y $(WACC_{smin} WACC_E \leq WAAC_{smax})$, determinando para ambos casos que el resultado se ubica dentro del rango esperado para el periodo objeto de estudio. El cálculo simulado del K_E del sector a través de Risk Simulator se ubica entre un mínimo de -17,18% y un máximo de 26,37% y el obtenido a través de las cifras financieras asciende a 19,42%; lo que da lugar a la aceptación de la primera hipótesis nula. Para el caso del WACC la simulación con Risk Simulator se ubica entre un mínimo de 14,90% y un máximo de 17,82% y el alcanzado a través de la información financiera se sitúa en 16,63% que da lugar a la aceptación de la segunda hipótesis nula. Ver Figura 3 y 4.

Referencias bibliográficas

- Altman, E. (1984). A further empirical investigation of the bankruptcy cost question. *The Journal of Finance*, 39(4), pp.1067 -1089.
- Báez, M. y Cruz, J. (2011). La estructura optima de capital con reclamos contingentes: Estudio de un caso en Colombia. *Apuntes del CENES*, 30(52), pp. 37-58.
- Baxter, N. (1967). Leverage, Risk of ruin and the cost of capital. *The Journal of Finance*, 22, pp. 395-403.
- Caicedo, E. (2005). Betas Apalancados y Betas no Apalancados según Sectores - Colombia (2001 -2004). Precios Corrientes. Grupo de Investigación en Solvencia y Riesgo Financiero (GISRF), Universidad del Valle.
- De Angelo, H. y Masulis, R. (1980). Estructura de capital optima bajo tributación empresarial y personal. *Diario de Economía Financiera Universidad del Sur de California*, 8(1), pp. 3-27.
- Díaz, C. y Higuera, F. (2012). Contraste empírico del CAPM en el mercado accionario. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 20(2), pp. 255-266.

- Fruet, V. (2004). Métodos de valoración de empresa. Material de estudio de la asignatura “Dirección Financiera a largo plazo” de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA), El salvador. Recuperado de http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/maestrias/made/m230025/CAP_VII.doc
- Fundación de Estudios Bursátiles y Financieros –FEBF-. (2009). El arte de valorar empresas. S.L. Civitas, Valencia: España.
- Gómez, C. y García, M. (2011). Supuestos Implícitos en la Utilización de Capital Assets Pricing Model CAPM para el Cálculo del Costo de Capital Propio – Equity Documento de doctorado FCE – CID No. 1. Centro Editorial de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: http://www.fcenew.unal.edu.co/publicaciones/media/files/docdoc_gomez-garcia_1.pdf
- Graham, B., Dodd, D. and Cotte S. (1934). Security analysis. McGraw – Hill, New York: Estados Unidos.
- Haugen, R. y Senbet, L. (1978). The Insignificance of bankruptcy to the Theory of Optimal Capital Structure. *The Journal of finance*, 33(2), pp. 383 – 393.
- Kim, E. (1978). A mean – Variance theory of optimal capital structure and corporate debt capacity. *The Journal of Finance*, 32(1), pp. 45-63.
- Kraus, A. y Litzenberger, R. (1973). A state – preference model of optimal financial leverage. *The Journal of Finance*, 28(4), pp. 911 – 922.
- Miller, M. (1977). Debt and Taxes. *The Journal of Finance*, 32(2), pp. 261-275. Recuperado de: <https://www2.bc.edu/~chemmanu/phdfincorp/MF891%20papers/Miller%20tax%201977.pdf>
- Modigliani, F. y Miller, M. (1958). The cost of capital, Corporation Finance and Theory of Investment. *The American Economic Review*, 48(3), pp. 261-297. Recuperado de: <https://www2.bc.edu/~chemmanu/phdfincorp/MF891%20papers/MM1958.pdf>
- Modigliani, F. y Miller, M. (1963) Corporate Income Taxes and y Cost of Capital: A Correction. *The American Economic Association Vol 53 No. 3 (Jun. 1963)* pp. 443
Recuperado de: <https://www2.bc.edu/thomas-chemmanur/phdfincorp/MF891papers/MM1963.pdf>
- Mondragón, S.A. (2011). Marco Conceptual de las Teorías de Irrelevancia, del Trade OFF y de la Jerarquía de las Preferencias. *Cuadernos Contabilidad*, 12(30), pp. 165 – 178.

- Risk Simulator (Versión 2005-2013) [Complemento Microsoft Excel]. Real Options Valuation.
- Rivera, J. (2002). Teoría sobre la estructura de capital. Estudios Gerenciales, Universidad ICESI, 84, pp. 31-59.
- Rodas, W. (s.f). El Costo del Capital. Revista Alternativa Financiera, Universidad de San Martín de Porres pp. 133-139.
- Rodríguez, L. (2007). Probabilidad y estadística básica para ingenieros. Escuela Superior Politécnica del Litoral Instituto de Ciencias Matemáticas, Guayaquil: Ecuador.
- Sastoque, J. y Restrepo, L. Modelo para el Analisis de la Aplicación de la NIC 41 en las Empresas Ganaderas en el departamento del Meta. Revista LEBRET No. 7 Univesidad Santo Tomas – Bucaramanga (2015).
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. The journal of finance, 19(3), pp. 425-442. Recuperado de: http://psc.ky.gov/pscecf/2012-00221/rateintervention@ag.ky.gov/10252012f/sharpe_-_CAPM.pdf
- Stiglitz, J. (1969). A re-examination of the Modigliani – Miller Theorem. The American Economic Review, 59(6), pp. 784 - 793.
- Wessels, R. & Titman, S. (1988). The Determinants of capital structure choice. The journal of finance, 43(1), pp. 1-19.
- Zúñiga, S. & Soria, K. (2009). Costo de capital en el sector pesquero – acuícola Chileno. Inverciencia, 34(8), pp. 543-550. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000800006