

# Diseño de un derivado sobre el precio del café para cubrir el riesgo asociado a sus fluctuaciones, buscando desarrollar el mercado en Colombia. (Noviembre 2014)

Autor: Murcia Jiménez Sol Anyela<sup>1</sup> – Piragauta Martínez Amanda<sup>2</sup> Tutor: Silva Bello Catalina del Mar<sup>3</sup>

**Resumen**—Una opción se define como un contrato entre dos partes, en el que una parte adquiere un derecho sobre la otra, pero no la obligación, ya sea de comprarle o venderle un activo pactado a cierto precio el cual se concreta por medio de una prima y en un espacio de tiempo determinado; el contrato podrá ser opción call de compra o put de venta. En Colombia los mercados de derivados para el sector cafetero no han sido explorados y estos representarían una evolución significativa para el mercado ofreciendo cobertura y garantías que disminuyen la incertidumbre. En este trabajo, se presenta el cálculo de la prima para opciones put para el commodity del café en Colombia, utilizando los modelos de black and sholes y el modelo binomial de múltiples pasos con el que se valoran las opciones. Por último, por medio de un backtesting y diferentes escenarios, se evaluará el impacto generado en el mercado si se hiciera efectivo nuestra propuesta.

**Palabras clave**—Derivados, opciones, black and sholes, modelo binomial de múltiples pasos, café, backtesting.

**Abstract**—An option is defined as a contract between two different parties where one of them acquire a right over the another one, but not the obligation of buying or selling an asset at special price which is concentered through a prime and on a determines time; the contract might be a call option (purchase) or a put call (sell). Un Colombia the derivative's markets for coffee sector haven't been properly explored and they would represent a meaning evolution for the financian market, offering covering and warranties that will tale the risk down. This project represents the calculation of the prime for put options forma commodities as Colombian coffee, using the black and sholes models, and the binomial model of multiple steps which is used to asset or value the options; and at last through a backtesting with different scenarios that will allow to evaluate the impact generated on the market if such proposal would tale place.

**Key Words**-Derivatives, options, black and Sholes, models binomial multiple step, coffee, backtesting

## 1. INTRODUCCION

Para nadie es un secreto que el Café es uno de los productos más representativos en Colombia, ya que es una de las actividades económicas más tradicionales del país, este es

sobresaliente no sólo por su combinación y balance de atributos de calidad en el sabor, sino también por ser uno de los productos de mayor exportación en el país, por esta razón son notorios los esfuerzo de sus productores por mantener estándares de calidad.

Se realizará un análisis del comportamiento económico y financiero del café colombiano a lo largo de los últimos 10 años, que permita evidenciar la necesidad que existe en el mercado colombiano de diseñar un derivado financiero que permita cubrir los riesgos de los productores, puesto que son ellos quienes sufren las mayores pérdidas debido a la fluctuación de los precios del café en los mercados internacionales.

Se determinaran algunos antecedentes del manejo de los derivados en el café que nos permitan establecer propuestas teniendo en cuenta factores de producción y disponibilidad de cosechas para el caso Colombiano.

De acuerdo con lo investigado, se diseñará una “opción” que corresponde a un derivado financiero, que permitirá a los caficultores del país realizar una cobertura, para la cual deberán realizar un aporte inicial. Para ello se analizarán dos metodologías, Black and Sholes y Modelo Binomial.

Por último, se evaluará financieramente la factibilidad de este producto financiero, mediante un modelo de simulación que permitirá identificar la viabilidad del derivado en cuanto a cubrir los riesgos de las fluctuaciones del precio del café.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 ANTECEDENTES

#### *Mercados en América Latina*

Brasil es el mayor productor de café y así mismo ocupa el segundo lugar en ser el país en que más se consume el producto, en este país el café emplea a más de cinco millones de personas y contribuye de este modo con el 40% de la oferta total del café en el mundo. Vietnam es el segundo mayor productor en el mundo representado por una producción del 16% mundialmente, principal productor de café tipo robusta que genera más de un millón de empleos. Colombia ocupa el cuarto lugar en la producción de café a nivel mundial y es el segundo mayor proveedor de café tipo Arábica después de Brasil, más de 2,4 millones de colombianos dependen económicamente de la producción de café. La estructura de negociación del café en América y en la mayor parte de Europa occidental y en el Japón funciona de forma similar<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniera Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Seminario de Investigación Aplicada en Gestión de Patrimonios, 2014.

<sup>2</sup>Ingeniera Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Seminario de Investigación Aplicada en Gestión de Patrimonios, 2014.

<sup>3</sup>Ingeniera Financiera Universidad Piloto de Colombia; MBA Instituto de Estudios Bursátiles de Madrid, España; Master en Gestión de carteras del Instituto de Estudios Bursátiles de Madrid, España.

<sup>4</sup>Datos estadísticos Tomados de Superintendencia de Industria y comercio URL:[http://www.sic.gov.co/recursos\\_user/documentos/promocion\\_competenc](http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competenc)

### *Contratos de cobertura en Brasil*

En Brasil las **operaciones a términos inician en 1917**, cuando los empresarios de la ciudad de Sao Paulo que estaban vinculados con las exportaciones al comercio y a la agricultura decidieron crear la bolsa de mercaderías de Sao Paulo (BMSP) para así obtener múltiples beneficios, esta es la primera bolsa de commodities de Latinoamérica; introdujo al mercado operaciones de derivados en opciones y futuros, posicionando como principales productos el café, el ganado en pie y el algodón.

En 1985 se crea la Bolsa Mercantil & de Futuros (BM&F) que empieza a ofrecer negociación de productos financieros en diversas modalidades de operación, en 1991 BM&F y la BMSP unieron sus actividades por medio de un acuerdo. Para 1983 surge la Bolsa Mercantil Brasileira de Futuros (BBF) con el objetivo de fortalecer los commodities.

### *Contratos de Cobertura en México*

En México se comercializan los primeros futuros en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) a partir de 1978, para esta fecha se comenzó a cotizar el contrato de futuros sobre el tipo de cambio peso/dólar y futuros sobre acciones en 1986. Dándole partida a la negociación de petrobonos (1997 a 1991), tesobonos (1989), entre otros. En 1992 se iniciaron las negociaciones de derivados sobre subyacentes mexicanos.

Las coberturas para el Café tipo arábica en México se crean con el objetivo de proteger los ingresos de los productores de café, ante un escenario que presente una elevada volatilidad del precio del producto en los mercados internacionales, en los que se evidencian tendencias a la baja

La cobertura para los productores agropecuarios o compradores de cosechas en México están orientados a proteger el ingreso y el costo de compra de los productores agropecuarios, con ello se pretende fomentar una cultura financiera de administración de riesgo. Los incentivos podrán ser otorgados a través de las siguientes coberturas:

**Cobertura Simple:** es la cobertura diseñada para el productor o comprador. Tiene Como objetivo proteger el ingreso del productor.

**Cobertura Contractual:** es la cobertura en la cual es obligatoria la firma de un contrato de compraventa. Tiene Como objetivo asegurar la comercialización de cosechas nacionales de maíz, trigo, sorgo y oleaginosas.

**Coberturas Especiales:** Coberturas pilotos y/o emergentes diseñadas por la Unidad Responsable que tienen como objetivo atender problemas específicos de comercialización en las cuales se determinará los productos, ciclos agrícolas y regiones para los que se instrumentarán estas modalidades de coberturas y los instrumentos de cobertura que aplicarán.

**Cobertura de Servicios:** es la cobertura que solicita y paga el interesado (productor o comprador de los productos elegibles).

Coberturas propias o cobertura autorizada por la Unidad Responsable, quien determina los instrumentos de cobertura que utilizará. Estas coberturas podrán ser transferidas a las modalidades establecidas, siempre y cuando los beneficiarios cumplan con las condiciones dispuestas para la modalidad elegida.

**Cobertura Anticipada:** La cobertura diseñada por la Unidad Responsable que el participante podrá adquirir a lo largo del año para aprovechar las condiciones del mercado.<sup>5</sup>

### *Contratos de cobertura en Colombia*

Existen cuatro instrumentos financieros que permiten asegurar el precio de al menos una parte de la cosecha.

**1. La venta con entrega futura,** las cooperativas firman con los cultivadores contratos para la entrega física (posterior) del grano, fijando un precio de compra.

**2. El llamado precio determinable,** el cafetero entrega el café y tiene 30 días –posteriores a la entrega del grano– para fijarle un precio de venta.

**3. El llamado compras con participación,** el productor entrega el café y se compra un seguro.

**4. El contrato de protección de precio (CPP),** por ejemplo, el cafetero puede asegurar un precio mínimo, por tres meses, hasta para 50 cargas de la producción de su finca.<sup>6</sup>

El CPP o Contrato de Protección de Precio, es un instrumento creado por la Federación Nacional de Cafeteros para proteger los ingresos del caficultor ante las caídas en el precio interno del café, asegurando un precio mínimo para el productor de café en pesos por carga de 125 kilos de café pergamino.

Los precios a los que puede proteger varían todos los días en función del precio de mercado. Diariamente se ofrecerán tres precios de protección: el de mercado, un 10% por encima del precio de mercado y un 10% por debajo del precio de mercado. El costo de la protección variará dependiendo del mes que el caficultor quiera proteger y del precio de protección disponible que escoja.

### *Contrato arábica de nueva york*

Hoy en día, el contrato “C” o NYKC, abarca el café arábica suave y permite la entrega de café de 19 países productores. Algunos de estos cafés se negocian al precio de base, mientras que otros se negocian con diferenciales superiores o inferiores al precio de base. En enero de 2007, New York Board of Trade se fusionó con la ICE –lo que tuvo como consecuencia la introducción, el 2 de febrero de 2007, del comercio electrónico

<sup>5</sup> Tomado de Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. URL: <http://www.aserca.gob.mx/>

<sup>6</sup> Tomado de Federación Nacional de Cafeteros: [http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/servicios\\_para\\_el\\_cafetero/contrato\\_proteccion\\_dePrecio/](http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/servicios_para_el_cafetero/contrato_proteccion_dePrecio/)

de seis contratos futuros NYBOT de productos suaves, incluido el café arábica, junto con el ya existente comercio clásico a viva voz.

El comercio a viva voz del contrato arábica se interrumpió a comienzos de 2008. Desde entonces, todas las transacciones de futuros y contra físicos o AA se realizan por vía electrónica. Las opciones, en cambio, se siguen comerciando según ambos sistemas, es decir, por vía electrónica y a viva voz.<sup>7</sup>

### **Contrato robusta de Londres**

Tras la eliminación en 1982 de los controles de la bolsa en el Reino Unido se estableció London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) para ofrecer a los participantes en el mercado mejores medios de administrar la exposición a la inestabilidad de las divisas y los tipos de interés. En 1992 se fusionó con el Mercado de Contratos de Opciones de Londres, y en 1996 se fusionó con la Bolsa de Productos Básicos de Londres (LCE – London Commodity Exchange). Fue entonces cuando se añadieron a la cartera financiera los contratos de materias primas agrícolas y de productos agrícolas básicos. Los contratos que se comercian actualmente son de cacao, café robusta, azúcar blanco, trigo, cebada y patatas.<sup>8</sup>

## 2.2 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

Se conoce como café a los granos obtenidos de unas plantas llamadas perennes tropicales (cafeteros) que morfológicamente han variado, el grano obtenido tostado y molido es usado principalmente para preparar y tomar en infusión.

Esta planta proviene de la familia de las Rubiáceas (Rubiácea) que posee alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, en su mayoría árboles y arbustos, su origen es tropical con una amplia distribución. Taxonómicamente proviene del género *Coffea* y se caracteriza por una hendidura en la parte central de la semilla, podemos encontrar árboles y arbustos pequeños como también de gran altura, sus hojas son simples opuestas y con estipulas y pueden variar en tamaños y texturas; las flores son completas blancas y tubulares y los frutos son unas drupas de diferentes formas colores y tamaños dentro de las cuales se encuentran las semillas.

Se dice que la primera descripción de una planta de café fue realizada en 1592 por Prospero Alpini y un siglo después de este descubrimiento Antonie de Jessieu (1713) la denominó *Jasminumarabicanum* (considerándola como un jazmín). En el año de (1737) quien clasificó como un nuevo género fue Linneo denominándolo *Coffea*, con una sola especie conocida: *C arábica*. Hoy en día se reconocen 103 especies

pero solo dos son las responsables del 99% del comercio mundial (*Coffea arábica* y *Coffeacanephora*) originarias de África o de Madagascar.

Los granos de Café son semillas de un fruto llamado popularmente cereza, esta cereza está compuesta de una cubierta llamada exocarpio la cual determina el color del fruto, en el inferior hay diferentes capas como el mesocarpio que es una goma rica en azúcare adherida a las semilla que se les conoce como murciélagos; el endocarpio es la capa o cascara que recubre cada uno de los granos, llamada pergamino; la epidermis es una capa muy delgada conocida como la película plateada; y los granos o semilla el endosperma.

## ESPECIES Y COMERCIALIZACION

El *Coffeacanephora Pierreexfroehne* es una planta silvestre de gran distribución geográfica en el continente Africano es muy común en países como el Congo, Sudan, Uganda y en el Noroeste de Tanzania y Angola. El 35% del café comercializado en el mundo procede de esta especie, conocido como Robusta. Las variedades de Robusta, por lo general, poseen órganos pequeños (hojas, frutos, flores y granos) y son conocidas como Conilon, Koulliou o Quillou. Tropicales de África, permitieron que esta especie se desarrollara y que con el paso de los siglos lograra una resistencia a numerosas plagas y enfermedades propagadas en el medio.

Es en consecuencia a todos estos aspectos la planta es más resistente a muchas de las enfermedades del café, especialmente a la roya (*Hemileiavastatrix*), y esta característica permitió que fuese elegida como cultivo en el mundo a comienzos del siglo pasado. Se cultiva por lo general en latitudes de 1000 m., esta variedad no se cultiva en Colombia. Su contenido de cafeína es mayor al 2%, su tasa es más amarga y con un sabor a cereal. Investigaciones revelan que esta especie "Robusta" es una de las más antiguas al originarse hace más de 5 millones de años.

*Coffea arábica* L. en la actualidad es actualmente este género constituye más del 60% del café que se comercializa en el mundo, es una especie Es una especie autógama, es decir, se auto poliniza o autofereste género contiliza. Su origen se da en el Sudeste de Etiopía, el Sur del Sudán y el Norte de Kenya. Es una especie tetraploide (tiene 44 cromosomas), que proviene de formas antiguas de dos especies diploides *Coffeaeugenioides* (22 cromosomas), probablemente como madre, y *C. canephora* (22 cromosomas), como padre. Estudios científicos la catalogan como una especie relativamente "joven", que hizo su aparición hace menos de 1 millón de años. Se considera un café de altura, que se cultiva bien en temperatura de 18 a 23 0C. En Colombia las plantaciones están concentradas en altitudes que oscilan entre los 1200 y los 1800 m.s.n.m. el contenido de cafeína de los granos está entre 1,0 y 1,4% en base a materia seca, y es menos amargo que la otra especie cultivada. Es el café de mejor calidad en taza.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Tomado de La guía del café URL: <http://www.laguiadelcafe.org/guia-del-cafe/mercados-de-futuros/Nueva-York-El-contrato-arabica-o-Contrato-C/?menuID=3204>

<sup>8</sup> Tomado de Centro de Comercio internacional: <http://www.intracen.org/guia-del-cafe/mercados-de-futuros/El-contrato-robusta-de-Londres/>

<sup>9</sup> Tomado de La Federación Nacional de Colombia [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/el\\_cafe/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cafe/)

No se sabe con certeza las condiciones por las que el café llegó a Colombia, se dice según los indicios históricos que los jesuitas trajeron la semilla del grano a la ya formada Nueva Granada hacia el año de 1730, pero las versiones pueden variar. La tradición señala que las semillas del café llegaron por el oriente del país, traídas por algún viajero desde las Guayanas a través de Venezuela. Pero algunos escritos atribuyen al sacerdote jesuita José Gumilla en su libro ilustrado *El Orinoco* (1730) registro su presencia en la misión de Santa Teresa de Tabajecerca de la desembocadura del río Orinoco, la segunda versión del escrito pertenece al arzobispo-virrey caballero y Gongora (1787) quien en un informe a las autoridades españolas registro su cultivo en regiones cercanas a Girón (Santander) y a Muzo (Boyaca).<sup>10</sup> Los primeros cultivos de café crecieron en la zona oriental del país. En 1835 tuvo lugar la primera producción comercial y los registros muestran que los primeros 2.560 sacos se exportaron desde la aduana de Cúcuta, en la frontera con Venezuela.

(Leibovich, 1989) El café al igual que una gran diversidad de bienes básicos transados internacionalmente sufre de importantes fluctuaciones en su precio. Así, como en los demás bienes agrícolas, para el café la principal fuente de inestabilidad se halla en el comportamiento de la oferta, la cual está sometida a los marcados efectos climatológicos, (en particular la aparición súbita de fenómenos “anormales” como heladas, sequías, etc) que son recurrentes en el tiempo. Existen, sin embargo en el corto plazo, fuentes adicionales de inestabilidad dadas fundamentalmente por factores de tipo especulativo que aparecen en el proceso de especulación.

Se identificaron diferentes tipos de riesgos a los cuales están expuestos los productores y distribuidores cafeteros:

**Riesgo de Crédito:** Ocurre cuando los productores piden préstamos para cosechar el producto, puede existir pérdidas del producto (café) o pérdida de ingresos esperados.

**Riesgo de Liquidez:** Cuando el productor no tiene la capacidad de vender el producto, por lo tanto tiene el producto pero no puede hacer efectivo el dinero.

**Riesgo de Mercado:** Cuando se presentan grandes fluctuaciones del precio del café y se tienen pérdidas, ya que el costo de producción es mayor a la ganancia esperada.

**Riesgos Operacionales:** Para la producción del café se necesita tener grandes estándares, cuando se presentan fallas en los procesos de selección y control de calidad el producto (café) pierde su valor.

El valor de una opción depende de diferentes factores, entre los que se incluyen el activo subyacente y su volatilidad, el plazo de vencimiento y los tipos de interés. Las “griegas” son un conjunto de medidas que describen la sensibilidad de su precio a estos factores.

## DERIVADOS FINANCIEROS

(Haro, 2005) Un derivado financiero se define como un instrumento cuyo valor depende o se deriva del valor de un bien denominado subyacente. Un bien subyacente puede ser una materia prima cuyo precio se coticen en los mercados internacionales (commodity) como el trigo, el oro, o el petróleo, o bien algún instrumento financiero, como los títulos accionarios, índices, monedas (tipos de cambio) o instrumentos de deuda.

Los empresarios del Café tienen grandes beneficios si adquieren productos financieros derivados ya que pueden cubrir y transferir los riesgos asociados al precio de mercado.

## OPCION

(Lamothe, 1993) Una opción es un contrato que da derecho a su poseedor a vender o a comprar un activo a un precio pactado durante un periodo o una fecha ya dicha. Una opción incorpora derechos de compra o derecho de venta, la primera clasificación que podemos realizar es entre opciones de compra u opciones Call (llamar) y opciones Put (poner), eso tienes origen en el mercado OTC de opciones que comenzó en los Estados Unidos.

Los operadores de los mercados han usado las opciones sobre valores y mercancías durante varios siglos, en 1630, durante la época de manía por los tulipanes holandeses, los comerciantes de tulipanes les otorgaban a los floricultores el derecho de vender sus cosechas de bulbos de tulipanes por un precio mínimo fijado. Para tener ese privilegio, el floricultor le pagaba una tarifa al comerciante. Los comerciantes de tulipanes también les pagaban una tarifa a los floricultores por el derecho a comprar la cosecha de bulbos por un precio máximo acordado.

El crecimiento moderno de las operaciones con opciones se bada en los sucesos económicos y políticos de las décadas de los años 70 y 80, con la introducción de los derivados sobre divisas y tipos de interés en general. Hacia finales de los años 80 y principios de los 90, los mercados OTC de derivados ofrecían una amplia variedad de opciones para satisfacer las necesidades financieras de sus clientes.

El activo sobre el que se instrumenta la acción es el activo subyacente, el precio el sobre de compra o venta pactado en la opción se denomina precio de ejercicio (strike); por otro lado si la opción se puede ejercer en cualquier momento desde la fecha de su adquisición hasta la fecha de ejercicio, se dice que la opción es americana. Por el contrario si la opción solo se ejerce en determinada fecha se habla de una opción Europea, el origen de esta clasificación se da Estados Unidos de América.

<sup>10</sup>Tomado de la Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango <http://www.banrepcultural.org/node/93843>

## Evaluación de riesgo de las opciones

### Delta

Estas medidas describen cómo cambia el valor de una opción como consecuencia de las pequeñas modificaciones que se producen en el activo subyacente, si se asume que el resto de factores que influyen en la fijación de su precio permanecen constantes.<sup>11</sup> Su delta también se puede ver como la cobertura frente a los cambios en el spot subyacente, es decir, la posición en el spot que garantiza que los Beneficios/Pérdidas de la opción se compensan con los de la posición spot.

### Gamma

Describe cómo cambia la delta de la opción cuando se modifica el activo subyacente. Así, también describe cómo debería mudar su cobertura para mantener una delta neutra cuando se mueve el spot. Los calls y puts tienen gamma positiva. También, ofrece información al inversor sobre su visión sobre la volatilidad del activo subyacente, ya que una posición larga denota expectativas de un mercado volátil, mientras que una corta indica que aguarda un mercado en calma.<sup>12</sup>

### Theta

Describe el cambio en el valor de la opción a medida que pasa el tiempo y el resto de factores permanece constante. Este cambio proviene del hecho de que el plazo hasta el vencimiento de una opción se reduce a medida que pasa el tiempo. Esto se suele designar como el “sangrado” de la opción al especulador y la theta se suele indicar en pips de valor perdido por cada día que pasa.

### Vega

Describe el cambio en el valor de la opción cuando muda la volatilidad. Esta representa lo amplias que son las variaciones en el valor subyacente y constituye la piedra angular de su precio. Unas alteraciones amplias conllevan que es más probable que el activo adquiera valores extremos. Si bien el riesgo del titular está limitado a la prima, las subidas están circunscritas por las opciones vainilla.

### Rho

Describe la sensibilidad del precio de la opción, en base al modelo de Black-Scholes, respecto de los cambios en el tipo de interés. De hecho, no incluye el impacto que tienen las tasas sobre el tipo de cambio.

## Bolsas de derivados

Teniendo en cuenta el crecimiento y la sofisticación de los mercados financieros y los niveles de volatilidades de los productos, las rentabilidades variables y un mercado

competitivo; los contratos se han desarrollado en prácticamente todas las áreas de la economía mundial.

- **CME O CHICAGO MERCANTILE EXCHANGE:** Es catalogada como una de las más importantes es el lugar al que todos recurren para administrar el riesgo en todas las clases de activos más importantes: tasas de interés, índices accionarios, divisas, energía, productos agropecuarios, metales y productos de inversión alternativos, tales como futuros climáticos e inmobiliarios. Sobre la base del legado de varias bolsas, CME Group es el mercado de instrumentos derivados más grande y más diverso del mundo, operando más de 3 mil millones de contratos por año, abarcando la más amplia variedad de productos de referencia disponibles.
- **NUEVA YORK NYBOT O NEW YORK BOARD OF TRADE:** Una bolsa de productos en Nueva York que negocia futuros y opciones de commodities sobre el azúcar, el algodón, el café, el cacao y el jugo de naranja, además de las tasas de interés, divisas e índices. Esta bolsa es líder en derivados y una de las cámaras de compensación más importante, sirve a clientes en todo el mundo mediante la construcción de mercados y brindando las herramientas necesarias para gestionar el riesgo en un entorno económico y regulatorio dinámico.
- **BM&FBOVESPA:** Bolsa de Valores, Mercaderías & Futuros de Brasil es una de las bolsas más grandes del mundo por valor de mercado y convolúmenes significativos de negociación en los segmentos de acciones y derivados financieros.
- **EURONEXT LIFFE** Está situada en Londres y opera en los mercados de renta variable y derivados con un mercado regulado y transparente, ofreciendo a los participantes del mercado una amplia gama de servicios para satisfacer sus necesidades, en particular, facilitar las ofertas públicas y proporcionar sistemas de negociación de acciones y derivados productos a suministrar los datos del mercado, así como servicios de custodia y liquidación.
- **BOLSA MERCANTIL DE COLOMBIA:** encargada de organizar y mantener en funcionamiento un mercado público de bienes y servicios agropecuarios agroindustriales o de otros commodities, así como de servicios, documentos y de tradición o representativos de mercancías, títulos, valores, derechos, derivados y contratos que pueden transarse en esta entidad sometida a la inspección y vigilancia de la Superintendencia Financiera de Colombia. En desarrollo de lo anterior, la Bolsa a través de sus sociedades comisionistas miembros, ofrece a los inversionistas diferentes opciones para la colocación de sus recursos, y a los productores agrícolas, agroindustriales o de otros commodities, instrumentos alternos para obtener liquidez que les permita adelantar sus actividades productivas.

<sup>11</sup>Tomado de Sala de Inversion.com (2004,Marzo) La importancia de las letras griegas para valuar opciones URL: <https://latin.tradingfloor.com/articulos/http-wwwsaladeinversioncom-formacion-importancia-letras-griegas-valorar-opciones-acciones-cfds-divisas-commodities-futuros-819907>

<sup>12</sup>Tomado de Trading Floor URL: <https://latin.tradingfloor.com/articulos/http-wwwsaladeinversioncom-formacion-importancia-letras-griegas-valorar-opciones-acciones-cfds-divisas-commodities-futuros-819907>

### 3. MARCO LEGAL

#### **REGLAMENTO GENERAL DEL MERCADO DE DERIVADOS DE LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.**

Aprobado originalmente mediante resolución número 1353 del 22 de agosto de 2008 de la superintendencia financiera de Colombia. aprobación que fue ratificada mediante resolución número 0365 del 27 de marzo de 2009 de la superintendencia financiera de Colombia del reglamento general del mercado de derivados de la bolsa de valores de Colombia s. a., aprobada mediante resolución no. 1633 del 26 de octubre de 2009 de la superintendencia financiera de Colombia, aprobada mediante resolución 940 del 5 de mayo de 2010 de la superintendencia financiera de Colombia del reglamento general del mercado de derivados de la Bolsa de Valores de Colombia s.a., aprobada mediante resolución 0453 del 29 de marzo de 2012, respecto a la inclusión de contratos de derivados referidos a un subyacente relacionado con índices. Del reglamento general del mercado de derivados de la BVC, mediante resolución 1017 del 5 de junio de 2013.

El presente Reglamento tiene por objeto regular el Mercado de Derivados de la Bolsa de Valores de Colombia S.A. (en adelante “la Bolsa”). Para los efectos del presente Reglamento, el Mercado de Derivados de la Bolsa (en adelante “el Mercado” o “el Mercado de Derivados”), es un conjunto de actividades, acuerdos, miembros, normas, procedimientos, sistemas de negociación y de registro, y mecanismos que tiene por objeto la inscripción de Instrumentos Financieros Derivados y la celebración o registro de Operaciones sobre los mismos y/o sobre Productos Estructurados por parte de los Miembros y los Afiliados del Mercado de Derivados, de conformidad con lo dispuesto en el presente Reglamento. Todas las Operaciones sobre Instrumentos Financieros Derivados y Productos Estructurados que se califiquen como valores, acorde con lo dispuesto en el parágrafo tercero del artículo 2° de la Ley 964 de 2005 y en el numeral 2° del artículo 2.35.1.1.1. del Decreto 2555 de 2010 y sean celebradas o registradas en los sistemas que la Bolsa disponga, serán compensadas y liquidadas a través de una cámara de riesgo central de contraparte quien, en todos los casos, se constituirá como contraparte central de dichas Operaciones, en los términos previstos en los reglamentos de la respectiva cámara de riesgo central de contraparte para la aceptación de las Operaciones.

#### 4. DESARROLLO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

**¿Es viable la estructuración y diseño de un derivado financiero que permita la cobertura del precio del café para su desarrollo en el mercado Colombiano?**

Con el diseño de un instrumento de cobertura para los productores del café en Colombia, se quiere evaluar la viabilidad de la incorporación de un derivado financiero en el

mercado que le permita a los caficultores mitigar los riesgos asociados a la volatilidad del precio del café.

Es de nuestro conocimiento que el sector cafetero tiene un programa de protección de precios por medio de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, se quiere evaluar la posibilidad de incorporar un producto derivado financiero, para desarrollar un nuevo mercado en Colombia que le permita a los caficultores adquirir un producto que no limite la cobertura a solo una pequeña parte de la producción, además de ofrecerles mejores garantías.<sup>13</sup>

#### *4.1 Descripción de la información*

Este proyecto se desarrolló con el fin de realizar un derivado del café que permita a los caficultores, asociaciones y demás agrupaciones que comercialicen el producto, el cubrimiento del riesgo asociados a las fluctuaciones de los precios; este derivado permite el redireccionamiento que necesitan los caficultores para volver a creer en sus cultivos ya que el café en la historia de Colombia ha sido el producto que más desarrollo ha brindado a la economía, siendo de vital importancia para generación de empleos que a su vez fomentan la industria y el progreso de la agricultura.

Durante muchos años la exportación de este, ha sido el motor de la economía brindando progreso y siendo la fuente de desarrollo de otros sectores que le han dado al país reconocimiento y participación en temas de innovación. Por otro lado, este derivado es el principio de apertura en la economía para desarrollar estrategias que le permitirán a los productores tener acceso al mundo del mercado de capitales, brindándoles oportunidad de cobertura y confianza en el mercado.

Actualmente la producción del café ha disminuido de manera significativa, esta situación es preocupante no solo para el Estado ya que también involucra a los caficultores de todo el país, como bien hemos podido evidenciar a lo largo de este año con el paro nacional agrario y diferentes manifestaciones realizadas por los cafeteros quienes se quejan de las constantes bajas en el precio del commodity, este derivado financiero se estructura entonces como incentivo para el productor, Los pequeños, medianos y grandes caficultores, transportadores, recolectores y comerciantes, que necesiten garantías para su comercialización.

<sup>13</sup> Tomado de la Bolsa de valores de Colombia reglamento general del mercado de derivados de la bolsa de valores de Colombia s.a. URL : [http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Regulacion/Sistemas\\_Administrados/Derivados?com.tibco.ps.pagesvc.action=updateRenderState&rp.currentDocumentID=5d9e2b27\\_11de9ed172b\\_-2c927f00001&rp.revisionNumber=1&rp.attachmentPropertyName=Attachment&com.tibco.ps.pagesvc.targetPage=1f9a1c33\\_132040fa022\\_-78750a0a600b&com.tibco.ps.pagesvc.mode=resource&rp.redirectPage=1f9a1c33\\_132040fa022\\_-787e0a0a600b](http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Regulacion/Sistemas_Administrados/Derivados?com.tibco.ps.pagesvc.action=updateRenderState&rp.currentDocumentID=5d9e2b27_11de9ed172b_-2c927f00001&rp.revisionNumber=1&rp.attachmentPropertyName=Attachment&com.tibco.ps.pagesvc.targetPage=1f9a1c33_132040fa022_-78750a0a600b&com.tibco.ps.pagesvc.mode=resource&rp.redirectPage=1f9a1c33_132040fa022_-787e0a0a600b)

De la misma manera en que se busca cobertura usando instrumentos de futuros, también se usan las opciones como herramientas de la gestión del riesgo, una forma de seguro que elimina o reduce los efectos de los movimientos de precio adversos. Siendo evidentes las ventajas de una opción sobre otros derivados. el comprador adquiere la protección requerida contra el riesgo al mismo tiempo que retiene el derecho a beneficiarse de cualquier movimiento favorable del precio del activo subyacente. Las ventajas que las opciones proporcionan al que busca cobertura son obvias, y dado el potencial del beneficio ilimitados.

Se consultaron diferentes metodologías para calcular el valor de la prima del derivado financiero (OPCIÓN PUT), así como los productos financieros de cobertura para los productores cafeteros en la actualidad, se identificó el mercado de derivados para commodities en Colombia .

(Bachini, 2005)Modelo de Black and Sholes corresponde a una clase de proceso estocástico que representa la conducta del precio de una acción de una manera mucho más realista.

$$F_0 = e^{-\frac{rT}{365}} \int_0^{\infty} F_T^{S_T} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot S_T} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(S_T) - \delta \cdot T/365}{\sigma \sqrt{T}/365} \right)^2} dS_T$$

Donde  $F_T^{S_T}$  es el pay off de la Opción asociado con el valor de la acción al vencimiento  $S_T$  (en este caso el valor del commodity).El valor de la prima de no arbitraje tiene la forma de un valor presente esperado bajo una distribución de probabilidad Log- Normal.

BLACK AND SHOLES PARA LA VALUACIÓN DE UNA OPCIÓN DE VENTA:

$$F_0 = e^{-\frac{rT}{365}} \int_0^{\infty} \text{MAX}(0; K - S_T) \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot S_T} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(S_T) - \delta \cdot T/365}{\sigma \sqrt{T}/365} \right)^2} dS_T$$

$$F_0 = K \cdot e^{-\frac{rT}{365}} N(-d_2) - S_0 \cdot N(-d_1)$$

Donde  $N(-d)$  es la función de distribución Normal estándar acumulada desde  $-\infty$  hasta  $-d$  .

(Bachini, 2005)Modelo Binomial de Múltiples Pasos si se considera una Opción de venta con precio de ejercicio  $K$  y vencimiento en  $T$  días entonces el pay off al vencimiento será:

$$F_0 = K \cdot e^{-\frac{rT}{365}} \cdot B(a - 1; n, n; q) - S_0 \cdot B(a - 1; n, q')$$

#### 4.2 Descripción metodológica

Se diseñó una opción europea con los siguientes parámetros:

Para el desarrollo del proyecto de investigación se tomaron los precios del café diario histórico de la bolsa de Nueva York desde el 2 de agosto de 1997 hasta el 13 de noviembre de 2014, esto para observar el comportamiento y las fluctuaciones del precio en los últimos 15 años. La bolsa de

NY proporciona los datos y los expresa en centavos de dólar.

**Gráfica 1.** Precio históricos del café



Fuente: Tomado de Bolsa de NY

Se encontró que el precio del café Colombiano tiene variaciones periódicas de acuerdo a la oferta del producto, esto se debe a ciclos de cosecha que hay en el país de acuerdo a los factores climáticos del país , aunque en Colombia todo el año se produce café las fuertes cosechas se dan a partir de Marzo y Octubre de cada año, de aquí se tomó la decisión de estructurar el derivado (la opción) con vencimiento en cinco meses.

El objetivo es valorar la opción estructurada , A partir de los datos históricos obtenidos, se calcularon las primas de la opción de los últimos seis meses , utilizando los métodos Black and Sholes y Binomial de múltiples pasos, ya que estas metodologías son las más usadas y exactas para el cálculo de primas de opciones europeas..

En total se calcularon 130 primas días hábiles que abarcan un total de los seis meses, por los dos métodos antes mencionados, para opción call y put. De acuerdo a las primas calculadas se pudo observar que por medio del Método black and sholes las primas son más costosa que el por Método Binomial de múltiples pasos. A mayor volatilidad de del activo subyacente ( precios del café ) se tiene un mayor valor de la opción , se observa que el nivel de sensibilidad con respecto al factor tiempo es grande, por esta razón es importante destacar la importancia de estos dos factores volatilidad y tiempo para el cálculo de las primas. En este caso, para evaluar la opción el tiempo de vencimiento es de cinco meses, ya que los ciclos de cosecha de café en Colombia se da aproximadamente cada cinco meses. La volatilidad para cada prima se calculó con el mismo rango de tiempo para mayor exactitud.

## Condiciones del contrato

El commodity del café denominado commodity de tipo soft tiene en nuestro país una disponibilidad cafetera que varía según las condiciones climáticas del país productor, su disponibilidad también es consecuencia de la elaboración del producto según como haya sido negociado (secado, acondicionamiento, etc.) , es por eso que para la realización del contrato fue necesario establecer condiciones basadas en los meses de producción cafetera en el país para establecer así la vida del contrato, del mismo modo y basándonos en el contrato **CPP** de la **Federación Nacional de Cafeteros** establecimos una protección de un 10% por encima del precio de mercado y 10% por debajo del precio de mercado, teniendo en cuenta también que el costo de las primas varía según el día establecido para el contrato.

Disponibilidad de producción cafetera

### Arábica

((ITC), 2011)Brasil: 86% en julio–diciembre, Etiopía: 75% en enero–junio, Honduras: 60% en enero–junio, Kenia: 70% en enero–junio, Perú: 68% en julio–diciembre, Colombia: la disponibilidad se extiende habitualmente

### Robusta

Brasil: 75% en enero–junio, Indonesia: 65% en julio–diciembre, Uganda: 64% en enero–junio, Vietnam: 55% en enero–junio.

El café en el mundo es un producto básico en la economía, su valor comercial alcanzo unos \$EE.UU. 16.500 millones en el año 2010, durante el cual se produjeron 97 millones de sacos de 60kg equivalentes a 5,8 millones de toneladas según las estimaciones, para el 2010/2011 la producción alcanzo 131 millones de sacos equivalentes a 7,8 millones de toneladas con un consumo en el año de 135 millones de sacos que equivalen a 8,1 millones de toneladas.

**Tabla 1.** Ficha técnica de la opción

Commodity	tipo softs
Unidad de Negociación	Libras/ cargas de 125 kilos
Denominación	Se cotiza en centavos de dólar por libra
vencimientos	se negocia para entregas de café en marzo , mayo, julio, septiembre y diciembre
Vida del contrato	5 meses.
Calidades	la calidad de referencia del contrato corresponde con la denominación Arábica lavado (verde)

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 1.** Calculo de volatilidades.

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el cálculo de cada una de las primas se tomó como tasa libre de riesgo la tasa diaria de un TES de 24 meses, esto para que el cálculo de la prima se haga lo más real posible. Se tomaron las tasas históricas de los últimos seis meses datos proporcionados por la Bolsa de Valores de Colombia.

Se tomaron los siguientes parámetros como supuestos básicos para calcular las primas:

- Se calcula la prima para un caficultor que quiera adquirir 60 cargas de café y quiera cubrir el precio puesto que existen expectativas de incremento del precio en el futuro, en el caso de la opción call.
- Se calcula la prima para un caficultor que quiera cubrir el precio de café para 60 cargas de café puesto que existen expectativas que el precio del café baje, en el caso de la opción put.
- Cada carga de café representa 125 kilos, por lo tanto 250 libras de café.
- El precio diario del café proporcionado por la Bolsa de Nueva York esta dado en centavos de dólar.
- El precio strike en el la opción call está 10 % por encima del precio de mercado.
- El precio strike en el la opción put está 10 % por debajo del precio de mercado.
- el **precio strike** es el precio en que el inversionista comprará las el café si es un call, o venderá el café si es un put.
- El precio de la prima está dada en dólares.



**Cálculo de la prima Método Black and Sholes Opción Call**

Black & Scholes						
Valuación de una Opción de Compra Europea						
$S_0$	$K$	$T_f$	$m_a$	$m_f$	$T$	
\$ 3.078.750,00	\$ 3.386.625,00	6,56%	13/11/2014	15/04/2015	153	
Volatilidad ( $\sigma$ )						
34,41%						
$d(1)$	$d(2)$	$N(d(1))$	$N(d(2))$	PRIMA OPCIÓN CALL		
-0,192955448	-0,415759546	0,4234869	0,33879299	\$ 1.875,97		
Precio en dólares						

**Figura 2.** Valuación de una opción compra Europea, Black & Scholes.  
Fuente: Elaboración propia.

En los modelos se tienen la opción Europea con variables como precio del bien subyacente (S), precio de ejercicio de la opción(K), tasa libre de riesgo(T), fecha en la que se adquiere la opción (m) y la volatilidad histórica(O).

**Cálculo de la prima Método Binomial Opción Call.**

Modelo Binomial: Múltiples Pasos						
Valuación de una Opción de Compra Europea						
$S_0$	$K$	$T_f$	$m_a$	$m_f$	$T$	
\$ 3.078.750,00	\$ 3.386.625,00	6,56%	13/11/2014	15/04/2015	153	
Volatilidad ( $\sigma$ )						
34,41%						
$u$	$d$	$n$				
1,104444048	0,90543292	5				
$q$	$q'$	$a$	PRIMA OPCIÓN CALL			
0,502895731	0,552373984	3	\$ 1.742,35			
Precio en dólares						

**Figura 3.** Valuación de una opción Europea, Modelo binomial.  
Fuente: Elaboración propia.

**Cálculo de la prima Método Black and Sholes Opción Put.**

Black & Scholes						
Valuación de una Opción de Venta Europea						
$S_0$	$K$	$T_f$	$m_a$	$m_f$	$T$	
\$ 3.078.750,00	\$ 2.770.875,00	6,56%	13/11/2014	15/04/2015	153	
Volatilidad ( $\sigma$ )						
34,41%						
$d(1)$	$d(2)$	$N(-d(1))$	$N(-d(2))$	PRIMA OPCIÓN PUT		
0,767794356	0,48498259	0,2395844	0,5138735	\$ 1.085,56		
Precio en dólares						

**Figura 4.** Valuación de una opción venta Europea, Black & Scholes.  
Fuente: Elaboración propia.

**Cálculo de la prima Método Binomial Opción Put.**

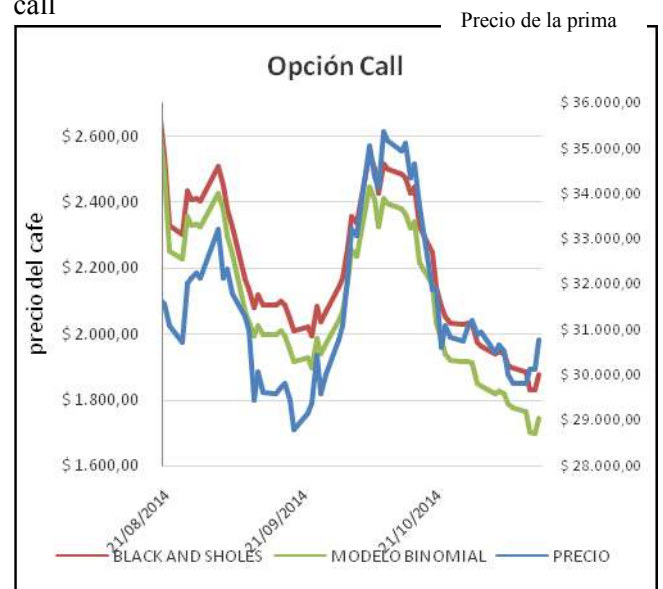
Modelo Binomial						
Valuación de una Opción de Venta Europea						
$S_0$	$K$	$T_f$	$m_a$	$m_f$	$T$	
\$ 3.078.750,00	\$ 2.770.875,00	6,56%	13/11/2014	15/04/2015	153	
Volatilidad ( $\sigma$ )						
34,41%						
$u$	$d$	$n$				
1,104444048	0,90543292	5				
$q$	$q'$	$a$	PRIMA OPCIÓN PUT			
0,502895731	0,552373984	2	\$ 990,37			
Precio en dólares						

**Figura 5.** Valuación de una opción venta Europea, Modelo binomial.  
Fuente: Elaboración propia.

Después de haber calculado las primas para los últimos seis meses se hace un backtesting para identificando la correlación y variaciones porcentuales. Con el fin de ver la viabilidad de incorporar al mercado un derivado financiero para el cubrir los precios del café debido a sus fluctuaciones.

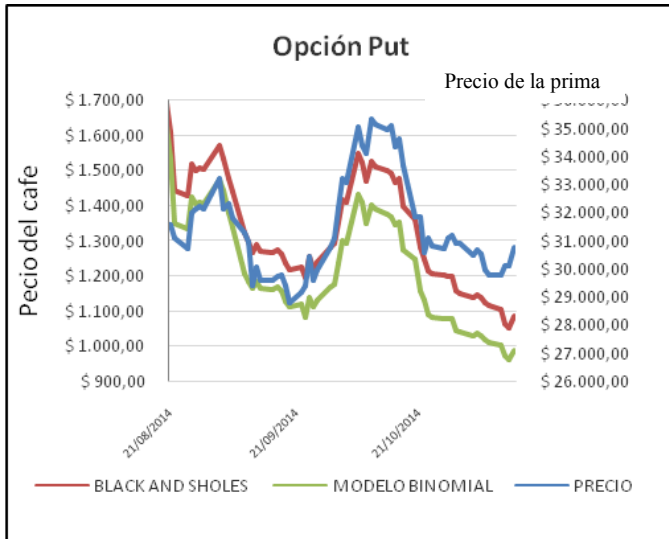
**4.3 Análisis de resultados**

**Gráfica 2.** Opción call



**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfica 3.** Opción Put



Fuente: Elaboración propia

Al observar las gráficas pudimos determinar una correlación existente entre el del precio del café y las primas obtenidas con las metodologías de black and sholes y método binomial, se identificaron también una serie de escenarios en los cuales el uso del derivado podría haber funcionado para la cobertura de precios del café. Por lo tanto se procede a demostrar la viabilidad del uso del derivado financiero.

4.4 Utilidad y aplicación financiera de los resultados

Opción Call

ESCENARIO 1:(Comprador) Un inversor quiere comprar 60 cargas de café en la próxima cosecha de Abril.

El precio del café tiene una tendencia alcista, el inversionista piensa que el precio puede seguir subiendo pero hoy no tiene los fondos necesarios para comprar las cargas de café.

Tabla 2. Ficha técnica para opción call, ejemplo.

Fecha en la que se adquiere la Opción Call	13/11/2014
preciolibra café NY	2,05
CostoCargasTotales	\$30.788
Producción a Comprar en cargas	60
Fecha Vencimiento de la Opción call	13/04/2015

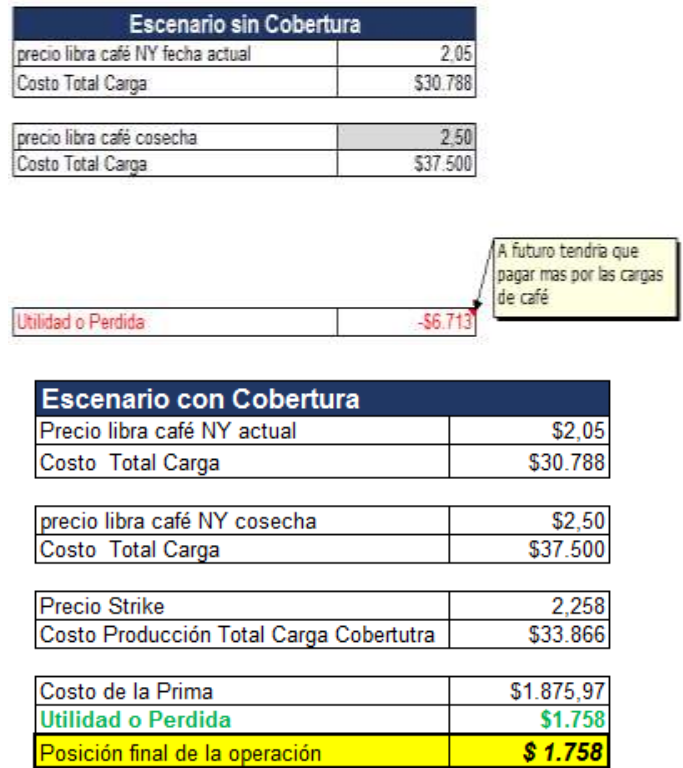


Figura 6. Valuación de una opción compra Fuente: Elaboración propia.

En el escenario 1 el caficultor puede ver los dos casos: si no se cubre ante el riesgo de las fluctuaciones del precio del café podría tener unas pérdidas de \$ 6.713 dólares mientras que si realiza la operación de cobertura pagaría una prima de \$1.875 dólares y tendría al final de la operación una utilidad de \$ 1.758 dólares.

Escenario 2

Un inversor quiere comprar 60 cargas de café en la próxima cosecha de Abril.

El precio del café tiene una tendencia alcista, este piensa que el precio puede seguir subiendo pero hoy no tiene los fondos necesarios. Compra una opción CALL. Sin embargo en la fecha en que vence el contrato el precio bajo entonces:

Fecha en la que se adquiere la Opción Call	13/11/2014
precio libra café NY	2,05
Costo Cargas Totales	\$30.788
Producción a Comprar en cargas	60
Fecha Vencimiento de la Opción CALL	13/04/2015

Escenario sin Cobertura	
precio libra café NY fecha actual	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	1,70
Costo Total Carga	\$25.500

Utilidad o Perdida	\$5.288
--------------------	---------

El inversionista pagaría menos si compra en la fecha de cosecha

**Figura 7.** Valuación de una opción compra  
**Fuente:** Elaboración propia.

Escenario con Cobertura	
Precio libra café NY actual	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	\$1,70
Costo Total Carga	\$25.500

Precio Cobertura	\$2
Costo Producción Total Carga Cobertura	\$33.866

Costo de la Prima	\$1.875,97
Utilidad o Perdida	-\$10.242

Posición final de la operación	\$ 3.412
--------------------------------	----------

El Productor tiene la opción de no hacer efectiva la Opción CALL

**Figura 8.** Valuación de una opción compra  
**Fuente:** Elaboración propia.

Como el inversionista tiene la opción mas no la obligación de hacer efectivo el contrato en la fecha de vencimiento, se observa que es beneficioso para el inversionista que el precio haya bajado puesto que aunque haya tenido un costo por la cobertura en caso del alza del precio prima por \$ 1.875 dólares al final de la posición tiene una utilidad de \$3.412 dólares.

### Escenario 3

Un inversor quiere comprar 60 cargas de café en la próxima cosecha de Abril.El precio del café tiene una tendencia alcista, este piensa que el precio puede seguir subiendo pero hoy no tiene los fondos necesarios. Compra una opción

CALL.Sin embargo en la fecha en que vence el contrato se ha mantenido estable.

Fecha en la que se adquiere la Opción Call	13/11/2014
precio libra café NY	2,05
Costo Cargas Totales	\$ 30.788
Producción a Comprar en cargas	60
Fecha Vencimiento de la Opción CALL	13/04/2015

Escenario sin Cobertura	
precio libra café NY fecha actual	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

Utilidad o Perdida	\$0
--------------------	-----

**Figura 9.** Valuación de una opción compra  
**Fuente:** Elaboración propia.

Escenario con Cobertura	
Precio libra café NY actual	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

Precio Cobertura	\$2,26
Costo Producción Total Carga Cobertura	\$33.866

Costo de la Prima	\$1.875,97
Utilidad o Perdida	-\$4.955

Posición final de la operación	-\$ 1.876
--------------------------------	-----------

El Productor tiene la opción de no hacer efectiva la Opción CALL

**Figura 10.** Valuación de una opción compra  
**Fuente:** Elaboración propia.

Como el precio del café se mantuvo estable a la fecha del vencimiento del contrato el inversionista tendría una pérdida de \$ 1.875 dólares que es el costo de la prima adquirida.

## OPCIÓN PUT

**Escenario 1**

(Vendedor) Un productor cafetero espera obtener su cosecha en Marzo. La fuerte volatilidad de los precios genera una incertidumbre ya que pueden llegar a caer los precios.

Fecha en la que se adquiere la Opción Put	13/11/2014
precio libra café NY	2,0525
Costo Cargas Totales	\$30.788
Producción Esperada (cargas)	60
Fecha Vencimiento de la Opción PUT	13/04/2015

Escenario sin Cobertura	
precio libra café NY fecha actual	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	1,70
Costo Total Carga	\$25.500

Utilidad o Perdida	-\$5.288
--------------------	----------

**Figura 11.** Valuación de una opción venta  
**Fuente:** Elaboración propia.

Escenario con Cobertura	
Precio libra café NY actual	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	\$1,70
Costo Total Carga	\$25.500

Precio Strike	1,85
Costo Producción Total Carga Cobertura	\$27.709

Costo de la Prima	\$1.085,56
Utilidad o Perdida	\$1.123
Posición final de la operación	\$ 1.123

**Figura 12.** Valuación de una opción venta  
**Fuente:** Elaboración propia.

Si el productor no adquiere la cobertura y en la fecha de cosecha el precio del café baja hasta 1,70 dólares el productor tendría una pérdida de \$ 5.288 dólares si se cubre de las fluctuaciones del precio adquiriendo una opción put el caficultor tendría al final de la operación \$ 1.123 de utilidad.

**Escenario 2**

Un productor cafetero espera obtener su cosecha en Marzo. La fuerte volatilidad de los precios genera una incertidumbre ya que pueden llegar a bajar los precios.

Fecha en la que se adquiere la Opción Put	13/11/2014
precio libra café NY	2,05
Costo Cargas Totales	\$30.788
Producción Esperada (cargas)	60
Fecha Vencimiento de la Opción PUT	13/04/2015

Escenario sin Cobertura	
precio libra café NY fecha actual	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	2,34
Costo Total Carga	\$35.100

Utilidad o Perdida	\$4.313
--------------------	---------

**Figura 13.** Valuación de una opción venta  
**Fuente:** Elaboración propia.

Escenario con Cobertura	
Precio libra café NY actual	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	\$2,34
Costo Total Carga	\$35.100

Precio Cobertura	\$1,85
Costo Producción Total Carga Cobertura	\$27.709

Costo de la Prima	\$1.085,56
Utilidad o Perdida	-\$8.477

Posición final de la operación	\$ 3.227
--------------------------------	----------

El Productor tiene la opción de no hacer efectiva la Opción PUT

**Figura 14.** Valuación de una opción venta  
**Fuente:** Elaboración propia.

Como el productor tiene la opción mas no la obligación de hacer efectivo el contrato al final de la operación tendría una utilidad de \$ 3.227 dólares. Esto gracias a que el precio del café aumento.

**Escenario 3**

Un productor cafetero espera obtener su cosecha en Marzo. La fuerte volatilidad de los precios genera una incertidumbre ya que pueden llegar a bajar los precios.Sin embargo en la fecha en que sale la cosecha el precio del café se ha mantenido.

Fecha en la que se adquiere la Opción Put	13/11/2014
precio libra café NY	2,0525
Costo Cargas Totales	\$ 30.788
Producción Esperada (cargas)	60
Fecha Vencimiento de la Opción PUT	13/04/2015

Escenario sin Cobertura	
precio libra café NY fecha actual	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	2,05
Costo Total Carga	\$30.788

Utilidad o Perdida	\$0
--------------------	-----

**Figura 15.** Valuación de una opción venta  
**Fuente:** Elaboración propia.

Escenario con Cobertura	
Precio libra café NY actual	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

precio libra café NY cosecha	\$2,05
Costo Total Carga	\$30.788

Precio Cobertura	\$1,85
Costo Producción Total Carga Cobertura	\$27.709

Costo de la Prima	\$1.085,56
Utilidad o Perdida	-\$4.164

Posición final de la operación	-\$ 1.086
--------------------------------	-----------

El Productor tiene la opción de no hacer efectiva la Opción PUT

**Figura 16.** Valuación de una opción venta  
**Fuente:** Elaboración propia.

El productor tendría una pérdida al final de la posición de \$ 1.086 dólares sin hacer efectivo el contrato, la pérdida seria el costo de la prima por la adquisición de la opción put.

**SIMULACIÓN**

Por último se realizó un pronóstico de precios para los próximos seis meses, por medio del Modelos Autor regresivos Integrados de Medias Móviles AUTO ARIMA, ya que este modelo modelos hace parte de los métodos autor regresivos para series históricas estacionales; esto para identificar posibles escenarios donde sería necesaria la adquisición de la opción para cobertura de precios del café propuesto.

Para ello se analizó el modelo en el que una variable es explicada utilizando exclusivamente una "exógena", es decir su propio pasado con el fin de poder determinar y explicar su evolución presente y futura

**¿Porque el café es estacional?**

Los periodos de cosecha están asociados con la estacionalidad de las floraciones y de las particularidades del cultivo. En el caso de la especie de Café Arábica, por ejemplo, la cosecha ocurre entre 210 y 224 días después de las floraciones. Las floraciones son inducidas cuando la planta sufre un stress hídrico seguido de lluvias.<sup>14</sup>

**ARIMA (Modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles)**

**Estadísticas de la Regresión**

R-Cuadrado (Coeficiente de Determinación)	0,8473	Criterio de Información Akaike (AIC)	5,7932
R-Cuadrado Ajustado	0,8448	Criterio Schwarz (SC)	5,9689
R-Múltiple (Coeficiente de Correlación Múltiple)	0,9205	Logaritmo de Probabilidad	-370,76
Error Estándar Estimado (EE*)	11,26	Estadístico Durbin-Watson (DW)	1,9815
Número de Observaciones	128	Número de Iteraciones	0

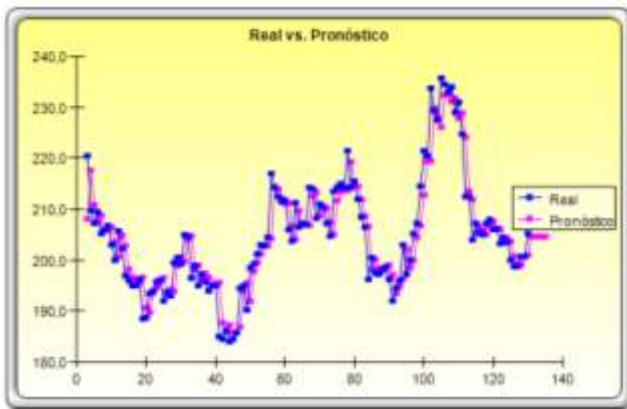
**Figura 17.** Valuación modelo ARIMA  
**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>14</sup>Tomado de La Federación Nacional de Cafeteros URL: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/el\\_cultivo/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cultivo/)

Pronóstico			
Periodo	Real (Y)	Pronóstico (F)	Error (E)
3	220,5000	208,1153	12,3847
4	209,7500	217,8856	(7,9356)
5	207,2500	210,8159	(3,5659)
6	209,5000	207,3847	2,1153
7	205,2500	208,8382	(3,5882)
8	206,0000	205,7608	0,2392
9	206,7500	205,7866	0,9634
10	203,0000	206,4836	(3,4836)
11	200,0000	203,8025	(3,8025)
12	205,7500	200,7135	5,0365
13	202,2500	204,8829	(2,6329)
14	197,0000	202,8718	(5,8718)
15	196,0000	198,2273	(2,2273)
16	196,0000	196,7273	(1,7273)
17	195,0000	195,7970	(0,7970)
18	196,2500	195,8636	0,5864
19	188,5000	196,6575	(8,1575)
20	188,7500	190,8628	(1,9128)
21	193,5000	189,8211	3,6789
22	194,0000	193,6317	0,3683
23	195,7500	194,6670	1,0830
24	196,0000	196,1257	(0,1257)
25	192,0000	196,5594	(4,5594)
26	193,7500	193,4123	0,3377
27	193,0000	194,2668	(1,2668)
28	199,5000	193,9054	5,5946

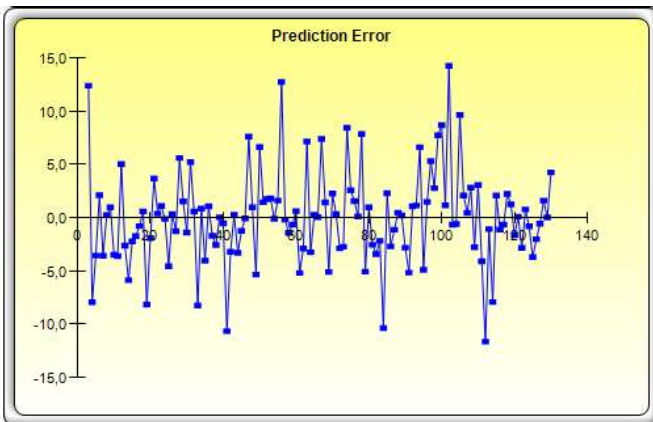
Figura 18. Valuación modelo ARIMA Tabla de pronósticos  
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4. Resultado modelo ARIMA precio Real vs Pronóstico.



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5. Resultado modelo ARIMA predicción del error



Fuente: Elaboración propia

AUTO-ARIMA (Modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles)

	R Cuadrado Ajustado	Criterio de Información Akaike (AIC)	Criterio de Schwarz (SC)	Estadístico (DW) Durbin-Watson	Número de Iteraciones	Modelo Número
P=2, D=0, Q=0	0,8448	5,7932	5,9669	1,9015	0	1
P=1, D=0, Q=1	0,8442	5,7450	5,8580	2,0156	11	2
P=2, D=0, Q=1	0,8440	5,7904	5,9420	1,9479	60	3
P=1, D=0, Q=0	0,8430	5,7605	5,8358	2,2344	0	4
P=0, D=0, Q=2	0,6824	6,4870	6,6083	1,4588	49	5
P=0, D=0, Q=1	0,5708	6,8059	6,8807	1,0190	14	6
P=0, D=2, Q=2	0,5503	5,8846	5,9984	1,9301	18	7
P=2, D=2, Q=2	0,5403	5,7894	5,9614	1,9720	17	8
P=2, D=2, Q=0	0,5005	5,8689	5,9841	2,2587	0	9
P=1, D=2, Q=1	0,4831	5,9454	6,0598	1,8014	11	10
P=1, D=1, Q=2	0,0279	5,8008	5,9524	1,9959	22	11
P=1, D=1, Q=0	0,0208	5,8240	5,8998	1,9118	0	12
P=0, D=1, Q=1	0,0186	5,7763	5,8516	2,0168	10	13
P=1, D=1, Q=1	0,0144	5,8226	5,9363	1,9453	58	14
P=2, D=1, Q=0	0,0103	5,7265	5,8410	1,8670	0	15
P=0, D=2, Q=0	0,0000	6,6996	6,7375	3,1039	0	16
P=0, D=1, Q=0	0,0000	5,8027	5,8403	2,3253	0	17
P=2, D=0, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18
P=2, D=1, Q=1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19
P=1, D=2, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20

Figura 19. Valuación modelo ARIMA Tabla de resultados  
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 6. Resultado Pronostico del precio del café



Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

- Colombia posee un mercado cafetero de gran escala, sin embargo es necesario tener en cuenta que la opción como cobertura de precio es una herramienta esencial la cual debe experimentar un tiempo determinado en el mercado sin ser combinada con estrategias como la straddle, mariposa o túnel ya que los beneficiados un no cuentan con los conocimientos necesarios para manejar una opción mezclada con estrategias.

café en Colombia. URL  
<http://www.banrepcultural.org/node/93843>

- Se diseñó una opción teniendo en cuenta las necesidades del mercado, puesto que los productores cafeteros necesitan un contrato que les garantías y derechos mas no, un tipo de obligación como ocurre con los futuros.
- Una opción para el café permite la incursión de una amplia población en el mercado de capitales así como posibles sinergias entre grandes asociaciones en el país como la federación Nacional de Cafeteros.
- Sería importante la incorporación de un derivado de opciones para el café en la bolsa de valores de Colombia sería un paso importante ya que obligaría a las instituciones a invertir en este producto y de esta manera se diversificaría el riesgo comprometiendo al mercado en la evolución de este commodity.
- Al evaluar los diferentes escenarios pudimos comprobar la efectividad y la necesidad de los caficultores de adquirir un producto de cobertura como el propuesto, ya que los resultados obtenidos en cada caso suplían la necesidad principal del comprador o vendedor.

Federación Nacional de Cafeteros, *Estadística Histórica*  
[http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes\\_somos/119\\_estadisticas\\_historicas](http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas)

Libreros Dávila Eduardo,(1989) *Bolsas de futuros de café*  
 URL:<http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Libreros%20-%20Bolsas%20de%20futuros%20de%20cafe%20y%20principales%20caracteristicas.pdf>

JoseLeibovi( 1990) *La inestabilidad de los precios internacionales del café* URL :  
<http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Leibovich%20%20Inestabilidad%20de%20precios%20internacionales%20y%20mercado%20de%20futuros.pdf>

El Centro de Comercio Internacional (ITC) es la Agencia conjunta de la Organización Mundial del Comercio y las Naciones Unidas.(2011) Guía del Exportador De Café tercera edición

## 6. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la opción sea evaluada en el mercado por un periodo de tiempo determinando para que los caficultores así como los inversionistas vean nuevas estrategias de negociación y así en el futuro se puedan implementar estrategias más avanzadas como las straddle, mariposa o túnel.

## REFERENCIAS

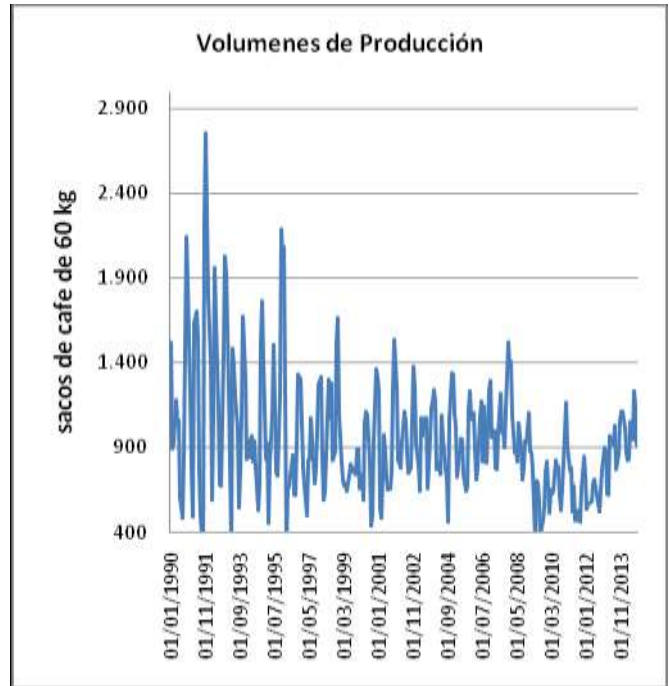
BACHINI, R. (2005). *INGENIERIA FINANCIERO FUTUROS Y OPCIONES UTILIZANDO MICROSOFT EXCEL*. BUENOS AIRES: EDITORIAL COMICRON.

Haro, A. d. (2005). *Productos Financieros derivados: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos*. Mexico : Editorial Limusa S.A.

Lamothe, P. (1993). *Opciones fianancieras (Un Enfoque Fundamental)*.

Leibovich, J. (1989). *La inestabilidad de los precion internacionales del cafe y el mercado de futuros*. Revista Federación Nacional de Cafeteros.

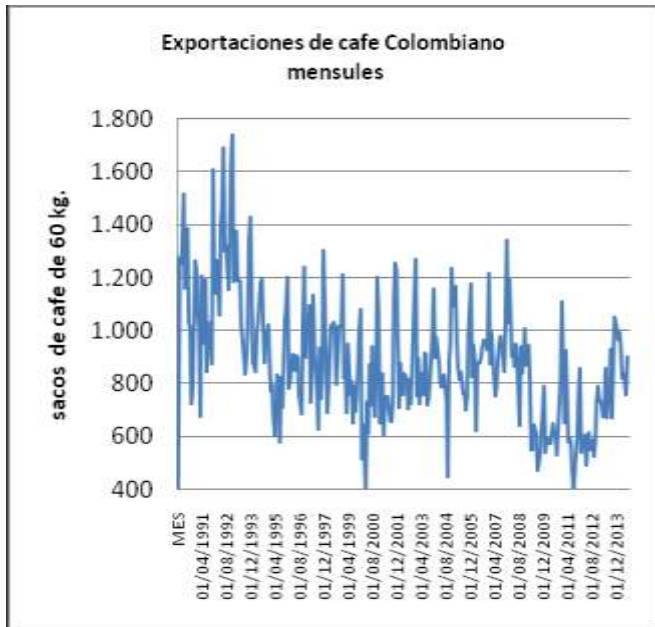
Estrada Fernando (septiembre, 2001), *Por los senderos del café. La bebida del diablo: Historia económica y política del*



**Volúmenes de Producción Cafetera en Colombia (1990-2014)**  
 miles de sacos de 60 kilogramos café verde  
 Federación Nacional de Cafeteros

**ANEXOS**

Grafico 1



**Exportaciones de café Colombiano mensualmente (1990 - 2013)**  
 miles de sacos de 60 kilogramos café verde  
 Federación Nacional de Cafeteros