

ESTRATEGIAS DE COBERTURA PARA MITIGAR EL RIESGO CAMBIARIO EN EL
SECTOR CAFETERO COLOMBIANO

Angie Alejandra Angulo Castro

Daniela Carolina Gómez Brito

Diana Carolina Ramírez Sarmiento

Director:

José Rodrigo Vélez Molano

Un trabajo de grado presentado para obtener el título de
Profesional en Finanzas y Comercio Internacional

Universidad de La Salle, Bogotá

Mayo de 2018

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen las dificultades por las que atraviesan los caficultores colombianos al momento de realizar operaciones de exportación, las cuales están representadas principalmente por la volatilidad inherente de las tasas de cambio. Lo anterior, repercute en los ingresos que perciben los caficultores dado que deben reajustar su producción constantemente con el fin de responder a las fluctuaciones cambiarias. Es por ello que, en el siguiente trabajo, se busca proponer y establecer una estrategia de cobertura que pueda reducir el riesgo cambiario al que están expuestos los caficultores. Para llevar a cabo este propósito, se simula la TRM con la finalidad de estimar su promedio, los percentiles 5% y 95%, a partir de los resultados se valoran los derivados financieros (*forwards*, Futuros y Opciones), se calculan las respectivas letras griegas y se determinan las estrategias de cobertura (delta neutral y delta-gamma neutral). Como conclusión se obtiene que la mejor estrategia es usar los contratos *forwards*, porque si bien permite que el valor del portafolio no varíe cuando cambia la tasa de cambio al igual que los otros derivados, los *forwards* al transarse en un mercado no estandarizado, tanto el comprador como el vendedor pueden establecer sus propias cláusulas y montos de cobertura de acuerdo a las necesidades de cada una de las partes, ofreciendo de esta manera una estabilidad cambiaria a los caficultores y por ende al sector cafetero a través del tiempo.

Palabras claves: Derivados financieros, Cobertura cambiaria, Tipo de cambio, Riesgo, Volatilidad, Fluctuaciones, *forwards*, Futuros, Opciones, Ingresos, Sector cafetero, caficultores.

ABSTRACT

In the present investigation are exposed the difficulties that Colombian coffee growers face when carrying out export operations, which are mainly represented by the inherent volatility of exchange rates. This has an impact on the income that coffee growers receive, given that they must readjust their production constantly in order to respond to exchange rate fluctuations. That is why, we seek to propose and establish a hedging strategy that can reduce the exchange risk to which coffee growers are exposed. To carry out this purpose, the TRM is simulated in order to estimate its average, the 5% and 95% percentiles, from the results the financial derivatives (*forwards*, Futures and Options) are valued, the respective letters are calculated and the coverage strategies (delta neutral and delta-gamma neutral) are determined. The conclusion is that the best strategy is to use the *forwards* contracts, because although it allows the portfolio value to not change when the exchange rate changes, like the other derivatives. The *forwards* when trading in a non-standardized market, both the buyer as the seller can establish their own clauses and amounts of coverage according to the needs of each of the parties, thus offering exchange stability to coffee growers and therefore to the coffee sector over time.

Key words: Financial derivatives, Currency hedging, Exchange rate, Risk, Volatility, Fluctuations, *forwards*, Futures, Options, Income, Coffee sector, coffee growers.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	4
1. Conceptos clave.....	4
1.1 Riesgo cambiario.....	4
1.2 Mitigación	5
2. Instrumentos financieros.....	6
2.1 Futuros.....	7
2.2 <i>Forwards</i>	9
2.3. Opciones.....	11
3. Mercado de derivados en Colombia	15
3.1 Tipos de mercados.....	15
3.2 Utilización de derivados en Colombia	17
3.3 Coberturas en el sector cafetero	18
CAPITULO 2. METODOLOGÍA	21
1. Metodología cuantitativa.....	21
1.1. Diseño de la investigación.....	21
1.2. Técnica de recolección de la información.....	22
2. Análisis de la información.....	24
2.1. <i>Forwards</i>	26
2.2. Futuros.....	28
2.3. Opciones.....	29
CAPITULO 3. RESULTADOS	31
1. Simulación.....	31
2. Derivados.....	33

2.1. <i>Forwards</i>	33
2.2. Futuros.....	35
2.3. Opciones.....	36
3. Comparación de escenarios	37
CONCLUSIONES.....	39
REFERENCIAS	48

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Comparación tasa FDW vs. TRM observada.....	32
Tabla 2. Tasa <i>forward</i> mensual 2017.....	33
Tabla 3. Variación del valor del portafolio a partir de d(S) en <i>forwards</i>	34
Tabla 4. Variación del valor del portafolio a partir de d(S) en futuros	35
Tabla 5. Opciones	36
Tabla 6. Comparación de escenarios	37
Gráfico 1. Resultados de la simulación	31
Gráfico 2. Comparación de escenarios de proyección	34

TABLA DE ANEXOS

A. Tasa de interés libre de riesgo de Estados Unidos y Colombia.....	42
B. Informes de gestión de BVC de 2005, 2015 y 2016 sobre el comportamiento y desarrollo del mercado de derivados en Colombia.....	43
C. Ensayos sobre la economía cafetera de 2014 obtenidos de la Federación Nacional de Cafeteros para conocer el desempeño del sector Cafetero en Colombia.....	44
D. Informe del comportamiento de la industria cafetera en 2007 en Colombia obtenido de la Federación Nacional de Cafeteros.....	44
E. Boletín de noticias N° 5 de la Unidad de Análisis de Mercados Financieros sobre las estrategias de cobertura para los caficultores colombianos obtenido de UAMF.....	45
F. Comparación de escenarios de FWD	46

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el café ha sido uno de los productos principales dentro de la oferta exportable colombiana, por lo que ha representado una gran oportunidad económica para el país. De acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros (FNC, 2017), los ingresos de este sector han contribuido tanto al sostenimiento de más de medio millón de familias, como a la realización de diferentes proyectos públicos desarrollados en los departamentos con mayor producción de café.

No obstante, en la actualidad el café no tiene una participación notoria dentro de la oferta exportable colombiana, debido a la disminución en su producción y comercialización a lo largo de las últimas décadas, pues de acuerdo con Higuera, Bejarano y Ortiz (2017) el sector cafetero representa hoy en día alrededor del 7% del total de la oferta exportable de Colombia, mientras que de acuerdo con datos del Banco de la República (2017), en la década de los 90, representaba el 18% en promedio.

Esto es debido a que los caficultores de pequeña escala se enfrentan a diferentes retos dado que dependen de la agricultura para su sustento y viven en constante lucha para evitar la pobreza. La dificultad para superar estos retos se atribuye a que: i) según FNC (2014), los productores de café no están bien organizados, carecen de información del mercado y acceso limitado a instrumentos financieros; y ii) de acuerdo a la Universidad Nacional de Colombia (UNAL, s.f), los caficultores producen en un modelo de economía de subsistencia y al no tener acceso a coberturas de riesgo, deben asumir altos costos o reajustar su producción con el fin de responder a los cambios o fluctuaciones de los precios y tasas de cambio.

En este sentido, el sector cafetero tiene el desafío de ser más competitivo en lo referente a factores financieros para mitigar los riesgos asociados a la producción cafetera, a las variaciones de los precios internacionales del café por factores especulativos del mercado y a la volatilidad de la tasa de cambio.

Cabe señalar que este último factor, impacta notoriamente los ingresos de los cafeteros puesto que, en escenarios de revaluación o de incertidumbre, los ingresos de los exportadores pueden

llegar a disminuir a tal punto de incurrir en pérdidas, las cuales impactan al sector en cuanto a su competitividad respecto a otros países. Es esta incertidumbre la que se percibe en el periodo comprendido entre 2001 a 2016, en el cual se evidencia un ciclo con revaluación y devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM), la cual de acuerdo con datos históricos del Banco de la República (2017), disminuyó en un 21,87% de 2001 a 2012 (pasando de \$2.299 a \$1.798 pesos por dólar) y luego aumentó un 69% de 2012 a 2016 (pasando de \$1.798 en 2012 a \$3.053 pesos por dólar en 2016).

Es precisamente por la volatilidad inherente de la tasa de cambio, que surge la necesidad de la implementación de una política de coberturas cambiarias que pueden realizarse a través de la utilización de derivados, los cuales se entienden como contratos de compraventa de un activo en una fecha futura específica a un precio definido, en forma de futuros, *forwards* y opciones que logren ayudar a reducir o mitigar por completo el riesgo cambiario (Bolsa de Valores de Colombia, 2016).

La ventaja más importante de utilizar estos mecanismos está en que si bien no permite aprovechar movimientos favorables de los mercados, imprime estabilidad a los ingresos y resultados del negocio lo que permite enfocar a la administración en incrementar la productividad y no en variables financieras que no hacen parte de su objeto de actividad (Marín Salazar y Marín Tabares, 2009).

Las limitaciones principales para el uso de coberturas de riesgo están relacionadas con los altos costos que implican su uso y las restricciones de acceso a productos financieros por parte de las entidades financieras. Lo anterior, hace que la utilización de mecanismos de cobertura para pequeños caficultores en Colombia aún sea muy limitada e ineficiente en comparación con sus principales competidores y el resto del mercado.

Evidencia de esto es que, según el Informe de Gestión de la Bolsa de Valores de Colombia (2017), fue hasta 2015 que por primera vez se negociaron más de un millón de contratos, aunque éste mercado se lanzó en el país en 2008. No obstante, el mercado de derivados ha ido mostrando crecimiento y desarrollo en el sentido de que el número de negociaciones ha ido aumentando paulatinamente, evidenciando el interés del mercado en la mitigación de riesgos y el aumento de la rentabilidad de sus operaciones. Tanto así, que según BVC (2015),

los contratos TRM fueron los de mayor dinamismo en el año 2015 con negociaciones por COP \$65,5 billones es decir el 54,5% del total.

Por lo anterior surge la pregunta de **¿Cuál es la estrategia de cobertura más adecuada para mitigar el riesgo cambiario en el sector cafetero colombiano?**

Para responder dicha pregunta, y definir si la hipótesis planteada es acertada, se realizará el análisis del uso de los derivados, y su respectiva valoración, por parte de las empresas caficultoras, con el fin de que sirva como referente para tomar decisiones estratégicas empresariales relacionadas con el comercio internacional.

Para tal fin, se desarrollan los siguientes objetivos específicos. El primero caracteriza la evolución de las estrategias que usan los caficultores colombianos para mitigar el riesgo cambiario. Luego se identifican los derivados financieros disponibles para la cobertura del riesgo cambiario en el mercado local, que se adapten a la estructura empresarial de los caficultores en Colombia. Finalmente, se establece la estrategia más eficiente para minimizar el riesgo cambiario dada la evolución de la TRM en el periodo de estudio.

El desarrollo del contenido a estudiar está estructurado en tres capítulos. El primero consiste en el marco teórico. En el segundo capítulo se da a conocer la metodología. El tercer capítulo presenta los resultados obtenidos. Finalmente, se concluye la investigación a partir de los resultados obtenidos en la sección previa.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se busca introducir los conceptos claves sobre el mercado de derivados por medio de la revisión de teorías económicas y financieras. En el primer apartado se introducen los conceptos de riesgo cambiario y cobertura con derivados. En el segundo, se describen las metodologías de valoración de derivados, incluyendo el modelo de Black - Scholes y Merton, así como la explicación de las *letras griegas*. En el tercero, se expone la utilización de estos mecanismos de cobertura en Colombia, y a su vez los más utilizados por el sector cafetero.

1. Conceptos clave

En esta sección se abordan los conceptos básicos relacionados con el mercado financiero, destacando el riesgo cambiario y la cobertura con derivados ya que son fundamentales a la hora de analizar la disminución del riesgo cambiario para el sector cafetero en Colombia.

1.1 Riesgo cambiario

El riesgo cambiario es determinante en los ingresos que pueda obtener el sector cafetero por el valor de sus exportaciones. De acuerdo con Franco y Murillo (2008), el riesgo es la posibilidad de pérdidas generadas por cambios en los factores que afectan el valor de un activo (p. 145), esto se refiere a la probabilidad de que un inversor, exportador y/o importador obtenga menos ganancias por su operación debido a la volatilidad del tipo de cambio que obtenga su moneda local con respecto a la moneda extranjera.

En este sentido, las empresas exportadoras e importadoras se afectan por el movimiento del precio de las monedas extranjeras en sus flujos de caja, lo cual se denomina exposición al riesgo de tasas de cambio. Desde el punto de vista de la valoración de empresas, el valor económico de estas empresas depende de los tipos de cambio y las coberturas cambiarias que minimizan el impacto de la volatilidad en los flujos de caja (Hagelin, 2013; Solomon y Joseph, 2000).

Según el Banco de la República (2017), el riesgo cambiario surge en primer lugar por la tenencia de activos o pasivos en una moneda distinta a la moneda de origen, y en segundo

lugar, por las fluctuaciones en el precio de la moneda extranjera, es decir, las fluctuaciones de la tasa de cambio.

Por lo tanto, es conveniente para las empresas cubrirse de este tipo de riesgo cambiario, ya que este le atenuará pérdidas ocasionadas por la variación de la moneda. Para lo cual se usan instrumentos que cubren este riesgo, llamados derivados financieros, estos instrumentos les permitirán a los exportadores cafeteros prevenir tanto pérdidas, como reducir ganancias, que se puedan derivar de la volatilidad futura de la moneda negociada.

1.2 Cobertura con derivados

Dentro de los beneficios de utilizar derivados financieros como mecanismos de cobertura, se encuentra la posibilidad de mitigar los riesgos asociados a las volatilidades de tipo de cambio, por lo que el concepto de mitigación toma gran importancia como herramienta fundamental en el uso de derivados que, de acuerdo a The Economic Times (2018), mitigación hace referencia a la disminución del riesgo de pérdida por la ocurrencia de cualquier evento imprevisto, con el fin de evitar pérdidas. Entre las maneras existentes para mitigar el riesgo cambiario se encuentran los derivados financieros que pueden utilizarse como estrategias para reducir o evitar riesgos que comprometan la estabilidad financiera de cualquier entidad (Vargas, 2012).

Cabe señalar, que las pequeñas empresas exportadoras en Colombia se ven afectadas por no tener conocimientos de herramientas financieras para cubrirse de las volatilidades de tipo de cambio, además específicamente en el sector cafetero se hace necesario crear una estrategia de coberturas financieras que ayuden a mejorar la productividad y competitividad de este sector con el propósito de que los caficultores puedan enfocarse principalmente en su objeto de actividad que es la producción y comercialización de sus productos.

Ahora bien, la mejor estrategia de cobertura que pueden adoptar los caficultores son los derivados, puesto que según Marín Salazar y Marín Tabares (2009), las coberturas con derivados financieros son ampliamente utilizadas para la gestión de riesgos, dado que permiten la exposición a un riesgo específico sin tomar posiciones en un activo determinado.

Estos instrumentos fueron creados para cubrirse de riesgos en el mercado tales como caídas en los precios de los activos o volatilidades de la tasa de cambio, pero más allá de dichas funciones, se han convertido en alternativas no solo de cobertura, sino también de inversión, arbitraje y especulación.

Entre los derivados más comunes para la cobertura del riesgo cambiario se encuentran: *forwards*, futuros y opciones, sin embargo, para el caso colombiano, de acuerdo con Marín Salazar y Marín Tabares (2009), los productos financieros más utilizados son los *forwards*, las Operaciones a Plazo de Cumplimiento Financiero (OPCFs) y las opciones sobre el dólar.

Cabe resaltar que una de las ventajas más importantes de usar derivados financieros como herramientas de cobertura está en que imprime estabilidad a los ingresos y resultados del negocio, permitiendo enfocar a la organización en incrementar su productividad dejando a un lado el seguimiento de variables financieras.

Entre otras razones para usar estas coberturas están la eliminación de la incertidumbre, la reducción de los costos de las fuentes de financiación, porque una empresa al tener estabilidad en términos cambiarios no tendrá que preocuparse por las volatilidades de la TRM y por ende no estará sometido al cambio de los costos de financiación externa. Entre otras razones también se encuentra el incremento de la capacidad de endeudamiento que va muy relacionado con la anterior, dado que una empresa al no contar con variaciones en el pago de sus obligaciones externas, puede fácilmente incurrir en mas deuda sin la preocupación del aumento o el cambio en el pago de la misma. Como otra razón importante para utilizar coberturas cambiarias se encuentra la estabilidad que imprimen en los estados financieros en las empresas, así como la confiabilidad de los indicadores y seguridad en la toma de decisiones y planeación del negocio (Marín Salazar y Marín Tabares, 2009).

2. Instrumentos financieros

Para lograr establecer una estrategia de cobertura de tipo de cambio para el sector cafetero, se hace necesario conocer las definiciones, la aplicación y fundamentación de los tipos de instrumentos derivados, así como su importancia y pertinencia para el sector.

Dentro del mundo financiero, los derivados ofrecen herramientas para administrar y controlar el riesgo cambiario, por lo que es importante aclarar que, un derivado es un instrumento cuyo precio no está determinado de forma directa, sino que su valor depende o se deriva de los valores de otros activos subyacentes que pueden ser una acción, un índice bursátil, una materia prima, o cualquier otro tipo de activo financiero como son las divisas, los bonos o los tipos de interés (Hull, 2012).

Además, a medida que un número creciente de empresas se esfuerzan por llevar a cabo sus negocios a nivel internacional, como son las pequeñas empresas exportadoras de café, la preocupación entre los administradores financieros ha ido en aumento por motivo del conocido riesgo cambiario debido a su impacto sustancial en los resultados financieros de las empresas. Es por eso que los instrumentos financieros o derivados se utilizan como mecanismos de cobertura eficientes contra tal exposición a la tasa de cambio (Nguyen, 2012).

De acuerdo con Hull (2012), los instrumentos derivados son utilizados como herramientas de cobertura para sobrellevar las volatilidades del tipo de cambio, e infiere que entre los contratos principales se encuentran, los futuros, los *forwards* y las opciones. De ahí la importancia de estos instrumentos como mecanismos de administración de riesgos en el proceso de comercialización, que para esta investigación es el café.

2.1 Futuros

Se hace necesario realizar una revisión teórica sobre este tipo de derivados dado que ha sido el más utilizado por el sector cafetero en Colombia. Así pues, Jaramillo (2003) en su artículo sobre el mercado de futuros y el manejo de riesgos en el sector cafetero colombiano infiere que los contratos de futuros son importantes porque proporcionan una doble función, la primera de ellas es reflejar información sobre precios del producto y la segunda es la de proporcionar estabilidad ante riesgos cambiarios en el precio del producto físico. Además, Jaramillo (2003) menciona que “la función aseguradora de los futuros permite al agricultor fijar un precio a su cosecha anticipadamente” (p.46).

Ahora bien, Hull (2012) establece que los futuros son contratos donde existe un acuerdo entre dos partes para comprar o vender un activo subyacente en un futuro a un determinado precio.

A diferencia de los contratos a plazo, los contratos de futuros se negocian normalmente en un sistema transaccional, por otro lado, si el precio del café varía, el contrato del futuro cambiará en el mismo sentido. Cabe señalar que estos contratos se realizan en un mercado estandarizado por lo que se negocian en la Bolsa de Valores, además presentan inexistencia de riesgo de contraparte debido a la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC) y liquidez constante.

La bolsa requiere además especificar ciertos detalles de este contrato, es decir, cómo serán cotizados los precios, cuándo y de qué manera se efectuará la entrega (Gray y Place, 2003). Los instrumentos que subyacen de este tipo de contratos son generalmente bonos gubernamentales, instrumentos del mercado monetario y divisas.

La posibilidad de vender un futuro sin tener que esperar al vencimiento, otorga una gran flexibilidad a este mercado hasta el punto en que permite ganar incluso cuando el activo subyacente cae. Lo anterior se debe a que en realidad se está negociando es la posición en el contrato es decir la obligación de comprar o vender (BBVA, 2015).

Ahora bien, los futuros sobre divisas son contratos en los que el producto es la tasa de intercambio entre las dos divisas, o también se entienden como contratos entre dos partes para comprar o vender una cantidad determinada de una divisa a un precio establecido en una fecha futura y si bien existe diferentes contratos entre divisas, el contrato más popular en futuros sobre divisas es para el par EUR/USD (CMEGroup, 2013).

El riesgo que se intenta manejar o administrar en los futuros sobre divisas es lógicamente el derivado de los movimientos en las cotizaciones de las divisas. Este riesgo se denomina riesgo cambiario que como anteriormente se explicó, representa las potenciales pérdidas acaciables ante movimientos desfavorables en los tipos de cambio.

Según CMEGroup (2013), los futuros son similares a un contrato a plazo o contrato *forward* y generalmente se valorizan como tales, salvo que los futuros operan en una bolsa regulada de acuerdo a unos términos y condiciones estandarizados. Además, los futuros de divisas operan en la plataforma de operación electrónica de CME Globex® y en el piso de la bolsa a viva voz, aunque la modalidad predominante es la intermediación electrónica.

2.2 *Forwards*

Los contratos *forward* (FWD) por su parte, son acuerdos de compra o venta de un activo en un momento determinado en el futuro y por un precio determinado, sin embargo, a diferencia de los contratos futuros, estos son contratos hechos a la medida de las partes y son negociados en el mercado *Over The Counter* (OTC), por lo que presentan existencia de riesgo de contraparte y no operan por un sistema transaccional (BVC, 2016).

Los contratos *forward* pueden funcionar como un mecanismo adecuado de cobertura para el sector cafetero porque al transarse por medio de un contrato no estandarizado, permite pactar las cláusulas de acuerdo con los intereses de las partes. En contrapartida, se podría presentar el riesgo por incumplimiento de algunas de las partes involucradas.

Siguiendo esta línea de ideas, existen los *forwards* de tipo de cambio, los cuales se consideran como un contrato de intercambio de una moneda por otra con unas condiciones establecidas es decir a un tipo convenido, para una liquidación con fecha especificada en el futuro. Además, este tipo de contratos son muy utilizados en países emergentes donde los mercados son menos desarrollados (Marín Salazar y Marín Tabares, 2009).

La capacidad de un contrato *forward* para fijar un tipo de cambio puede crear un costo de oportunidad en algunos casos, dado que las corporaciones usan el mercado *forward* para fijar la tasa a la que pueden vender monedas extranjeras. Esta estrategia se usa para protegerse contra la posibilidad de que esas monedas se deprecien a lo largo del tiempo (Madura, 2015).

En este tipo de contratos, los *forwards* pueden ser *Delivery* (DF) o *Non Delivery* (NDF) donde los primeros de ellos se conocen como de cumplimiento efectivo, en los cuales se entrega al vencimiento la moneda subyacente, y los segundos se conocen contratos de cumplimiento financiero, los cuales liquidan en moneda local la diferencia entre la tasa *forward* pactada y la TRM en la fecha de cumplimiento (Marín Salazar y Marín Tabares, 2009). Por otro lado, los NDF permite a un no residente tener exposición a una moneda, sin necesidad de recibir o pagar dicha moneda (Gray & Place, 2003).

La tasa *forward* se representa de la siguiente manera:

$$f_{0,T} = S_0 * \frac{(1+r_l)^T}{(1+r_e)^T} \quad (1)$$

Donde,

$f_{0,T}$: Tasa *forward*

S_0 : Spot del cálculo.

r_l : Interés local.

r_e : Interés externo.

T: Plazo en años.

La ecuación 1, muestra cómo se evalúa la tasa *forward* para el día t, es decir, mostrará cual es el precio o interés que se paga por el *forward* a usar en una fecha específica que determinen las partes en el contrato pactado, debido a que esta operación de compraventa se pacta en el presente entre las partes, y su liquidación, pago o entrega del bien se realiza en el futuro.

2.2.1 Letras griegas en *forwards*

Según Betzuen y Betzuen, (2016), estas letras miden la sensibilidad del precio de una opción por factores que lo afectan. Cada letra griega nos dará información sobre un parámetro, como por ejemplo, el desplazamiento del subyacente; el cual está representado por la letra griega Delta.

Delta (Δ):

Numéricamente:

$$Delta (\Delta) = \frac{\Delta v}{\Delta s} = \frac{v(s+\Delta s) - v(s)}{\Delta s} \quad (2)$$

v = Valor del contrato.

s = Precio del activo subyacente.

La ecuación 2 muestra cómo se calcula el *Delta* (Δ) en los *forwards*, mostrando como cambia el valor razonable cuando cambia el activo subyacente.

Por lo tanto, con las anteriores ecuaciones se mostrará en la metodología los beneficios a los que puede incurrir los exportadores cafeteros al implementar los *forwards* como instrumento financiero para minimizar el riesgo cambiario.

2.3.Opciones

En el mercado de derivados, también se pueden negociar opciones, las cuales son contratos de derecho más no de obligación de comprar o vender un activo subyacente en una fecha y precio estipulado.

Existen dos tipos de opciones: *Call* (opción de compra) y *Put* (opción de venta). En este caso, para adquirir una opción de compra o de venta es necesario hacer un desembolso inicial (denominado "prima") por lo que si baja el precio del activo para el caso *Call* no se ejercerá la opción y para el caso *Put* si el precio del activo bajara entonces si se ejercería el derecho de vender, de ahí que tenga el nombre de "opción" (Higuera et al., 2017).

Haro (2002) afirma que una opción de compra y venta es el derecho a comprar en una fecha futura (opción de compra) y/o el derecho de vender en una fecha futura (opción de venta) una cantidad específica de un bien denominado subyacente a un precio previamente determinado: Precio de ejercicio durante la vigencia del contrato o en la fecha de vencimiento.

2.3.1 Modelo de Black - Scholes y Merton

Este modelo trata de la valoración de opciones financieras en una fecha futura, teniendo como objetivo principal reducir la incertidumbre para poder establecer el precio de determinados activos financieros, Haro (2002) afirma que el modelo Black y Scholes asume que "el comportamiento de los precios sigue una distribución lognormal y muestra cómo formar una posición de cobertura con un portafolio que contenga el subyacente en posición larga y una posición corta de opciones" (p.119)

Las ecuaciones son las siguientes:

$$\text{Posición larga: } c = S_0 e^{-qT} N(d_1) - E e^{-rT} N(-d_1) \quad (3)$$

$$\text{Posición corta: } p = E e^{-rT} N(-d_2) - S_0 e^{-qT} N(d_2) \quad (4)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{E}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (6)$$

c = Precio de una opción de compra.

p = Precio de una opción de venta.

s_0 = Precio spot del subyacente.

E = Strike o precio de ejercicio de la opción.

σ = Volatilidad del bien subyacente.

r = Tasa libre de riesgo.

q = Tasa de interés extranjera.

T = Periodo de la opción.

$N(d_1)$ y $N(d_2)$ = Función de distribución acumulativa de la normal.

Este modelo, fue diseñado con el fin de definir el precio de una opción, evitando así el nivel de incertidumbre que la misma pueda llegar a tener. Para esto, debe cumplir con algunos supuestos que según Haro (2002) son los siguientes:

i) La tasa libre de riesgos de corto plazo es conocida y es constante durante la vida de la opción.

ii) El precio del valor subyacente se comporta de acuerdo con una caminata aleatoria en tiempo continuo y la distribución de posibles valores de dicho precio es lognormal. La varianza de rendimientos del valor subyacente es constante durante el periodo de la opción.

iii) La opción es “europea”, es decir, sólo se ejerce al vencimiento de la opción.

iv) Es posible pedir prestado una parte del valor subyacente para comprarlo o mantenerlo, a una tasa de interés libre de riesgo de corto plazo.

v) No hay costos de transacción en la compra o venta del subyacente o la opción.

Teniendo en cuenta los supuestos y las ecuaciones 3, 4, 5 y 6, este modelo permite definir aproximadamente el valor de una opción, disminuyendo la incertidumbre que se otorgue en los mercados, debido a que muestra como formar una posición de cobertura. Por ende, ayuda a definir cuál puede ser la mejor decisión que puede tomar el poseedor de estas opciones, logrando así disminuir su riesgo.

Es importante anotar que existen dos tipos de opciones. Las opciones europeas son aquellas donde el derecho de compra solo es ejercido cuando es el vencimiento del contrato. Las opciones americanas pueden ejercer su derecho en cualquier momento.

2.3.2 Letras griegas en opciones

Cada letra griega nos dará información sobre un parámetro, siendo las dos principales para las opciones, *Delta*, asociada al desplazamiento del subyacente y *Gamma*, la aceleración del propio desplazamiento del precio. En otras palabras, *Delta* es la letra griega que indica cuánto se va a mover el precio de la opción en función del movimiento del subyacente, mientras *Gamma* mide el ratio de cambio de *Delta*, se expresa en porcentaje e indica lo que se mueve *Delta* en función del movimiento del subyacente, es decir, mide la aceleración de *Delta* (Betzuen y Betzuen, 2016).

Esto permite inferir, que las letras griegas, son importantes indicadores que miden la sensibilidad del precio de una opción frente a cambios que lo puedan alterar, en función de prevenir o asumir estos cambios y, por tanto, resulta de gran relevancia tener en cuenta estos indicadores como medida para lograr disminuir la incertidumbre y el riesgo.

- *Delta* (Δ): Es la primera derivada con respecto al precio.

$$dc = e^{-qT} N(d_1) \quad (7)$$

$$dp = -e^{-qT} N(-d_1) \quad (8)$$

Según Hull (2012), las ecuaciones 7 y 8 muestran que el *Delta* de una opción cambia con el tiempo. Esto significa que la posición en el activo subyacente debe ajustarse con frecuencia. Una vez que una posición de opción se ha hecho *Delta* neutral, la siguiente etapa es a menudo mirar su *Gamma*. Por otra parte, Haro (2002) afirma que “el *Delta* es muy útil para la cobertura en opciones. Este indicador significa el “equivalente en subyacentes” que se necesita comprar o vender para cubrir una opción”. (p.122)

- *Gamma*: Es la segunda derivada con respecto al precio.

$$Call = Put = \frac{N'(d_1)e^{-qT}}{s\sigma\sqrt{T}} \quad (9)$$

Donde,

c = Precio de una opción de compra.

p = Precio de una opción de venta.

s = Precio spot del subyacente.

σ = Volatilidad.

T = Periodo de vigencia de la opción.

La ecuación 9, muestra que el *Gamma* de una opción es la tasa de cambio de su *Delta* con respecto al precio del activo subyacente. Es una medida de la curvatura de la relación entre el precio de la opción y el precio del activo. El impacto de esta curvatura en el rendimiento de la cobertura *Delta* se puede deducir haciendo una opción de posición *Gamma*. La cobertura *Delta* y *Gamma* se basan en la suposición de que la volatilidad del activo subyacente es constante. En la práctica, las volatilidades cambian con el tiempo. Hull (2012),

Es importante destacar que Fong & Han (2015) plantean la hipótesis de que lo importante no es la cantidad de información nueva, sino la calidad de la nueva información. Si el cambio de precio es causado más por información creíble, afectará la volatilidad en mayor medida, y como el mercado será más eficiente, el nivel general de volatilidad será menor.

Por ende, es necesario entender que estas letras contribuyen a que su portador logre entender que la ganancia o pérdida a la que pueda incurrir el vendedor o el comprador se deriva entre la diferencia del precio del activo subyacente y el precio de ejercicio.

3. Mercado de derivados en Colombia

A continuación, se caracteriza por un lado el mercado estandarizado y no estandarizado en Colombia, así como su evolución histórica en el país y por otro lado se presentan los principales derivados financieros que se utilizan en Colombia y en el sector cafetero.

3.1 Tipos de mercados

Los instrumentos financieros se pueden negociar principalmente en dos mercados, en primer lugar, el mercado estandarizado y en segundo lugar el mercado no estandarizado, también denominado OTC. Por ende, es importante definir a continuación, la función de cada uno de estos mercados y como se encuentran actualmente.

3.1.1 Mercado estandarizado

En estos mercados, las especificaciones del contrato se pactan antes de realizar la operación, es decir haber definido previamente el monto negociado, una fecha de vencimiento y demás condiciones del contrato. Son contratos que son negociados por medio de la Bolsa de Valores (BVC), y no existe riesgo de contraparte debido a la intermediación de la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC), puesto que actúa como contraparte central de operaciones sobre valores y derivados, mediante su interposición entre las partes, con el fin de convertirse simultáneamente en el comprador y en el vendedor de las operaciones. Lo anterior, tiene por objeto reducir los riesgos de incumplimiento de las obligaciones derivadas de las operaciones

sobre valores, asegurando así el cumplimiento de las transacciones generando estabilidad y confianza en el mercado de capitales colombiano.

Una de las mayores ventajas de utilizar el mercado estandarizado es la eliminación del riesgo de crédito de contraparte, al permitir que el cumplimiento de todas las operaciones del mercado se ejecuten por medio de la cámara de compensación, la cual cumple dos funciones principales. En primer lugar, buscan garantizar la integridad financiera de las transacciones establecidas en los contratos y la de todos los miembros compensadores, por medio de un elaborado mecanismo de autorregulación y en segundo lugar, dado que las asociaciones de compensación finalmente asumen las obligaciones de una contraparte en todos los contratos de futuros y opciones, proporcionan un mecanismo simple y conveniente para la liquidación de contratos (Bank of Canada, 1994).

Según León y Pérez (2013), los mercados estandarizados son transparentes debido a que existe igualdad de condiciones en el acceso a la información disponible, con el fin de fomentar la correcta formación de precios. Para brindar información de forma oportuna a los participantes y al público en general las condiciones financieras sobre las operaciones resultantes.

3.1.2 Mercado no estandarizado (OTC)

Según BVC (2018), el mercado no estandarizado, es aquel en el cual se negocian derivados fuera de Bolsa - OTC (Over the Counter), existe riesgo de contraparte y los contratos son hechos a la medida del cliente y no operan por un sistema transaccional.

Según León y Pérez (2013), la característica principal del mercado sobre el mostrador (OTC), describe la existencia de reglas definidas entre las partes involucradas de forma contractual o en acuerdos bilaterales. En estos acuerdos las contrapartes deben especificar y definir las condiciones contractuales necesarias para la negociación, como son la compensación y liquidación final, así como las obligaciones de entrega y el pago.

Según el Informe de Gestión de la BVC (2016), la BVC, a través de su filial Set Icap FX, incrementó en 29% el volumen total de OTC de divisas durante 2016. Así mismo Set Icap Securities presentó un crecimiento en volumen del 12%, lo cual fortalece y potencializa la

red OTC para la distribución de los productos de la BVC y sus filiales. En el mercado de derivados, la BVC se concentró a traer productos exitosos del OTC al mercado estandarizado como el Futuro OIS sobre la tasa IBR overnight para enfrentar los cambios de la política monetaria del Banco Central.

3.2 Utilización de derivados en Colombia

A partir de 2008, la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), lanza la plataforma para negociar derivados financieros, después de Brasil y México posicionándose como el tercer país de América Latina en implementar el mercado de Derivados (Sánchez, 2015).

En Colombia para el año 2004, según el Informe de Gestión, BVC (2005) el número de contratos OPCF-TRM fueron 762.654 con un valor de 1.907 millones de dólares, y para el año 2005 fueron 793,542 con un valor de 1.984 millones de dólares, mostrando así un crecimiento anual del 4%. Para el año 2005, los derivados financieros más comúnmente utilizados fueron las operaciones a plazo de cumplimiento financiero (OPCF), y los *forwards*. Según el Informe de Gestión, BVC (2005), las OPCF son pactos de compra/venta de divisas, pero bajo condiciones estandarizadas, como valor de un contrato y plazo de vencimiento. El hecho de ser estandarizado permite su negociación anticipada entre varias contrapartes, antes de la fecha de vencimiento.

En 2005, por parte de los *forwards*, según el Informe de Gestión, BVC (2005), se negociaron USD\$575 millones en 237 operaciones, equivalente al 1.3% de los contratos negociados de dólar *forward* en el mercado interbancario.

Para el año 2016, de acuerdo con el Informe de Gestión, BVC (2016), el mercado de derivados colombiano se ha desarrollado en gran medida, debido a que se negociaron un millón 43 mil contratos, con un monto total negociado de COP \$134,1 billones, con un aumento de 11,6% con respecto al 2015, y el número de operaciones realizadas fue de 66.209, registrando un aumento anual del 2,5%. Lo anterior, deja en evidencia el desarrollo significativo que ha presentado el mercado de derivados en Colombia.

3.3 Coberturas en el sector cafetero

Según la revista comportamiento cafetero (2008), las variaciones del precio internacional del grano se deben en algunas ocasiones a factores externos al mercado del café. La crisis hipotecaria de 2007 en Estados Unidos provocó que grandes inversionistas del mercado financiero repuntarán hacia otro tipo de activos que ofrecieran más rentabilidades. Es así como el café en Colombia pasó de un precio de transacción de 10 US¢/lb durante 2006 a alcanzar cotizaciones récord de hasta de 139 US¢/lb en algunos momentos del año.

La masiva entrada de flujos de inversión combinada con el debilitamiento del dólar ocasionó que durante el 2007 se presentara un proceso de revaluación del peso colombiano llegando la tasa de cambio a niveles de \$1.999.

Dadas las circunstancias, el gremio caficultor se vio obligado a tomar acciones para mitigar el impacto de la revaluación y se dieron iniciativas gremiales dirigidas a la gestión de los riesgos cambiarios. Es por ello que se implementan mecanismos de cobertura como el establecimiento de contratos de futuros del peso-dólar en la Bolsa de Nueva York y las Operaciones a Plazo de Cumplimiento Financiero – OPCF's en la Bolsa de Valores de Colombia (Revista comportamiento cafetero, 2008).

Como resultado de la aplicación de esta política de control de riesgo se lograron compensaciones de riesgo por USD 11,3 millones que se alcanzaron por medio de coberturas cambiarias, por lo que, gracias a estas medidas de garantía, la estabilidad financiera de la federación nacional de cafeteros estuvo salvaguardada a lo largo del año.

Por otro lado, de acuerdo con Higuera et al., (2017) para el año 2012 el gobierno colombiano junto con la federación Nacional de Cafeteros implementaron un mecanismo de cobertura de riesgo conocido como Contrato de Protección de Precio (CPP). El cual busca cubrir el precio de café para los productores asegurando un precio mínimo al productor en pesos colombianos (COP).

El precio a pagar por cada contrato el cual se conoce como precio de sostenibilidad, se determina tomando como referencia el precio índice, el cual se fundamenta en la cotización

del café en la Bolsa de Nueva York y en el tipo de cambio respecto al dólar. En este sentido, el contrato sólo se llevará a cabo si el Precio índice es inferior al de sostenibilidad.

Este mecanismo está dirigido principalmente a pequeños productores, debido a que la cantidad máxima que se puede cubrir es de 50 cargas de 125 Kg, además los contratos pueden tener un plazo máximo de 3 meses. Su funcionamiento es muy similar al de otros tipos de futuros en cuanto a que el precio mínimo varía en función del mercado, teniendo en cuenta el precio de las cotizaciones internacionales y el mes escogido para la cobertura. Para acceder a este mecanismo los caficultores deben ingresar a la plataforma de banca móvil de la cédula cafetera inteligente la cual es un documento de identificación gremial, que además sirve de acceso al sistema financiero (Higuera, et al., 2017).

A pesar de ello, todavía son muy limitados los mecanismos de cobertura para pequeños caficultores en Colombia pues si bien, los derivados estandarizados y del mercado OTC ofrecen excelentes alternativas para los productores de café, su uso está limitado en relación con las restricciones al acceso de productos financieros como a sus elevados costos. Lo anterior se genera en parte a que los pequeños caficultores producen en un modelo de subsistencia por lo que permanecen expectantes ante el comportamiento internacional (Higuera, et al., 2017).

De acuerdo con lo expuesto en este capítulo, se puede evidenciar la necesidad con la que cuenta el sector cafetero para encontrar mecanismos que busquen sobrellevar las volatilidades en las tasas de cambio para reducir el impacto negativo que tiene sobre la producción y exportación del café, y mejorando a la vez las condiciones de los caficultores colombianos que dependen del buen dinamismo del sector para su sustento.

Cabe resaltar que al realizar una revisión teórica sobre los mecanismos de cobertura utilizados en Colombia se evidencia que todavía los cafeteros no cuentan con información y educación financiera suficiente para manejar situaciones de revaluación de la tasa de cambio el cual es un factor que ha incidido en la disminución en la producción de café y por tanto ha hecho que el sector cafetero ya no se encuentre dentro de los principales productos de la oferta exportable del país.

En este sentido el sector tiene el reto de encontrar mecanismos que ayuden a mejorar dicha situación y es por eso que la propuesta a plantear en la presente monografía buscará responder a esas necesidades actuales con las que cuenta el sector planteando estrategias que busquen reducir o mitigar el riesgo cambiario por medio del manejo de instrumentos derivados.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

En este apartado se muestra inicialmente la metodología cuantitativa especificando el diseño de la investigación en términos de las variables usadas, la población, el periodo de evaluación y las técnicas de recolección de la información. Posteriormente, se describe cómo se usa la información obtenida para valorar los derivados.

1. Metodología cuantitativa

El tipo y diseño de la investigación que se desarrolló fue de tipo cuantitativo, el cual, según Hernández, Fernández y Baptista (2010) busca describir, explicar y predecir los fenómenos por medio de la causalidad con una lógica deductiva. Esto, debido a que se hará un análisis deductivo a partir de datos numéricos. Por otra parte, “Aliaga y Gunderson (2002), mencionan que la investigación cuantitativa es la explicación de fenómenos mediante la recopilación numérica de datos que se analizan usando métodos matemáticamente basados en estadísticas particulares” (Muijs D, 2004, p.14),

1.1.Diseño de la investigación

Según Arias (2006), el diseño de la investigación es “la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: Documental, de campo y experimental” (p.27). Teniendo en cuenta que se busca ofrecer alternativas de cobertura a los caficultores del país para que puedan mitigar las pérdidas ocasionadas por variaciones en las tasas de cambio y se puedan enfocar en sus actividades de producción y comercialización de café, la población sobre la cual se hará la investigación es el sector cafetero en Colombia.

Para llevar a cabo el análisis del sector y evaluar las diferentes formas de mitigar el riesgo cambiario, se tuvieron en cuenta las variables que se presentan a continuación.

1.1.1 Tasa Representativa del Mercado (TRM)

La cual se define como la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos, y se calcula con base en las operaciones de compra y venta de divisas entre intermediarios financieros que transan en el mercado cambiario colombiano, con cumplimiento el mismo

día cuando se realiza la negociación de las divisas (Banco de La República, 2017). Se usaron como referencia los datos de la Tasa Representativa del Mercado (TRM) de enero de 2001 a diciembre de 2016, lo cual supone 192 datos obtenidos de la serie histórica de la TRM del Banco de La República (2018).

1.1.2 Exportaciones de café

Son el volumen de las exportaciones colombianas de café realizadas al exterior. Este dato es muy importante debido a que representa el nocional con el que se hizo las simulaciones de cada derivado financiero, desde enero del año 2001 hasta diciembre del año 2017, las unidades están en millones de dólares y fueron obtenidas de la Federación Nacional de Cafeteros.

1.1.3 Derivados financieros en Colombia

Los derivados por su parte se definen como instrumentos financieros diseñados sobre un subyacente y cuyo precio dependerá del precio del mismo (BVC, 2017). Se estudió la evolución reciente de derivados, su volatilidad, así como la tendencia del activo subyacente a partir de información de la Bolsa de Valores de Colombia.

Es importante señalar que la importancia del periodo analizado (2001-2016) radica en que para 2001 ya se evidenciaba un régimen de flotación cambiaria en Colombia, el cual empezó a regir a partir de septiembre de 1999 y esa creciente flexibilidad cambiaria de finales de los noventa permitió el mantenimiento de una tasa de cambio más competitiva (Banco de la República, 2001). Así mismo, el periodo de evaluación también es relevante pues cuenta con distintas tendencias y comportamientos de la TRM como son periodos de devaluación, revaluación y estabilidad, lo cual hace la proyección más acertada y actualizada al contar con un amplio espectro de datos que representan apropiadamente la volatilidad del mercado cambiario colombiano.

1.2. Técnica de recolección de la información

El instrumento de recolección de datos que fue utilizado para la investigación fue la utilización de documentos, la cual, de acuerdo con Lerma, H.D. (2009) hace referencia a la

documentación de toda fuente de registro existente y que puede ser institucional, personal o de prensa. En este orden se ideó, dado que se requería información acerca de la situación cafetera del país y los diferentes mecanismos utilizados en este sector para mitigar el riesgo cambiario, se hizo uso de documentos institucionales, los cuales, según Lerma, H.D. (2009) son documentos pertenecientes a empresas del estado o privadas donde se registra información relevante. Los documentos usados y analizados se pueden clasificar en:

Documentos de información cuantitativa:

- a. Tasas de interés libre de riesgo tanto de Estados Unidos (LIBOR) como de Colombia (IBR) obtenidas del banco de la república. Ver anexo A

Documentos de información cualitativa:

- a. Informes de gestión de BVC de 2005, 2015 y 2016 para evaluar el comportamiento y desarrollo del mercado de derivados en Colombia. Ver anexo B.
- b. Ensayos sobre la economía cafetera de 2014 obtenidos de la Federación Nacional de Cafeteros para conocer el desempeño del sector Cafetero en Colombia. Ver anexo C.
- c. Informe del comportamiento de la industria cafetera en 2007 en Colombia obtenido de la Federación Nacional de Cafeteros. Ver anexo D.
- d. Boletín de noticias N° 5 de la Unidad de Análisis de Mercados Financieros sobre las estrategias de cobertura para los caficultores colombianos obtenido de UAMF. Ver anexo E.

Esta información se recolectó con el objetivo de analizar, identificar y proponer la mejor estrategia que hubiera sido útil como cobertura de riesgo en el periodo de estudio.

El procesamiento estadístico de la información recogida se realizó en EXCEL. Por su parte, el método de la investigación es empírico de medición, puesto que se evalúan escenarios con y sin uso de derivados para evaluar el impacto de la cobertura cambiaria en el ingreso proveniente de las exportaciones de café en Colombia.

2. Análisis de la información

El análisis que se desarrolló en el presente trabajo estuvo enmarcado en la valoración de derivados, la simulación de mecanismos de cobertura, y la comparación de los escenarios obtenidos.

Para el desarrollo del análisis se realizó una proyección para el año 2017 correspondiente a los meses de enero a diciembre a partir de una simulación de 1000 iteraciones. Los pasos metodológicos llevados a cabo se explican a continuación.

La proyección estuvo basada en un modelo de precios Log Normal. De acuerdo con Sandoval (s.f), una variable X , se distribuye de forma lognormal, cuando los logaritmos naturales de sus variables $\ln(X_1), \ln(X_2), \dots, \ln(X_k)$ se describen mediante una distribución normal con media μ y desviación estándar σ finita. Esta distribución se usa cuando las desviaciones a partir del valor del modelo están formadas por porcentajes más que por valores absolutos como es el caso de la distribución normal.

Se eligió la distribución lognormal pues de acuerdo con el mismo autor, se ajusta bien a un gran número de distribuciones empíricas y es idónea para parámetros que son a su vez producto de numerosas cantidades aleatorias. Además, según Weisstein, E. (2017), una distribución normal resulta si la variable es el producto de un gran número de variables independientes distribuidas de forma idéntica, de la misma forma que se produce una distribución normal si la variable es la suma de un gran número de variables independientes distribuidas de forma idéntica.

En este sentido, inicialmente se calculó el retorno logarítmico de la TRM, por medio de la ecuación 10, la cual, de acuerdo con Lara, A (2005) permite evaluar el rendimiento de un activo al evidenciar el cambio que registra en un periodo con respecto a su valor inicial.

$$r_t = Ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (10)$$

Donde S_t es el valor de la TRM actual y S_{t-1} es el valor de la TRM en el mes anterior.

Posteriormente, se calculó la media y la varianza de r_t así como su desviación estándar por medio de las ecuaciones 11, 12 y 13 respectivamente.

$$\mu = \frac{(r_1+r_2+\dots+r_N)}{N} \quad (11)$$

La media aritmética resultó de la suma de todos los datos divididos en el número de datos disponibles y es un valor característico que representa a una serie de datos cuantitativos.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (r_i - \mu)^2}{N} \quad (12)$$

La varianza se obtuvo a partir de la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (r_i - \mu)^2}{N}} \quad (13)$$

Finalmente, la desviación estándar se obtuvo a partir de la raíz cuadrada de la varianza y muestra qué tan dispersos están los datos respecto a la media, en nuestro caso, la volatilidad de la tasa de cambio.

Los pasos anteriores se realizaron con el fin de simular el Movimiento Browniano Geométrico que está dado por la ecuación 14 y que permitió realizar la simulación

$$S_t = S_0 \times e \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma \delta z \sqrt{t} \right] \quad (14)$$

Donde d_z es la variable normal estándar simulada, la cual, de acuerdo con Lara, A (2005), es una variable aleatoria normal con medio 0 y desviación estándar 1, $N(0,1)$.

Así mismo, t corresponde al plazo, que en nuestro caso corresponde a 12 meses de proyección.

Posteriormente, se realizaron 1000 simulaciones para evaluar el comportamiento de la TRM en cada mes del año y se comparó con la TRM observada durante el año 2017 de acuerdo con los datos del Banco de La República.

Adicionalmente, para el cálculo de las fórmulas presentadas a continuación, fue necesario estimar las curvas de tasa de interés para pesos colombianos y dólares estadounidenses, en donde en el Anexo A se presentan los resultados.

En este orden de ideas, para disminuir el riesgo cambiario inherente a la exportación del café, se evaluó el impacto del uso de *forwards*, futuros y opciones en los retornos esperados por los cafeteros para determinar cuál derivado financiero ayuda de mejor manera a mitigar el riesgo cambiario.

2.1. *Forwards*.

Para la evaluación de la cobertura de *forwards*, se llevaron a cabo dos procedimientos principales:

- a. Se hicieron simulaciones de *forwards* para el año de pronóstico

De acuerdo con Hull (2008), la tasa *forward* se calcula por medio de la ecuación 15,

$$f_{0,T} = S_o \frac{(1+r_l)^t}{(1+r_e)^t} \quad (15)$$

Donde,

S_o = precio spot de diciembre de 2016

r_l = tasa de interés local IBR

r_e = tasa de interés externa LIBOR

t = Tiempo en años

Para la obtención de la tasa Libor e IBR mensual, se estimaron los datos de los meses de los cuales no se tenía información por medio de la interpolación lineal (Anexo J). La cual, de acuerdo con Martínez, J. (2007) se usa para averiguar el valor aproximado de una magnitud en un intervalo cuando se conocen algunos de los valores que toma a uno y otro lado de dicho intervalo, y no se conoce la ley de variación de la magnitud. La interpolación lineal se usa

dos puntos con el fin de desarrollar una aproximación lineal de la función, por medio de la ecuación 16:

$$Y_x = Y_0 + \frac{x-x_0}{x_1-x_0} (y_1 - y_0) \quad (16)$$

b. Se diseñó la estrategia de cobertura

Posteriormente, se hizo el cálculo del *delta* del *forward*, el cual se estimó por medio de la ecuación 17:

$$\delta (\Delta) = \frac{V(S+\Delta S)-V(S)}{\Delta S} \quad (17)$$

La fórmula de la cobertura *delta* muestra cómo cambia el *forward* cuando cambia el precio spot. Donde,

$$V(S) = N(S - F) \cdot \frac{1}{(1+r)^{(t/365)}} \quad (18)$$

$$V(S + \Delta S) = N(S + dS - F) \cdot \frac{1}{(1+r)^{t/365}} \quad (19)$$

- ΔS = Variación de la tasa spot.
- V = Valoración.
- N = Nocional.
- F = *Forward*.
- S = Tasa spot.

Por último, se diseñó la estrategia de cobertura óptima tal que el valor del portafolio no cambie cuando cambie el precio del subyacente (TRM) por medio de la ecuación 20:

$$\partial \text{Valor portafolio} / \partial S = +N_{spot} - N_{forward} \cdot S = 0 \quad (20)$$

Donde,

$$N_{spot} = N_{forward} \cdot d \quad (21)$$

A partir de esta información se tuvo que NFWD son las exportaciones, es decir cuántos dólares se reciben en el futuro.

2.2. Futuros.

Teniendo en cuenta que los contratos futuros funcionan de forma similar a un *forward*, con la diferencia que se negocian en mercados estandarizados y no directamente entre dos partes, calculamos los futuros por medio del cálculo delta usando la ecuación 22:

$$Delta = \frac{V(S+ds) - V(S)}{ds} \quad (22)$$

Para esto se calculó $V(S+ds)$ por medio de la ecuación 23 y $V(S)$ por medio de la ecuación 24:

$$V(S) = N * (S - F) * (1 + r)^{\frac{-t}{365}} \quad (23)$$

$$V(S + ds) = N * (S + ds - F) * (1 + r)^{\frac{-t}{365}} \quad (24)$$

Donde,

- N es el nocional
- T es el tiempo en días acumulados
- F es la tasa de *forward*
- R es la tasa de interés IBR el último día de diciembre de 2016 que sirve para traer el valor a presente
- S es la tasa spot cuando se hizo el contrato, es decir la tasa de diciembre de 2016

A partir de esta información se tuvo que N Futuros son las exportaciones, es decir cuántos dólares se reciben en el futuro, los cuales se tienen que cubrir dividido entre 50.000, esto debido a que los futuros se celebran en contratos de US\$50.000.

$$NFWD = Exportaciones\ de\ 2016 / 50.000$$

A partir de esto se calcula N Spot, el cual significa cuanto debo cubrir la posición de N futuros comprando N Spot

$$NSpot = Delta * NFuturos$$

2.3. Opciones

Según Madura (2015), las opciones de divisas ofrecen el derecho de compra o venta de monedas a un precio específico. En el presente caso se evaluarán las opciones *put*, pues según el mismo autor, son las que otorgan al propietario de la opción el derecho de vender una moneda a un precio específico dentro de un período de tiempo determinado.

Para evaluar las opciones se debieron hacer los cálculos de las letras griegas para medir la sensibilidad del precio de la opción a factores determinantes de las mismas como la variación de la tasa spot.

Para obtener las letras griegas inicialmente se calculó d_1 ;

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{E}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (25)$$

Donde,

S_0 = Precio spot (TRM).

E = Strike Price (precio *forward* calculado anteriormente)

r = Tasa de interés local (IBR).

q = Tasa de interés de Estados Unidos.

σ = Volatilidad anual.

T = Tiempo.

Posteriormente se calcularon delta *call* y delta *put* por medio de las ecuaciones 26 y 27 respectivamente

$$Delta\ put: dp = -e^{-qT} N(-d_1) \quad (26)$$

$$Delta\ call: dc = e^{-qT} N(d_1) \quad (27)$$

Finalmente se obtuvo gamma por medio de la ecuación 28:

$$\text{Gamma: } \Gamma_C = \Gamma_P = \frac{e^{-qT}}{S_0 \sigma \sqrt{T}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_1^2}{2}} \quad (28)$$

Para la valoración del portafolio se desarrolló la ecuación 29

$$V = N_S * TRM + N_{PUT} * P_0 + N_{CALL} * C_0 \quad (29)$$

Seguidamente se derivó la ecuación 29, ya que las opciones no son lineales

$$\frac{\partial V}{\partial S} = N_S + N_{PUT} * \partial_P + N_{CALL} * \partial_C = 0 \quad (30)$$

$$\frac{\partial V^2}{\partial S^2} = N_{PUT} \Gamma_P + N_{CALL} \Gamma_C = 0 \quad (31)$$

Donde,

N_S = Número de dólares que se tiene.

N_{PUT} = Nocional *Put* o número de opciones *put*.

P_0 = Precio *Put*.

N_{CALL} = Nocional *Call*.

C_0 = Precio *Call*.

El nocional de la put está dado por el valor de las exportaciones cada mes.

La cobertura está dada por delta y gamma, ambas deben dar cero, al igualar las ecuaciones 30 y 31, se obtiene la ecuación 32

$$N_{call} = -N_{put} \quad (32)$$

Puesto que, si me voy largo en *put*, voy corto en *call*.

Finalmente, es propicio decir que los procedimientos llevados a cabo en este capítulo se hicieron con el objetivo de encontrar las herramientas de cobertura (*forwards*, opciones y futuros) que ayudaran a disminuir el riesgo de pérdida que puedan comprometer la estabilidad financiera del sector cafetero, lo cual Vargas (2012) denomina mitigación de riesgo.

CAPITULO 3. RESULTADOS

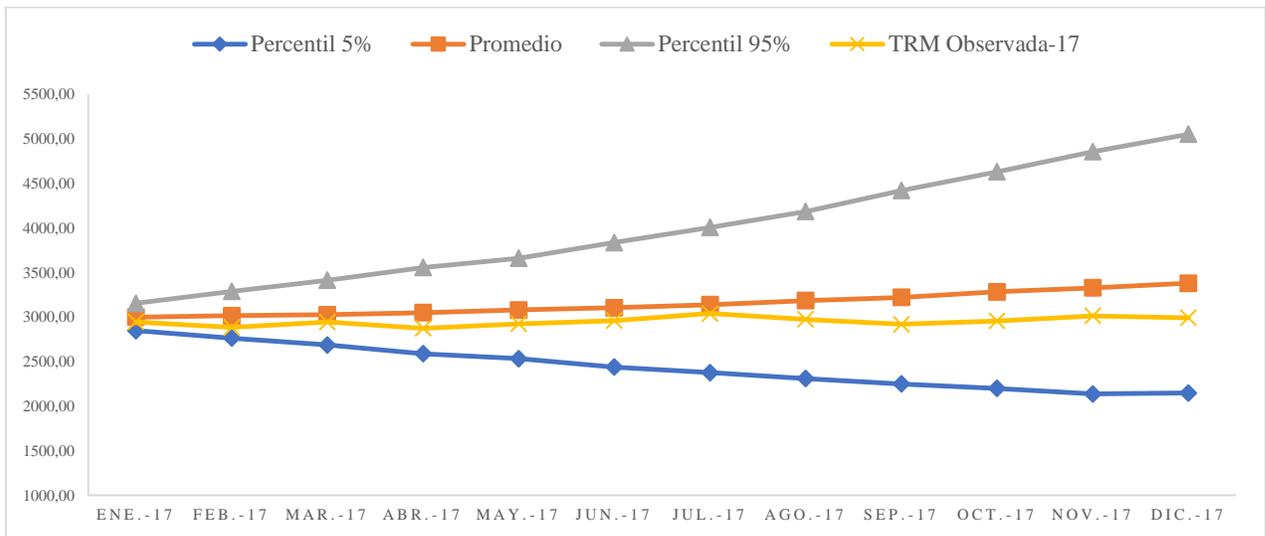
En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación. En la primera sección se dan a conocer los resultados de la simulación, en la segunda sección se muestran los resultados obtenidos de cada derivado por separado y en la tercera sección se presenta la comparación de los tres derivados evaluados.

1. Simulación

Para la realización del modelo se realizó en primera medida una simulación de 1000 iteraciones, utilizando para ello la TRM promedio, así como el retorno logarítmico, la media, varianza y desviación estándar, los cuales fueron obtenidos a partir de los datos de esta TRM. A partir de esta simulación se calculó el escenario promedio, el percentil 5% (el cual representa el escenario pesimista en el que se tendrían las mayores pérdidas si se hace uso del *forward* como mecanismo de cobertura) y el percentil 95% (el cual muestra el escenario optimista en el que se maximizarían las ganancias al hacer uso del *forward*).

Gráfico 1

Resultados de la simulación



Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de La República (2017)

Como se puede observar en el gráfico 1, se incluyó el percentil 5% y percentil 95% para determinar el rango donde se muestra las ganancias mínimas como máximas a las que se pueden llegar haciendo uso del *forward* y en donde oscila tanto el promedio como la TRM

observada. Ahora bien, de acuerdo a los resultados arrojados en el gráfico 1, se pudo deducir que la simulación fue acertada puesto que el escenario promedio de la simulación se asemeja a la TRM observada en 2017 y se encuentran dentro de los percentiles 5% y 95%.

Tabla 1

Comparación tasa FWD vs. TRM observada

Fecha real	Tasa Forward	TRM - 2017	(S - F)	N=nocional USD	L=liquidación
ene-17	3026,25	2944,65	-81,60	242.362.679	\$ 19.776.531.500
feb-17	3040,38	2881,68	-158,70	253.891.690	\$ 40.292.279.231
mar-17	3054,26	2943,49	-110,77	256.125.194	\$ 28.371.851.756
abr-17	3066,98	2873,55	-193,43	191.544.241	\$ 37.049.970.027
may-17	3079,03	2924,00	-155,03	197.114.170	\$ 30.559.381.356
jun-17	3089,47	2958,36	-131,11	202.259.800	\$ 26.518.149.669
jul-17	3102,29	3038,76	-63,53	209.054.104	\$ 13.281.983.542
ago-17	3114,86	2972,62	-142,24	254.118.079	\$ 36.144.601.772
sep-17	3126,71	2918,49	-208,22	239.665.140	\$ 49.903.968.228
oct-17	3138,74	2955,06	-183,68	243.975.967	\$ 44.814.421.267
nov-17	3150,07	3013,17	-136,90	252.065.854	\$ 34.508.058.044
dic-17	3161,56	2991,42	-170,14	265.180.600	\$ 45.116.980.800
				2.807.357.518	\$ 406.338.177.194

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de la República y la FNC.

Por otra parte, al comparar la tasa *forward* con la TRM observada en la tabla 1 se observa que por ejemplo en la liquidación para enero de 2017, se hubieran dejado de perder 19 mil millones de pesos con un nocional de 242 millones de dólares, esto si todos los caficultores se hubieran cubierto con un contrato *forward*. Ahora bien, en términos anuales se observa que para el año 2017 la liquidación es de \$406.338.177.194 millones de pesos, lo que quiere decir que, se hubieran dejado de perder 406 mil millones de pesos con un nocional de 2.807 millones de dólares, esto si todos los caficultores hubieran realizado un *forward*.

Por último, cabe destacar, que el nocional, es decir, el tamaño del contrato para los contratos *forwards*, pueden ser personalizados de acuerdo a las necesidades del caficultor, de aquí la principal diferencia con los contratos futuros, debido a que, estos últimos al ser negociados en un mercado estandarizado, el nocional no puede ser mayor a 50.000, por ende, se deben realizar varios contratos.

2. Derivados

En este segmento se muestran los resultados que se obtuvieron a partir de la evaluación de los ingresos usando cada cobertura cambiaria.

2.1. *Forwards*

La tasa *forward* a la cual se venderían los dólares obtenidos a partir de la exportación de café en cada mes se calculó con base a la ecuación 15 tomada del numeral 2.1 y sus resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2
Tasa forward mensual 2017

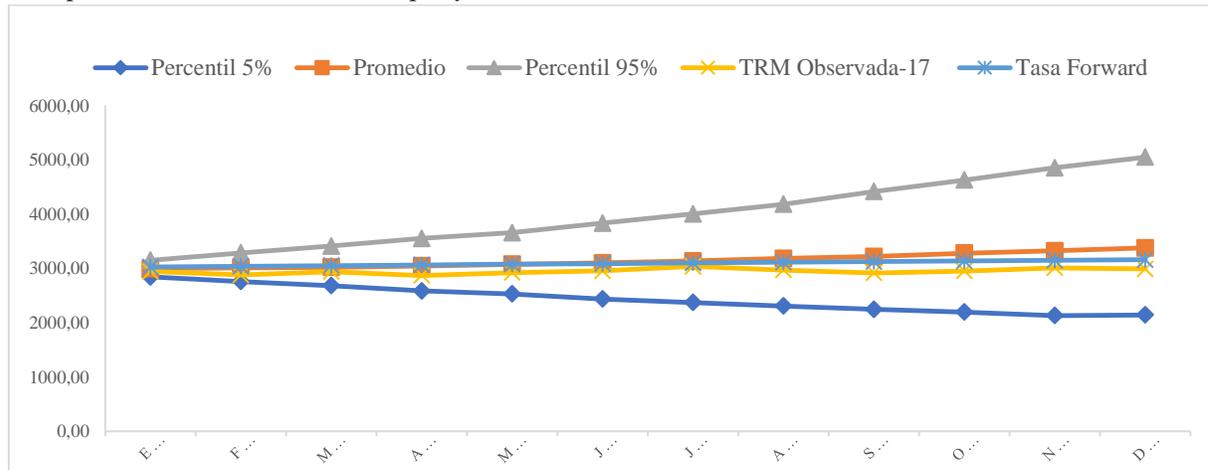
Plazo meses	Fecha real	Días reales	Días acumulados	Tasa <i>forward</i>
1	ene-17	31	31	3026,25
2	feb-17	28	59	3040,38
3	mar-17	31	90	3054,26
4	abr-17	30	120	3066,98
5	may-17	31	151	3079,03
6	jun-17	30	181	3089,47
7	jul-17	31	212	3102,29
8	ago-17	31	243	3114,86
9	sep-17	30	273	3126,71
10	oct-17	31	304	3138,74
11	nov-17	30	334	3150,07
12	dic-17	31	365	3161,56

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Banco de La República (2018)

Al comparar la tasa *forward* obtenida a partir de la proyección de 2017 con la TRM observada en ese mismo año, el escenario medio de proyección, el percentil 5% y el percentil 95% como se evidencia en el gráfico 2 (Ver anexo F), se puede destacar que al usar el *forward* como mecanismo de cobertura se hubieran tenido más ingresos que al no usarlos, pues la tasa *forward* es mayor que la TRM observada en 2017.

Gráfico 2

Comparación de escenarios de proyección



Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Banco de La República (2018)

Por otra parte, al elaborar la estrategia óptima de *forwards* explicada en el numeral 2.1 y que consiste en lograr que el valor del portafolio se mantenga constante, se evidencia que sin importar los cambios en la tasa de cambio $d(S)$, se lograría que los ingresos de los exportadores no varíen, como se evidencia en la tabla 3. Lo cual permite inferir que tener una cobertura con un *forward* minimizaría el riesgo cambiario del sector cafetero puesto que, al tomar cualquier valor de la tasa de cambio, los ingresos del sector no van a estar determinados por esta volatilidad.

Tabla 3

Variación del valor del portafolio a partir de $d(S)$ expresado en millones de dólares

Mes	ds	Delta	N FWD	N SPOT	dVPORT
ene-17	-3000	0,9944	242,363	240,999	0
feb-17	-2500	0,9893	253,892	251,179	0
mar-17	-2000	0,9838	256,125	251,963	0
abr-17	-1500	0,9784	191,544	187,405	0
may-17	-1000	0,9729	197,114	191,770	0
jun-17	-500	0,9676	202,260	195,704	0
jul-17	0,05	0,9621	209,054	201,140	0
ago-17	500	0,9567	254,118	243,122	0
sep-17	1000	0,9515	239,665	228,046	0
oct-17	1500	0,9462	243,976	230,841	0
nov-17	2000	0,9410	252,066	237,197	0
dic-17	2500	0,9357	265,181	248,134	0

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco de La República (2018)

En este sentido, el caficultor debería tomar una posición en largo, es decir comprar los dólares en spot que para enero es de US240.999 millones de dólares y tomar una posición en corto que significa vender el *forward* representado por el valor de las exportaciones de 242,363 millones de dólares en el mercado spot con el objetivo de cubrir 2,420 millones de dólares con un contrato de *forwards* para el mes de enero de 2017. Al aplicar esta cobertura se pudo observar que el valor del portafolio representado por la columna dVPORT de la tabla 3 se mantuvo constante ante movimientos de la TRM, cumpliendo de esta manera la cobertura para los caficultores al usar contratos *forward*.

2.2.Futuros

Al revisar la proyección con futuros vemos que se obtienen resultados muy similares a los obtenidos en la cobertura *forward*, esto es porque en ambos escenarios la estrategia de cobertura es la misma, la cual consiste en mantener intacto el valor del portafolio cuando cambia el precio del subyacente (TRM) y la forma de cálculo es muy similar.

A continuación, en la tabla 4 se observan los resultados al implementar una cobertura con futuros.

Tabla 4

Variación del valor del portafolio a partir de d(S) expresado en millones de dólares

Mes	ds	Delta	N Futuros	N SPOT	dVPORT
ene-17	-500	0,9944	4.847,25	4.819,98	0
feb-17	-400	0,9893	5.077,83	5.023,59	0
mar-17	-300	0,9838	5.122,50	5.039,26	0
abr-17	-200	0,9784	3.830,88	3.748,11	0
may-17	-100	0,9729	3.942,28	3.835,40	0
jun-17	50	0,9676	4.045,20	3.914,08	0
jul-17	100	0,9621	4.181,08	4.022,80	0
ago-17	200	0,9567	5.082,36	4.862,45	0
sep-17	300	0,9515	4.793,30	4.560,92	0
oct-17	400	0,9462	4.879,52	4.616,83	0
nov-17	500	0,9410	5.041,32	4.743,94	0
dic-17	600	0,9357	5.303,61	4.962,68	0

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco de La República (2018)

Ahora bien, la diferencia encontrada entre los futuros y los *forwards* yace en que los contratos a futuros se negocian con unas cláusulas y montos establecidos, por tal motivo el valor de los contratos negociados es de US\$ 50.000.

De acuerdo con los datos obtenidos de la tabla 4, se evidenció que el caficultor al igual que en los contratos *forwards* debe tomar una posición en largo en el spot y una posición corta en N futuros con el fin de cubrir para el caso de enero de 2017, un valor de US\$ 27.27 mil dólares y al aplicar la cobertura con futuros se evidenció que independientemente de la variación de la tasa de cambio $d(S)$, el valor del portafolio $dVPort$ no cambia.

En otras palabras, los cafeteros al implementar una cobertura con futuros se están cubriendo del riesgo cambiario dado que ya no existe la posibilidad de incurrir en pérdidas si la TRM cambia garantizando una estabilidad en los ingresos de los cafeteros haciendo que estos se puedan enfocar en su objeto de actividad que es la producción y comercialización de café y no en aprovechar movimientos favorables de los mercados financieros.

2.3.Opciones

A partir del cálculo de las letras griegas, se obtuvo la estrategia de cobertura representada en la tabla 5.

Tabla 5

Opciones

mes	Delta Put	Delta Call	Gamma	Nput (Millones USD)	Nspot (Millones USD)	Ncall (Millones USD)	dVPORT (Millones USD)
ene-17	-0,305	0,69	0,0011	242,36	-242,2	-242,4	0
feb-17	-0,351	0,65	0,0007	253,89	-253,6	-253,9	0
mar-17	-0,375	0,62	0,0006	256,13	-255,5	-256,1	1
abr-17	-0,386	0,61	0,0005	191,54	-190,9	-191,5	1
may-17	-0,393	0,60	0,0004	197,11	-196,1	-197,1	1
jun-17	-0,397	0,60	0,0004	202,26	-201,0	-202,3	1
jul-17	-0,398	0,59	0,0004	209,05	-207,4	-209,1	2
ago-17	-0,398	0,59	0,0003	254,12	-251,7	-254,1	2
sep-17	-0,398	0,59	0,0003	239,67	-237,0	-239,7	3
oct-17	-0,397	0,59	0,0003	243,98	-240,8	-244,0	3
nov-17	-0,396	0,59	0,0003	252,07	-248,4	-252,1	4
dic-17	-0,395	0,59	0,0003	265,18	-260,8	-265,2	4

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco de La República (2018)

La cobertura con opciones en este caso fue comprar opciones *put* las cuales proporcionan el derecho a vender, vendiendo opciones *call* y vendiendo dólares teniendo en primer lugar que, si la tasa de cambio está por encima de la pactada, entonces no se toma la opción porque se

estaría perdiendo. En segundo lugar, si la tasa *spot* está por debajo del precio de la opción, si se toma la opción debido a que se logra mayor ganancia pues la opción permite vender los dólares más caros.

Sin embargo, dado que las opciones no son lineales pues los deltas y gammas se obtienen de una segunda derivada, siempre queda un residuo que hace que el resultado del portafolio no de cero. A pesar de ello, al ser tan pequeño el residuo se pudo decir que el resultado es óptimo.

3. Comparación de escenarios

De acuerdo a los resultados de las coberturas evaluadas y a la información presentada en la tabla 6, se evidencia que el costo de usar *forwards* o futuros es menor que el de las opciones, porque, por ejemplo, mientras en enero de 2017 los futuros y *forwards* necesitan una posición en el mercado spot de 241M, las opciones requieren 484M.

Tabla 6

Comparación de escenarios

Mes	FORWARDS Y FUTUROS	OPCIONES
ene-17	241,00	484,58
feb-17	251,18	507,46
mar-17	251,96	511,63
abr-17	187,41	382,40
may-17	191,77	393,25
jun-17	195,70	403,21
jul-17	201,14	416,45
ago-17	243,12	505,83
sep-17	228,05	476,68
oct-17	230,84	484,82
nov-17	237,20	500,44
dic-17	248,13	525,97

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Banco de La República (2017)

Ahora, si bien las opciones cubren contra más cambios, movimientos más amplios y es más dinámica, son mucho más costosas que las demás coberturas mientras que los *forwards* y futuros son instrumentos más simples, lineales y tienen más liquidez en el mercado.

Lo anterior sumado a que los caficultores poseen poca experiencia en el uso de derivados, permite sugerir que la mejor estrategia de cobertura para el sector cafetero en Colombia son

los contratos *forward* sobre divisas, esto es debido a que son muy líquidos en Colombia y al transarse en un mercado no estandarizado, tanto el comprador como el vendedor pueden establecer sus propias cláusulas y montos de cobertura de acuerdo a las necesidades de cada una de las partes, por ende, se puede ser más exacto en el tiempo y en los montos que se quieren cubrir y se pueden ajustar mejor a las necesidades de cada cafetero.

Finalmente es importante tener en cuenta que a pesar de que estas estrategias de coberturas garantizan estabilidad en los ingresos de los cafeteros, estas pueden resultar bastante costosas de adquirir pues para cubrir su posición con un *forward* deben adquirir cierta cantidad de dólares al momento de realizar el contrato. Por ejemplo, se deben adquirir 251,96 millones de dólares en el mercado *spot* para poder cubrirse contra el riesgo cambiario con un contrato para el mes de marzo de 2017.

CONCLUSIONES

El café a lo largo de los años se ha caracterizado como uno de los principales productos de la oferta exportable colombiana, por lo que se le atribuye en su mayoría al desarrollo del sector cafetero, además, con los ingresos obtenidos a partir de la producción y comercialización del café se han realizado varios proyectos públicos dando lugar a un sector que ha aportado enormemente al crecimiento económico del país.

Sin embargo, como se menciona anteriormente, hoy en día el café no cuenta con una participación notoria dentro de la oferta exportable, debido a que los cafeteros se encuentran expuestos a diferentes problemáticas especialmente el relacionado con el riesgo cambiario, debido a que los ingresos de los exportadores pueden llegar a disminuir a tal punto de incurrir en pérdidas cuando se presentan escenarios de revaluación o de incertidumbre.

Es por lo anterior, que se hace necesario la implementación de mecanismos de cobertura que ayuden a mitigar los riesgos asociados a la volatilidad de las tasas de cambio, buscando de esta manera una estabilidad cambiaria para este sector de la economía colombiana.

Es importante señalar que después de haber estudiado la situación del sector cafetero en Colombia y los mecanismos de cobertura existentes, se pudo alcanzar el objetivo general el cual fue establecer la mejor estrategia de cobertura para mitigar el riesgo cambiario en el sector cafetero colombiano.

Para llevar a cabo este objetivo general, se realizaron una serie de procedimientos a base de simulaciones utilizando coberturas financieras como futuros, *forwards* y opciones, de los cuales al comparar sus resultados se evidenció que la mejor estrategia de cobertura para el sector cafetero son los contratos de *forwards* por el hecho de ser contratos que al transarse en un mercado no estandarizado se pueden establecer las cláusulas del contrato de acuerdo a las necesidades de las partes, además de poder tomar el monto libre a negociar, algo que difiere de los dos contratos restantes que son futuros y opciones.

En este orden de ideas, para alcanzar el objetivo general de la investigación se cumplieron previamente unos objetivos específicos. Inicialmente se caracterizó la evolución de las estrategias que usan los caficultores colombianos para mitigar el riesgo cambiario; se evidenció que en el caso colombiano los productos financieros más utilizados son los

forwards, las Operaciones a Plazo de Cumplimiento Financiero (OPCFs) y las opciones sobre el dólar, pero los más utilizados en el sector cafetero son los futuros y esto es porque proporcionan una doble función, que es por un lado reflejar información sobre precios del producto y por otro lado proporcionar estabilidad ante riesgos cambiarios en el precio del producto o del activo físico, además de permitir al agricultor fijar un precio a su cosecha anticipadamente.

Es importante resaltar que como se comprobó en la investigación, entre otras razones para usar estas coberturas están la eliminación de la incertidumbre, la reducción de los costos de las fuentes de financiación, la estabilidad de los estados financieros, confiabilidad de los indicadores y seguridad en la toma de decisiones y planeación del negocio.

Seguidamente, para dar cumplimiento al segundo objetivo el cual consistió en identificar los derivados financieros disponibles para la cobertura del riesgo cambiario en el mercado local, que se adaptaran a la estructura empresarial de los caficultores en Colombia, se encontró que los más óptimos fueron las opciones y futuros los cuales son transados en el mercado estandarizado y se encontró también los contratos *forwards* que si bien son los que se tranzan en el mercado no estandarizado cumplen funciones muy similares a los contratos de futuros.

Finalmente para el desarrollo del tercer y último objetivo el cual fue establecer la estrategia más eficiente para minimizar el riesgo cambiario dado la evolución del tipo de cambio en el periodo de estudio, se pudo inferir que teniendo en cuenta los resultados de los tres derivados evaluados; los *forwards* sobre divisas son la mejor alternativa ya que son muy líquidos en Colombia, además al ser no estandarizados se puede ser más exacto en el tiempo y en los montos que se quieren cubrir y se puede ajustar mejor a las necesidades de cada cafetero. Así mismo, las opciones no estandarizadas son también una buena alternativa, porque no tienen montos fijos, por ende, se ajustan a las necesidades de los cafeteros que quieran usar este tipo de instrumento financiero.

Ahora bien, como perspectivas para el presente trabajo, tras el análisis y estudio de los mecanismos de cobertura se detalla en que si bien se dio paso para el desarrollo completo de la investigación propuesta, se pudo haber estudiado otro tipo de coberturas con el fin de ampliar las estrategias para tomar decisiones que pudieran ayudar a disminuir los riesgos de

tipo cambiario a los que está expuesto el sector cafetero, además de proponer estos resultados a otros sectores importantes de la economía del país para su posterior implementación.

ANEXOS

A. Tasa de interés libre de riesgo de Estados Unidos y Colombia

Curva observada

LIBOR		IBR	
Plazo meses	Tasa	Plazo meses	Tasa
1	0,72%	1	7,51%
2	0,79%	3	7,20%
3	0,98%	6	6,81%
6	1,31%		
12	1,67%		

Nota. Fuente: Banco de la República (2017)

Curva estimada: Interpolación lineal de IBR y LIBOR

Tasa de interés de EE.UU. - LIBOR	
Plazo meses	Tasa
1	0,72%
2	0,79%
3	0,98%
4	1,09%
5	1,20%
6	1,31%
7	1,37%
8	1,43%
9	1,49%
10	1,55%
11	1,61%
12	1,67%

IBR	
Plazo meses	Tasa
1	7,51%
2	7,35%
3	7,20%
4	7,07%
5	6,94%
6	6,81%
7	6,81%
8	6,81%
9	6,81%
10	6,81%
11	6,81%
12	6,81%

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de La República (2017)

B. Informes de gestión de BVC de 2005, 2015 y 2016 sobre el comportamiento y desarrollo del mercado de derivados en Colombia

TITULO	AUTOR	RESUMEN	OBSERVACIONES
Informe de gestión (2005)	Bolsa de valores de Colombia (BVC)	En Colombia para el año 2004, el número de contratos OPCF-TRM fueron 762.654 con un valor de 1.907 millones de dólares, y para el año 2005 fueron 793,542 con un valor de 1.984 millones de dólares, mostrando así un crecimiento anual del 4%. Para el año 2005, los derivados financieros más comúnmente utilizados fueron las operaciones a plazo de cumplimiento financiero (OPCF), y los <i>forwards</i> , por parte de los <i>forwards</i> , se negociaron USD\$575 millones en 237 operaciones, equivalente al 1.3% de los contratos negociados de dólar <i>forward</i> en el mercado interbancario.	Debido a la baja volatilidad resultante de la intervención del Gobierno en el mercado cambiario, se encontró un menor interés en buscar cubrimiento a las fluctuaciones inesperadas de la tasa de cambio. Este es debido a que la volatilidad es el motor fundamental de los volúmenes de negociación; si cae la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de una variable, también cae la intención de los agentes de buscar cobertura.
Informe de gestión (2015)	Bolsa de valores de Colombia (BVC)	El año 2015 se convirtió en un récord para el mercado de derivados, dado que se negociaron por primera vez, desde su lanzamiento en 2008, más de un millón de contratos, llegando a un millón 43 mil contratos.	Los resultados se explican por la alta volatilidad de la tasa de cambio a lo largo del año, el impacto en las tasas de interés tanto de los TES como en el IBR y la reducción en el apetito de los inversionistas por la renta variable.
Informe de gestión (2016)	Bolsa de valores de Colombia (BVC)	La BVC, a través de su filial Set Icap FX, incrementó en 29% el volumen total de OTC de divisas durante 2016. Presentó además un crecimiento en volumen del 12%, lo cual fortalece y potencializa la red OTC para la distribución de los productos de la BVC y sus filiales.	En cuanto al mercado de derivados, la BVC se concentró en traer productos exitosos del OTC al mercado estandarizado como el Futuro OIS sobre la tasa IBR overnight.

Nota. Fuente: BVC (2005), BVC (2015) y BVC (2016)

C. Ensayos sobre la economía cafetera de 2014 obtenidos de la Federación Nacional de Cafeteros para conocer el desempeño del sector Cafetero en Colombia.

TITULO	AUTOR	RESUMEN	OBSERVACIONES
Ensayos sobre economía cafetera	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC)	Los retos económicos que se observan para el sector cafetero colombiano son: La volatilidad en los precios del café, baja productividad, falta de crédito agrícola, falta de información de mercado, acceso directo al mercado, aumento del costo de vida, envejecimiento de los cafetales, incertidumbre en la tenencia de tierras, acceso limitado a instrumentos financieros, limitados servicios a través de organizaciones de agricultores, bajos ingresos económicos e impuestos.	Se observa que el sector tiene demasiados retos por afrontar, subrayando los retos de la alta volatilidad en los precios del café, la falta de información del mercado y el acceso limitado a instrumentos financieros, esto contribuye a que los agricultores no incurran a protegerse del riesgo cambiario en Colombia, con lo cual obtienen pérdidas en sus ingresos.

Nota. Fuente: FNC (2014)

D. Informe del comportamiento de la industria cafetera en 2007 en Colombia obtenido de la Federación Nacional de Cafeteros.

TITULO	AUTOR	RESUMEN	OBSERVACIONES
El comportamiento de la industria cafetera colombiana durante 2007	Federación nacional de cafeteros de Colombia (FNC)	Para el año 2007, estuvo marcada por importantes acontecimientos en el plano internacional y nacional. La crisis hipotecaria de 2007 en Estados Unidos provocó que grandes inversionistas del mercado financiero repuntarán hacia otro tipo de activos, como el café, donde pasó de un precio de transacción de 10 US¢/lb durante 2006 a alcanzar cotizaciones récord de hasta de 139 US¢/lb en algunos momentos del año. Además, la masiva entrada de flujos de inversión combinada con el debilitamiento del dólar ocasionó que durante el 2007 se presentara un proceso de revaluación	Debido a acontecimientos del 2007 tanto externos como internos, se observó que los caficultores necesitaban cubrirse del riesgo cambiario, para protegerse de pérdidas ocasionadas por la volatilidad de la tasa de cambio.

		del peso colombiano llegando la tasa de cambio a niveles de \$1.999.	
--	--	--	--

Nota. Fuente: FNC (2007)

E. Boletín de noticias N° 5 de la Unidad de Análisis de Mercados Financieros sobre las estrategias de cobertura para los caficultores colombianos obtenido de UAMF.

TITULO	AUTORES	RESUMEN	OBSERVACIONES
Estrategias de cobertura para los caficultores colombianos	Higuera, J. Bejarano, M. Ortiz, J.	Históricamente el café ha sido uno de los principales productos de exportación del país, aunque su participación ha disminuido a lo largo de las últimas décadas, y actualmente solo representa alrededor del 7% de las exportaciones totales colombianas, esto es debido a la volatilidad en la tasa de cambio, es necesario conocer los instrumentos derivados existentes para cubrir estos riesgos, los cuales son principalmente los contratos de futuros y los contratos de opciones, y son una herramienta para la administración de riesgos a lo largo de la cadena de comercialización del café.	Es boletín muestra la importancia de conocer a cerca de los instrumentos financieros que puede usar un caficultor colombiano, donde muestra que los principales derivados financieros usados en Colombia son los futuros, los <i>forwards</i> y las opciones.

Nota. Fuente: Higuera, J. A., Bejarano, M. A., & Ortiz, J. C. (2017).

F. Comparación de escenarios de FWD

Comparación tasa FWD vs. TRM observada

Fecha real	Tasa <i>forward</i>	TRM Observada-17	(S - F)	N=nocional USD	L=liquidación
ene-17	3026,25	2944,65	-81,60	242362679	\$ 19.776.531.500
feb-17	3040,38	2881,68	-158,70	253891690	\$ 40.292.279.231
mar-17	3054,26	2943,49	-110,77	256125194	\$ 28.371.851.756
abr-17	3066,98	2873,55	-193,43	191544241	\$ 37.049.970.027
may-17	3079,03	2924,00	-155,03	197114170	\$ 30.559.381.356
jun-17	3089,47	2958,36	-131,11	202259800	\$ 26.518.149.669
jul-17	3102,29	3038,76	-63,53	209054104	\$ 13.281.983.542
ago-17	3114,86	2972,62	-142,24	254118079	\$ 36.144.601.772
sep-17	3126,71	2918,49	-208,22	239665140	\$ 49.903.968.228
oct-17	3138,74	2955,06	-183,68	243975967	\$ 44.814.421.267
nov-17	3150,07	3013,17	-136,90	252065854	\$ 34.508.058.044
dic-17	3161,56	2991,42	-170,14	265180600	\$ 45.116.980.800
					\$ 406.338.177.194

Comparación tasa FWD vs. Escenario medio

Fecha real	Tasa <i>forward</i>	Promedio	(S - F)	N=nocional USD	L=liquidación
ene-17	3026,25	2998,93	-27,32	242362679	\$ 6.620.425.937
feb-17	3040,38	3013,91	-26,47	253891690	\$ 6.720.998.756
mar-17	3054,26	3025,99	-28,27	256125194	\$ 7.241.594.848
abr-17	3066,98	3048,33	-18,65	191544241	\$ 3.571.852.933
may-17	3079,03	3077,89	-1,15	197114170	\$ 225.717.881
jun-17	3089,47	3103,24	13,77	202259800	-\$ 2.785.340.365
jul-17	3102,29	3137,67	35,37	209054104	-\$ 7.394.743.252
ago-17	3114,86	3184,48	69,63	254118079	-\$ 17.693.355.615
sep-17	3126,71	3220,27	93,55	239665140	-\$ 22.421.513.186
oct-17	3138,74	3283,07	144,32	243975967	-\$ 35.211.273.433
nov-17	3150,07	3326,23	176,16	252065854	-\$ 44.403.552.192
dic-17	3161,56	3379,37	217,81	265180600	-\$ 57.759.773.855
					-\$ 163.288.961.542

Comparación tasa FWD vs. Percentil 5%

Fecha real	Tasa <i>forward</i>	Percentil 5%	(S - F)	N=nocional USD	L=liquidación
ene-17	3026,25	2846,47	-179,78	242362679	\$ 43.571.901.689
feb-17	3040,38	2761,99	-278,38	253891690	\$ 70.679.511.761
mar-17	3054,26	2686,24	-368,03	256125194	\$ 94.260.645.056
abr-17	3066,98	2586,94	-480,03	191544241	\$ 91.947.580.348
may-17	3079,03	2531,40	-547,63	197114170	\$ 107.946.032.944
jun-17	3089,47	2437,99	-651,48	202259800	\$ 131.768.889.520
jul-17	3102,29	2374,72	-727,57	209054104	\$ 152.102.099.037
ago-17	3114,86	2309,23	-805,62	254118079	\$ 204.723.831.801
sep-17	3126,71	2248,34	-878,38	239665140	\$ 210.516.064.430
oct-17	3138,74	2198,96	-939,78	243975967	\$ 229.284.564.922
nov-17	3150,07	2135,52	-1014,55	252065854	\$ 255.733.930.105

dic-17	3161,56	2146,76	-1014,80	265180600	\$ 269.104.824.730
					\$ 1.861.639.876.344

Comparación tasa FWD vs. Percentil 95%

Fecha real	Tasa <i>forward</i>	Percentil 95%	(S - F)	N=nocional USD	L=liquidación
ene-17	3026,25	3153,11	126,86	242362679	-\$ 30.746.945.385
feb-17	3040,38	3288,36	247,98	253891690	-\$ 62.960.065.787
mar-17	3054,26	3413,50	359,24	256125194	-\$ 92.009.238.305
abr-17	3066,98	3555,66	488,68	191544241	-\$ 93.604.161.062
may-17	3079,03	3659,37	580,34	197114170	-\$ 114.392.584.732
jun-17	3089,47	3836,03	746,56	202259800	-\$ 150.999.827.134
jul-17	3102,29	4006,06	903,77	209054104	-\$ 188.937.033.971
ago-17	3114,86	4183,92	1069,07	254118079	-\$ 271.669.523.414
sep-17	3126,71	4419,68	1292,96	239665140	-\$ 309.877.773.524
oct-17	3138,74	4631,22	1492,48	243975967	-\$ 364.128.515.814
nov-17	3150,07	4855,40	1705,33	252065854	-\$ 429.855.408.589
dic-17	3161,56	5052,49	1890,94	265180600	-\$ 501.439.676.318
					-\$ 2.610.620.754.034

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de la República y la FNC.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación*. Caracas Venezuela: EPISTEME, C.A.
- Ávila & Millán. 2008. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icea/LI_EcoReg/Danae_Duana/modelo.pdf
- Banrep, 2017. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/trm>
- Banco de la República*. (2017). Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/en/tags/riesgo-cambiarior>
- Banco de la república (2017) Estadísticas financieras. <http://www.banrep.gov.co/es/node/33530>
- Banco de la república. (2017). Tasa de cambio del peso colombiano (TRM). Bogotá: Banrep. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/trm>
- Bank of Canada. (1994). The microstructure of financial derivatives markets: Exchange-Traded versus Over-the-Counter. Recuperado de <https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/01/tr68.pdf>
- BBVA. (2015). Introducción al mercado de derivados (III) Los futuros. Bogotá. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/introduccion-al-mercado-de-derivados-iii-los-futuros/>
- Betzuen, A., & Betzuen, A. (2016). Estrategias de cobertura financiera y gestión con instrumentos derivados. Recuperado de https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/13910/mod_resource/content/1/Tema%205%20Opciones%20OCW%202016%28c%29.pdf
- Bolsa de Valores de Colombia. (2018). Mercado de Derivados Estandarizados. Obtenido de <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/derivados?action=dummy>
- BVC (2017). Recuperado de <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/derivados?action=dummy>
- BVC. (2005). *Informe de gestión*. Obtenido de <https://bit.ly/2HiMstk>
- BVC. (2015). *Informe de gestión*. Obtenido de <https://bit.ly/2IpTzls>

- BVC. (2016). *Informe de gestión*. Obtenido de <https://bit.ly/2xDTo0z>
- BVC. (2017). *Informe de gestión*. Obtenido de <https://bit.ly/2Isfg7U>
- BVC. 2018. Recuperado de <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalebvc/Home/Mercados/descripciongeneral/derivados?action=dummy>
- Centro de estudios monetarios latinoamericanos. (2003). Derivados financieros. Recuperado de: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Publicaciones-de-Otras-Instituciones/pub-en-69.pdf>
- CMEGroup. (2013). Entendiendo los futuros sobre divisas. Recuperado de <https://www.cmegroup.com/education/files/understanding-currency-futures-spanish.pdf>
- El Mercado OTC de Valores en Colombia (2013). Recuperado de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_765.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros en Colombia. (2014). Economía cafetera. Obtenido de <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/EEC30.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros. (2008). El comportamiento de la industria cafetera colombiana durante 2007. Revista comportamiento cafetera. Recuperado de: <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Comportamiento%20Industria%20Cafetera%202007%20final.pdf>
- Federación de cafeteros. (2017). Precio representativo del suave colombiano - mensual desde 1913. Obtenido de https://www.federaciondefcafeteros.org/clientes/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas/
- Fong, L. & Han, C. (2015). Applied Economics. *Impacts of derivative markets on spot market volatility and their persistence*, Vol. 47, No. 22, 2250–2258. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2015.1005813>
- Franco, L., & Murillo, J. (2008). Loss distribution approach (LDA): metodología actuarial aplicada al riesgo operacional. *Ingenierías Universidad de Medellín*.
- Gray, S., & Place, J. (2003). Derivados financieros (69). Recuperado de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Publicaciones-de-Otras-Instituciones/pub-en-69.pdf>

- Hagelin, N. (2013). Why firms hedge with currency derivatives: An examination of transaction and translation exposure. *Applied Financial Economics*, 13, 55–69.
- Haro, A. (2002). *Medición y control de riesgos financieros*. México: Limusa, S.A.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación.
- Higuera, J. A., Bejarano, M. A., & Ortiz, J. C. (2017). Estrategias de cobertura para los caficultores colombianos. *Unidad de Análisis de Mercados Financieros*, 1-4.
- Hull, J. (2012). *Options, futures and other derivatives. 8 ed.* Toronto: Pearson Education.
- Informe del Banco de la República sobre coberturas (2017). Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/en/tags/riesgo-cambiario>
- Introducción al mercado de derivados (III) Los futuros. Bogotá. BBVA. Recuperado de: <https://www.bbva.com/es/introduccion-al-mercado-de-derivados-iii-los-futuros/>
- Jaramillo, C. F. (2003). El mercado de futuros y el manejo de riesgos en el sector cafetero colombiano. En C. F. Jaramillo, *Crisis y transformación de la agricultura colombiana 1990-2000* (págs. 45-51). Bogotá: Banco de la República.
- León, C., & Pérez, J. (2013). *Banco de la República*. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_765.pdf
- Lerma, H.D. (2009) Metodología de la Investigación, Ecoe Ediciones, Bogotá
- Madura, J. (2015) International financial management. Stanford: Cengage learning.
- Marín Salazar, C. A., & Marín Tabares, M. (22 de 04 de 2009). El riesgo cambiario y los mecanismos de cobertura en el sector real colombiano. Medellín.
- Martínez, J (2007) Interpolación. Universidad de Granada. Recuperado de <http://www.ugr.es/~mpasadas/ftp/Inter2.pdf>
- Muijs, D. (2004). *Doing quantitative research in education*. London: Sage publications.
- Nguyen, My. (2012). Using financial derivatives to hedge against currency risk (Degree thesis). Arcada University of Applied Sciences, Finland.
- Rodríguez, S. (2016). ¿Qué son los derivados financieros?: El economista. Recuperado de <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Que-son-los-derivados-financieros-20160925-0013.html>

- Sánchez, D. (2015). Evolución de los derivados financieros en Colombia. (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente). Recuperado de <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/8106/1/T05944.pdf>
- Sandoval, J. (s.f). Distribución lognormal. Geogebra. Recuperado de https://archive.geogebra.org/en/upload/files/Juan%20de%20Jesus%20Sandoval/ejemplo_de_la_distribucion_log_normal.html
- Shark Opciones. (19 de 05 de 2015). Lección 8 – Letras Griegas: Delta y Gamma. Obtenido de <http://sharkopciones.com/leccion-8-letras-griegas-delta-y-gamma/>
- Solomon, J. F., & Joseph, N. L. (2000). Which corporate hedging motives are appropriate? An institutional shareholders' perspective. *International Journal of Finance and Economics*, 5, 339– 347
- The Economic Times (2018). *Mitigation*. Recuperado de <https://economictimes.indiatimes.com/definition/mitigation>
- UNAL (s.f). *Estrategias de cobertura para los caficultores colombianos*. Recuperado de <http://fce.unal.edu.co/boletines/uamf/art1.pdf>
- Vargas, S. (2012). Elementos de la Gestión de Riesgos Financieros que se deben tener en cuenta en las Entidades No Vigiladas por la Superfinanciera (Tesis de maestría). Universidad EAN, Bogotá.
- Weisstein, Eric. (2017) "Log Normal Distribution." From MathWorld--A Wolfram Web Resource. Recuperado de <http://mathworld.wolfram.com/LogNormalDistribution.html>