



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales

Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales

Tesis que para obtener el Grado de

Maestro en Ciencias en Negocios Internacionales

presenta:

Federico Alonso Rodríguez Bedolla

**Transmisión de información desde el mercado de los futuros del café
Arábica en el *Intercontinental Exchange* hacia el precio *spot* del *International
Coffee Organization*: Un análisis de causalidad durante el periodo 2009-2016**

Director de tesis: Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera

Morelia, Mich. Julio 2019.

Índice

Índice de figuras, gráficas y tablas	3
Índice de siglas	4
Glosario	6
Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción	12
Parte I. Fundamentos de la investigación.....	14
1. Problemática	14
1.1 Descripción del problema	14
1.2 Planteamiento del problema	23
1.3 Preguntas de la investigación	23
2. Objetivos de la investigación	23
2.1 Objetivo general	23
3. Hipótesis de la investigación	24
3.1 Hipótesis de trabajo.....	24
4. Justificación.....	24
4.1 Trascendencia.....	24
5. Tipo de investigación	25
5.1 Alcance	25
5.2 Enfoque.....	25
6. Identificación de variables	25
7. Instrumentos	26
7.1 Instrumentos cuantitativos	26
8. Universo y muestra de estudio.....	26
9. Alcances y limitaciones de la investigación	26
9.1 Alcances	26
9.2 Limitaciones	27
Parte II. Marco teórico	28
Capítulo 1. Teoría económica del comercio: Mercados de competencia imperfecta y el control de los precios internacionales	29
1.1 Introducción	29

1.2	Un breve recorrido por la teoría de precios.....	30
1.3	Cárteles de productores y mercados en condiciones de competencia imperfecta	32
1.4	La fijación de precios en situación de monopolio	35
Capítulo 2. Contratos de futuros: Cobertura y maximización de beneficios		38
2.1	La valuación de los precios futuros	38
2.2	Cobertura o <i>hedging</i>	40
2.3	Portafolios de inversión eficientes	41
2.4	La eficiencia en los mercados financieros	43
2.5	Valor en riesgo en los contratos de futuros (VaR)	45
2.6	La relación entre los precios <i>spot</i> y futuros	46
Parte III. Marco referencial		48
Capítulo 3. Geografía económica.....		49
3.1	Distribución geográfica del café.....	49
3.2	El café en cifras	50
Capítulo 4. La estructura de los mercados y precios del café		53
4.1	La estructura del mercado internacional del café	53
4.2	La estructura de los precios internacionales del café.....	55
Parte IV. Marco normativo		57
Capítulo 5. La regulación de los mercados del café		58
5.1	Regulación del mercado internacional	58
5.2	Regulación del mercado de futuros	60
Parte V. Metodología de la investigación		62
Capítulo 6. Diseño del modelo de causalidad y herramientas cuantitativas.....		63
6.1	El modelo propuesto	63
6.2	Herramientas cuantitativas.....	65
Capítulo 7. Estimación del modelo y de la relación a largo plazo bajo el enfoque del VECM.....		73
7.1	Variables de estudio	73
7.2	Aplicación de las herramientas, pruebas y estimación del modelo.....	78
7.3	Resultados de la investigación	86
Conclusiones y recomendaciones		89
Bibliografía y fuentes de información		92
Anexo 1 (Base de datos)		98

Índice de figuras, gráficas y tablas

Índice de tablas

Tabla 1. Identificación de las variables de la investigación	25
Tabla 2. Principales países productores en la industria del café	51
Tabla 3. Principales países consumidores en la industria del café	52
Tabla 4. Mercados de futuros del café y sus características.....	54
Tabla 5. Principales características del Contrato tipo C	61
Tabla 6. Resultados de la prueba ADF a nivel.....	78
Tabla 7. Resultados de la prueba ADF en primeras diferencias	79
Tabla 8. Prueba de cointegración de Johansen	80
Tabla 9. Ecuación inicial de regresión (MCO-HAC).....	81
Tabla 10. Resultados de la prueba de significancia del (VECM)	83
Tabla 11. Test de White de los residuos del VECM.....	84
Tabla 12. Test LM Breusch-Godfrey de los residuos del VECM.....	84
Tabla 13. Resultados de la prueba de causalidad E-G	85

Índice de gráficas

Gráfica 1. Comparativo de los precios futuro y spot del café Arábica 2009-2016.....	15
Gráfica 2. Comparativo de los precios futuro y spot del café Robusta 2009-2016	16
Gráfica 3. Precios futuros y spot al vencimiento del café Arábica 2010-2016	17
Gráfica 4. Precios futuros y spot al vencimiento del café Robusta 2010-2016.....	18
Gráfica 5. Volatilidad y precios de mercado del café Arábica.....	19
Gráfica 6. Volatilidad y precios de mercado del café Robusta	20
Gráfica 7. Rendimientos de los productores del café Arábica 2010-2016	21
Gráfica 8. Rendimientos de los productores del café Robusta 2010-2016.....	22
Gráfica 9. Precio spot registrado por la ICO 2009-2016	73
Gráfica 10. Precio del NYKC registrado por el ICE 2009-2016.....	74
Gráfica 11. Volumen de operación del NYKC registrado por el ICE 2009-2016.....	76
Gráfica 12. Posiciones netas del NYKC en el ICE 2009-2016.....	77
Gráfica 13. Variables de estudio en primeras diferencias.....	79

Índice de figuras

Figura 1. Distribución geográfica de la producción mundial del café	50
Figura 2. Diagrama de flujo para la metodología propuesta	64

Índice de siglas

AIC: Acuerdo Internacional del Café

ARCH: Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

CBOT: Chicago Board of Trade (Estados Unidos de América)

CC: Cambio climático

CT: Le Havre Port: Commodities Traffic (Francia)

CTFC: Commodity Futures Trading Commission (Estados Unidos de América)

E-G: Engle-Granger

EE.UU.: Estados Unidos de América

FAO: Food and Agriculture Organization

FAS: Free Alongside Ship

FOB: Free On Board

FPP: Frontera de posibilidades de producción

ICC: International Commerce Chamber

ICE: Intercontinental Exchange (Estados Unidos de América)

ICO: International Coffee Organization (Reino Unido)

IFC: International Finance Corporation

NKG: Neumann Kaffee Gruppe (Alemania)

NYC: New York City.

NYSE – LIFFE: London International Financial Futures Exchange (Reino Unido)

OTC: Over the Counter

RP: Restricción presupuestaria

RU: Reino Unido

USD: Dólares estadounidenses

VaR: Value at Risk

VAR: Vector Autorregresivo

VECM: Vector Error Correction Model

WBG: World Bank Group

WTO: World Trade Organization

Glosario

Análisis técnico: Proceso de análisis bursátil basado en el estudio de los movimientos y tendencias de los precios de una acción del mercado u otros activos financieros, mediante el uso de gráficas (Benninga, 2000).

Cámara de Compensación: Órgano regulador entre compradores y vendedores dentro de los mercados de contratos de futuros (Hull, 1997).

Cambio climático: Cambio significativo y perdurable de la distribución estadística de los patrones climáticos, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana (FAO).

Caminata aleatoria o *random walk*: El modelo más simple de una variable con una tendencia a través del tiempo (Uribe et al., 2011).

Causalidad: Se dice que existe una relación de causalidad entre variables, si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable (Gujarati, 2010).

Cobertura o *hedging*: Estrategia financiera dirigidas a anular o reducir el riesgo de un activo o pasivo financiero, en posesión de una empresa o de un inversionista en particular (De Lara Haro, 2002).

Cointegración: La condición de cointegración es una característica estadística entre variables, donde dos o más series de tiempo están cointegradas si comparten una tendencia estocástica común (Engle y Granger, 1987).

Commodity: Anglicismo que se refiere a materias primas o bienes primarios de tipo genérico, es decir, que no tienen una diferenciación entre sí (De Lara Haro, 2002).

Commodity Futures Trading Commission: Fundada en 1975, es una agencia federal independiente estadounidense que se encarga de la regulación de las bolsas de comercio y del mercado de futuros en los EE.UU. (CFTC)

Competencia imperfecta: Situación de mercado donde un solo agente o unos pocos manipulan las condiciones del producto y pueden afectar directamente la formación de los precios (Appleyard y Field, 2006)

Costo Marginal: Variación sobre el costo total, cuando la cantidad producida aumenta en una unidad (Varian, 1999).

Dumping recíproco: Krugman y Brander (1983) desarrollaron un modelo que muestra cómo la rivalidad de dos empresas oligopólicas genera naturalmente un dumping de producción en los mercados extranjeros, y que origina el comercio bidireccional del mismo producto.

Elasticidad de la demanda: Medida de sensibilidad expresada como el porcentaje de variación en la cantidad demandada de un bien, respecto a la variación de su precio (Varian, 1999).

Estacionariedad: Una variable estacionaria tiene generalmente varianza (σ^2) constante y finita; es decir, su varianza no cambia con el paso del tiempo (Gujarati, 2010).

Free Alongside Ship: Término de comercio internacional que establece que el vendedor entrega la mercancía en el puerto de origen. A partir de ese momento, el comprador corre con todos los costes y riesgos de pérdida o daño. (ICC, 2010).

Free On Board: Término de comercio internacional que establece que las mercancías deben ser puestas por el vendedor a bordo del buque que las transportará. A partir de ese momento, el comprador corre con todos los gastos y riesgos de pérdida o daño. (ICC, 2010).

Forward: Acuerdo entre dos partes para comprar-vender un bien denominado subyacente, en una fecha futura y a un precio pactado previamente en el mercado over the counter (De Lara Haro, 2002).

Frontera de posibilidades de producción: Modelo que representa las combinaciones de factores productivos en las que el productor alcanza la producción máxima, es decir, obtiene una estructura de producción eficiente (Varian, 1999).

Frontera Eficiente: Lugar geométrico del espacio Media-Varianza, donde se encuentran los portafolios que le proporcionan al inversor un rendimiento máximo y un riesgo mínimo (Markowitz, 1987).

Futuros: Acuerdo para comprar o vender un número determinado de bienes o valores (activo subyacente) en una fecha futura y determinada, y bajo un precio establecido de antemano (De Lara Haro, 2002).

Gobierno corporativo: Según la International Finance Corporation (IFC) es un mecanismo que regula las relaciones entre los accionistas, los consejeros y la administración de las empresas, a través de la definición y separación de roles estratégicos, operativos, de vigilancia y gestión.

Intercontinental Exchange: Fundado en el año 2000 y con sede en Nueva York, representa el mercado de futuros más grande en operaciones compra-venta de contratos de futuros indexados al grano de café Arábica (ICE).

International Coffee Organization: Fundada en 1963 y con sede en Londres, es la máxima autoridad en la industria del café y está compuesta por representantes de cada uno de los países miembros (ICO).

Incoterm: Reglas creadas por la International Chamber of Commerce (ICC) para delimitar las obligaciones de exportadores e importadores en una operación de compra-venta internacional (Llamazares, 2011).

Información asimétrica: Término que se refiere a un mercado financiero bajo la suposición de que una de las partes tiene acceso a información privilegiada o que tiene más información que la otras (Crouhy et al., 2001).

Ingreso Marginal: Cambio en el ingreso total, cuando la cantidad vendida se incrementa en una unidad (Varian, 1999).

Juego justo: En el contexto de la estadística, debe entenderse como un juego donde el beneficio esperado es cero (Binmore, 1993).

Libre competencia: Proceso mediante el cual las firmas pugnan sin obstáculo alguno por abastecer la demanda de los consumidores (Klimovsky, 2000).

Libre mercado: Sistema económico en el que el precio de los bienes es acordado entre oferentes y demandantes, mediante las leyes de la oferta y la demanda (Appleyard y Field, 2006)

London International Financial Futures and Options Exchange: Fundado en 1979 y adquirido en 2013 por NYSE Euronext, propiedad del *Intercontinental Exchange*, tiene sede en Londres. Representa el segundo mercado en volumen de operaciones sobre contratos futuros, que se concentra en el grano de café Robusta (NYSE-LIFFE).

LRC: Símbolo bursátil de los contratos de futuros del café Robusta (NYSE-LIFFE)

Modelos ARCH: En finanzas, los modelos Autorregresivos con Heterocedasticidad Condicional (ARCH), asumen que la varianza depende los eventos o *shocks* pasados (Engle, 1982).

Monopolio pleno: Situación de mercado en el que una sola firma ofrece un producto homogéneo que carece de productos sustitutos y que tiene un gran número de demandantes (Varian, 1999).

Monopsonio: Mercado en el que existe un único comprador o demandante y pueden existir varios oferentes. Esta condición permite al demandante determinar el precio de los bienes (Newbery y Stiglitz, 1981).

NYKC: Símbolo bursátil de los contratos de futuros del café Arabica (ICE).

Opciones: Contratos estandarizados, en los que el comprador, a cambio de pagar una prima el día de hoy, adquiere el derecho, pero no la obligación de comprar (call) o vender (put) a un precio pactado para una fecha futura (vencimiento), si es que decide ejercer su derecho (Hull, 1997).

Open interest o Interés abierto: Es una métrica que contabiliza el total de las posiciones largas o cortas pendientes de liquidación, cierre o expiración de la cámara de compensación del mercado de derivados. La magnitud total del interés abierto indica el grado de liquidez actual en un mercado determinado (Shaleen, 1991).

Over the counter: Anglicismo para denotar operaciones extrabursátiles que se realizan directamente entre las partes, sin la supervisión de un mercado financiero (De Lara Haro, 2002).

Penetración de mercado: En el contexto de la mercadotecnia, se entiende como la cuota de mercado (en términos porcentuales) alcanzada por un producto existente en relación con la competencia (Cateora et al., 2005).

Portafolio de inversión: Estrategia de diversificación que consiste en la adquisición de activos financieros, con la finalidad de maximizar los rendimientos de la inversión y limitar el riesgo (Hull, 1997).

Precio de equilibrio: Es representado por el punto donde la curva oferta se iguala (intersecta) con la curva de demanda (Varian, 1999).

Precios futuros: son proyecciones de los precios spot para calidades *standard* (ICO).

Precios indicativos: son los indicadores compuestos de los precios del café (ICO).

Precios spot o físicos: son los precios para el café verde o café físico disponible (ICO).

Rendimientos crecientes a escala: Aparecen cuando la producción varía en una proporción mayor que los cambios presentados en los factores de producción (Buchanan y Yoon, 1994).

Rendimientos constantes a escala: Aparecen cuando la producción cambia en la misma proporción que las variaciones de los factores de producción (Buchanan y Yoon, 1994).

Restricción Presupuestaria: Relación algebraica que se construye a partir de las posibles combinaciones de consumo de dos bienes, suponiendo una renta y precios establecidos para los bienes (Varian, 1999).

Ruido blanco: Caso simple de los procesos estocásticos, donde los valores son independientes e idénticamente distribuidos a lo largo del tiempo con media cero e igual varianza, se denota por ε_t (Uribe et al., 2011).

Tasas de interés futuras o forwards: Primas de riesgo que reflejan las expectativas del comportamiento de las tasas de interés en el futuro (De Lara Haro, 2002).

Valor del dinero en el tiempo: Concepto financiero que permite el cálculo del valor futuro y valor actual del precio de un activo. La progresión geométrica que conforma el interés compuesto es fundamental para la comprensión de las matemáticas financieras (Johnson, 1977).

Valor en Riesgo o Value at Risk: Es una medida de riesgo ampliamente utilizada por inversionistas e instituciones financieras, para medir el nivel de exposición al riesgo de mercado, de un activo financiero o todo un portafolio de inversión (De Lara Haro, 2002).

Volatilidad: Término que mide la variabilidad de las trayectorias o fluctuaciones de los precios y, en general, de cualquier activo financiero en el mercado (Hull, 1997).

Volumen de operación o transacciones: Es un indicador del análisis técnico equivalente al número de transacciones compra-venta en todos los contratos de futuros de un producto básico en particular en un día de operación o periodo determinado. Los analistas financieros consideran el volumen de operaciones un indicador de la actividad e intensidad del mercado y, por consiguiente, de la probabilidad de que suban los precios. (Williams, 1993).

Resumen

El propósito de este trabajo es demostrar las relaciones de causalidad y la existencia de una relación explicativa al largo plazo entre las variables de estudio, desde los componentes del mercado de futuros del café Arábica del *Intercontinental Exchange* hacia los precios de mercado de la *International Coffee Organization*, a través del análisis econométrico consistente en la aplicación de las pruebas de causalidad *Engle-Granger* (E-G), así como un modelo Vectorial de Corrección de Errores (VECM). Las teorías a utilizar son las relacionadas con el comercio internacional, así como las que explican las expectativas y estrategias de los inversores en los mercados de futuros. Se seleccionaron la metodología econométrica, así como las referencias a las teorías económicas y financieras, debido a que el empleo de estas herramientas permitirá que los resultados generados fluctúen dentro de una lógica matemática asertiva que invite al lector al debate a partir de las conclusiones. Los resultados obtenidos apuntan hacia una relación bidireccional entre los precios *spot* y futuro (relación esperada dada la teoría financiera vigente). Sin embargo, la mayor aportación reside en la detección de una relación de causalidad bidireccional entre el precio *spot* y el volumen de operaciones, que constituye evidencia empírica que podría indicar un nuevo nivel de relación entre ambos mercados del café Arábica.

Palabras clave: Café, mercado de futuros, mercado *spot*, causalidad, VECM.

Abstract

The purpose of this paper is to demonstrate the causal relationships and the existence of a long-term explanatory relationship between the study variables, from the market components to the future markets of the Arabica Coffee, through the economic analysis in the application of the causality tests Engle-Granger (E-G), as well as a Vectoral Error Correction Model (VECM). The theories to be used are those related to international trade, as well as those which explain the expectations and strategies of investors in futures markets. The econometric methodology was selected, as well as the references to the economic and financial theories, because the use of these tools will allow the generated results to fluctuate within an assertive mathematical logic that invites the reader to the debate based on the conclusions. The results indicated a bidirectional relationship between spot and future prices (expected due to nowadays financial theory). However, the greatest contribution lies in the detection of a bidirectional causal relationship between the spot price and the volume of operations, empirical evidence that could show a new level of relationship between both markets of Arabica coffee.

Keywords: Coffee, futures market, spot market, causality, VECM.

Introducción

Históricamente la producción del café ha sufrido por los embates de la escasez. En gran parte por la dificultad del logro de su cosecha, dado que el cultivo de origen etíope es atacado constantemente por plagas muy agresivas; y ahora en días actuales por los efectos del cambio climático¹ (CC).

Diversos estudios de expertos en impacto ambiental pronostican que, de mantenerse la tendencia actual en la reducción de hectáreas de selva tropical, podría ser el 2050 el año en que se extinga el árbol del café (ICO, 2016).

Es por esta condición de incertidumbre² que el precio internacional del café ha presentado una alta volatilidad³ en la última década, que lo ha convertido en uno de los *commodities*⁴ agrícolas de mayor volumen de operaciones de compra-venta en las bolsas de derivados financieros⁵.

Sin embargo, a pesar de estas dificultades, la industria mundial del café alcanzó un nivel de producción, en el periodo 2012-2013, de 8.7 millones de toneladas y de las cuales se exportó aproximadamente un 80%, con un valor de 19.1 billones de dólares estadounidenses (USD). El valor bruto de la industria total asociada al comercio del café se estimó en 173.4 billones de USD (ICO, 2016)

Por otro lado, a consecuencia de la firma del Acuerdo Internacional del Café (AIC) celebrado en Londres en 2007, el mercado de contado o *spot*⁶ del café no está exento de las distorsiones de mercado generadas por las decisiones de negocio de los países exportadores e importadores del *commodity*.

¹ Cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana (FAO).

² En el sentido de la imperfección en el conocimiento sobre el estado o los procesos de la naturaleza (FAO).

³ Término que mide la variabilidad de las trayectorias o fluctuaciones de los precios y, en general, de cualquier activo financiero en el mercado (Hull, 1997).

⁴ Anglicismo que se refiere a materias primas o bienes primarios de tipo genérico, es decir, que no tienen una diferenciación entre sí (De Lara Haro, 2002).

⁵ Centros financieros donde se realizan operaciones de compra-venta sobre instrumentos cuyo precio no se determina de forma directa, sino que depende del precio de otro activo denominado activo subyacente.

⁶ Precios *spot*, físicos o de contado, son los precios para el café verde o café físico disponible (ICO).

Dicho acuerdo permite a los países miembros unificar sus estrategias comerciales a través de la *International Coffee Organization* (ICO), y entre ellas la posibilidad de pactar los precios que mejor convengan a los intereses de la industria.

Asimismo, la constante actividad, el aumento en la participación y el comportamiento de los rendimientos obtenidos por los productores a través de los mercados de futuros del café, como se describe y analiza posteriormente en la presente investigación, permiten fundamentar la importancia que tiene conocer las variables que causan las decisiones de los productores a través del nivel alcanzado por los precios *spot* del café.

El objetivo central de la investigación será entonces demostrar la posible transmisión de información del mercado de futuros del *Intercontinental Exchange* (ICE), hacia las decisiones de negocio realizadas por los grandes productores de café, que se traducen en la fijación del nivel de los precios *spot* del café Arábica en el mercado de contado.

Al interior de los capítulos primero y segundo – que conforman el marco teórico del presente trabajo de investigación - se abordarán temas inherentes a la teoría económica del comercio, tales como los mercados de competencia imperfecta y el control de los precios internacionales, así como los relacionados a la teoría financiera que respalda el funcionamiento de los mercados de los contratos de futuros.

Los capítulos tercero, cuarto y quinto expondrán la geografía económica del café, la estructura y los precios transaccionales dentro del mercado de físicos, así como la regulación internacional en la materia, temas que permitirán al lector obtener mayor referencia en el tema.

Finalmente, los capítulos sexto y séptimo servirán para definir las herramientas cuantitativas a utilizar y mostrarán el desarrollo metodológico que permitirá demostrar la validez de la hipótesis de trabajo.

En resumen, esta investigación tiene la intención de demostrar y analizar – por medio de pruebas y modelos econométricos - la existencia de una posible relación de causalidad desde las variables que definen el mercado de futuros del café Arábica, hacia el comportamiento presentado por el nivel de los precios de contado o *spot* durante el periodo 2009-2016.

Parte I. Fundamentos de la investigación

1. Problemática

1.1 Descripción del problema

El volumen de operación del mercado internacional de derivados financieros ha crecido considerablemente en los últimos años. Miles de instrumentos financieros - contratos futuros⁷ y opciones⁸ - son negociados en operaciones de compra-venta diariamente en las bolsas de valores alrededor del mundo (Hull, 1997).

Dichos instrumentos son productos financieros que se indexan a los niveles de cotización de diversos subyacentes, como los productos agrícolas, las divisas, las tasas de interés e índices bursátiles (De Lara Haro, 2002).

Aunque existen diversas clasificaciones para el grano de café, se puede dividir la industria cafetalera tanto en su producción, en dos principales mezclas de café: las Arábicas y las Robustas, con el 59.7% y el 40.3% de participación en el mercado mundial, respectivamente (ICC, 2010).

Los contratos de futuros sobre mezclas de tipo Arábicas se comercializan en el *Intercontinental Exchange* (ICE) de la ciudad de Nueva York (NYC) en los Estados Unidos de América (EE.UU.).

Asimismo, los contratos de futuros indexados a mezclas de tipo Robusta son comercializados en el *London International Financial Futures Exchange* (NYSE – LIFFE) de la ciudad de Londres en el Reino Unido (RU).

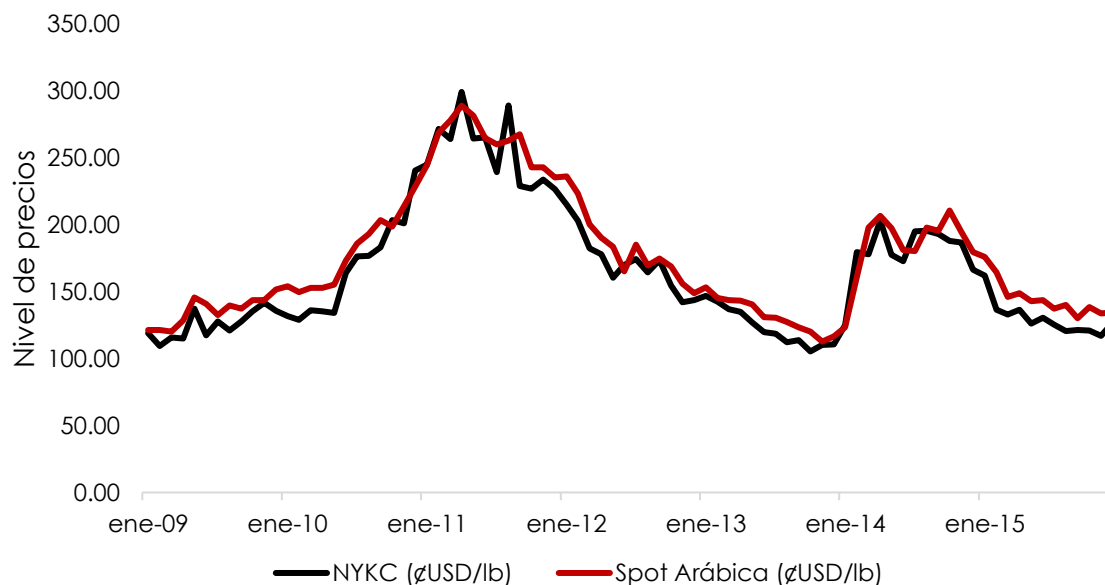
La valuación de los contratos futuros del café, al ser un instrumento estandarizado que se bursatiliza de manera global bajo los mismos términos y condiciones para los participantes

⁷ Acuerdo para comprar o vender un número determinado de bienes o valores (activo subyacente) en una fecha futura y determinada, y bajo un precio establecido de antemano (De Lara Haro, 2002).

⁸ Contratos estandarizados, en los que el comprador, a cambio de pagar una prima el día de hoy, adquiere el derecho, pero no la obligación de comprar (*call*) o vender (*put*) a un precio pactado para una fecha futura (vencimiento), si es que decide ejercer su derecho (Hull, 1997).

del mercado, se construye a partir de una identidad que asume la relación lineal entre el precio futuro, el precio *spot* (o de contado) y un factor de prima de riesgo o interés, que se pacta en el mercado por medio de la Cámara de Compensación (Hull, 1997).

Gráfica 1. Comparativo de los precios futuro y spot del café Arábica 2009-2016



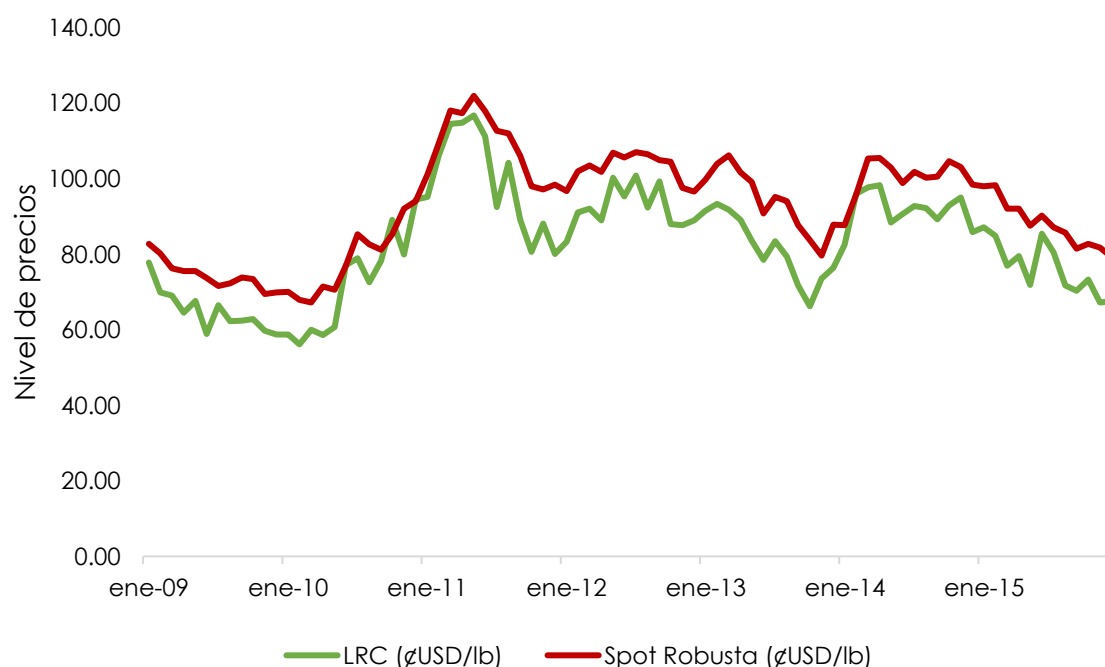
Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization* (ICO) y el precio de cotización promedio mensual del NYKC registrado por *Intercontinental Exchange* (ICE) en el periodo 2009-2016, (2017).

En la gráfica anterior se puede apreciar el comportamiento histórico reportado del precio de cotización del contrato de futuro del café Arábica (NYKC) con respecto al nivel de su precio internacional o *spot*, en términos mensuales.

Dada la relación que mantienen los precios, es natural que se generen movimientos en la misma dirección, pero al analizar el comportamiento a largo plazo de ambos niveles de precios, se podrá notar que el precio *spot* mantuvo consistentemente un nivel más alto que el presentado por el precio de cotización del contrato de futuro.

La gráfica 2 presenta el comportamiento histórico del precio de cotización del contrato de futuro del café Robusta (LRC), en relación al nivel de su precio internacional o *spot*, en términos mensuales:

Gráfica 2. Comparativo de los precios futuro y spot del café Robusta 2009-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization* y el precio de cotización promedio mensual del LRC registrado por el *London International Financial Futures Exchange* (NYSE-LIFFE) en el periodo 2009-2016, (2017).

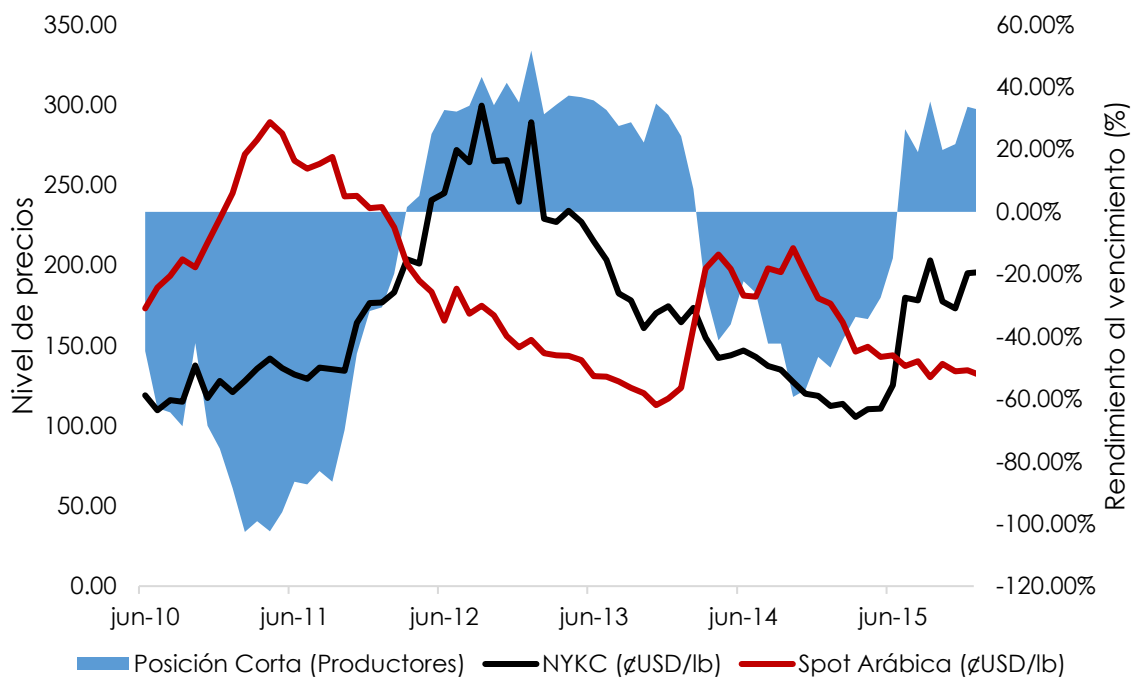
Una vez más, dada la relación que mantienen los precios, la figura anterior revela cierta evidencia empírica de que los movimientos de ambos mercados guardan la misma dirección, así como de que el precio *spot* mantuvo consistentemente un nivel más alto que el alcanzado por el precio de cotización del contrato de futuro.

Las diferencias entre los precios de ambos mercados - futuro y de físicos - podría llegar a crear en los compradores de estos instrumentos financieros, la percepción de negociar un precio futuro al vencimiento del contrato, menor al que se transa en el mercado físico y así obtener la motivación económica necesaria para negociar su posición con fines de *hedging*⁹ o cobertura, así como el de la maximización de sus beneficios (Working, 1953).

⁹ Anglismo que se refiere a crear estrategias financieras dirigidas a anular o reducir el riesgo de un activo o pasivo financiero, en posesión de una empresa o de un inversionista en particular (De Lara Haro, 2002).

Habrá que notar que, en el momento de ejercer el contrato, el beneficio del comprador (posición larga¹⁰) estará condicionado a que $F_0 < S_1$, donde S_1 es el precio *spot* en la fecha de vencimiento. En el caso de los vendedores (posición corta¹¹), se necesita que $F_0 > S_1$ para obtener beneficio de su posición de mercado una vez que ocurra el vencimiento.

Gráfica 3. Precios futuros y *spot* al vencimiento del café Arab ica 2010-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization* y el precio de cotización promedio mensual del NYKC registrado por ICE en el periodo 2010-2016, (2017).

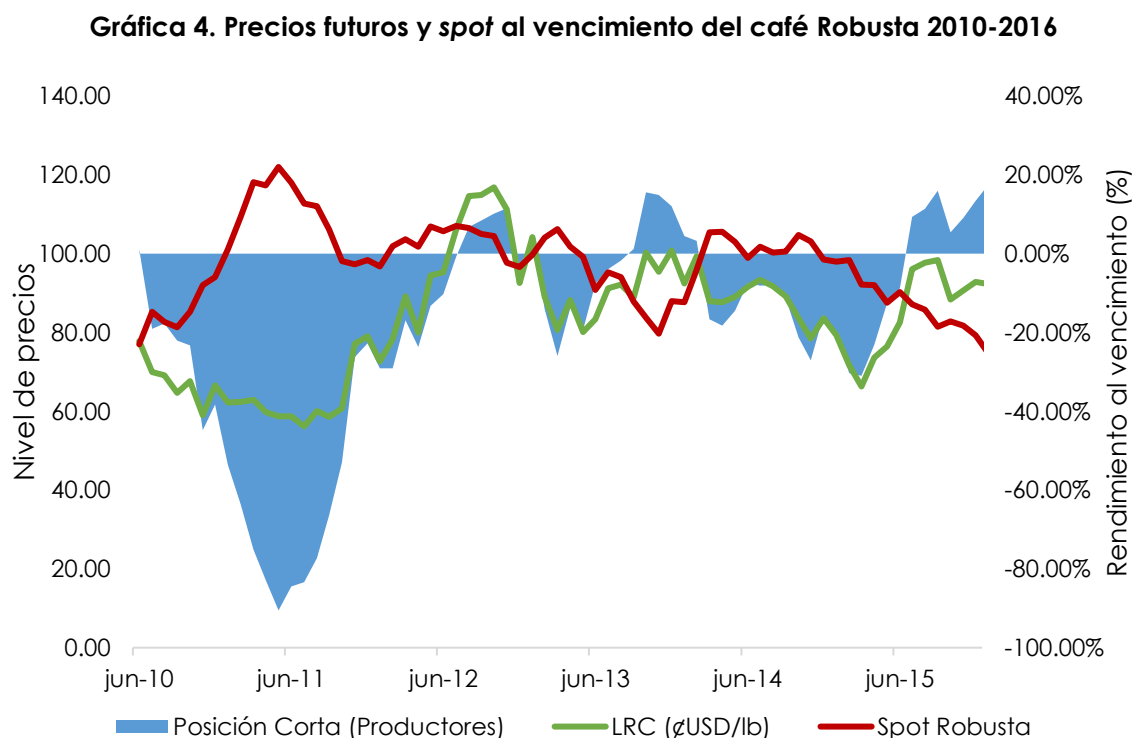
En la figura anterior, son claros los periodos en los que los precios *spot* al vencimiento alcanzaron niveles más altos que los precios de cotización del contrato NYKC, por lo que se generaron pérdidas en el mercado de futuros para los productores.

¹⁰ Se debe entender como la adquisición de un contrato futuro con la previsión de que el precio *spot* o de contado del subyacente sea mayor al pactado al vencimiento del instrumento.

¹¹ Se define como la venta (oferta primaria) de un contrato futuro, en donde se espera que el precio *spot* o de contado del subyacente sea menor al pactado al momento de ejercer el derivado.

Asimismo, en la gráfica se representan los periodos en los que el precio del contrato futuro (NYKC) rebasó los niveles del precio *spot* de la mezcla Arábica, por lo que los productores u oferentes obtuvieron rendimientos al vencimiento positivos en sus operaciones en el mercado de contratos de futuros al cumplirse la condición $F_0 > S_1$.

Ahora, con el objetivo de analizar el comportamiento - durante el periodo 2010-2016 - de los rendimientos al vencimiento obtenidos por los productores (posición corta) del café Robusta, respecto a la evolución de los precios en el mercado internacional, se muestra a continuación la gráfica 4:



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la ICO y el precio de cotización promedio mensual del LRC registrado por NYSE-LIFFE en el periodo 2009-2016, (2017).

La figura muestra los periodos en los que los precios *spot* del café Robusta alcanzaron niveles más altos que los precios de cotización del contrato LCR, por lo que se generaron pérdidas en el mercado de futuros para los productores.

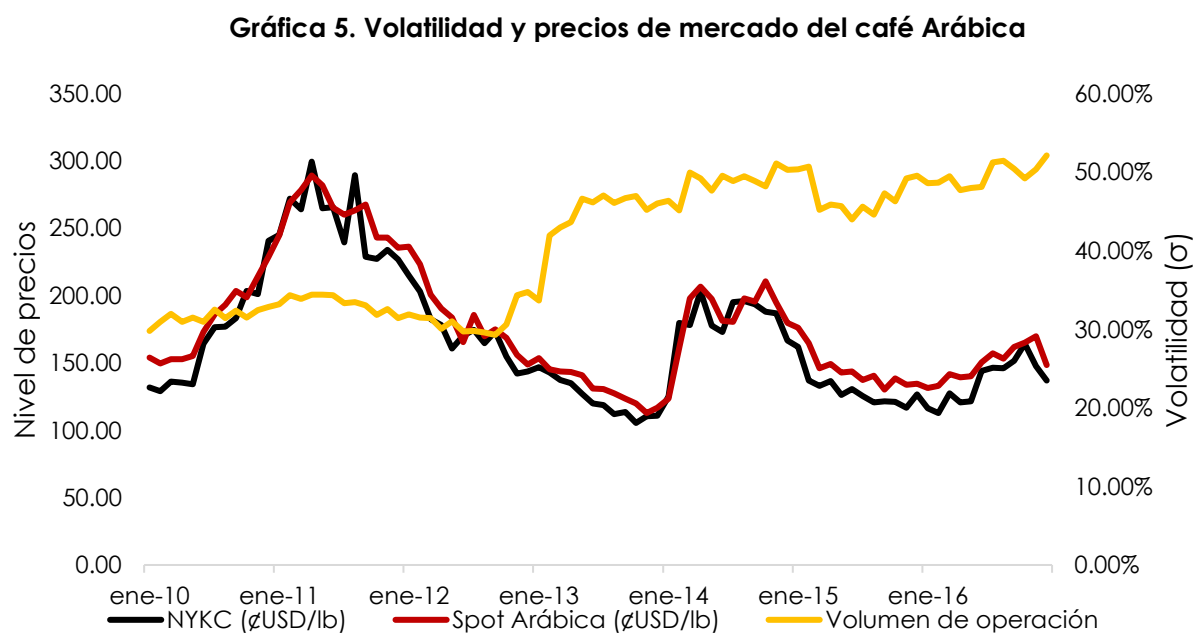
Asimismo, se pueden observar los periodos en los que el precio de cotización LCR superó los niveles del precio *spot*, por lo que los productores obtuvieron rendimientos al vencimiento positivos en sus operaciones.

Es en este punto donde podrían empezar a surgir las primeras dudas sobre si los precios internacionales del café se fijan solamente por los ajustes en la oferta y la demanda del *commodity*, o podrían estar bajo la influencia de la especulación de los productores sobre sus obligaciones en los mercados de derivados.

La amplitud en los periodos, así como la dimensión de los diferenciales entre los precios al vencimiento apoyan el cuestionamiento, puesto que los productores tienen la posibilidad de compensar las pérdidas en los mercados financieros con las ganancias generadas en el mercado físico (Working, 1953).

Además de los precios, el volumen de operación de compra- venta de los contratos de futuros es una variable fundamental en el análisis, puesto que representa la oferta y la demanda del instrumento financiero (Hull, 1997).

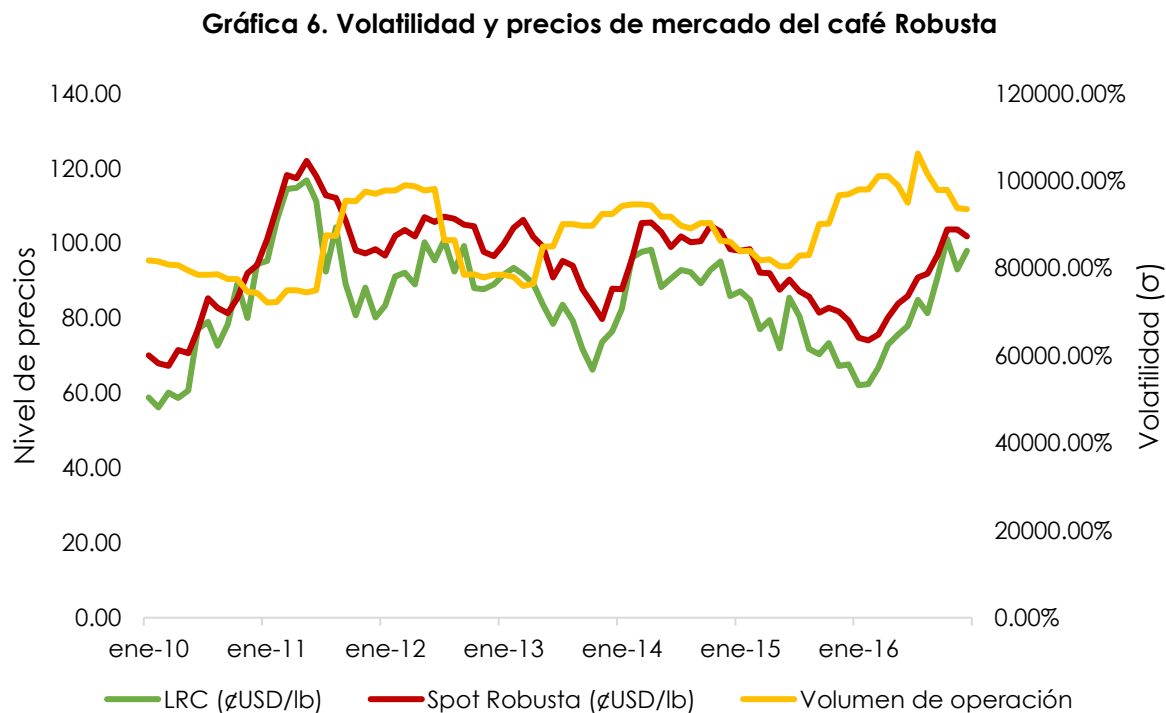
Con la finalidad de enriquecer los argumentos en torno a la problemática expuesta, se presenta la gráfica 5 que muestra el comportamiento de la volatilidad (σ) del volumen de operación del contrato NYKC, en contraste con la evolución histórica de sus precios:



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization* y el precio de cotización promedio mensual del NYKC registrado por ICE en el periodo 2010-2016, (2017).

Después de realizar el análisis técnico¹² del comportamiento histórico de los niveles de volatilidad mensual del volumen de operación del contrato futuro, se puede observar que éstos comenzaron a aumentar en la medida que los precios – futuro y *spot* - oscilaron con una tendencia a la baja.

A continuación, la gráfica 6 muestra las mismas variables de análisis consideradas en la figura anterior, pero para el caso del café Robusta:



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la ICO y el precio de cotización promedio mensual del LRC registrado por NYSE-LIFFE en el periodo 2010-2016, (2017).

Aunque con niveles considerablemente mayores, la volatilidad del volumen de operación de compra-venta del contrato LCR parece mantener también una relación inversa con los niveles de precios del mercado a lo largo del periodo de estudio.

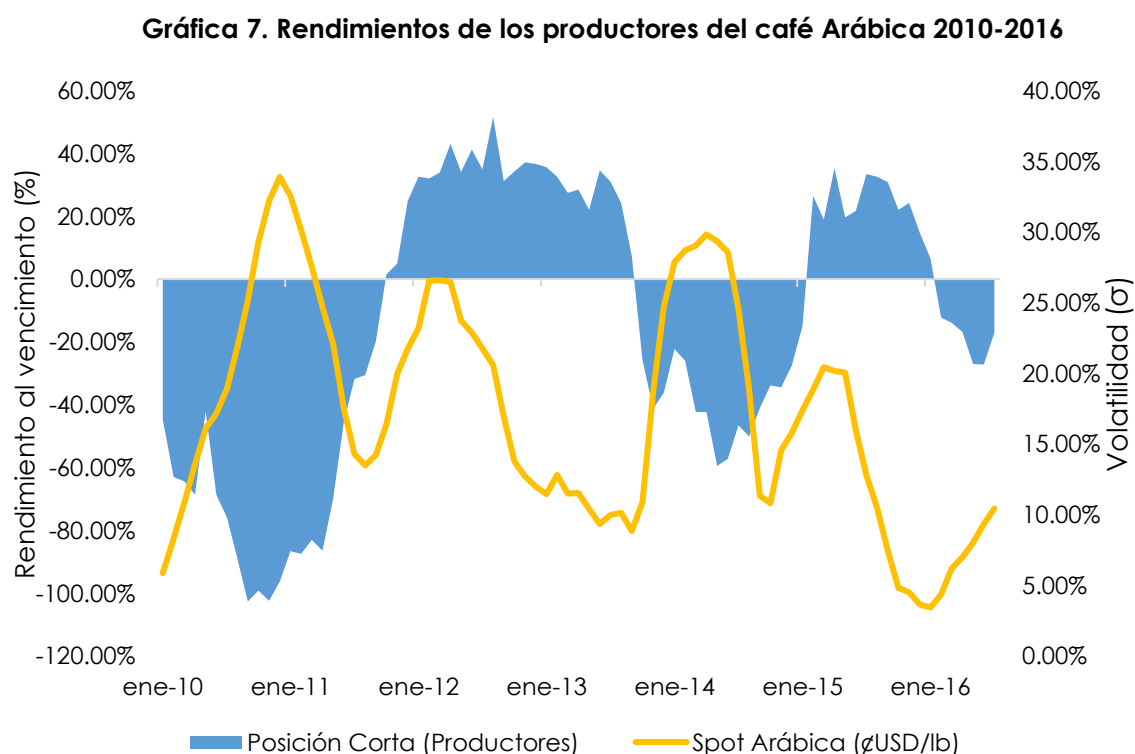
Es importante notar que el volumen de la oferta primaria de estos contratos sólo es posible si los productores aceptan las condiciones de entrega futura del subyacente en cuestión. Por tanto, los productores tienen la capacidad de aumentar o disminuir la oferta primaria.

¹² Proceso de análisis bursátil basado en el estudio de los movimientos y tendencias de los precios de una acción del mercado u otros activos financieros, mediante el uso de gráficas (Benninga, 2000).

De igual manera, pueden participar del mercado y crear un portafolio de inversión al recomprar contratos en el mercado secundario y terciario, con la finalidad de asegurar en un mayor grado el objetivo primordial de aumentar sus beneficios y disminuir el riesgo de participar en el mercado financiero (Markowitz, 1952).

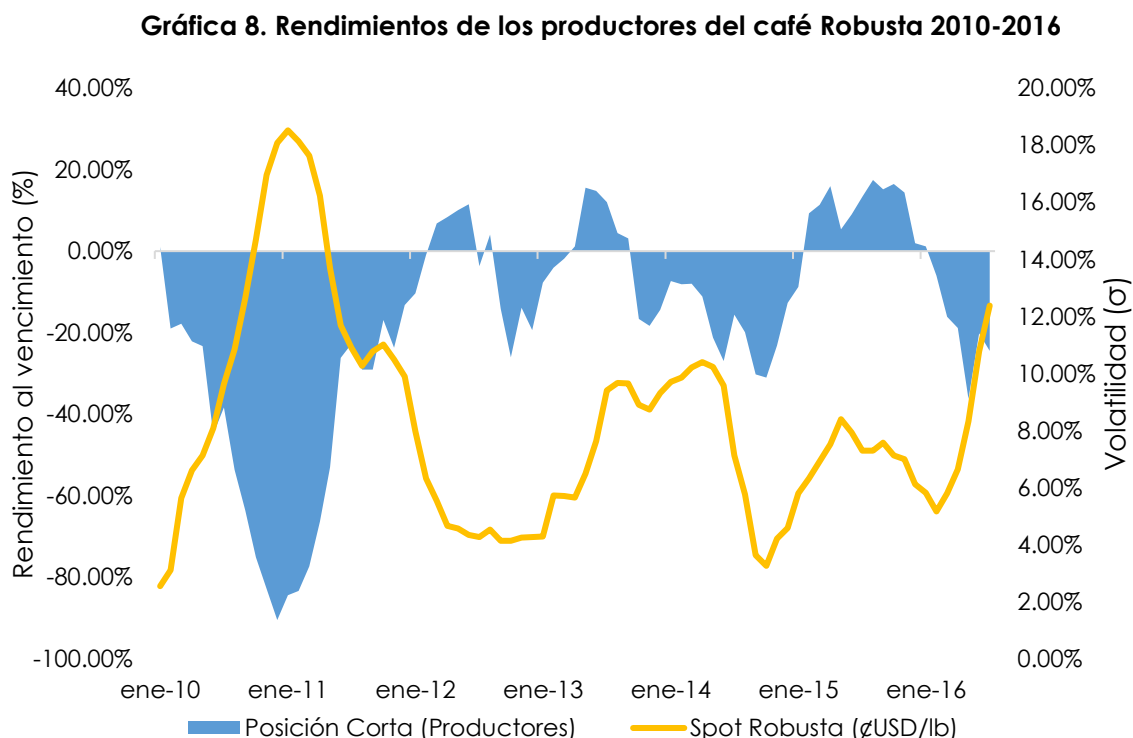
Finalmente, otro argumento vinculado al problema de la investigación está relacionado con el comportamiento de la volatilidad de los precios internacionales del café.

Al contrastar los rendimientos al vencimiento obtenidos por los productores de la mezcla Arábica con la volatilidad presentada por el precio *spot* durante el periodo 2010-2016 se puede observar que las ganancias (rendimientos positivos al vencimiento) de los productores (quienes ostentan la *posición corta* del mercado) se gestaron principalmente en aquellos periodos en los que los niveles de volatilidad del precio internacional del café fueron más estables o mostraron una tendencia a la baja y, en contraposición, fueron pérdidas (rendimientos negativos) principalmente en los periodos en los que el nivel de volatilidad de los precios aumentó como se observa a continuación:



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization* y el precio de cotización promedio mensual del NYKC registrado por ICE en el periodo 2010-2016, (2017).

En el caso del café Robusta se puede encontrar un comportamiento similar – aunque menos acentuado - de los rendimientos al vencimiento de la posición corta del mercado (productores), en relación a los niveles de volatilidad presentados por el precio internacional, como se detalla en la siguiente gráfica:



Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la ICO y el precio de cotización promedio mensual del LRC registrado por NYSE -LIFFE en el periodo 2010-2016, (2017).

Se podría entonces llegar a la conclusión de que hay evidencia empírica suficiente para plantear que existe una motivación económica en los productores del café para controlar el precio internacional del café, más allá de los ajustes de la oferta y la demanda.

La influencia de los precios de contado (o *spot*) hacía el nivel de los precios de su futuro está comprobada en la identidad utilizada para realizar la valuación del instrumento financiero (De Lara Haro, 2002).

Sin embargo, el volumen de las operaciones de compra-venta en los mercados de futuros del café ha aumentado significativamente a través de los años y su incidencia, en conjunto con el precio de cotización del contrato de futuro, hacia el nivel de su precio internacional o *spot*,

es decir, determinar si el mercado de futuros funge como un regulador de los precios internacionales (por la presión de las obligaciones en estos mercados de derivados), es un asunto que debería someterse a comprobación empírica.

Es por ello que dentro del diseño metodológico de la investigación se incluirán pruebas del tipo *Engle-Granger* con el objetivo de medir el grado y dirección de la causalidad entre los componentes del mercado de contratos futuros del café y los precios *spot*.

1.2 Planteamiento del problema

No se conoce si existió transmisión de información desde el nivel de los precios, el volumen de operación y las posiciones netas del mercado de futuros del café Arábica en el ICE hacia el mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

1.3 Preguntas de la investigación

1.3.1 Pregunta general

¿Existió transmisión de información desde el nivel de los precios, el volumen de operación y las posiciones netas del mercado de futuros del café Arábica en el ICE hacia el mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016?

2. Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo general

Conocer si existió transmisión de información desde el nivel de los precios, el volumen de operación y las posiciones netas del mercado de futuros del café Arábica en el ICE hacia el mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

3. Hipótesis de la investigación

3.1 Hipótesis de trabajo

H_1 : El nivel de los precios, el volumen de operación y las posiciones netas del mercado de futuros del café Arábica en el ICE causaron los precios del mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

4. Justificación

4.1 Trascendencia

La investigación propuesta servirá como marco de referencia que aportará una visión diferente para originar investigaciones más profundas sobre el comercio internacional y su relación con el mercado de derivados.

De igual manera, los resultados de la investigación fungirán como una referencia cuantitativa para los agentes económicos relacionados con la industria y el mercado internacional del café.

La investigación brindará una alternativa de análisis en la toma de decisiones de los agentes económicos relacionados con el mercado internacional del café.

El trabajo de investigación podrá contribuir a la teoría financiera al ofrecer evidencia empírica de un nuevo nivel en la relación entre los precios de los mercados internacionales de contratos de futuros y del mercado *spot* del café.

Por último, la presente investigación brindará a los lectores una alternativa de estudio – a través del método científico - para cuantificar el nivel de relación entre las variables de los mercados internacionales de futuros y el precio *spot* en los mercados físicos del café, un tema poco explorado por la literatura contemporánea.

5. Tipo de investigación

5.1 Alcance

Exploratorio: Un aspecto importante es que en la literatura actual existen pocos trabajos que aborden la relación entre estas variables en el sentido y desde la óptica que se pretende abordar en el desarrollo de la presente investigación.

Descriptivo: El presente trabajo tiene como uno de sus objetivos describir las características del producto agrícola, su geografía económica y bursátil, así como su normatividad.

Correlacional: La investigación pretende analizar y entregar evidencia empírica de la existencia de una relación de causalidad desde las principales variables que componen el mercado de futuros del café hacía su nivel de precio en el mercado internacional de físicos.

Explicativo: La investigación pretende demostrar y explicar cómo es que pudo gestarse una transmisión de información desde el mercado de futuros del café Arábica en el ICE hacia el mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

5.2 Enfoque

Cuantitativo

Se plantea un problema concreto, así como la recolección de datos que se fundamenta en la medición, utilizando así magnitudes numéricas que pueden ser procesadas mediante herramientas econométricas que generen resultados descriptivos y cuantificables.

6. Identificación de variables

Tabla 1. Identificación de las variables de la investigación

	Variable dependiente	Variables independientes
Hipótesis general	Y = Precio internacional o <i>spot</i> del café (ICO)	X ₁ = Precio de cotización (NYKC/ICE) X ₂ = Volumen de operación (NYKC/ICE) X ₃ = Posiciones netas (NYKC/ICE)

Fuente: Elaboración propia (2017).

7. Instrumentos

7.1 Instrumentos cuantitativos

Los instrumentos cuantitativos de los que se hará uso son las bases de datos de la ICO, de donde se obtendrán las series mensuales del precio *spot* del café Arábica, así como los datos del ICE, fuente de la cual se obtendrán los precios, los volúmenes de operación de compra-venta y las posiciones netas que se registraron durante el periodo de estudio de la presente investigación.

8. Universo y muestra de estudio

Para efectos de la presente investigación, se consideran los precios *spot* del café, el precio de cotización de sus contratos de futuros, el total de sus operaciones de compra-venta, así como las posiciones netas, como el universo que contiene los volúmenes, precios y preferencias implícitas sobre este *commodity* agrícola.

Sin embargo, la investigación se acotará a investigar una posible transmisión de información desde el mercado de futuros del café Arábica en el ICE hacia el mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

9. Alcances y limitaciones de la investigación

9.1 Alcances

Con la presente investigación se pretende comprobar una posible transmisión de información desde el mercado de futuros del café Arábica en el ICE hacia el mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

9.2 Limitaciones

Aunque en su construcción los modelos pretenderán disminuir el error estocástico¹³ como premisa, con la finalidad de ofrecer un análisis robusto, no se sabrá con total certeza si las respuestas obtenidas se generalizarán para los precios de otros subyacentes negociados en los mercados de derivados internacionales.

En la siguiente parte de la presente investigación, se expondrán las teorías y enfoques teóricos que apoyan el planteamiento y desarrollo en la solución a la pregunta, objetivo y las hipótesis de trabajo del estudio.

¹³ Lo que no puede explicarse debido a que tiene naturaleza aleatoria o estocástica (Gujarati, 2010).

Parte II. Marco teórico

Una vez planteado el problema, es decir, los objetivos y las preguntas de investigación, es posible desarrollar un marco teórico, el cual se plantea con la meta de sustentar el trabajo de investigación y orientar al lector sobre los fundamentos del conocimiento económico y financiero sobre los que descansa el estudio. Para ello es necesario analizar y exponer teorías, enfoques teóricos o investigaciones previas sobre el tema que se consideren valiosas para el desarrollo de la investigación. Asimismo, apoyará al establecimiento de la hipótesis de esta investigación y a proveer de un marco de referencia que permita la correcta interpretación de los resultados.

Acorde a lo anterior, en el contenido de este marco teórico se entrega un resumen crítico de las teorías económicas del comercio internacional y las teorías financieras que sustentan el núcleo de la investigación.

Capítulo 1. Teoría económica del comercio: Mercados de competencia imperfecta y el control de los precios internacionales

1.1 Introducción

Al día de hoy, el estudio de la evolución de los precios en el comercio internacional de recursos naturales agotables, dentro de un mercado de competencia imperfecta¹⁴, es un área casi inexplorada por la literatura económica.

Dada esta apertura comercial es normal en la actualidad que los productores de recursos naturales y las firmas que componen la industria de la transformación de éstos en insumos primarios, busquen el intercambio en los mercados internacionales gestando así un comercio intraindustrial (Radetzki, 2013).

La explicación más común entre los economistas para el intercambio internacional de tipo intersectorial en un mercado dado, es que éste es posible porque los países comercian entre sí distintas variedades del mismo producto, es decir, existe un factor de diferenciación entre ellos (Krugman, 1979).

Sin embargo, esta noción no puede aplicarse fácilmente al comercio específico de recursos naturales dado que estos productos ostentan características muy similares.

La posibilidad de la extinción total de los recursos naturales y las condiciones del mercado en competencia imperfecta, implican factores dinámicos y variables estratégicas que añaden una complejidad considerable en la medición y comparativa adecuada del bienestar generado entre países productores y consumidores de los insumos, en el comportamiento que mantienen los precios internacionales a través del tiempo (Radetzki *et. al.*, 2008).

Entonces, una explicación más adecuada para las altas y bajas de los precios en el comercio intersectorial de recursos naturales agotables puede ser la influencia de la competencia

¹⁴ A diferencia de un mercado en competencia perfecta, se define como la situación de mercado donde un solo agente o unos pocos manipulan las condiciones del producto y pueden afectar directamente la formación de los precios (Varian, 1999).

imperfecta en esos mercados y la aparición del *dumping* recíproco¹⁵ (Krugman y Brander, 1983).

La explicación reside en que, si los mercados están suficientemente segmentados, las firmas pueden fijar precios discriminatorios entre los mercados foráneos y nacionales, lo que permite vender a un precio más bajo sus exportaciones con el objetivo de incrementar volumen de sus ventas en el mercado exterior (Krugman y Brander, 1983).

1.2 Un breve recorrido por la teoría de precios

Con sólo revisar algunos de los textos y autores de la economía, podría llegarse a la conjetura de que la teoría de los precios representa el punto focal de la teoría económica. La noción del precio es tal vez el concepto más importante, simplemente porque no existe ninguna proposición económica que no se exprese en términos de precios. En este sentido, el equilibrio¹⁶ es el término técnico que utilizan los economistas para referirse a una situación en la que las decisiones económicas de los agentes de mercado resultan compatibles y se construye un precio para el bien (Klimovsky, 2000).

Los individuos que actúan en un mercado específico toman decisiones sobre qué, cómo y en qué cantidad producir y consumir. Las decisiones, en el contexto de la economía, no pueden resultar sistemáticamente incompatibles porque de otro modo el mercado no podría funcionar adecuadamente. Es entonces que bajo el supuesto de la existencia de un solo agente que gobierne el mercado, la compatibilidad en los precios se podría acotar a un problema de cálculo, ya que sus decisiones no podrían ser incoherentes. Sin embargo, en la situación de mercado real, cuando existe una pluralidad de agentes cuyas decisiones son incompatibles, surge la problemática de la coordinación en toda su dimensión. Es el caso de una sociedad de mercado en la que los centros de decisión actúan unos independientemente de otros (Klimovsky, 2000).

¹⁵ Krugman y Brander (1983) desarrollaron un modelo que muestra cómo la rivalidad de dos empresas oligopólicas genera naturalmente un *dumping* de producción en los mercados extranjeros, y que origina el comercio bidireccional del mismo producto.

¹⁶ El precio de equilibrio de un bien es representado por el punto donde la curva oferta (S) se iguala (intersecta) con la curva de demanda (D), y puede expresarse como (Varian, 1999):

$$D(p^*) = S(p^*)$$

A través de la historia se han gestado distintas teorías de los precios, las cuales conciben la situación de equilibrio que da origen al precio de una manera distinta en función de su contexto histórico, su concepción de la problemática y su visión del mercado capitalista.

Por ejemplo, desde la óptica de la teoría clásica de los precios de producción - representada por grandes autores como Adam Smith y David Ricardo – el equilibrio se define como un sistema de precios positivos y de asignación de mercancías relacionadas a los medios de producción, en el que es posible verificar la uniformidad de la tasa de ganancia y el proceso productivo puede reproducirse, es decir, se restablecen las condiciones de producción (Appleyard y Field, 2006).

Por otro lado, la teoría neoclásica del equilibrio general describe el equilibrio del mercado como un sistema de precios positivos, con asignaciones de consumo que maximizan la función de utilidad de cada individuo bajo los límites de su restricción presupuestaria¹⁷, y asignaciones que maximizan la función de ganancia de cada productor dentro los linderos de su frontera de posibilidades de producción¹⁸, tales que la demanda agregada de cada bien no exceda a sus inventarios (Varian, 1999).

Walras (1900), autor de esta teoría, plantea los dos elementos fundamentales a explicar por la teoría de los precios. Estos elementos son la determinación matemática de los precios de equilibrio como solución de un sistema de ecuaciones y su formación en el mercado a través del mecanismo de la libre competencia¹⁹. Tal vez, la mayor aportación de Walras (1900) fue presentar un sistema de interdependencia general que supone fijos todos los precios menos uno, lo cual equivale a suponer que sólo existen dos mercancías (Klimovsky, 2000).

También sería importante señalar que a teoría del equilibrio general ha evolucionado a través del tiempo gracias a los enfoques teóricos desarrollados por grandes economistas, tales como von Neumann (1937), Hicks (1939) y Samuelson (1942).

¹⁷ Relación algebraica que se construye a partir de las posibles combinaciones de consumo de dos bienes, suponiendo una renta y precios establecidos para los bienes (Varian, 1999).

¹⁸ Modelo que representa las combinaciones de factores productivos en las que el productor alcanza la producción máxima, es decir, obtiene una estructura de producción eficiente (Varian, 1999).

¹⁹ Proceso mediante el cual las firmas pugnan sin obstáculo alguno por abastecer la demanda de los consumidores (Klimovsky, 2000).

Ahora desde un enfoque empresarial, diversas ramas de las finanzas - relacionadas a la administración financiera y la planeación estratégica - retoman muchos de los supuestos de la teoría económica neoclásica y los adaptan mediante sistemas algebraicos complejos, además de la inclusión del concepto del valor del dinero en el tiempo²⁰ en la construcción de sus proyecciones de precios. Al final, estas adaptaciones al modelo neoclásico tienen el objetivo primordial de la maximización del ingreso y la disminución del riesgo de la firma al operar en el mercado (Johnson, 1977).

No obstante, los supuestos de competencia perfecta y de equilibrio de un mercado se ven gravemente amenazados ante una actualidad en la que cada vez más mercados se encuentran en situación de competencia imperfecta, lo cual lleva a cuestionar los mecanismos que determinan la fijación de precios cuando se opera bajo estas condiciones, como se reflexiona en el siguiente apartado.

1.3 Cárteles de productores y mercados en condiciones de competencia imperfecta

Los supuestos tradicionales de la economía señalan que los mercados mantienen condiciones de competencia perfecta y las firmas producen bienes bajo una progresión que implica rendimientos a escala constantes²¹, así como la inmovilidad de los factores de producción entre países (Appleyard y Field, 2006).

Parecería entonces que las predicciones realizadas bajo estos supuestos de la teoría del comercio son válidas para explicar que - en condiciones de libre comercio - los países son capaces de especializarse en función de sus ventajas comparativas.

Sin embargo, las características esenciales del comercio internacional de recursos naturales agotables les convierten en mercados particularmente propensos a distintas formas de poder de mercado. Una oferta relativamente escasa de los recursos naturales potencializa la aparición de rentas de escasez en los productores, un hecho que incentiva en los oferentes

²⁰ Concepto financiero que permite el cálculo del valor futuro y valor actual del precio de un activo. La progresión geométrica que conforma el interés compuesto es fundamental para la comprensión de las matemáticas financieras (Johnson, 1977).

²¹ Se entiende por rendimientos constantes a escala, cuando la producción cambia en la misma proporción que las variaciones de los factores de producción (Buchanan y Yoon, 1994).

algunas prácticas – muchas veces desleales – que guardan el objetivo de maximizar sus beneficios al operar en el mercado internacional (Radetzki *et. al.*, 2008).

Asimismo, los altos costos de extracción y producción provocan que muchas de las firmas pertenecientes a los sectores productivos de recursos agotables obtengan naturalmente rendimientos a escala crecientes²², una condición que maximiza las motivaciones para la aparición de un mercado de competencia imperfecta (Radetzki, 2013).

Es importante señalar que muchos de los mercados de recursos naturales agotables mantienen una estructura monopsonista²³, un hecho que representa otra de las formas de la competencia imperfecta. El fenómeno económico de los cárteles, en el ámbito del comercio internacional de recursos naturales, representa un ejemplo fehaciente de competencia imperfecta (Radetzki, 2008).

La importancia de los ingresos en las economías de los países en vías de desarrollo, en el comercio exterior de productos básicos está fuera de discusión.

Estos países históricamente han tratado de utilizar distintos mecanismos para estabilizar sus precios (y por ende sus ingresos) con el objetivo primordial de encaminar sus políticas públicas hacia el crecimiento económico que tanto desean. Algunos ejemplos de las estrategias implementadas, son los acuerdos internacionales entre países productores y consumidores para crear entes reguladores del mercado, cárteles de países productores y mecanismos de financiación compensatoria, como los del Fondo Monetario Internacional (Ramírez, 1989).

Un cártel de productores puede definirse como una estrategia de mercado que implica la coordinación monopolística de cierto grupo de poder empresarial con el objeto de reducir la oferta o incrementar los precios de manera conjunta y simultánea, obteniendo así un aumento de los ingresos del sector. Es más probable la formación de un cártel cuando la participación en la oferta mundial del cártel es elevada, y cuando la demanda mundial no presenta altas sensibilidades hacia los cambios en los precios internacionales (Radetzki, 2008).

²² Los rendimientos crecientes a escala aparecen cuando la producción varía en una proporción mayor que los cambios presentados en los factores de producción (Buchanan y Yoon, 1994).

²³ Mercado en el que existe un único comprador o demandante y pueden existir varios oferentes. Esta condición permite al demandante determinar el precio de los bienes (Newbery y Stiglitz, 1981).

El grado de concentración de los recursos naturales dentro de una ubicación específica - ya sea un país o una región geográfica – es una medida que ofrece noción sobre la ventaja comparativa que el cártel de productores posee, además de la motivación económica para producir y abrirse al comercio exterior (Radetzki *et. al.*, 2008).

También puede ocurrir que cierto sector de recursos naturales tenga problemas relacionados con el libre acceso o la explotación en común, una situación que afecta el resultado primigenio de los beneficios del comercio. Otro efecto relevante, es que a medida que el bienestar de largo plazo (o permanente) del país importador de recursos se incrementa con el comercio, el del país exportador de recursos disminuye. El análisis de la situación lleva a concluir que este fenómeno obedece a que el libre comercio exagera la explotación del recurso natural, por lo que las existencias de equilibrio son más bajas que las presentadas por una economía en autarquía (Taylor y Brander, 1998).

Al no existir obstáculos al comercio, la trayectoria de extracción del recurso dependerá exclusivamente de la forma en que el monopolista interprete los movimientos de la demanda global (exportaciones y consumo local) a través del tiempo. Este factor racional en la producción origina la expectativa de que los mercados imperfectos son capaces de ejercer una explotación más prudente de los recursos (Bergstrom, 1982).

La teoría económica predice que las estructuras de mercado imperfectas pueden provocar una dinámica ineficiente en la conservación de recursos finitos. Sin embargo, cuando un cártel de recursos naturales incluye a todos y cada uno de los productores del sector, tenderá a comportarse como un monopolio pleno²⁴. De igual manera sugiere que las prácticas monopólicas frenarán el constante agotamiento de los recursos si la elasticidad de la demanda²⁵ aumenta con el alza en los precios y acelerará su extracción cuando la elasticidad de la demanda disminuya (Lewis, 1975).

Existen algunos problemas que deben sortear los cárteles de productores para lograr sus objetivos. Probablemente el más grave de ellos, consiste en determinar el nivel óptimo de

²⁴ Situación de mercado en el que una sola firma ofrece un producto homogéneo que carece de productos sustitutos y que tiene un gran número de demandantes (Varian, 1999).

²⁵ Véase página 21.

producción y las reglas bajo las que se asignará la participación en la producción del recurso entre los miembros del grupo de poder (Radetzki *et. al.*, 2008).

Resulta común que, bajo estos términos, los productores no lleguen a acuerdos claros, dadas las diferencias en la tecnología que poseen, en las tasas de descuento a las que se enfrentan y en los pronósticos de demanda que esperan. Por otro lado, cuando se trata de un cártel internacional, los distintos intereses y políticas de sus gobiernos, así como los diferentes contextos sociales y culturales que los rodean, reducen la posibilidad de cerrar un trato exitoso.

En relación al presente estudio, la realidad es que la industria del café – perteneciente a los recursos agroindustriales agotables – podría no estar exenta de la influencia de cárteles de poder que pudieran crear distorsiones en los mercados de derivados (de contratos futuros y opciones), así como en los mercados internacionales de *commodities*.

Con países productores como Brasil y Vietnam que ofertan en el mercado global poco más de la mitad de la producción mundial de café (mezclas Arábica y Robusta, respectivamente), y con sólo algunas gigantescas corporaciones (como *Nestlé*, *Procter & Gamble*, y *Sara Lee*) comprando la mayor parte de esa producción, parecería el escenario perfecto para una guerra de precios y prácticas desleales en el comercio (ICO, 2016).

1.4 La fijación de precios en situación de monopolio

Dentro de las teorías del comercio internacional, posteriores al enfoque H-O²⁶ y relacionadas con la fijación de los precios en el mercado, el modelo desarrollado por Krugman (1979), ofrece una racionalización aceptable sobre cómo se fijan los precios en mercados monopolísticos.

Krugman y Brander (1983), realizaron una extensión de ese modelo al teorizar la existencia del fenómeno del *dumping* recíproco en el comercio intersectorial.

²⁶ Nomenclatura utilizada en la literatura económica para referirse al Modelo *Heckscher-Ohlin* (1933).

El modelo de Krugman (1979), supone una curva de demanda (D) con pendiente negativa, donde $IMg < P$. Otro supuesto es que la firma produce donde el ingreso marginal²⁷ (IMg) se iguala con el costo marginal²⁸ (CMg), es decir, $IMg = CMg$. Entonces el precio que maximiza las utilidades para el productor estará determinado por la expresión:

$$P = CMg \left[\frac{e_D}{(e_D + 1)} \right]$$

Donde:

P = Precio

CMg = Costo Marginal

e_D = Elasticidad de la demanda

Bajo este enfoque teórico, se podría deducir que para originar rendimientos a escala crecientes, en su faceta de monopolio, el cártel de productores fijará siempre los precios en un punto intersección, entre la curva de la demanda y la cantidad producida, que iguale el costo marginal (CMg) a su ingreso marginal (IMg) dada la elasticidad de la demanda²⁹ global (e_D) de un recurso en posesión del cártel. Es decir, el grupo de productores en el poder fijará los precios internacionales en un nivel que supere el costo marginal a través del tiempo (Appleyard y Field, 2006).

De lo anterior se podría intuir que, si el cártel de productores tiene conocimiento de que la elasticidad de la demanda podría aumentar en el corto plazo, éste tendrá la motivación para obtener rentas más altas por el recurso, y cuando la elasticidad del recurso es baja, entonces limitará la extracción y cobrará precios más elevados, conservando así los recursos durante más tiempo (Radetzki, 2013).

Según la teoría económica, las decisiones se toman en función de las expectativas económicas que se tienen sobre las acciones de los otros participantes del mercado. De esta manera, los supuestos y el enfoque teórico sobre la forma en que las expectativas de los agentes del

²⁷ Cambio en el ingreso total, cuando la cantidad vendida se incrementa en una unidad (Varian, 1999).

²⁸ Variación sobre el costo total, cuando la cantidad producida aumenta en una unidad (Varian, 1999).

²⁹ Medida de sensibilidad expresada como el porcentaje de variación en la cantidad demandada de un bien, respecto a la variación de su precio (Varian, 1999).

mercado aparecen resultan de crucial importancia para determinar sus beneficios a corto y a largo plazo.

Uno de los postulados típicos es que los precios se anuncian en una fecha inicial y que los participantes del mercado no se desviarán de la trayectoria anunciada. En otras palabras, los productores determinan sus trayectorias de extracción y los consumidores del recurso su trayectoria de demanda en función de sus estrategias (Krugman y Brander, 1983).

Bajo esta óptica, se asume que los mercados de futuros están perfectamente organizados, por lo que en caso de que lo anterior no sucediera, generaría que los compromisos relativos a una determinada trayectoria de precios no se cumplieran por la desconfianza de los agentes de mercado, ya que la opción que optimiza sus beneficios - bajo el supuesto de que todas las demás mantengan sus trayectoria - puede diferir (Newbery y Stiglitz, 1981).

El análisis y seguimiento de los mercados de recursos naturales agotables da constantemente evidencia empírica de que la alta volatilidad de sus precios - durante determinados períodos de tiempo - es una de las características definitorias de esta clase de *commodities*.

En el pasado se asumía que estas variaciones en el nivel de los precios internacionales de materias primas eran consecuencia, primordialmente, por los ajustes de las curvas de oferta y demanda, además de estar vinculadas con acontecimientos geopolíticos importantes. En la actualidad, factores impulsados por la demanda, tales como el crecimiento rápido de los ingresos de mercados emergentes fundamentales, así como el crecimiento de los mercados de derivados también han influido en la volatilidad de los precios internacionales de los recursos (Kilian *et. al.*, 2009).

La investigación ofrece evidencia empírica de la presencia de estas altas volatilidades en los precios y volúmenes de operación de los mercados de contratos futuros del café de Nueva York (ICE) y Londres (NYSE-LIFFE), así como de su alta correlación con las variaciones en los precios del mercado internacional de físicos. Para una mejor comprensión del origen de los mercados de futuros financieros, la valuación de los instrumentos en la oferta primaria, que es el escenario del interés del trabajo de investigación, así como las teorías y enfoques teóricos financieros que argumentan la eficiencia del mercado financiero y las motivaciones de los agentes en esta clase de mercados para obtener estrategias de *hedging* y maximización de beneficios es que se presenta el siguiente capítulo.

Capítulo 2. Contratos de futuros: Cobertura y maximización de beneficios

2.1 La valuación de los precios futuros

El origen de los contratos futuros y *forwards* data de mediados del siglo XIX en la ciudad de Chicago. El crecimiento poblacional y – por consecuencia – de la demanda de mercado, generó la necesidad de aumentar el flujo de productos agrícolas, por lo que se formaron centros de abasto organizados como el *Chicago Board of Trade* (CBOT), donde - además comerciar a gran escala - se comenzaron a suscribir contratos adelantados del tipo *over the counter*³⁰ (OTC), para asegurar la cantidad, la fecha de entrega y el precio de las mercancías (Jarrow, 1998).

El número de contratos *forward*³¹ creció de manera exponencial, por lo que se consideró conveniente estandarizar los contratos. Esto era fijar las fechas de entrega del subyacente y las cantidades, permitiendo que solamente fluctuara el precio. Además, fue posible que los contratos cambiaran de manos. Es el inicio lo que hoy conocemos como un mercado de futuros (Hull, 1997).

Probablemente, el elemento más distintivo entre un mercado de futuros y un mercado *forward* es que el primero tiene como agente de regulación principal una Cámara de Compensación³², que cancela la posibilidad de incumplimiento del contrato. Lo anterior se logra al solicitarle a las partes involucradas realizar un depósito, que es un porcentaje del valor total del contrato. El depósito será mayor en la medida en que la incertidumbre acerca del precio futuro de la mercancía aumente (Jarrow, 1998).

En la medida en que la información sobre los resultados de las cosechas se hacían públicos, el precio de los contratos futuros fluctuaba, proporcionando a todos los participantes del mercado información muy valiosa acerca de las expectativas de la producción esperada.

³⁰ Anglicismo para denotar operaciones extrabursátiles que se realizan directamente entre las partes, sin la supervisión de un mercado financiero (De Lara Haro, 2002).

³¹ Acuerdo entre dos partes para comprar-vender un bien denominado subyacente, en una fecha futura y a un precio pactado previamente en el mercado *over the counter* (De Lara Haro, 2002).

³² Órgano regulador entre compradores y vendedores dentro de los mercados de contratos de futuros.

Dados a los constantes ajustes en los precios futuros es que comienzan a gestarse, entre los compradores-inversionistas y productores-oferentes de estos instrumentos, los primeros esbozos de análisis y estrategia para obtener el mayor provecho de este nuevo mercado.

Cuando un inversionista tiene la intención de tomar una posición en el mercado, de compra o venta, debe realizar la valuación del precio futuro del subyacente al que se comprometerá contractualmente a cerrar hoy, para ejercer en una fecha futura (Hull, 1997).

La importancia del resultado de la valuación reside en la posibilidad de valorar si el precio negociado en las bolsas de derivados está por encima o por debajo del esperado por el inversor. La referencia básica para comprender como se genera el precio futuro del *commodity* es el precio internacional o *spot* del subyacente (Crouhy *et. al.*, 2001).

La valuación del precio futuro (De Lara Haro, 2002) nace de la relación lineal entre el precio *spot* en el momento de la compra y una tasa de riesgo o interés³³ (r) ajustada al plazo del contrato, que puede expresarse como:

$$F_0 = S_0 \left[1 + r \left(\frac{t}{b} \right) \right]$$

Donde:

F_0 = Precio de cotización del contrato futuro

S_0 = Precio internacional de contado o *spot*

r = Tasa de riesgo/interés

t = Plazo del contrato

b = Base de año comercial (360 o 365 días)

Habrà de notarse que, en el momento de ejercer el contrato, el beneficio del comprador està condicionado a que $F_0 < S_1$, donde S_1 es el precio *spot* en la fecha de vencimiento. En el caso de los vendedores, se necesita que $F_0 > S_1$ para obtener beneficio de la posición una vez que ocurra el vencimiento.

³³ Las tasas de interés futuras o *forwards*, son aquellas que reflejan las expectativas del comportamiento de las tasas de interés en el futuro (De Lara Haro, 2002).

Finalmente, es importante señalar que tanto los vendedores (o productores), así como los compradores de esta clase de instrumentos buscan tener certidumbre en los precios; por lo que tienen el objetivo primario de generar una cobertura que minimice sus pérdidas.

2.2 Cobertura o *hedging*

La primera aproximación a la cobertura³⁴ nace a partir del trabajo de Working (1935), el cual considera que el objetivo de la cobertura (*hedging*) no es únicamente la disminución del riesgo, sino también la maximización del beneficio que puede obtenerse realizando coberturas de carácter selectivo. Se entiende por coberturas de carácter selectivo como aquellas que son realizadas cuando se espera que la evolución de los precios relativos de contado (*spot*) y futuro, y en definitiva la evolución de la base, sea favorable al inversor.

Más adelante, Working (1953), analizó la relación existente entre el tamaño de la base para un determinado periodo y su subsiguiente cambio, y encontró que en bases positivas elevadas (definidas como las diferencias entre precio futuro y *spot*) existe una tendencia a generar cambios de carácter negativo.

Desde la perspectiva de los inversionistas, si la base Futuro-*Spot* (F-S) es lo suficientemente grande para esperar cambios de carácter negativo, deberá realizarse la cobertura tomando una posición corta en futuros de igual magnitud a la mantenida al contado. En definitiva, el aspecto que determinará que un inversionista decida realizar una cobertura selectiva, será el tamaño de la base y las expectativas referentes a su evolución futura. No obstante, la consideración de que la base es lo suficientemente elevada para esperar una evolución favorable y, por tanto, tomar posiciones en el mercado de futuros, dependerá en última instancia de las preferencias del inversor representadas en su función de utilidad y de su grado de aversión al riesgo (Jarrow, 1998).

Diversos autores (Crouhy *et. al.*, 2001) coinciden en señalar que, aunque tradicionalmente se la ha considerado como una aproximación a la cobertura, no es más que una manera de especular sobre la evolución de la base y no propiamente una política de cobertura, entendida como una forma de gestionar el riesgo.

³⁴ Estrategia financiera dirigida a anular o reducir el riesgo de un activo o pasivo financiero, en posesión de una empresa o de un inversionista en particular (De Lara Haro, 2002).

2.3 Portafolios de inversión eficientes

Markowitz logró un gran avance teórico sobre la diversificación de carteras de inversión en el artículo *Portfolio Selection* (1952), demostrando como un inversor puede reducir el riesgo eligiendo acciones cuyas oscilaciones no sean paralelas.

En su modelo utiliza conceptos que han significado un aporte teórico importante y cuya utilidad está fuera de toda duda.

El primer pilar de su teoría es la relación entre el riesgo y las variables estadísticas, cuya medición es posible, específicamente la varianza histórica de la rentabilidad. El artículo (Markowitz, 1952), argumenta que los inversores demandan un retorno mayor para inversiones más riesgosas.

Acciones (en el caso del mercado de futuros, posiciones de mercado) que se desempeñan mal, tienden a estar compensadas por aquellas que se desempeñan bien, por lo tanto el retorno del portafolio varía menos que el retorno de un portafolio con un menor número de acciones o de una acción individual.

Markowitz (1987), también demostró que la clave para diversificar un portafolio³⁵ de inversión no estaba simplemente en el número de acciones que lo componen, sino también y más importante aún, en la correlación de los retornos de las acciones que lo conforman.

Si los retornos (o rendimientos) están fuertemente correlacionados, es decir se mueven en la misma dirección y con intensidades similares, el portafolio de inversión no se podrá diversificar. En cambio, si la correlación es baja, se podrá diversificar y el riesgo de participar en las operaciones de mercado será mucho menor.

Un inversionista puede calcular las correlaciones históricas o, para ser más precisos, las covarianzas (σ_{xy}) entre las acciones que conforman el portafolio (Jarrow, 1998).

A nivel práctico, este modelo de optimización sobre los rendimientos de un portafolio o cartera de inversión presenta algún grado de complejidad por:

³⁵ O cartera de inversión, es una estrategia de diversificación que consiste en la adquisición de activos financieros, con la finalidad de maximizar los rendimientos de la inversión y limitar el riesgo (Hull, 1997).

- a) La dificultad de su desarrollo estadístico, pues para elaborar la matriz de covarianzas (σ_{xy}), hay que relacionar todos los valores dos a dos, calcular varianzas y covarianzas; complicándose para portafolios con un número mayor de acciones.
- b) Los datos que se utilizan bajo este análisis, son las rentabilidades y riesgos históricos, en dónde se supone que en el futuro éstas serán similares, es decir, que la inercia del mercado será total en el futuro (Benninga, 2000).

Con esta información Markowitz (1987), demostró con la técnica que se conoce con el nombre de Análisis de Media-Varianza, la posibilidad de construir una serie de portafolios que sean eficientes.

En la Frontera Eficiente³⁶, están situadas las mejores rentabilidades para un riesgo determinado, clasificadas de la forma que a mayor riesgo corresponda una mayor rentabilidad. Según el grado de aversión al riesgo, el inversor se situará de forma razonable en uno u otro punto de la línea de la Frontera Eficiente. Cualquier otro punto sería irracional (Markowitz, 1987).

Deben entenderse como portafolios eficientes aquellos que en el pasado obtuvieron el retorno más alto dado un nivel de riesgo (Markowitz, 1987).

En la actualidad, como se mencionó en la descripción del problema, el volumen de operación del mercado internacional de derivados financieros (que incluye el mercado de futuros del café) se ha hecho cada vez más robusto, elevando el monto de sus ingresos de manera considerable.

Es entonces que toma crucial importancia para la presente investigación demostrar que las decisiones de negocio de los productores (la especulación³⁷ de precios en los mercados *spot* y la aceptación de contratos en la oferta primaria del mercado de futuros) enfocadas a estrategias de cobertura, maximización de beneficios y minimización del riesgo mediante la

³⁶ Lugar geométrico del espacio Media-Varianza, donde se encuentran los portafolios que le proporcionan al inversor un rendimiento máximo y un riesgo mínimo (Markowitz, 1987).

³⁷ En el contexto de esta investigación, debe entenderse como las acciones y estrategias de mercado realizadas por los productores, relacionadas con la fijación de precios *spot*, con el objetivo de maximizar sus beneficios y disminuir pérdidas al participar en el mercado de futuros.

diversificación de la magnitud de sus posiciones³⁸ en el mercado, fueron influenciadas por las variables que componen el mercado de futuros (entendidas como precio de cotización y volumen de operación) al comprobar la relación de causalidad hacia el nivel de precio *spot*.

En una segunda instancia se abordará un análisis de causalidad sobre la evolución del volumen de operación de los contratos futuros del café Arábica, en función de los precios de cotización registrados por el ICE.

2.4 La eficiencia en los mercados financieros

La hipótesis de los mercados eficientes supone que los precios reflejan en plenitud toda la información conocida para todos los participantes del mercado, por lo que los cambios en los precios de mañana reflejarán únicamente las noticias de mañana y serán completamente independientes de los cambios en los precios del día hoy (Fama, 1970).

Fama (1970), presentó una serie de argumentos a favor de la hipótesis de los mercados eficientes en un artículo que sacudió a la comunidad financiera y que fue la teoría reinante durante los años siguientes a su publicación. Esta hipótesis sostiene que los precios están siempre en concordancia con los elementos más fundamentales del mercado. La lógica que respalda esta teoría, supone expectativas racionales y la existencia de información perfectamente simétrica en los mercados bursátiles.

Es decir, se trata de un “juego justo³⁹” en el que la información disponible para los participantes del mercado es simétrica⁴⁰ y ésta se refleja en los niveles alcanzados por los precios esperados de las acciones. El rendimiento esperado del mercado, entre alzas y bajas de los precios de cotización, es cero. Este supuesto puede también definirse como la siguiente expresión (Fama, 1970):

$$E \langle Z_{j,t+1} | \Phi_t \rangle = 0$$

³⁸ Para los fines de esta investigación y basado en lo expuesto en el presente marco teórico, debe entenderse como el portafolio o cartera de inversión de los productores

³⁹ En el contexto de la estadística, debe entenderse como un juego donde el beneficio esperado es cero (Binmore, 1993).

⁴⁰ En el caso contrario, en un mercado financiero con información asimétrica el supuesto es que una de las partes tiene acceso a información privilegiada o que tiene más información que la otras (De Clippel, 2007).

Donde, $Z_{j,t+1}$ es el rendimiento de mercado en un periodo futuro, respecto a la información disponible el día de hoy (Φ_t).

Sin embargo, habrá que notar que las noticias diarias relacionadas con los activos financieros son prácticamente imprevisibles y dada esta circunstancia, los cambios que se generen en los niveles del precio de cotización deberían ser casi imposibles de estimar.

Por esta razón aparece otro planteamiento empírico de un mercado eficiente: las caminatas aleatorias⁴¹ (*random walk*) o también llamadas martingalas, que son un proceso donde no es posible saber los precios futuros de las acciones, puesto que se determinan de manera aleatoria. Una martingala podría definirse como un “juego justo” en el que nadie posee algún tipo de ventaja y en el que la evolución de las ganancias es aleatoria (Fama, 1970).

Bajo esta mecánica es virtualmente imposible inferir el valor futuro de los precios utilizando cualquier tipo de estimador lineal, o no lineal, y donde una vez más el valor esperado de los rendimientos de los precios – y en suma del mercado - será cero, condicionado a la historia del juego (Uribe *et. al.*, 2011).

Una caminata aleatoria puede se define matemáticamente por el siguiente proceso:

$$P_t = \mu + P_{t+1} + \varepsilon_t \text{ con } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$$

Donde:

μ = Cambio esperado en el precio

P_t = Precio del activo

ε_t = Término de perturbación estocástico

Como se puede observar en la notación utilizada para definir una martingala, otro supuesto tradicional es que se sus residuos se distribuyen de manera normal y su varianza igual a cero (Uribe *et. al.*, 2011).

⁴¹ El modelo más simple de una variable con una tendencia a través del tiempo. *Ej.* Se trata de una serie de tiempo si (Uribe *et al.*, 2011):

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ donde } E[\varepsilon_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-n}] = 0$$

2.5 Valor en riesgo en los contratos de futuros (VaR)

En apartados anteriores del presente capítulo, se expuso que la motivación primordial, tanto de compradores (posición larga), como vendedores (posición corta) en un mercado de futuros es la de generar una cobertura financiera (*hedging*) ante las fluctuaciones de los precios en el mercado *spot* o de contado.

También se expuso que no se trata únicamente de una estrategia dirigida a la disminución del riesgo, sino también la maximización del beneficio que puede obtenerse realizando coberturas de carácter selectivo (Working, 1935).

Asimismo, la diversificación de portafolios de inversión es una estrategia que requiere la medición de la volatilidad de los rendimientos y el nivel de correlación existente entre cada uno de los activos que lo componen, con el objetivo de colocarse en el límite de la Frontera Eficiente (Markowitz, 1952).

Sin embargo, para aumentar las posibilidades de éxito de la estrategia de cobertura elegida por el inversor en el mercado de futuros, será necesario realizar la valuación del riesgo de mercado al que está expuesto el contrato de futuro.

Si bien es cierto que en los últimos años los mercados de derivados han sufrido un crecimiento monumental en sus volúmenes de compra-venta y una evolución operativa profunda, ambos fenómenos podrían acreditarse al desarrollo acelerado de los sistemas de información financiera que facilitan la toma de decisiones y posiciones del inversor en el mercado, el riesgo de grandes pérdidas siempre es un factor latente (Venegas, 2010).

El Valor en Riesgo o *Value at Risk* (VaR) es una medida de riesgo ampliamente utilizada por inversionistas e instituciones financieras, para medir el nivel de exposición al riesgo de mercado, de un activo financiero o todo un portafolio de inversión.

El VaR mide probabilidades. Es decir, solo proporciona una medida resumida del riesgo del mercado. Se trata un método paramétrico que supone que los retornos de un activo se distribuyen normalmente. Para el caso de una posición de compra-venta sobre un contrato futuro, se define mediante la siguiente expresión (De Lara Haro, 2002):

$$VaR = k\sigma_F (xF\sqrt{t})$$

Donde:

k = Factor que indica el nivel de confianza

x = Número de contratos de la posición

σ_F = Desviación estándar de los rendimientos del contrato futuro

F = Precio del contrato futuro en el mercado

El método VaR fue desarrollado por la firma *JP Morgan* a principios de los años noventa, y fue adaptado rápidamente por el resto de las firmas financieras gracias a su éxito inicial y a la simplicidad en su aplicación (Benninga, 2000).

Esta metodología en la medición y control de riesgos financieros aplica preferentemente para activos lineales⁴², como lo son acciones, bonos, *forwards* y futuros (Hull, 1997).

Sin embargo, existe evidencia empírica de que estos rendimientos no siguen un comportamiento normal, sino que se aproximan a la distribución de una curva normal y, por ende, los resultados que se obtienen mediante esta técnica de medición de riesgo son una aproximación (Hull, 1997).

2.6 La relación entre los precios *spot* y futuros

Como se mencionó en la problemática de la presente investigación, el volumen de operación de los mercados de derivados, más concretamente los mercados de futuros, ha crecido exponencialmente en los últimos años, por lo que la influencia de estos mercados financieros – que ofrecen instrumentos indexados a subyacentes relacionados con recursos naturales agotables - crea nuevas oportunidades de cobertura y maximización de beneficios, pero también algunos problemas en el contexto del comercio internacional.

⁴² En contraste, un instrumento financiero se considera no lineal si sus precios cambian desproporcionalmente en relación a los movimientos de los precios subyacentes.

Es válido suponer que los mercados de futuros pueden ofrecer liquidez para los participantes de las operaciones con productos primarios, así como servir de referencia para determinar los precios de mercado y contribuir una asignación eficiente del riesgo.

Sin embargo, también es válido concluir que los aumentos simultáneos en los precios dentro de los mercados financieros y de *commodities*, además del cada vez mayor interés de los especuladores en obtener rendimientos positivos en los mercados de contratos futuros, podría exacerbar el impacto que los desequilibrios entre la oferta y la demanda tienen sobre el precio *spot*. La intensa actividad de los inversores no tradicionales ha traído como consecuencia un aumento sin precedentes en la volatilidad de los precios y los ha impulsado por encima de los niveles justificados por los elementos fundamentales de ambos mercados (Tilton *et. al.*, 2011).

Otro factor determinante es que, si los consumidores de estos bienes primarios son aversos al riesgo, la volatilidad en los mercados financieros pudiera tener un efecto negativo en los países exportadores porque los consumidores estarán dispuestos a invertir gran parte de sus ingresos para obtener coberturas contra el riesgo de las grandes oscilaciones en los precios de los recursos (Tilton *et. al.*, 2011).

El caso del mercado internacional del café no es la excepción. Se trata de un mercado que, tal como se ofreció evidencia empírica en la descripción del problema, se han detectado altas volatilidades en los movimientos de sus precios en los últimos años, tanto para el mercado de contratos futuros, como para el de físicos.

En la siguiente parte de esta investigación se expondrá un marco referencial sobre el mercado global del café que tendrá como objetivo brindar un análisis descriptivo que permita sustentar y contrastar con la realidad del comercio internacional, las teorías y enfoques teóricos presentados en esta sección.

Parte III. Marco referencial

Para obtener un panorama más amplio de las condiciones, retos y motivaciones económicas a las que se enfrentan los agentes del mercado del café, entendidos como productores, industriales e inversores, es que se expone la siguiente sección.

Como parte del marco referencial de esta investigación, se presentan a continuación las características geográficas, físicas y económicas y comerciales más relevantes de la industria del café a nivel mundial. Se muestra información específica que servirá como base y referencia para entender, no sólo la geografía económica de la industria sino, la operación global de los mercados – de futuros y de físicos- que son el objeto de estudio del presente trabajo.

Capítulo 3. Geografía económica

3.1 Distribución geográfica del café

Históricamente la producción del café ha sufrido constantemente por el tema de la escasez. En gran parte por la dificultad del logro de su cosecha, dado que periódicamente es atacado por plagas muy agresivas; y en la actualidad por los efectos del CC. Diversos estudios de expertos en impacto ambiental pronostican que, de mantenerse la tendencia actual en la reducción de hectáreas de selva tropical, podría ser el 2050 el año en que se extinga el árbol del café (ICO, 2016).

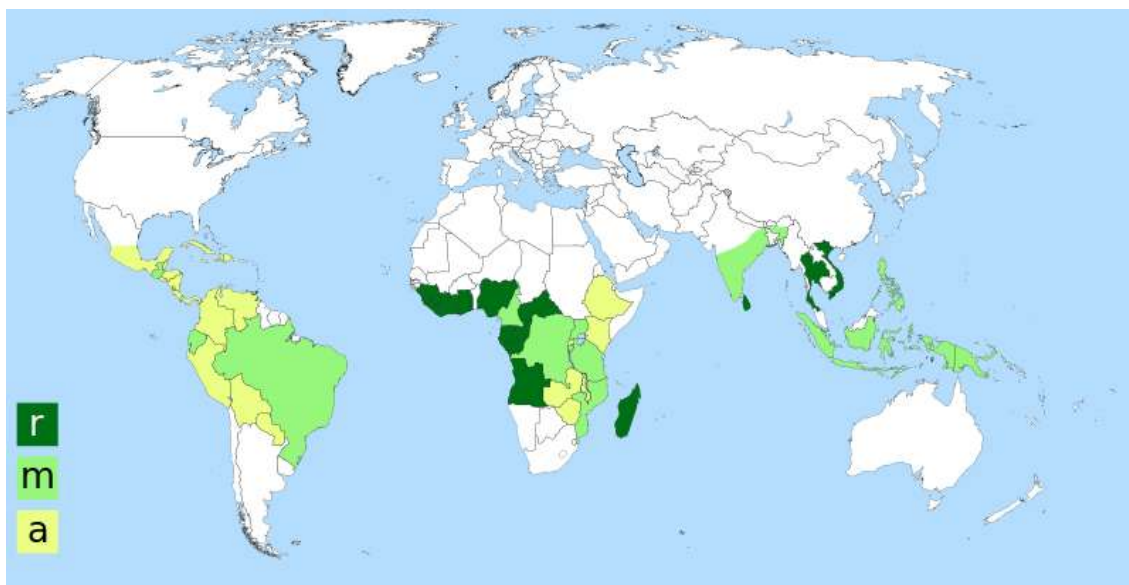
Los árboles de café tienen una vida útil de aproximadamente 40 años y solo se pueden cosechar una vez al año. Producen frutos secos de aspecto carnoso y rojizo, que comúnmente son llamados "cerezas de café" en el *argot* de la industria. Cada “cereza” contiene dos granos de café que pueden ser cosechados a mano (ICO, 2016).

La industria del café a nivel mundial distingue principalmente dos tipos de café por la especie y el método de tostado del grano. En los mercados internacionales se comercializan, entonces, dos tipos de mezclas de café: la Arábica y la Robusta. El grano árabe – de origen etíope -, pertenece a una mezcla de café más selectivo y delicado. Crece en las alturas de montañas situadas en regiones tropicales, y es enormemente apreciado por su aroma y buen sabor. Entre los grandes países productores del café árabe (mezcla Arábica) se encuentran: Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Kenia, México, República Dominicana y Tanzania (ICO, 2016).

En cambio, el grano robusto crece en regiones tropicales húmedas, pero no es necesario cultivarlo a gran altura. Su sabor es más fuerte y tiene más cafeína que el grano árabe. Entre los principales países productores que cultivan granos de café robustos (mezcla Robusta) se encuentran: Vietnam, India, Uganda y Costa de Marfil. Esta variedad de café es más resistente a insectos y enfermedades, por lo que tiene un mayor rendimiento para las firmas que transforman este producto primario en bienes secundarios, como es el caso del café soluble. Empresas multinacionales, corporaciones como *Nestlé*, *Procter & Gamble*, y *Sara Lee* - en su rol de agentes monopsonistas del mercado - adquieren la mayor parte de la producción de Robusta, sencillamente por cotizarse a un precio más bajo en comparación con las mezclas del tipo Arábica (ICO, 2016).

Como fue comentado en apartados anteriores de la presente investigación, las altas concentraciones de la producción del café en unos cuantos países y regiones, pudieron haber fomentado la aparición de cárteles, creando así condiciones de competencia imperfecta tanto en mercados locales, como en globales. Para una mejor comprensión de la distribución en la producción de cada una de las especies del grano de café, comercializadas en los diversos recintos de intercambio internacional, es que se ofrece la siguiente figura:

Figura 1. Distribución geográfica de la producción mundial del café



Fuente: Recuperado del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization*, (2017).

La figura 1 muestra los países donde se realiza el cultivo y producción según la clasificación expuesta en párrafos anteriores. En dicha figura es posible distinguir entre los países productores de grano tipo Arábica (a), los países productores de grano tipo Robusta (r) y aquellos que tienen una producción mixta que cubre ambas especies de café (m).

3.2 El café en cifras

La industria mundial del café alcanzó un nivel de producción, en el periodo 2012-2013, de 8.7 millones de toneladas y de las cuales se exportó aproximadamente un 80%, con un valor de 19.1 billones de USD. El valor bruto de la industria total asociada al comercio del café se estimó en 173.4 billones de USD (ICO, 2016).

Según datos de la ICO (2016), existen 56 países productores en la industria del café. Sin embargo, sólo cinco de ellos (Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia, y Etiopia) concentraron aproximadamente el 72% de la producción mundial, un hecho que apoyaría la teoría sobre la existencia de un cártel en la industria cafetalera.

Tabla 2. Principales países productores en la industria del café

en miles de costales de 60kg

País productor	Grano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Brasil	(A/R) ¹	43,977	53,428	50,592	55,420	54,698	52,299	50,388	55,000	415,802
Vietnam	(R/A) ²	17,825	20,000	26,500	23,402	27,610	26,500	28,737	25,500	196,073
Indonesia	(R/A)	11,380	9,129	10,644	11,519	11,265	11,418	12,317	11,491	89,163
Colombia	(A) ³	8,098	8,523	7,652	9,927	12,163	13,339	14,009	14,500	88,211
Etiopia	(A)	6,931	7,500	6,798	6,233	6,527	6,625	6,714	6,600	53,930
India	(R/A)	4,827	5,033	5,233	5,303	5,075	5,450	5,800	5,333	42,054
Honduras	(A)	3,603	4,331	5,887	4,686	4,578	5,258	5,766	5,934	40,043
Perú	(A)	3,286	4,069	5,373	4,453	4,338	2,883	3,304	4,222	31,927
México	(A)	4,109	4,001	4,563	4,327	3,916	3,591	2,785	3,100	30,393
Guatemala	(A/R)	3,835	3,950	3,850	3,763	3,189	3,310	3,420	3,500	28,817
Uganda	(R/A)	2,894	3,267	3,115	3,914	3,633	3,744	3,650	3,800	28,017
Nicaragua	(A)	1,871	1,638	2,193	1,873	2,060	1,898	2,112	2,100	15,746
Costa de marfil	(R) ⁴	1,795	982	1,966	2,072	2,107	1,750	1,893	2,000	14,564
Costa Rica	(A)	1,447	1,581	1,776	1,658	1,444	1,408	1,634	1,486	12,434
El Salvador	(A)	1,075	1,873	1,164	1,240	506	669	552	623	7,702
Nueva Guinea	(A/R)	1,038	867	1,414	716	835	798	712	1,171	7,551
Tanzania	(A/R)	675	846	641	1,151	811	753	930	900	6,707
Venezuela	(A)	1,214	1,202	902	952	804	650	501	400	6,625
Kenia	(A)	630	641	757	875	838	765	789	783	6,079
Ecuador	(A/R)	813	854	825	828	666	644	644	645	5,920

¹ Predominante Arábica sobre Robusta, ² Predominante Robusta sobre Arábica, ³ Arábica, ⁴ Robusta

Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la ICO, (2017).

De la tabla anterior, se deben destacar Brasil y Vietnam como los principales productores (mezcla Arábica predominante y mezcla Robusta predominante, respectivamente) en la industria del café. El análisis de las cifras registradas arroja que estos mismos países – Brasil y Vietnam - obtuvieron un 52.24% de participación conjunta en la producción del café (35.50% y 16.74%, consecutivamente). Cabe señalar que México se colocó en el noveno lugar de entre los países productores, con un total de 30,393 miles de costales (de grano árabe) y tuvo una participación de tan sólo el 2.59% del mercado, durante el periodo 2009-2016.

En el contexto del consumo del café, la distribución geográfica de los participantes del mercado es notoriamente distinta. Cinco países (EE.UU., Alemania, Japón, Italia y Francia) concentraron el 64.85% del consumo a nivel mundial del café, un aspecto que apoyaría la suposición sobre la existencia de una estructura monopsonista en el mercado de consumo del café (ICO, 2016).

Tabla 3. Principales países consumidores en la industria del café

en miles de costales de 60kg

País consumidor	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Estados Unidos de América	21,033	21,652	21,436	21,783	22,044	22,232	23,417	153,597
Alemania	8,627	9,535	8,897	9,292	9,460	8,830	9,378	64,019
Japón	7,282	7,065	7,130	7,192	7,015	7,131	7,435	50,250
Italia	5,821	5,892	5,806	5,781	5,689	5,710	5,634	40,333
Francia	5,628	5,152	5,677	5,713	5,962	5,790	5,707	39,629
Rusia	3,977	3,633	3,113	3,700	3,754	3,696	3,648	25,521
España	3,198	3,485	3,352	3,232	3,149	3,435	3,501	23,352
Reino Unido	2,824	3,067	3,220	3,134	2,925	2,926	2,828	20,924
Polonia	1,554	1,681	2,001	2,156	2,034	1,936	1,669	13,031
Holanda	2,292	1,324	898	1,347	909	1,382	1,625	9,777
Suecia	1,244	1,272	1,133	1,221	1,125	1,159	1,175	8,329
Finlandia	1,057	1,115	1,058	1,080	1,093	1,082	1,095	7,580
Suiza	989	1,149	966	1,012	1,035	1,047	1,123	7,321

Fuente: Elaboración propia con datos del Reporte Anual 2016 de la ICO, (2017).

De la tabla anterior, se deben destacar los EE.UU. y Alemania como los principales países consumidores en la industria global del café. En el análisis de las cifras, es de llamar la atención que estos países sumaran el 40.66% de participación conjunta en el mercado de consumo del café (28.70% y 11.96%, respectivamente) durante el periodo 2009-2016.

Finalmente, otro aspecto destacable - relacionado con ambos mercados- es la existencia de un patrón observable de países desarrollados en el consumo, y de países subdesarrollados y emergentes en la tenencia de la tierra de cultivo.

En el próximo capítulo de la presente de investigación, “La estructura de los mercados y de los precios del café”, se expondrán las características de los principales mercados y de los precios fijados en ambos frentes, variables imprescindibles y cuya relación es el principal motivo de la realización de este estudio empírico.

Capítulo 4. La estructura de los mercados y precios del café

4.1 La estructura del mercado internacional del café

a) Mercado *spot*

La estructura del mercado internacional del café es - en esencia - casi la misma en todas las regiones del mundo. El café es comprado mayoritariamente desde los países productores (o exportadores) por corporaciones transnacionales, y agentes intermediarios – de menor tamaño – dentro de la industria de la comercialización y la transformación (*World Trade Organization*, 2017).

Los agentes intermediarios de la industria desempeñan una función primordial en la comercialización y distribución mundial del café. Éste se vende generalmente, entre los grandes productores e industriales, bajo el *incoterm*⁴³ FOB⁴⁴ (*Free On Board*), pero algunos compradores prefieren cerrar la operación bajo el término FAS⁴⁵ (*Free Alongside Ship*), y los agentes más pequeños del mercado a menudo prefieren entregas directas a su almacén. Esta estructura de distribución propició en el pasado que las empresas de intermediación comercial desempeñaran un rol importante, sin embargo, su peso al interior de la industria se ha reducido en los últimos años debido a la creciente concentración corporativa en la adquisición del *commodity* (ICO, 2016).

Las empresas comerciales más importantes de la industria cafetalera encuentran sede en los principales centros de comercio internacional, como lo son *Neumann Kaffee Gruppe* (NKG) en Alemania, Amberes y *Le Havre Port: Commodities Traffic* (CT) en Francia (WTO, 2017). Según datos de ICO (2016), las exportaciones del grano Arabica alcanzaron el 63.21% de penetración⁴⁶ en el mercado, en contraste con el 36.78% que registraron las exportaciones del grano Robusta.

⁴³ Reglas creadas por la *International Chamber of Commerce* (ICC) para delimitar las obligaciones de exportadores e importadores en una operación de compra-venta internacional (Llamazares, 2011).

⁴⁴ Las mercancías deben ser puestas por el vendedor a bordo del buque que las transportará. A partir de ese momento, el comprador corre con todos los gastos y riesgos de pérdida o daño. (ICC, 2010).

⁴⁵ El vendedor entrega la mercancía en el puerto de origen. A partir de ese momento, el comprador corre con todos los costes y riesgos de pérdida o daño. (ICC, 2010).

⁴⁶ En el contexto de la mercadotecnia, se entiende como la cuota de mercado (en términos porcentuales) alcanzada por un producto existente en relación con la competencia (Cateora *et al.*, 2005).

b) Mercado de futuros

El mercado de futuros del café permite a los participantes pactar un precio futuro, para una obtener una cantidad y calidad específica de café. Las transacciones de futuros se centran en negociar y convenir mediante un contrato de futuros, basado en el café físico (*commodity*), a un precio determinado libremente por el mercado. El precio de los futuros es el precio al que se espera extinguir la obligación adquirida una fecha futura (ICE, 2017).

El mercado de futuros juega un papel importante en la logística del café. Mediante éste, ya sea como una estrategia de cobertura o con un perfil de inversión, las empresas intermediarias aseguran el suministro a sus clientes, al ofrecer el *commodity* con plazos de entrega que varían desde un mes, hasta los dieciocho meses (ICO, 2016).

Las operaciones de venta realizadas con tan amplia anticipación generan un gran riesgo. A veces se venden toneladas del *commodity* sin siquiera haber sido cosechado. Para reducir su exposición al riesgo, los intermediarios a veces ofrecen las posiciones adquiridas en el mercado de futuros a las corporaciones y firmas compradoras del *commodity* (Hull, 1997).

Por esta razón es que los mercados de futuros desempeñan una función trascendental en el comercio del café, como en el de otros *commodities*, porque se desempeñan como entes financieros que transfieren el riesgo de las oscilaciones de los precios a los compradores y e inversionistas ocasionales, además de servir como referencia para establecer niveles de precios en el mercado *spot* (De Lara Haro, 2002).

Asimismo, las grandes corporaciones y firmas compradoras del *commodity* han incorporado, como una prioridad estratégica de sus divisiones de tesorería, la administración de riesgos financieros en los mercados futuros (Crouhy *et. al.*, 2001).

La siguiente figura muestra los principales mercados de futuros y sus características:

Tabla 4. Mercados de futuros del café y sus características

Mercado de futuros	Commodity	Símbolo base	Sede
Intercontinental Exchange (ICE)	Arábica	NYKC	Londres, RU
London International Financial Futures Exchange (NYSE – LIFFE)	Robusta	LRC	Nueva York, EE.UU.

Fuente: Elaboración propia con información de ICE y NYSE-LIFFE, (2017).

En un principio, estos mercados no operaban cantidades importantes del café físico, sin embargo, la evidencia empírica muestra que los volúmenes de operación de los contratos se han incrementado significativamente en los últimos años (Libreros, 1989).

4.2 La estructura de los precios internacionales del café

A pesar de las apariencias, debe comprenderse que el café es un producto muy complicado. Dada la heterogeneidad del café no existe un precio único. Sin embargo, existe una estructura de precios *standard* para el producto agrícola (ICO, 2016):

- a) Precios *spot* o físicos, son los precios para el café verde o café físico disponible.
- b) Precios indicativos, son los indicadores compuestos de los precios del café.
- c) Precios futuros, son proyecciones de los precios *spot* para calidades *standard*.

Los precios físicos del café son determinados por la oferta y la demanda. El criterio para la determinación del precio es generalmente la calidad y la disponibilidad (ICO, 2016).

Por otro lado, los precios indicativos de la ICO, con base en Londres, son publicados diariamente y representan a los cuatro tipos principales de café disponibles en el mercado internacional: Arábigos suaves colombianos, Otros arábigos suaves, Brasileños y otros arábigos naturales, y Robustas (ICO, 2016).

Dicha organización publica diariamente, por medio de una fórmula establecida, un precio indicativo compuesto (Indicador ICO) que combina a estos cuatro grupos para generar un precio único que represente el café en el mercado internacional.

Asimismo, registra los niveles de precios físicos de los productores para cada una de las principales mezclas de café que se comercializan a nivel internacional: las Arábicas y las Robustas. Estos precios son considerados como el precio *spot* (o de contado) de cotización vigente en el mercado para cada una de las mezclas (ICO, 2107).

Los precios futuros del café podrían definirse como aquellos que reflejan un estimativo financiero (cuya valuación será detallada en el apartado siguiente) de su disponibilidad y demanda futura en el mercado internacional (Hull, 1997).

Desde su concepción, los mercados futuros fueron diseñados y son usados, por productores e industriales, para balancear el riesgo de precios del mercado físico (De Lara Haro, 2002).

Sin embargo, parecería que en el ejercicio de la realidad las motivaciones para participar de los mercados de futuros distaran cada vez más sobre el objetivo primigenio por el cual se gestaron esta clase de mercados.

El análisis empírico, que se realizó en el planteamiento del problema de la investigación, muestra como el aumento del volumen de operación (y por tanto de su peso económico) podría haber generado que el arbitraje financiero⁴⁷ sea una opción para extender el poder de la especulación de los productores.

En la siguiente parte de la investigación el lector podrá conocer cómo es que se ha constituido a través de los años y diversas negociaciones el marco normativo del mercado internacional del café Arábica, representado por el mercado de físicos y el de contratos de futuros del *commodity* en cuestión.

⁴⁷ Estrategia financiera que consiste en aprovechar las diferencias de precios, al invertir sobre un mismo activo financiero en distintos mercados, para así obtener un beneficio económico (De Lara Haro, 2002).

Parte IV. Marco normativo

Los mercados *spot* o físicos del café, así como los centros financieros donde se negocian y se comercializan sus contratos de futuros, son los santuarios que dan origen al comercio internacional del *commodity* de estudio. Sin embargo, como es el caso de todas las industrias lícitas del planeta, se rigen bajo una regulación que les permite alcanzar un correcto funcionamiento, al menos a nivel teórico.

Como marco normativo de esta investigación, es importante mencionar que existieron acuerdos internacionales en el mercado *spot* y que - por otro lado - existen leyes, así agencias gubernamentales y privadas que regulan, supervisan, y controlan las operaciones del mercado de futuros. Por esta razón, es que se presenta a continuación un resumen que contiene los aspectos más importantes de la regulación en ambos mercados

Capítulo 5. La regulación de los mercados del café

5.1 Regulación del mercado internacional

El mercado internacional del café estuvo regulado, durante el periodo 1962-1989, por el Acuerdo Internacional del Café (AIC) celebrado entre los principales países productores y consumidores. El acuerdo tenía como objetivo estabilizar los precios en el mercado por medio del control de la oferta (Daviron y Ponte, 2006).

El AIC asignaba cuotas de exportación en función de los volúmenes de café producidos por cada país, lo cual favoreció la sobreproducción del *commodity*. Este acuerdo posibilitaba el control de la oferta al limitar las exportaciones y así, inclusive manteniendo una sobreproducción, mantener los precios *spot* - o internacionales del café - en niveles que aseguraran los rendimientos positivos de los países productores (Krasner, 1973).

El AIC era un modelo de regulación que inhibía la competencia del mercado, y fue el resultado de una cooperación entre los países productores que habían adoptado políticas económicas homogéneas (Daviron y Ponte, 2006).

La ICO, con sede en Londres, observaba el cumplimiento del acuerdo entre las partes. La autoridad suprema era el Consejo, integrado por los representantes de todos los países miembros del AIC. Cada país poseía cierto número de votos, en función de sus cuotas de mercado (Krasner, 1973).

Sin embargo, los países exportadores de café tenían expectativas económicas que superaban a las establecidas en el acuerdo. Además, la casi inexistente colaboración de los países consumidores para vigilar el respeto de las cuotas y condiciones establecidas en el AIC, amenazaron la continuidad del acuerdo (Daviron y Ponte, 2006).

Asimismo, los países productores comenzaron la privatización de los institutos públicos del sector cafetalero, como parte de las políticas de ajuste estructural que les fueron impuestas por los organismos financieros internacionales (*World Bank Group*).

El acuerdo se extinguió en 1989 cuando dejó de existir un consenso entre productores y consumidores. Entonces, la antes cooperación entre los países productores se transformó en competencia (Renard, 1993).

A partir de ese momento, la industria del café se encontraba en una situación de libre mercado⁴⁸ donde los precios *spot* o de contado del café, ya no estaban integrados mediante un mecanismo de regulación internacional.

Años más tarde, en 2007, se reanudaron los esfuerzos hacia una negociación y cooperación conjunta entre los grandes agentes del mercado cafetalero

El nuevo Acuerdo Internacional del Café (AIC) de 2007 - el séptimo tratado desde 1962 - fue convenido por los 77 miembros⁴⁹ del Consejo Internacional del Café⁵⁰ quienes mantuvieron reuniones en la ciudad de Londres en septiembre de 2007, pero no entró en vigor sino hasta febrero de 2011.

Según la ICO, el AIC de 2007, tiene como objetivo de ampliar sus funciones como un centro de consultas intergubernamentales, además de facilitar el comercio internacional por medio de una mayor transparencia y acceso a la información. En otras palabras, tiene la intención de fungir como un instrumento que proporcione un marco jurídico que incentive la colaboración y el desarrollo entre los miembros.

La existencia del actual AIC (2007) fortalece la hipótesis de una industria coludida, con inclinaciones a la formación de un cártel de poder, que le permita generar estrategias con el objetivo homogenizar las decisiones y los beneficios sobre la fijación de precios en el mercado internacional, y de esta manera disminuir el riesgo y aumentar la rentabilidad en los mercados *spot* y futuros de los países miembros, grandes corporaciones y firmas cafetaleras.

Sin embargo, también existe un mercado alterno: el mercado de futuros del café. Este mercado tiene su propia regulación, como se verá en el siguiente apartado de este capítulo.

A pesar de los esfuerzos de cooperación entre países productores y consumidores, es notoria la relevancia que el mercado de futuros del café ha tomado para sus intereses, pues al elevarse los volúmenes de compra-venta, también se incrementan los compromisos adquiridos y la exposición al riesgo por las oscilaciones en los precios de ambos mercados. Por ello es cada

⁴⁸ Sistema económico en el que el precio de los bienes es acordado entre oferentes y demandantes, mediante las leyes de la oferta y la demanda (Appleyard y Field, 2006)

⁴⁹ Son 51 los países miembros, según la última actualización en el sitio web de la ICO (2017).

⁵⁰ Los miembros son los gobiernos exportadores y gobiernos importadores (incluida la Unión Europea, con 27 Estados miembros), y seis nuevos miembros (Liberia, Sierra Leona, Túnez, Turquía y Yemen) están entre los gobiernos que han llevado a término los trámites pertinentes de afiliación al Acuerdo de 2007 (ICO).

vez más común que los países exportadores en vías de desarrollo, así como los industriales que procesan la materia prima, encuentren en las bolsas de futuros un mecanismo de estabilización de precios, al realizar coberturas financieras en estos mercados.

5.2 Regulación del mercado de futuros

La investigación se centrará en el precio de cotización y el volumen de operación del contrato NYKC (café Arábica), negociado en el ICE, por lo que adquiere importancia ofrecer referencia sobre el marco normativo bajo el cual opera.

El mercado del ICE es un mercado privado de contratos de futuros del café Arábica designado conforme a la Ley de la Bolsa de Productos Básicos de los Estados Unidos de América (E.E. U.U.), y regulada por la *Commodity Futures Trading Commission*⁵¹ (CFTC).

El Consejo de Administración supervisa los negocios gestados en el intercambio⁵², así como también tiene la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de los contratos de futuros comercializados en operaciones compra-venta, como la mayor de sus obligaciones de regulación en el mercado. Para cumplir con dichas responsabilidades, el Consejo de Administración sigue los procedimientos y estándares que se establecen en los documentos de su gobierno corporativo⁵³. Estos documentos están sujetos a las modificaciones ordinarias y extraordinarias que el Consejo de Administración considere apropiadas para el mejor interés del intercambio o según lo exijan las leyes y reglamentos aplicables (ICE, 2017).

El centro financiero trabaja con reguladores y responsables políticos de todo el mundo para garantizar la supervisión, el cumplimiento y el funcionamiento confiable de los mercados (ICE, 2017).

Asimismo, el mercado del ICE cuenta con un departamento adjunto de supervisión del mercado, responsable de la gestión, el control y la regulación de toda la actividad comercial de este mercado de futuros con base en Nueva York.

⁵¹ Fundada en 1975, es una agencia federal independiente estadounidense que se encarga de la regulación de las bolsas de comercio y del mercado de futuros en los EE.UU. (CFTC, 2017)

⁵² Debe entenderse como el centro financiero, sede del mercado de futuros.

⁵³ Según la *International Finance Corporation* (IFC) es un mecanismo que regula las relaciones entre los accionistas, los consejeros y la administración de las empresas, a través de la definición y separación de roles estratégicos, operativos, de vigilancia y gestión.

También es importante señalar que los mercados de futuros definen un volumen fijo de negociación, al que también se le llama unidad de transacción o volumen del contrato.

El contrato cuyo subyacente son las mezclas de café Arábica en el ICE es el contrato tipo C. Las principales características de dicho contrato son las siguientes:

Tabla 5. Principales características del Contrato tipo C

Unidad de transacción:	37.500 libras, que corresponden a 250 sacos de libras americanas.
Denominación:	Cotización en centavos de USD por libra.
Vencimientos:	Se negocia para entregas de café en marzo, mayo, julio, septiembre y diciembre.
Plazo del contrato:	18 meses.
Última cotización:	Se negocian precios hasta 8 días de mercado anteriores al final del mes del vencimiento.
Periodo de entregas:	Un mes, que termina antes 7 días de mercado antes del final del mes del vencimiento.
Calidades:	La calidad establecida del contrato son las mezclas Arábicas lavadas, pero si así se precisa también se puede negociar mezclas Arábicas no lavadas.

Fuente: Elaboración propia con información recopilada de *Bolsa de futuros del café: Principales características* (Libreros, 1989).

Como ya fue expresado en capítulos anteriores, el contrato de futuros es un compromiso entre particulares para negociar una cantidad y a un precio de ejercicio al vencimiento del documento. Pero a diferencia de los contratos *forward*, estos son vigilados en su cumplimiento por la Cámara de Compensación de la bolsa de futuros, la cual a su vez reporta al Consejo de Administración del centro financiero (ICE, 2017)

En el siguiente capítulo se abordará el planteamiento, las herramientas a utilizar, así como el desarrollo de la metodología propuesta para la responder los cuestionamientos en torno a las dos hipótesis de trabajo que se pretenden someter a prueba en la presente investigación.

Parte V. Metodología de la investigación

Los avances de la ciencia por lo general comienzan con un solo estudio que indica regularidades empíricas en un tiempo y lugar específico. Posteriormente se realizan estudios adicionales que pueden, si se tienen resultados positivos, confirmar los mismos patrones en otros contextos y en otros momentos. La confianza en la generalidad de un patrón crece con el aumento de la diversidad de configuraciones y tiempos en los que se observa el patrón (Reynolds *et. al.*, 1994)

El método elegido para la realización de la presente investigación es el método científico, ya que se planea hacer observación sistemática, medición, experimentación, formulación, análisis y modificación de la hipótesis. De manera complementaria se utilizará el método hipotético-deductivo, debido a que éste considera que existe una realidad por describir y explicar por medio de los pasos que dicho método propone: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la veracidad de los enunciados deducidos contrastándolos con la realidad a través de la experiencia.

Capítulo 6. Diseño del modelo de causalidad y herramientas cuantitativas

La econometría es una técnica estadística que se ha sofisticado con décadas de investigación y con la inclusión de diversos modelos explicativos que permiten el análisis cuantitativo de múltiples variables. Aunque se han encontrado diferentes vertientes utilitarias a las herramientas cuantitativas que conforman el universo econométrico, el presente trabajo considera que la formulación de un modelo de MCO, así como la aplicación de la técnica del VECM, son el camino idóneo para corregir el modelo inicial y determinar la relación causal que impera entre las variables en el corto y el largo plazo.

6.1 El modelo propuesto

En partes anteriores de la investigación se planteó la hipótesis de la investigación:

H_1 : El nivel de los precios, el volumen de operación y las posiciones netas del mercado de futuros del café Arábica en el ICE causaron los precios del mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

La operacionalización de la hipótesis de trabajo (H_1) puede formularse como:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3)$$

Donde:

Y = Precio *spot* del café Arábica en la ICO

X_1 = Precio de cotización del NYKC en el ICE

X_2 = Volumen de operación del NYKC en el ICE

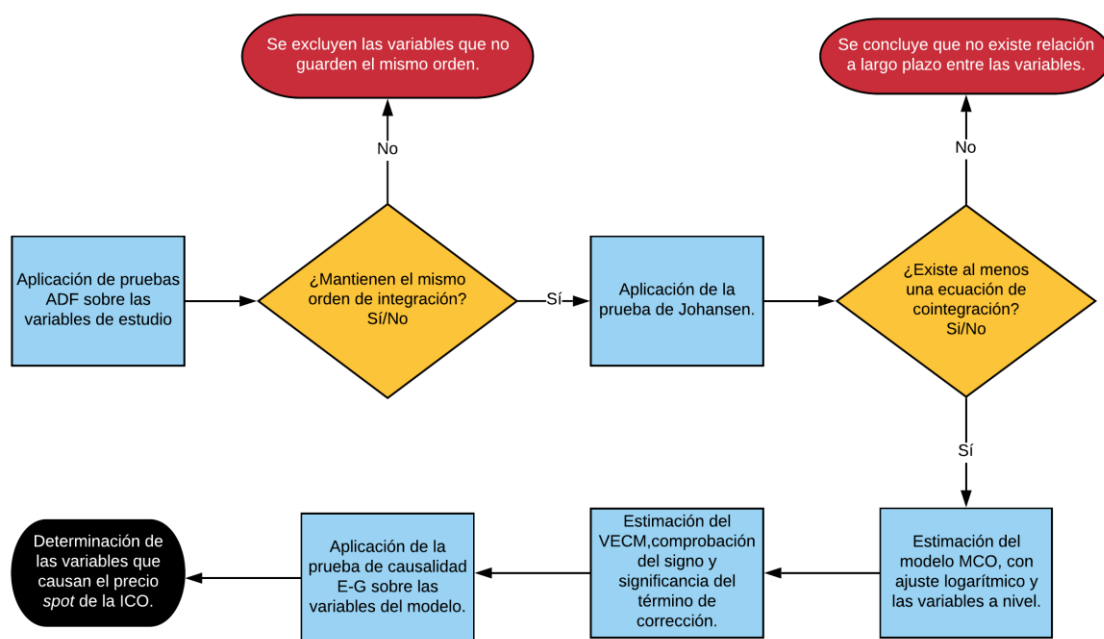
X_3 = Posición neta del NYKC en el ICE

La metodología propuesta para la investigación incluye la estimación de algunas pruebas econométricas vigentes, tales como la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada (ADF), la prueba de cointegración de Johansen, así como las pruebas de White y Breusch-Godfrey.

Sin embargo, en función del fenómeno que se pretende estudiar, la prueba cointegración de Johansen, la aplicación de las técnicas más modernas en el diseño de modelos explicativos a través de las estimaciones generadas con la técnica econométrica del Modelo Vectorial de Corrección de Errores (VECM) y, finalmente, el *test* de causalidad formulado por Engle y Granger (2003) serán de crucial importancia para la construcción de un modelo robusto que permita conocer la relación a largo plazo de las variables de estudio y encontrar respuestas que pudieran corroborar la hipótesis en la presente investigación.

Para facilitar la comprensión del flujo y etapas de la metodología de investigación propuesta, se presenta la siguiente figura:

Figura 2. Diagrama de flujo para la metodología propuesta



Fuente: Elaboración propia (2018).

Es importante mencionar, el uso del programa *E-views* fue la elección natural como herramienta de *software* que se utilizó para realizar las pruebas y la estimación de los modelos - dada la accesibilidad y sencillez de su interfaz - pues simplifica al usuario el manejo de las series de tiempo y su transformación, así como la interpretación de los resultados.

En primera instancia, se empezará por definir y analizar las variables explicativas, aquellas del mercado de futuros del café Arábica que se operacionalizaron en función del comportamiento histórico de su precio *spot* dentro del periodo 2009-2016.

Asimismo, el lector recibirá un resumen de las técnicas econométricas utilizadas en el desarrollo de la metodología de investigación. Por último, se aplicarán los modelos y pruebas necesarias que permitan la comprobación empírica del fenómeno observado.

6.2 Herramientas cuantitativas

Raíz unitaria: Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF)

Se trata de una versión más robusta de la prueba original Dickey-Fuller para modelos que incluyen series de tiempo mucho más grandes y complicadas de lo habitual (Elder y Kennedy, 2001).

La expresión o ecuación general de un modelo de regresión ADF, está basada en la adhesión de términos retardados sobre la variable dependiente (Y) con un total de i retardos (Dickey y Fuller, 1981):

$$\Delta Y = \alpha + \beta_1 T + \delta Y_{t-1} + \gamma \sum_{i=1}^{\rho} Y_{t-i} + \mu_i \quad (1)$$

Donde:

α = Intercepto

ΔY = Proporción de cambio en la variable dependiente

β_i = Coeficiente sobre la tendencia temporal (T)

ρ = Orden de retraso del proceso autorregresivo

$\gamma \sum_{i=1}^{\rho} Y_{t-i}$ = Término autorregresivo de la variable dependiente

μ_i = Error estocástico de la regresión

El objetivo de los retardos del término $\gamma \sum_{i=1}^{\rho} Y_{t-i}$ es el de asegurar que los residuos del modelo sean ruido blanco⁵⁴ al rechazar que la hipótesis nula $\gamma = 0$ es verdadera, es decir, que no tiene raíz unitaria y se trata de una serie estacionaria⁵⁵, contrastando el *p-value* obtenido en la prueba contra los valores críticos provistos por MacKinnon (1996).

La inclusión de retardos de orden ρ de la formulación del modelo ADF permite procesos autorregresivos de orden superior. En otras palabras, la longitud de retardo ρ tiene que ser determinada al aplicar la prueba (Dickey y Fuller, 1981).

En la interpretación del estadístico obtenido, mediante la prueba ADF, al modelo se espera un valor negativo, que se contrasta contra los valores críticos de MacKinnon (1996), y en donde el criterio de decisión es que entre menor o “más negativo” sea el nivel estimado del estadístico, más fuerte será el rechazo de la hipótesis nula (H_0), es decir, se asume la inexistencia de raíz unitaria en las variables de estudio y la condición de estacionariedad de las series de tiempo. Un enfoque alternativo consiste en examinar los criterios de información, tales como el Criterio de Información de *Akaike* (Elder y Kennedy, 2001).

Prueba de cointegración de Johansen

El planteamiento teórico de la prueba de Johansen considera la construcción de un modelo de Vector Autorregresivo (VAR) de orden p :

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + B_1 X_t + \mu_i \quad (1)$$

Donde Y_t es el vector de k variables no estacionarias, con un orden de integración $I(1)$, X_t es un vector de m variables deterministas, y el término μ_i es un vector que cuantifica las innovaciones del modelo.

Asimismo, podemos reescribir el modelo VAR como:

⁵⁴ Caso simple de los procesos estocásticos, donde los valores son independientes e idénticamente distribuidos a lo largo del tiempo con media cero e igual varianza, se denota por ε_t (Uribe et al., 2011).

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \text{ Cov}(\varepsilon_{ti}, \varepsilon_{tj}) = 0 \quad \forall t_i \neq t_j$$

⁵⁵ Una variable estacionaria tiene generalmente varianza (σ^2) constante y finita; es decir, su varianza no cambia con el paso del tiempo (Gujarati, 2010).

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \Gamma_i \sum_{i=1}^{\rho-1} \Delta Y_{t-i} + \beta_1 X_t + \mu_i \quad (2)$$

Donde:

$$\Pi_t = \sum_{i=1}^{\rho} A_i - I, \quad \Gamma_j = - \sum_{j=i+1}^{\rho} A_j \quad (3)$$

El teorema de representación formulado por Granger (1974) afirma que si la matriz de coeficientes Π tiene un orden reducido $r < k$, entonces existen $k \times r$ matrices α y β de orden r , tal que $P = \alpha\beta'$ y $\beta'Y_t$ es estacionaria, donde r es el número de relaciones de cointegración.

Cada coeficiente β es un vector de cointegración. Los elementos de α son conocidos como los coeficientes de ajuste en el modelo del vector de corrección del error. El método de Johansen estima la matriz Π en forma restringida, de forma que analiza si se pueden rechazar las restricciones implícitas por el orden reducido de Π (Maddala, 1998).

En lo que respecta al número de relaciones de cointegración, si tenemos k variables endógenas, y cada una de ellas con una raíz unitaria, puede haber desde cero hasta $k-1$ relaciones de cointegración. Si no hay ninguna relación de cointegración, cualquier método de análisis de series temporales - por ejemplo - los modelos VAR sin restricciones, puede aplicarse a las primeras diferencias de los datos (Maddala, 1998).

Dado que hay k elementos integrados separados en las series, los niveles de las series no aparecen en el modelo VAR en este caso. En contraposición, si hay una ecuación de cointegración en el sistema, entonces una combinación lineal de los niveles de las variables endógenas $\beta'Y_{t-1}$ deberá ser añadida en cada ecuación del modelo VAR (Maddala, 1998).

Al multiplicar una ecuación por un coeficiente, el término resultante $\alpha\beta'Y_{t-1}$, se refiere al término de corrección del error. Si existen ecuaciones adicionales de cointegración, cada una conllevará un término adicional de corrección del error, que contendrá una combinación lineal diferente de los niveles de las series (Hamilton, 1994).

Si existen, exactamente, k relaciones de cointegración o, en otras palabras, tantas como variables endógenas, es porque ninguna de las series contiene una raíz unitaria, y el modelo VAR puede expresarse en términos de los niveles de todas las series. En resumen, el *test* de

Johansen puede, indicar que el orden de cointegración es k . Esta aparente contradicción puede ser el resultado del error de especificación de modelo (Maddala, 1998).

Regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

La expresión general de un modelo de regresión lineal mediante MCO, para un total de i variables explicativas es (Gujarati, 2010):

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + \mu_i \quad (1)$$

Donde:

α = Intercepto

Y = Variable dependiente

β_i = Estimadores de la función de regresión

X_i = Variables independientes o explicativas

μ_i = Error estocástico de la regresión

El término μ_i es necesario ya que la variable dependiente (Y) es una variable aleatoria, sin embargo, en el lado opuesto de la identidad propuesta por el modelo, no son aleatorios ni los parámetros β_i ni las variables independientes o explicativas X_i . Entonces, si se despeja el término U_i en la ecuación anterior, se obtendrá la siguiente expresión para el error estocástico, que es la diferencia entre el valor real de la variable dependiente y el valor estimado por el modelo (Gujarati, 2010):

$$\mu_i = Y - (\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i) \quad (2)$$

Cabe mencionar que en el proceso de corrección y construcción de un modelo robusto se utilizó el ajuste a las variables del tipo Log-Log, que puede entenderse como la variación de la estructura de la ecuación inicial, en la que una o más de las variables explicativas o independientes se ajustan por medio de una función logarítmica que permita eliminar los “saltos” y conserve la esencia estadística de la series, como se puede observar en la siguiente expresión (Gujarati, 2010):

$$\text{Log}(Y) = \alpha + \beta_1 \text{Log}X_1 + \beta_2 \text{Log}X_2 + \dots + \beta_i \text{Log}X_i + \mu_i \quad (3)$$

Modelo de Vector Autorregresivo (VAR)

La posibilidad de ajuste al modelo que ofrece el enfoque del VAR es de gran utilidad cuando se encuentra evidencia sólida, de la existencia de una condición de simultaneidad entre un grupo de variables, y que sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de periodos en el tiempo (Hamilton, 1994).

Al no imponer ninguna restricción sobre la versión estructural del modelo, no se incurre en los errores de especificación que dichas restricciones pudieran causar al ejercicio empírico que se desea realizar (Hamilton, 1994).

En realidad, la principal motivación detrás de los modelos VAR es la dificultad en identificar variables que actúan como exógenas en el modelo, como es preciso conocer para identificar y resolver un sistema de ecuaciones simultáneas (Gujarati, 2010).

Aunque por su naturaleza el origen del planteamiento es más bien de orden matricial, un modelo VAR(p) de dimensión M puede expresarse - en su versión más simple - como se presenta a continuación (Gujarati, 2010):

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + C X_t + \mu_t \text{ con } Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-j}) \quad (1)$$

Donde:

θ_p = Matrices con MxM número de parámetros (variables endógenas)

Y_t = Vector de variables endógenas

X_t = Vector de variables exógenas

C = Matriz con MxK número de parámetros (variables exógenas)

Algunas de las ventajas del modelo VAR se sustentan en el hecho de que es relativamente fácil de especificar y de estimar con el *software* adecuado, además de que, al eliminar restricciones en el modelado, las variables involucradas pueden ser no estacionarias y los errores estimados pueden ser correlacionados contemporáneamente. Sin embargo, el modelo estructural VAR presenta dos dificultades para su estimación (Hamilton, 1994):

- a. Primero, la simultaneidad, al aparecer cada una de las dos variables como variable explicativa en la ecuación de la otra, lo que genera inconsistencia del estimador MCO incluso si $\sigma_{\varepsilon_1, \varepsilon_2} = 0$ y,
- b. Segundo, si los términos de error tuviesen autocorrelación, las estimaciones MCO serían inconsistentes al tratarse de un modelo dinámico.

Tras la estimación del modelo, es un error común en la aplicación del VAR el pretender la exclusión de algunas variables explicativas en función de la significación estadística obtenida al contrastar los *p-values* de los parámetros, sin embargo, hay razones para no eliminarlas de la ecuación de estudio (Gujarati, 2010).

Si se mantiene el mismo conjunto de variables explicativas en todas las ecuaciones, entonces la estimación por MCO - ecuación por ecuación - es eficiente, por lo que el proceso de formulación del modelo será verdaderamente sencillo (Gujarati, 2010).

Con la correcta estimación, mediante *software* econométrico, del modelo VAR pueden calcularse con bastante precisión y facilidad los elementos cruciales que definen el modelo, tal es el caso del estadístico R^2 ; la desviación típica residual o el efecto global de una variable sobre otra, lo que se manifiesta - más adelante en la presente investigación- en las pruebas y contrastes de causalidad que se aplicarán al modelo.

Modelo Vectorial de Corrección de Errores (VECM)

El principio rector detrás de la formulación de estos modelos es que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables y que, en el corto plazo puede haber desequilibrios. Con los modelos VECM, una proporción del desequilibrio de un período es corregido gradualmente a través de ajustes parciales en el corto plazo (Gujarati, 2010).

El VECM ostenta restricciones de cointegración incluidas en su especificación, y se diseña para ser utilizado con series que no son estacionarias, pero de las que se sabe que son cointegradas (Gujarati, 2010).

Vale la pena señalar que, si se aplican restricciones a los parámetros de la representación de VECM, los métodos de estimación discutidos anteriormente pueden ser asintóticamente⁵⁶ ineficientes. Una alternativa es el uso de métodos restringidos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) que son sencillos de implementar mediante herramientas de *software*, siempre y cuando no se impongan restricciones de identificación sobre la matriz de cointegración (Engle y Granger, 1987).

Si se considera un sistema de dos variables $y_t = (y_{1t}, y_{2t})$ de dos variables con un orden de integración I(1) de modo que se espera que $\beta y_t \sim I(0)$, entonces, si la relación de cointegración aparece solo en la primera ecuación del VECM, se entenderá que el vector $\alpha = (\alpha_1, 0)$ tiene un elemento cero, una restricción que definitivamente deberá considerarse en la estimación del modelo (Martin *et. al.*, 2013).

En una segunda etapa, los parámetros restantes pueden entonces estimarse a partir de la siguiente expresión (Engle y Granger, 1987):

$$\Delta y_t = \alpha \beta y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \Gamma_p \Delta y_{t-p+1} + \mu_t \quad (1)$$

Se puede deducir que se trata de un sistema lineal, en donde la estimación de MCO es factible y se puede realizar como un VAR restringido en niveles. Entonces, si hay restricciones lineales de la forma $VEC[\alpha, \Gamma] = R\gamma$, la ecuación (8) del modelo podría reescribirse como (Engle y Granger, 1987):

$$\Delta y_t = VEC[[\alpha, \Gamma] \begin{pmatrix} \beta y_{t-1} \\ x_{t-1} \end{pmatrix}] + \mu_t \quad (2)$$

Prueba de Causalidad Engle-Granger (E-G)

La prueba fue desarrollada por los premios Nobel en Economía Robert Engle y Clive Granger (2003). Se trata de un método para determinar la significancia y la dirección de la relación de causalidad⁵⁷ y cointegración⁵⁸ entre variables (Gujarati, 2010).

⁵⁶ En matemáticas puras y aplicadas, el análisis asintótico es un método de descripción del comportamiento en el límite. Se trata de una función entre rectas que se aproximan continuamente, es decir, que la distancia entre las dos tiende a ser cero, a medida que se extienden indefinidamente (Stewart, 2007).

⁵⁷ Se dice que existe una relación de causalidad entre variables, si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable (Gujarati, 2010).

⁵⁸ La condición de cointegración es una característica estadística entre variables, donde dos o más series de tiempo están cointegradas si comparten una tendencia estocástica común (Engle y Granger, 1987).

La gran aportación e importancia de la prueba radica en la posibilidad de detectar relaciones espurias en los modelos estimados, si los resultados demuestran que no existe relación causal entre variables. Su análisis es capaz de capturar estas condiciones tanto en series con tendencias comunes, así como en modelos con volatilidad variable (estimaciones tipo ARCH⁵⁹) en el tiempo (Gujarati, 2010).

Entonces, si se supone un modelo de dos variables (Y_t, X_t) - en donde cabe mencionar que el total de ecuaciones a resolver dependerá directamente del número de variables involucradas - las ecuaciones por resolver serán (Engle y Granger, 1987):

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_r Y_{t-r} + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_r X_{t-r} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \dots + \alpha_r X_{t-r} + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_r Y_{t-r} + \mu_t \quad (2)$$

Donde:

α y β = Coeficientes de regresión a estimar

ε y μ = Errores estocásticos no correlacionados

r = Número de rezagos o retardos

Una vez obtenidos los parámetros de la regresión deberá contrastarse el *p-value* resultante de contrastar el estadístico F contra sus valores críticos en tablas, relacionados al número de observaciones y variables. Según los resultados obtenidos en el *test*, las posibles combinaciones, en el sentido de la relación causal, pueden ser (Engle y Granger, 1987):

- a) Unidireccional, donde Y_t causa a X_t ($Y_t \rightarrow X_t$).
- b) Unidireccional, donde X_t causa a Y_t ($X_t \rightarrow Y_t$).
- c) Bidireccional, donde Y_t y X_t se causan mutuamente ($Y_t \leftrightarrow X_t$).
- d) No existe relación causal entre variables ($Y_t \nrightarrow X_t$)

⁵⁹ En finanzas, los modelos Autorregresivos con Heterocedasticidad Condicional (ARCH), asumen que la varianza depende los eventos o *shocks* pasados (Engle, 1982):

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 \text{ donde } \varepsilon_t \rightarrow N(0, h_t)$$

Capítulo 7. Estimación del modelo y de la relación a largo plazo bajo el enfoque del VECM

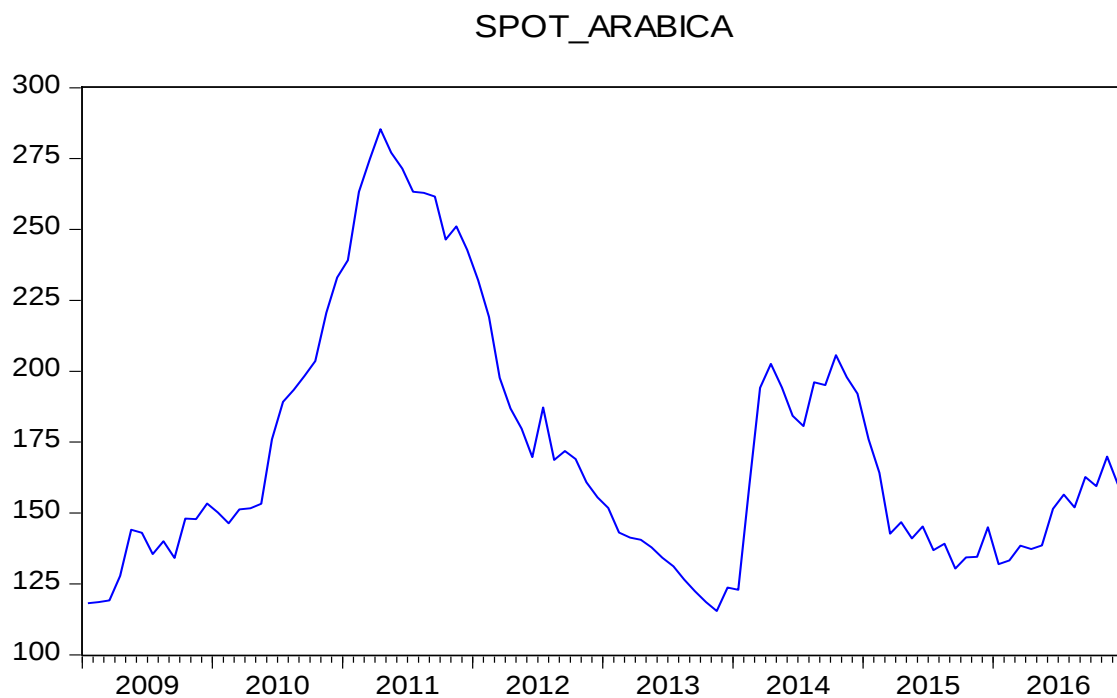
7.1 Variables de estudio

7.1.1 Precio Spot

El precio de contado o *spot*, es el aquel precio de equilibrio entre la oferta y demanda con el que se realizan operaciones comerciales de compra-venta en los mercados internacionales de físicos de los *commodities* o productos (Appleyard y Field, 2014).

Para los fines de esta investigación se considera el precio de contado el histórico reportado de los precios *spot* del café Arábica registrados por la *International Coffee Organization* (ICO) en el periodo 2009-2016, datos que se analizaron e integraron como la variable dependiente del modelo. Es decir, se trata de la variable que se espera haya sido causada por las restantes variables independientes dentro del periodo de estudio.

Gráfica 9. Precio spot registrado por la ICO 2009-2016



Fuente: Elaboración propia, con datos del Reporte Anual 2016 de la *International Coffee Organization* en el periodo 2009-2016, (2017).

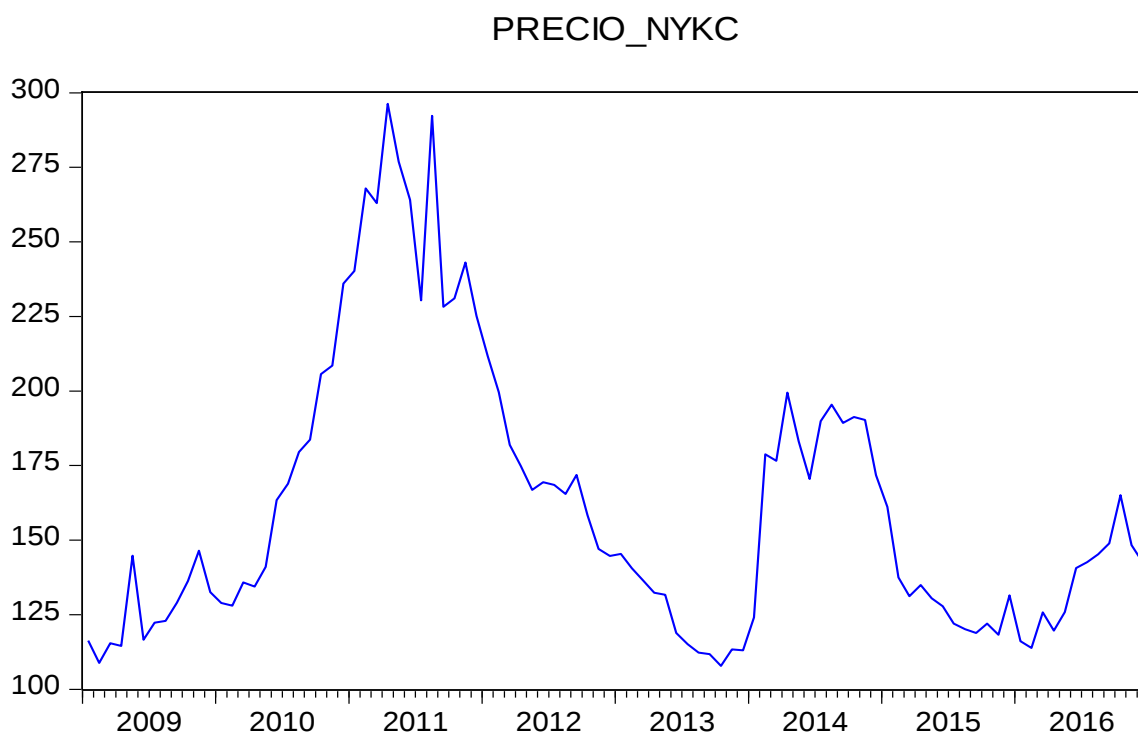
En el gráfico anterior se muestra el comportamiento histórico del precio *spot* registrado por la ICO, en dólares por libra (USD/Lb), durante el periodo 2009-2016, después de aplicado el proceso de desestacionalización X11 del *software* econométrico. La importancia de este indicador radica en el reconocimiento a la ICO, por parte de los grandes productores del mercado internacional del café, como el ente rector que establece los precios de referencia y que se rige bajo los lineamientos establecidos en el AIC del 2007.

7.1.2 Precio del futuro (NYKC)

El precio futuro, es el precio contratado – que tiene un plazo de vencimiento definido - con el que se realizan operaciones en los mercados financieros de futuros (Hull, 1997).

Se analizó e integró al modelo, como una de las variables independientes, el histórico registrado por el *International Exchange* (ICE) - durante el periodo 2009-2016 - de los precios de cotización de los futuros del café Arábica (NYKC).

Gráfica 10. Precio del NYKC registrado por el ICE 2009-2016



Fuente: Elaboración propia, con datos del precio de cotización promedio mensual del NYKC registrado por *Intercontinental Exchange* (ICE) en el periodo 2009-2016.

En la gráfica se observa el comportamiento histórico del precio del futuro NYKC registrado por la ICE, en dólares por libra (USD/Lb), durante el periodo 2009-2016, una vez aplicado el proceso de desestacionalización X11 con el *software* econométrico *E-views*.

Este indicador representa el nivel de precios del mercado de los futuros del café Arábica, mediante el cual se realizan el total de las operaciones de compra y venta de estos instrumentos derivados.

7.1.3 Volumen de Operación

El volumen de operación se puede entender como el registro total de las transacciones de compra-venta realizadas de un instrumento financiero al interior de los mercados financieros en un día de operación o en un periodo determinado (Pagano, 1993).

Para los fines de la investigación, la variable también representa la demanda y obligaciones totales (entiéndase como número de contratos) adquiridas por los grandes productores internacionales del café Arábica dentro del mercado del ICE en Nueva York.

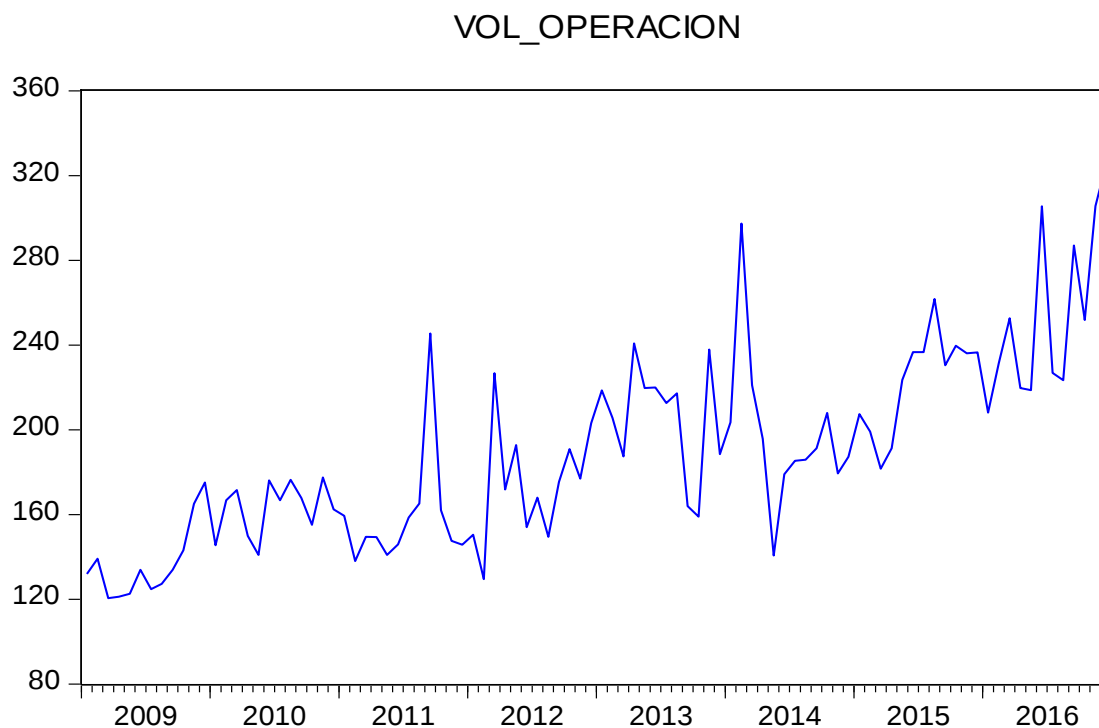
Se integró, como una de las variables independientes del modelo, el histórico registrado por el ICE durante el periodo 2009-2016 del volumen de operación de los futuros del café Arábica (NYKC), ya que algunas investigaciones recientes del Banco de España apuntan a que esta métrica es un indicador clave para medir la actividad e intensidad de un mercado financiero (Blanco, 1998).

El volumen de operación o de transacciones es el principal indicador del operador profesional en la toma de decisiones. A pesar de la gran ventaja que representa en la comprensión de las tendencias de mercado, el seguimiento y el análisis constante sobre el nivel de esta métrica en combinación con los niveles de precio del instrumento financiero, su significado e importancia es muchas veces desconocido por la mayoría de los operadores no profesionales.

La razón puede ser porque hay muy poca información disponible sobre el tema y, sobre todo, muy poca enseñanza y educación a nivel académico sobre esta parte vital del análisis técnico (Williams, 2009).

En la siguiente gráfica se podrá observar el comportamiento histórico del volumen de operación del NYKC, contabilizado en miles de transacciones, registrado por la ICE durante el periodo 2009-2016, después de haberse aplicado el proceso de desestacionalización X11 mediante el *software* estadístico *E-views*:

Gráfica 11. Volumen de operación del NYKC registrado por el ICE 2009-2016



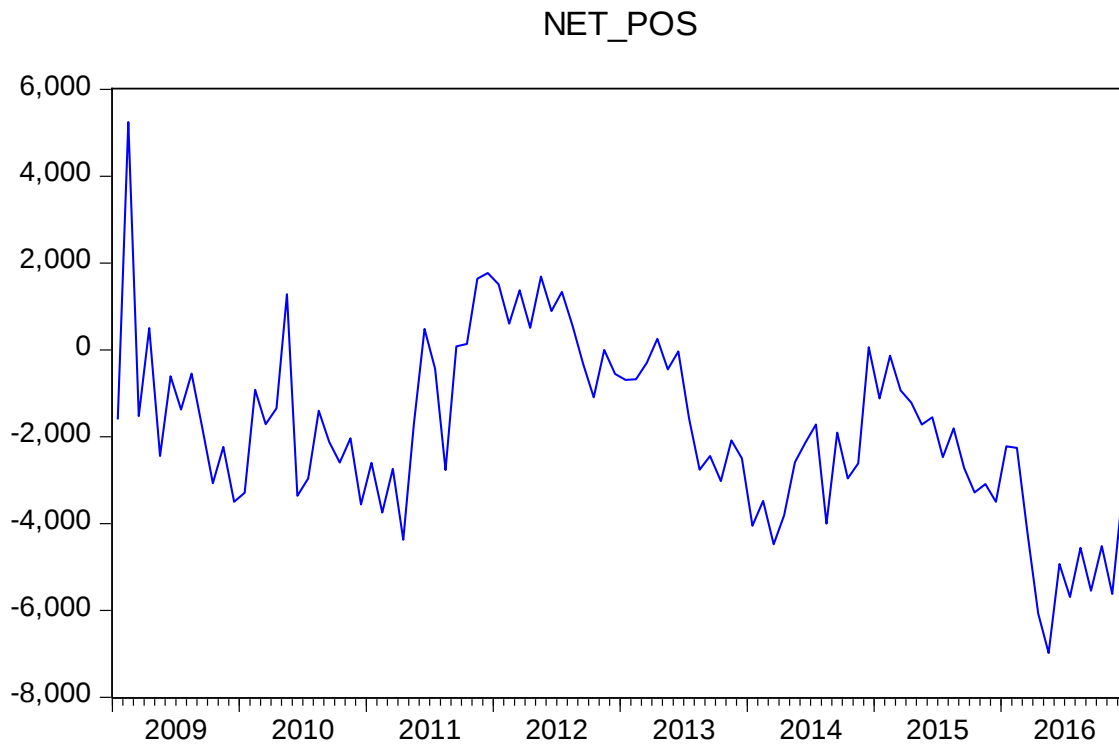
Fuente: Elaboración propia, con datos del precio de cotización promedio mensual del NYKC registrado por *Intercontinental Exchange* (ICE) en el periodo 2009-2016, (2017).

7.1.4 Posiciones Netas

Se trata de un indicador compuesto del análisis técnico que contiene el neto de las posiciones a la compra y la venta de un *commodity* comercializado en mercado de futuros.

Es una métrica que se forma a partir de generar las diferencias entre las posiciones de compra del futuro (posición larga o *long*) y las posiciones de venta del futuro (posición corta o *short*), por lo que se espera que esta pueda tomar valores tanto positivos, como negativos (CFTC, 2018).

Gráfica 12. Posiciones netas del NYKC en el ICE 2009-2016



Fuente: Elaboración propia, con las cifras reportadas del *Intercontinental Exchange* (ICE) en la *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC) en el periodo 2009-2016, (2018).

Cabe mencionar que debe distinguirse este indicador del *open interest* o interés abierto⁶⁰, el cual contabiliza el número de contratos cuya obligación aún no ha sido extinta y equivale al cúmulo total de alguna de las dos – largas o cortas - posiciones antes mencionadas.

⁶⁰ Asimismo, el interés abierto se utiliza como un indicador generalmente aceptado por los operadores bursátiles de la liquidez del mercado (Shaleen, 1991).

7.2 Aplicación de las herramientas, pruebas y estimación del modelo

Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF) sobre las variables

En acuerdo a los criterios de la técnica econométrica vigente, las pruebas de causalidad sobre las variables, serán sólo aplicables si las series que conforman el modelo de regresión son estacionarias y mantienen el mismo orden de integración⁶¹ (Gómez y Rodríguez, 2015).

En condiciones ideales, si todas las series involucradas son de orden $I(0)$ – y sus residuos se cointegran de la misma manera –, entonces la regresión de MCO será válida.

Sin embargo, esta situación es casi imposible de encontrar en el análisis econométrico de las series de tiempo, en donde el orden de cointegración entre las series que se pretende es $I(1)$, así como se espera un orden $I(0)$ en los residuos (μ_i), para poder asumir que las series están cointegradas y se trata de una relación causal válida (Granger y Newbold, 1974).

Como primer filtro se realizaron las pruebas ADF sobre las variables de estudio, tanto a nivel, como en primeras diferencias. Los resultados en esta primera instancia nos permiten descartar a la variable posiciones netas (Net_Pos), por no mantener el mismo orden de integración que las demás variables que conforman el modelo propuesto:

Tabla 6. Resultados de la prueba ADF a nivel

Variable	Estadístico ADF	Estadístico DW	Intercepto	Tendencia	Orden de integración
SPOT	-2.278622	1.940704	Sí	No	$I(0)$
P_NYKC	-1.843468	2.377907	Sí	No	$I(0)$
VOL_OP	-1.075027	1.998469	Sí	No	$I(0)$
NET_POS	-2.926620*	1.70736	Sí	No	$I(0)$

* Se rechaza H_0 (existencia de raíz unitaria), tras contrastar con los valores críticos de la tabla de McKinnon (1996).

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

Asimismo, en una segunda instancia, se realizó la prueba ADF en primeras diferencias sobre a las variables de estudio restantes:

⁶¹ El orden de integración se refiere al número de veces que habrá que diferenciar una serie para volverla estacionaria. Se dice que una serie de tiempo está integrada de orden d o $I(d)$ si después de diferenciarla d se vuelve estacionaria (Gujarati, 2010).

Tabla 7. Resultados de la prueba ADF en primeras diferencias

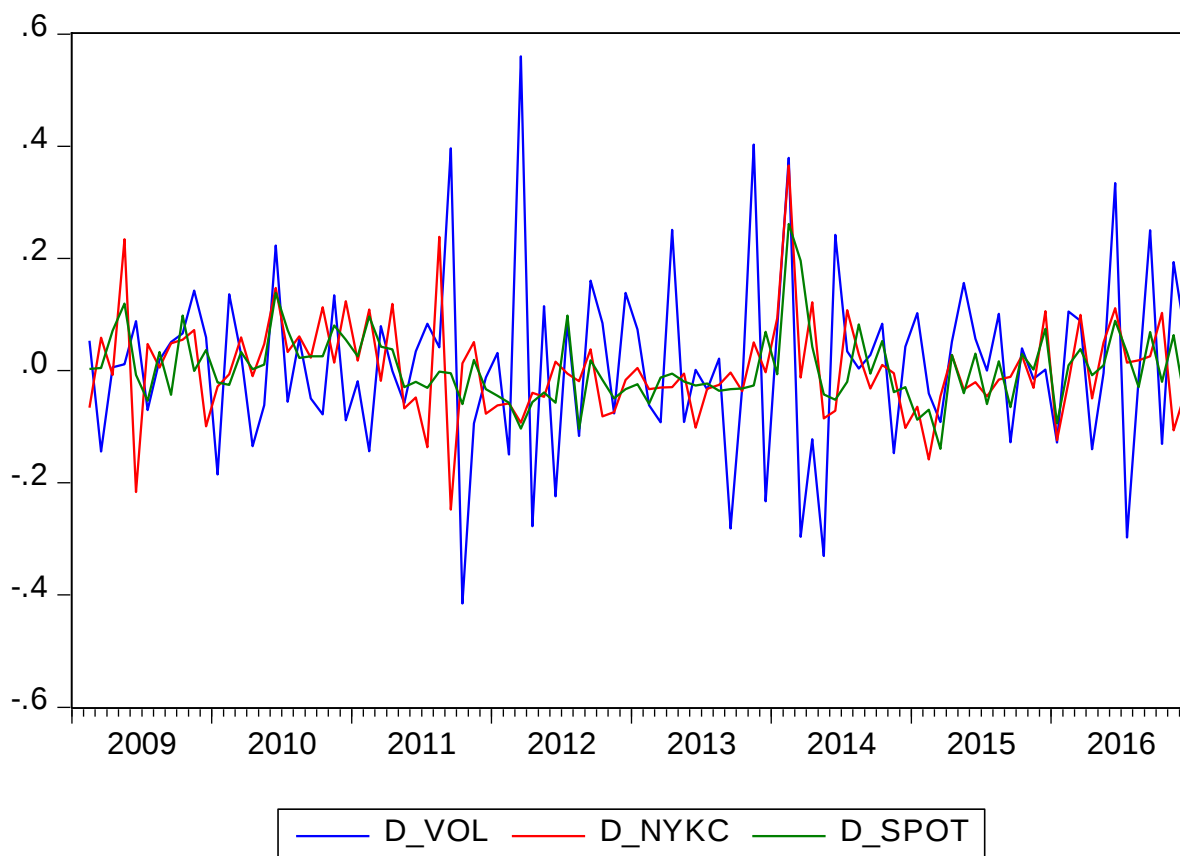
Variable	Estadístico ADF	Estadístico DW	Intercepto	Tendencia	Orden de integración
SPOT	-6.955864*	2.126094	Sí	No	I(1)
P_NYKC	-12.10511*	1.908263	Sí	No	I(1)
VOL_OP	-14.59317*	2.232393	Sí	No	I(1)

* Se rechaza H_0 (existencia de raíz unitaria), tras contrastar con los valores críticos de la tabla de McKinnon (1996).

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

La salida que ofrece el *software* demuestra que tanto la variable dependiente, como las independientes son no estacionarias de orden de integración I(1), es decir, se vuelven estacionarias de orden de integración I(0) al aplicar las primeras diferencias⁶².

Gráfica 13. Variables de estudio en primeras diferencias



Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

⁶² Proceso de diferenciación sobre variables o series de tiempo, entendido como (Gujarati, 2010):

$$\Delta y_t = (y_t - y_{t-1})$$

Aplicación de la prueba de cointegración de Johansen

A manera de comprobar que existe una condición de cointegración entre las variables de estudio, es necesario comprobar la existencia de al menos una ecuación de cointegración que determine la relación a largo plazo de las variables dentro del modelo, si se desea obtener una respuesta asertiva a la problemática expuesta y al planteamiento que representa la hipótesis general (H_1) de la investigación.

Por esta razón, en el presente ejercicio metodológico se realizó una prueba de cointegración de Johansen (1990), sobre las series estadísticas, que permitiera determinar la existencia y el número de ecuaciones de cointegración significativas que servirán para estimar el modelo de corrección de errores en etapas posteriores de la investigación:

Tabla 8. Prueba de cointegración de Johansen

Prueba de Rango de Cointegración Sin Restricciones (Trace)				
EC's hipotéticas	Eigenvalue	Trace	Valor crítico al 5%	Prob.**
Ninguna *	0.335438	45.06237	29.79707	0.0004
Como máximo 1	0.113529	13.59809	15.49471	0.0946
Como máximo 2*	0.054548	4.319088	3.841466	0.0377

Prueba de Rango de Cointegración Sin Restricciones (Maximum Eigenvalue)				
EC's hipotéticas	Eigenvalue	Max-Eigen	Valor crítico al 5%	Prob.**
Ninguna *	0.335438	31.46428	21.13162	0.0013
Como máximo 1	0.113529	9.279	14.2646	0.2637
Como máximo 2*	0.054548	4.319088	3.841466	0.0377

La prueba indica 1 ecuación de cointegración al 5% de significancia.

* Denota rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia.

**Valores críticos de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

Una vez realizada la prueba anterior y comprobada la existencia de al menos una ecuación de cointegración que explica la relación de equilibrio entre las variables al largo plazo, es que se podrá avanzar en el proceso de la estimación del VECM (Martin *et. al.*, 2013).

Estimación del modelo de MCO

El objetivo central de la investigación es demostrar la posible transmisión de información del mercado de futuros en la fijación del precio *spot* del café Arábica. Entonces, para aceptar o rechazar la hipótesis se pondrán a prueba las variables que se considera componen el mercado de futuros en el ICE y que pudieron causar los precios del mercado *spot* de la ICO.

Para la realización de las pruebas y la construcción de los modelos econométricos se utilizó la información disponible sobre los promedios de cierre mensuales de los precios *spot* de la ICO, así como del precio de cotización (P_NYKC), el volumen de operación (Vol_Op) y - antes de ser descartada, dado su orden de integración - las posiciones netas (Net_Pos) del contrato NYKC reportados por el ICE durante el periodo 2009-2016. La relación inicial propuesta del modelo con un ajuste logarítmico (Log-Log), podría formularse como:

$$\text{Log}(\text{Spot}) = \alpha + \beta_1 \text{Log}(\text{P_NYKC}) + \beta_2 \text{Log}(\text{Vol_Op}) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Con la ayuda del programa *E-views*, se realizó la estimación inicial del modelo de regresión mediante MCO y con un ajuste tipo HAC.

Tabla 9. Ecuación inicial de regresión (MCO-HAC).

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.612921	0.214608	2.856	0.0053*
LOG(P_NYKC)	0.887617	0.020598	43.09331	0.0000*
LOG(VOL_OP)	0.004571	0.029104	0.15707	0.87551

* Valores significativos al 1%, 5% y 10%.

Fuente: Elaboración propia, estimaciones con el programa *E-views*, (2018).

El valor significativo obtenido para el coeficiente del precio del NYKC en el modelo, sirve para demostrar la relación en el corto plazo que mantienen los precios futuros y *spot*, en concordancia con la teoría financiera vigente sobre la valuación de precios futuros.

Por otro lado, el *p-value* del coeficiente estimado para el volumen de operación del ICE (Vol_Op) revela una condición de no significancia en la regresión inicial.

Sin embargo, ¿Son estas variables significativas en largo plazo? ¿Es realmente no significativo el volumen de operación del NYKC en el largo plazo?

En otras palabras, ¿El precio y los volúmenes de operación del NYKC, que representan el total de los compromisos contractuales que los grandes productores del café adquieren en el mercado de futuros, han sido determinantes que causan el nivel y comportamiento del precio *spot* del café Arábica vigente?

El siguiente paso dentro de la metodología propuesta será entonces realizar las pruebas de raíz unitaria, causalidad y cointegración que permita obtener una respuesta más asertiva al analizar los datos y así conocer la relación matemática que podría conectar el comportamiento de estas variables en el tiempo.

Ajuste del modelo mediante el enfoque VECM

Al momento sólo se conoce la relación al corto plazo de las variables de estudio. En este sentido, la metodología del enfoque VECM permite realizar el ajuste y provee de las herramientas de análisis necesarias para encontrar un modelo explicativo del fenómeno más robusto.

De acuerdo con la teoría econométrica actual, utilizada en el desarrollo del presente capítulo, se espera un modelo vectorial de corrección de errores (VECM) que adopte la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log}(\text{Spot}) = & \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \Delta \text{Log}(\text{Spot})_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i \Delta \text{Log}(P_NYKC)_{t-i} \\ & + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta \text{Log}(\text{Vol_Op})_{t-i} + \varphi Z_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (1)$$

El ejercicio econométrico realizado en *E-views* arrojó los resultados representados en la siguiente tabla en donde se observan los coeficientes el modelo VECM, así como la comprobación del signo negativo (como mecanismo de corrección) y la significancia del término de corrección de errores (ϕZ_{t-1}) del modelo VECM (Martin *et. al.*, 2013):

Tabla 10. Resultados de la prueba de significancia del (VECM)

	$\Delta \text{Log}(\text{Spot}_t)$	Std. Error	t-Statistic	P-Value
ϕZ_{t-1}^*	-0.56622*	0.193196	-2.930799	0.0043*
$\beta_1 \Delta \text{Log}(\text{Spot}_{t-1})$	-0.004886	0.186917	-0.026142	0.9792
$\beta_2 \Delta \text{Log}(\text{Spot}_{t-2})$	0.242287	0.125052	1.937488	0.056
$\delta_1 \Delta \text{Log}(P_{\text{NYKC}}_{t-1})$	0.11515	0.161234	0.71418	0.4771
$\delta_2 \Delta \text{Log}(P_{\text{NYKC}}_{t-2})$	0.038935	0.121181	0.321299	0.7488
$\theta_1 \Delta \text{Log}(\text{Vol_Op}_{t-1})$	0.03056	0.037944	0.805414	0.4228
$\theta_2 \Delta \text{Log}(\text{Vol_Op}_{t-1})$	-0.023176	0.03584	-0.646649	0.5196
β_0	0.001796	0.005292	0.339485	0.7351

* El término de corrección de errores es negativo y significativo al 1%, 5% y 10%.

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

Asimismo, mediante el uso del *software* econométrico fue posible determinar la ecuación de cointegración, es decir, el modelo que permite cumplir la condición de equilibrio a largo plazo entre las variables que conforman el modelo explicativo propuesto:

$$Z_{t-1} = \text{Log}(\text{Spot})_{t-1} + 0.87 \text{Log}(P_{\text{NYKC}})_{t-1} + 0.034 \text{Log}(\text{Vol_Op})_{t-1} - 0.913 \quad (2)$$

Aunque los indicios que hasta el momento ha revelado la investigación pudieran parecer definitorios, para descartar la posibilidad de encontrarse frente a un modelo espurio, es determinante realizar pruebas sobre los residuos y analizar los resultados obtenidos (Granger y Newbold, 1974).

Pruebas de sobre los residuos y estabilidad general del modelo VECM

La metodología tradicional de los MCO considera válidos únicamente a aquellos modelos de regresión cuyos residuos estimados (μ_i) cumplen con las condiciones necesarias para descartar la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad (Elder y Kennedy, 2001).

Por esta razón, será importante realizar - como primera etapa - la prueba de *White* para comprobar la validez en la construcción del modelo y descartar la presencia de problemas de heterocedasticidad en los residuos (μ_i) del VECM. Los resultados de dicha prueba se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Test de White de los residuos del VECM

Heteroskedasticity Test: White			
F-statistic	1.838512	Prob. F(9,83)	0.0732*
Obs*R-squared	15.45844	Prob. Chi-Square(9)	0.0791*

* Denota aceptación de la hipótesis nula de homocedasticidad en el modelo.

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

En los resultados de esta prueba también es posible constatar, que el valor probabilístico o *p-value* de los estadísticos son mayores a 5% o 0.05, por lo que se descarta la presencia de heterocedasticidad y se acepta el supuesto de homocedasticidad de los residuos del modelo.

Por último, también se realizó la prueba LM *Breusch-Godfrey* para descartar la presencia de autocorrelación en los residuos del modelo VECM estimado y cuyo resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Test LM Breusch-Godfrey de los residuos del VECM

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.175207	Prob. F(2,83)	0.8396*
Obs*R-squared	0.390981	Prob. Chi-Square(2)	0.8224*

* Denota aceptación de la hipótesis nula de no autocorrelación.

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

El *p-value* de los estadísticos de la prueba mayor a los niveles de confianza del 1%, 5% y 10%, por lo que se rechaza la presencia de autocorrelación en los residuos (μ_i) del modelo VECM. Se puede deducir entonces, que el modelo estimado es válido.

Aplicación de la prueba de causalidad E-G sobre el modelo

Una vez comprobado el orden de integración de las variables, mediante la aplicación de pruebas de raíz unitaria ADF, será posible realizar la prueba de causalidad de *Engle-Granger* (E-G) que permita determinar la existencia de las relaciones de causalidad entre las series estadísticas, así como determinar si guardan un sólo sentido o se trata de relaciones bidireccionales entre las variables de estudio.

Entonces, los resultados del interés de la presente investigación se centran en las relaciones de causalidad que se gestan hacia el precio *spot* del *commodity*, sin embargo, en el ejercicio de la prueba econométrica surgen algunos resultados muy interesantes que son dignos de ser mencionados y analizados en el desarrollo del capítulo.

Con el objetivo de comprobar que la decisión de eliminar del modelo la variable que contiene las posiciones netas (Net_Pos) del ICE mantiene coherencia con los resultados obtenidos, es que se incluyó al realizar la prueba de causalidad E-G. Al analizar los *p-values* generados por la prueba econométrica realizada sobre las variables de estudio con dos retardos, se rechaza la hipótesis nula de no causalidad y se aceptan las siguientes relaciones de causalidad:

Tabla 13. Resultados de la prueba de causalidad E-G

	SPOT	P_NYKC	VOL_OP	NET_POS
SPOT	-	0.0001*	0.0146**	0.4184
P_NYKC	0.0186**	-	0.0417**	0.16
VOL_OP	0.0028*	0.1842	-	0.01*
NET_POS	0.0675	0.2999	0.186	-

* Se rechaza la hipótesis nula, significancia al 1%, 5% y 10%

** Se rechaza la hipótesis nula, significancia al 5% y 10%

Fuente: Elaboración propia, con estimaciones realizadas en el programa *E-views*, (2018).

Aunque de este cuadro podrían emanar diversos análisis dadas las múltiples relaciones que se demuestran a partir de la realización de la prueba, para efectos de la presente investigación el renglón de importancia es el que resume las relaciones de causalidad de las variables independientes de estudio sobre el precio *spot*.

Los resultados obtenidos al momento presentan evidencia empírica suficiente que permite afirmar – considerando la modificación realizada al eliminar las posiciones netas del modelo estimado – que las dos variables que parecen haber causado al precio de contado durante el periodo de estudio son el precio (P_NYKC) y el volumen de operación (Vol_Op) del futuro.

Se trata de una relación causal en la que la actividad e intensidad del mercado de derivados, representada por el volumen de operación de los contratos de compra-venta de futuros, podría estar influenciando las decisiones de los grandes productores al momento de fijar el nivel de los precios *spot* al que se comercia en los mercados internacionales del *commodity*.

7.3 Resultados de la investigación

De acuerdo al contenido del apartado anterior, en el que se entregó la descripción detallada y la ejecución de las herramientas econométricas necesarias para el desarrollo la metodología propuesta, se exponen los resultados obtenidos.

Se realizó una prueba *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) de raíz unitaria y la salida que ofrece el software demostró – en primera instancia – que las posiciones netas del ICE (Net_Pos) guardan un orden de integración $I(0)$, diferente al de las demás variables independientes que son estacionarias en primeras diferencias, es decir, mantienen un orden de integración $I(1)$. Dada esta condición y en apego a la teoría econométrica vigente es que se eliminó del modelo a estimar.

Como siguiente paso en la metodología propuesta, se ejecutó la prueba de cointegración de *Johansen* sobre las series estadísticas que permitió determinar la existencia de una ecuación de cointegración válida y significativa para posteriormente estimar el modelo de corrección de errores (VECM).

Tras estimar un modelo inicial de regresión entre las variables de estudio, mediante la técnica de MCO con ajuste tipo HAC, expresado como:

$$\text{Log}(\text{Spot}) = \alpha + \beta_1 \text{Log}(\text{P_NYKC}) + \beta_2 \text{Log}(\text{Vol_Op}) + \varepsilon_i$$

Los resultados obtenidos permitieron comprobar la significancia del coeficiente del precio de cotización del contrato (P_NYKC) como una variable explicativa en el modelo, se deduce que el ejercicio econométrico realizado sirve para demostrar la relación en el corto plazo que mantienen los precios futuros y *spot*, en concordancia con la teoría financiera vigente sobre la valuación de precios futuros.

Posteriormente, mediante *software* econométrico, se estimó el siguiente modelo vectorial de corrección de errores (VECM):

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log}(\text{Spot}) = & \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \Delta \text{Log}(\text{Spot})_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i \Delta \text{Log}(\text{P_NYKC})_{t-i} \\ & + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta \text{Log}(\text{Vol_Op})_{t-i} + \varphi Z_{t-1} + \mu_t \end{aligned}$$

Se demostró el signo negativo y la significancia del coeficiente del término de corrección (φZ_{t-1}) del modelo generado.

Asimismo, se estimó la ecuación de cointegración que permite cumplir la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables que conforman el modelo explicativo propuesto:

$$Z_{t-1} = \text{Log}(\text{Spot})_{t-1} + 0.87 \text{Log}(\text{P_NYKC})_{t-1} + 0.034 \text{Log}(\text{Vol_Op})_{t-1} - 0.913$$

También se ejecutaron las pruebas pertinentes para comprobar la validez del modelo estimado a largo plazo. La primera de ellas, el *test* de *White*, resultó positivo para descartar la posibilidad de un modelo espurio por la presencia de heterocedasticidad.

Por otro lado, se realizó la prueba *Breusch-Godfrey* para comprobar que efectivamente el modelo no presentaba problemas de autocorrelación en su construcción.

Finalmente, por medio del *software* econométrico se ejecutó una prueba de causalidad *Engle-Granger* (E-G) con dos retardos sobre las variables del modelo inicial y aquellas que – de acuerdo a la significancia de sus *p-values* – demostraron haber causado al precio *spot* de la ICO, durante el periodo de estudio de la presente investigación, son el precio del contrato (P_NYKC) y el volumen de operación (Vol_Op) del futuro del ICE.

A partir de los resultados de la prueba E-G y dada la condición de no causalidad de la variable que contiene los valores históricos de las posiciones netas del ICE (Net_Pos) hacía el precio de contado o *spot*, es que se comprobó en una segunda instancia que no es una variable significativa para los fines de la investigación.

En resumen, se rechaza la hipótesis de trabajo de la presente investigación, puesto que los resultados antes expuestos sólo permitieron comprobar que el nivel de los precios y el volumen de operación del mercado de futuros del café Arábica en el ICE causaron los precios del mercado *spot* del ICO en el periodo 2009-2016.

En el desarrollo del siguiente capítulo, se realizará el análisis pertinente que permita obtener las conclusiones, así como la integración de algunas recomendaciones que pudieran despertar en el lector el interés de futuras líneas de investigación.

Conclusiones y recomendaciones

A partir del análisis de los resultados obtenidos en el desarrollo metodológico del presente trabajo se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones, que abren la posibilidad de extender el debate, así como considerar el desarrollo de futuras líneas de investigación.

Se demostró la existencia de una relación bidireccional de causalidad entre los precios de ambos mercados demuestra el uso de la igualdad matemática representada en el modelo de valuación vigente de los contratos de futuros entre los operadores de mercado, tanto en su aproximación teórica, como en la gestión financiera de estos instrumentos derivados (De Lara Haro, 2002).

$$F_0 = S_0 \left[1 + r \left(\frac{t}{b} \right) \right]$$

Donde:

F_0 = Precio de cotización del contrato futuro

S_0 = Precio internacional de contado o *spot*

r = Tasa de riesgo/interés

t = Plazo del contrato

b = Base de año comercial (360 o 365 días)

Dado que el volumen de operación es considerado por los operadores como un indicador clave para medir la actividad e intensidad de un mercado financiero y cuyo nivel se entiende en el análisis como la demanda total de sus contratos (Blanco, 1998).

El hallazgo de una condición cumplida de causalidad desde el volumen de las operaciones del ICE hacia el precio *spot* reportado por la ICO representa la posible existencia de un nuevo nivel de relación entre ambos mercados en la fijación de precios.

Sin embargo, según los coeficientes obtenidos en el modelo a largo plazo, el volumen de transacciones aún denota una influencia menor si se le compara con la representada en el nivel del coeficiente del precio futuro del NYKC en el ICE.

En relación al punto anterior, para futuros trabajos de investigación científica en la materia, habrá que observarse si el fenómeno se gestó en periodos anteriores, si se presentará en periodos futuros, y si se podrá comprobar una tendencia ascendente en el nivel de su coeficiente, y por consiguiente una importancia cada vez mayor dentro de la relación.

En este sentido, los resultados de dichas investigaciones serán de suma importancia no sólo a nivel académico, donde se gestan las nuevas teorías, sino en las operaciones comerciales de los agentes económicos de la industria, dónde con el paso de los años podría ser cada vez más inminente que los movimientos y tendencias de los mercados virtuales o financieros serán mucho más determinantes en la fijación de precios que los ocurridos en los mercados físicos del subyacente.

Entonces, de manera específica y en relación a los resultados obtenidos, será muy importante el realizar nuevas investigaciones que den seguimiento al fenómeno y aborden diferentes periodos de tiempo, que permitan comprobar cabalmente que el nivel y los montos de las operaciones gestadas en el mercado del café Arábica serán cada vez más influyentes en el curso de las decisiones de negocio de los grandes productores afiliados a la ICO.

De igual manera, se abre la posibilidad de futuras líneas de investigación que demuestren que el fenómeno se reproduce consistentemente en otros mercados, en otros *commodities* y periodos de tiempo diferentes.

Si se llegara a demostrar lo anterior podría ser necesario considerar un nuevo modelo de valuación que considere la importancia del volumen de operación del mercado de derivados como una determinante en la valuación del precio tanto futuro, como *spot*, y que sirva de medida de equilibrio entre las decisiones de los operadores de ambos mercados y que vincule de una manera más realista la especulación financiera y el comercio internacional.

Adicionalmente, los resultados del análisis de causalidad entre las variables de la investigación denotaron una influencia del precio *spot* de la ICO hacía el volumen de operación del ICE, situación que parecería lógica si se piensa en las estrategias de *hedging*, pero que también podría significar una estrategia de maximización de beneficios a través de los mecanismos en los mercados financieros de los grandes productores del café Arábica, especialmente si consideramos que éstos ostentan total control sobre los precios del mercado de físicos y podrían fijarlos a su conveniencia.

En otras palabras, los productores deciden a través del volumen de operación el límite de su riesgo y tienen la posibilidad de minimizarlo, así como de maximizar sus rendimientos por medio de la fijación de precios en el mercado *spot*.

Se espera que la información, los resultados y el análisis presentados sean de entera utilidad no sólo para la toma de decisiones de los agentes económicos que operan en ambos mercados relacionados con el *commodity*, sino inclusive para el de otros subyacentes, para las cámaras de compensación, analistas financieros y comerciales, así como organismos internacionales que desarrollen estudios especializados.

Cabe mencionar que los resultados expuestos se obtuvieron por medio de la metodología del VECM, sin embargo, otra posibilidad para futuras líneas de investigación podría ser la de utilizar otras herramientas econométricas, tales como el VAR, y comprobar que efectivamente las conclusiones son las mismas.

En el ámbito del comercio internacional, será necesario realizar investigaciones que clarifiquen si los productores podrían estar aprovechando una situación de competencia imperfecta en el mercado, representada en el Acuerdo Internacional del Café (AIC), para ejercer el control en los precios *spot* y obtener posiciones en el mercado que les generen rendimientos ventajosos.

Finalmente, de comprobarse el punto anterior, podría ser necesario que los gobiernos de los países tanto productores, como consumidores, contemplaran el modificar el marco legal internacional vigente en la materia, de tal manera que se genere una operación de mercado más justa entre los participantes.

Bibliografía y fuentes de información

- Appleyard, Dennis R.; Field, Alfred J. (2014). *International Economics* (8ª. edición). USA McGraw-Hill.
- Bergstrom, Theodore C. (Marzo 1982). *On capturing oil rents with a national excise tax*. The American Economic Review. Vol. 71 (No.1), pág. 194-201. DOI: 10.2139/ssrn.615644
- Benninga, Simon (2000). *Financial Modeling* (3ª edición). USA. MIT Press.
- Binmore, Ken (1993). *Teoría de Juegos: Una breve introducción*. España. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Blanco, Roberto (1998). *Transmisión de información y volatilidad entre el mercado de futuros sobre el índice IBEX 35 y el mercado al contado*. España. Imprenta del Banco de España. ISBN: 84-7793-627-7
- Buchanan, James M.; Yoon, Yong J. (1994). *The Return to Increasing Returns*. USA. University of Michigan Press. DOI: 10.3998/mpub.13285
- Cateora, Phillip R; Gilly, Mary C.; Graham, John L. (2001). *Marketing*. USA. McGraw-Hill Interamericana.
- Crouhy, Michel; Galai, Daniel; Mark, Robert (2005). *Marketing internacional* (3ª edición). USA. McGraw-Hill.
- Daviron, Benoit; Ponte, Stefano (2006). *The Coffee Paradox: Global Markets, Commodity Trade and the Elusive Promise of Development*. UK. Zed Books Ltd.
- De Clippel, Geoffroy. (Agosto 2007). *Equity, envy and efficiency under asymmetric information*. Economics Letters No.99, pág. 265–267
- De Lara Haro, Alfonso (2002). *Medición y control de riesgos financieros* (2ª. edición). México. Editorial Limusa.
- Dickey, D. A.; Fuller, W. A. (1981). *Likelihood ratio statistic for Autoregressive Time Series with a Unit Root*. Econometrica No. 49, pág. 1057-1072.

- Elder J. and Kennedy P. E. (2001). *Testing for Unit Roots: What should students be taught?* Journal of Economic Education No. 32(2), pág. 137-46.
- Engle, Robert F. (1982). *Autorregresive Conditional Heterocedasticity with Estimates of the Variance of the U.K. Inflation*. Econometría No.50, pág. 987-1008
- Engle, Robert F; Granger Clive J. (1987). *Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing*. Econometrica No. 55, pág. 251-276.
- Fama, Eugene (1970). *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*. The Journal of Finance. Vol. 25 (No.2), pág. 383-417. DOI: 10.2307/2325486
- Gómez, Mario; Rodríguez José Carlos (2015). *Electricity Consumption and Economic Growth: The Case of Mexico*. International Journal of Economics and Management Engineering. Vol 9, (No. 8) pág. 2803-2808.
- Granger, C.W.J.; Newbold, P. (1974). *Spurious regressions in Econometrics*. Journal of Econometrics. Vol. 2 No. 2, pág. 111–120. DOI: 10.1002/9780470996249
- Gujarati, Damodar N. (2010). *Econometría*. (5ª edición). México. McGraw-Hill Interamericana.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. USA. Princeton University Press.
- Hull, John C. (1997). *Options, Futures and other Derivatives*. (9ª edición). USA. Prentice-Hall.
- Jarrow, Robert (1998). *Volatility: New estimation techniques for pricing derivatives*. USA. Risk Books.
- Kilian, Lutz; Park Cheolbeom (Noviembre 2009). *The Impact of Oil Price Shocks on the U.S. Stock Market*. International Economic Review. Vol. 50 (No.3), pág. 1013–1287. DOI: 10.1111/j.1468-2354.2009.00568.x
- Klimovsky, Edith A. (2000). *Modelos básicos de las teorías de los precios*. Cuadernos de Economía. Vol. 19, (No. 32), pág.77-103. DOI: 10.15446/cuad.econ

- Krasner, Stephen D. (Otoño, 1973). *Business Government Relations: The Case of the International Coffee Agreement*. International Organization. Vol. 27, (No. 4), pág. 495-516. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/2706016>
- Krugman R., Paul (1979). *Increasing returns, monopolistic competition, and International Trade*. Journal of International Economics (No. 9), pág. 469-479. North-Holland Publishing Company. DOI: 10.1016/0022-1996(79)90017-5
- Krugman R., Paul; Brander, James (1983). *A 'reciprocal dumping' model of International Trade*. Journal of International Economics (No. 15), pág. 131-321. North-Holland Publishing Company. DOI: 10.1016/S0022-1996(83)80008-7
- Lewis, Frank D. (Diciembre 1975). *The canadian wheat boom and per capita income: New estimates*. Journal of Political Economy, Vol. 83. pág. 1249-1257. DOI: 10.1086/260393
- Libreros, Eduardo (Abril 1989). *Bolsa de futuros del café: Principales características*. Ensayos sobre economía cafetera. Año 2 (No. 4) pág. 17-44.
- Llamazares, Olegario (2011). *¿Qué son los Incoterms? Guía práctica de los Incoterms 2010* (1ª edición). España. Global Marketing Strategies S.L.
- Maddala G. S.; Kim In-Moo (1998). *Unit Roots, Cointegration and Structural Change*. USA. Cambridge University Press.
- Markowitz, Harry (Marzo 1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance. Vol. 7 (No.1) pág. 77-91. DOI: 10.2307/2975974
- Markowitz, Harry (1987). *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*. USA. Basil Blackwell.
- Martin, Vance; Hurn, Stan; Harris, David (2013). *Econometric Modelling with Time Series*. USA. Cambridge University Press.
- Navarro Chávez, César Lenin (2014). *Epistemología y Metodología* (1ª edición). México. Editorial Patria.
- Newbery, David M.G.; Stiglitz, Joseph E. (1981). *The theory of commodity price stabilization: A study in the economics of risk*. USA. Oxford University Press.

- Pagano, M. (1993). *Financial Markets and Growth. An Overview*. European Economic Review No. 37, pág. 613-622.
- Radetzki, Marian; Eggert, Roderick; Lagos, Gustavo; Lima, Marcos; Tilton, John (Mayo 2008). *The boom in mineral markets: How long might it last?* Resources Policy. Elsevier. (No. 33), pág. 125-128. DOI: 10.1016/j.resourpol.2008.05.002
- Radetzki, Marian (2008). *A Handbook of Primary Commodities in the Global Economy*. UK. Cambridge University Press.
- Radetzki, Marian (Abril 2013). *The relentless progress of commodity exchanges in the establishment of primary commodity prices*. Resources Policy. Elsevier. (No. 38), pág. 266-277. DOI: 0.1017/9781316416945.014
- Ramírez, María José (Abril 1989). *Utilización del mercado de futuros para la estabilización de los ingresos de los exportadores del café*. Ensayos sobre economía cafetera. Año 2 (No. 4) pág. 65-89.
- Renard, María Cristina (1993). *La comercialización internacional del café*. México. Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de Difusión Cultural.
- Shaleen, Kenneth H. (1991). *Volume and Open Interest: Cutting Edge Trading Strategies in the Futures Markets*. USA, McGraw-Hill.
- Stewart, James (2007). *Cálculo diferencial e integral* (2ª. Edición). México, Thomson Editores.
- Taylor, Scott; Brander, James (Marzo 1998). *The simple Economics of Easter Island: A Ricardo-Malthus model of renewable resource use*. *The American Economic Review*. American Economic Association. Vol. 88 (No. 1), pág. 119-138. Recuperado de: <https://works.bepress.com/taylor/16/>
- Tilton, John E., Humphreys, David; Radetzki, Marian (Febrero 2011). *Investor demand and spot commodity prices*. Resources Policy. Elsevier. (No. 36), pág. 187–195. DOI: 10.1016/j.resourpol.2011.01.006
- Uribe Gil, Jorge Mario; Ulloa Villegas, Inés María (Abril 2011). *Revisando la Hipótesis de los Mercados Eficientes: Nuevos datos, nuevas crisis, nuevas estimaciones*. Cuadernos

de Economía. Vol. 30 (No. 55) pág. 127-154. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282121963007>

Varian, Hal R. (1999). *Intermediate Microeconomics: A modern Approach*. (5ª edición). USA. Norton & Company, Inc.

Venegas, Francisco; Navarro, José (2010). *Métodos de la administración de riesgos*. México. UMSNH-IPN.

Walras, Leon (1900) (Ed. 1987). *Elementos de economía política pura*. España. Alianza Editorial.

Williams, Tom (1993) (Ed. 2009). *Master the markets: Taking a professional approach to trading and investing by using volume spread analysis*. USA. TradeGuider Systems.

Working, Holbrook (Octubre 1935). *Differential price behavior as a subject for commodity price analysis*. *Econometrica*. The Econometric Society. Vol. 3 (No. 4), pág. 416–427. DOI: 10.2307/1905633

Working, Holbrook (Junio 1953). *Futures trading and hedging*. *The American Economic Review*. American Economic Association. Vol. 43 (No. 3), pág. 314–343. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/1811346>

Fuentes de internet (Bases de datos y referencias)

ICO. *International Coffee Organization.*

www.ico.org

ICE. *Intercontinental Exchange Group Inc.*

www.theice.com

FAO. *Food and Agriculture Organization.*

www.fao.org

ICC. *International Chamber of Commerce.*

www.iccwbo.org

IFC. *International Finance Corporation.*

www.ifc.org

WBG. *World Bank Group.*

www.worldbank.org

WTO. *World Trade Organization.*

www.wto.org

CFTC. *Commodity Futures Trading Commission.*

www.cftc.gov

Anexo 1 (Base de datos)

Fecha	ICE NYKC (¢USD/lb)					LIFFE LRC (¢USD/lb)		ICO Precios Internacionales	
	Precio de Cotización	Volumen de operación	Total Posiciones Largas	Total Posiciones Cortas	Posiciones Netas	Precio de Cotización	Volumen de operación	Spot Árábica (¢USD/lb)	Spot Robusta (¢USD/lb)
ene-09	118.90	203.44	125,630.00	127,236.00	-1,606.00	77.79	0.07	121.26	82.74
feb-09	109.45	171.29	116,088.00	110,842.00	5,246.00	69.99	109.55	121.30	80.22
mar-09	115.75	70.91	134,778.00	136,307.00	-1,529.00	69.13	1.22	120.28	76.31
abr-09	115.00	148.51	117,177.00	116,679.00	498.00	64.59	118.41	128.73	75.53
may-09	137.40	76.32	131,207.00	133,650.00	-2,443.00	67.63	1.10	145.69	75.62
jun-09	117.30	169.78	104,100.00	104,710.00	-610.00	58.92	117.18	140.98	73.79
jul-09	127.85	73.28	96,398.00	97,774.00	-1,376.00	66.59	1.05	132.70	71.68
ago-09	120.90	152.84	86,370.00	86,919.00	-549.00	62.28	109.68	139.72	72.35
sep-09	127.80	69.49	93,240.00	95,049.00	-1,809.00	62.37	1.00	137.55	73.82
oct-09	135.50	230.09	115,607.00	118,677.00	-3,070.00	62.87	131.17	143.84	73.51
nov-09	141.75	209.00	101,058.00	103,293.00	-2,235.00	59.78	0.91	143.89	69.48
dic-09	135.95	56.87	115,534.00	119,031.00	-3,497.00	58.69	102.15	151.61	69.89
ene-10	131.70	226.61	122,927.00	126,218.00	-3,291.00	58.74	2.47	154.03	70.08
feb-10	129.05	204.33	115,911.00	116,831.00	-920.00	56.15	102.42	149.65	67.88
mar-10	136.15	99.92	121,827.00	123,542.00	-1,715.00	60.06	1.94	152.77	67.25
abr-10	135.20	186.24	130,158.00	131,505.00	-1,347.00	58.60	107.97	152.92	71.52
may-10	134.25	89.33	131,272.00	129,992.00	1,280.00	60.69	9.68	155.17	70.61
jun-10	164.20	221.45	155,058.00	158,419.00	-3,361.00	77.07	117.32	173.10	76.92
jul-10	176.30	97.70	155,853.00	158,818.00	-2,965.00	78.97	0.98	185.86	85.27
ago-10	176.80	211.08	133,613.00	135,013.00	-1,400.00	72.67	100.29	193.23	82.68
sep-10	183.05	86.65	130,294.00	132,413.00	-2,119.00	78.29	0.97	203.44	81.28
oct-10	203.45	249.11	139,330.00	141,929.00	-2,599.00	89.13	110.30	198.74	85.27
nov-10	200.95	221.39	120,666.00	122,702.00	-2,036.00	79.97	2.01	213.95	92.04
dic-10	240.50	51.96	131,161.00	134,725.00	-3,564.00	94.44	73.80	228.69	94.09
ene-11	244.80	252.46	128,143.00	130,743.00	-2,600.00	95.25	1.94	244.67	101.09
feb-11	271.70	168.26	118,360.00	122,106.00	-3,746.00	106.10	122.62	268.98	109.35
mar-11	264.15	87.00	112,702.00	115,442.00	-2,740.00	114.53	2.19	278.07	118.13
abr-11	299.35	189.00	108,216.00	112,590.00	-4,374.00	114.80	104.21	289.07	117.37
may-11	264.60	91.67	103,768.00	105,492.00	-1,724.00	116.80	5.59	281.87	121.98
jun-11	265.35	179.58	99,894.00	99,416.00	478.00	111.27	181.64	265.12	117.95
jul-11	239.55	92.75	100,128.00	100,564.00	-436.00	92.49	1.39	259.95	112.73
ago-11	289.10	197.47	99,457.00	102,223.00	-2,766.00	104.24	161.84	263.11	112.07
sep-11	228.90	126.47	110,245.00	110,168.00	77.00	89.09	1.68	267.54	106.06
oct-11	226.95	261.45	117,303.00	117,170.00	133.00	80.69	132.89	242.82	98.10
nov-11	233.80	178.00	94,421.00	92,786.00	1,635.00	88.18	7.32	243.06	97.24
dic-11	226.85	45.15	98,597.00	96,831.00	1,766.00	80.10	97.65	235.43	98.41
ene-12	215.05	245.68	116,861.00	115,352.00	1,509.00	83.37	1.83	236.08	96.72
feb-12	203.15	157.11	125,776.00	125,175.00	601.00	91.13	134.86	223.38	101.93
mar-12	182.45	130.33	147,392.00	146,026.00	1,366.00	92.12	5.14	200.53	103.57
abr-12	177.95	220.03	139,649.00	139,140.00	509.00	88.95	79.28	190.32	101.80
may-12	160.65	128.81	143,720.00	142,033.00	1,687.00	100.29	1.90	183.49	106.88
jun-12	170.10	185.62	132,096.00	131,202.00	894.00	95.39	98.33	165.31	105.70
jul-12	174.40	97.78	129,058.00	127,721.00	1,337.00	100.83	1.00	185.39	107.06
ago-12	164.55	180.40	128,834.00	128,294.00	540.00	92.44	113.21	169.65	106.52
sep-12	173.50	90.11	132,353.00	132,685.00	-332.00	99.25	1.45	174.76	104.95
oct-12	154.65	309.87	141,848.00	142,944.00	-1,096.00	88.00	128.58	168.71	104.47
nov-12	142.10	205.61	126,586.00	126,589.00	-3.00	87.68	1.23	155.91	97.67
dic-12	143.80	60.77	133,891.00	134,444.00	-553.00	89.04	96.62	148.81	96.59

Fecha	ICE NYKC (¢USD/lb)					LIFFE LRC (¢USD/lb)		ICO Precios Internacionales	
	Precio de Cotización	Volumen de operación	Total Posiciones Largas	Total Posiciones Cortas	Posiciones Netas	Precio de Cotización	Volumen de operación	Spot Arábica (¢USD/lb)	Spot Robusta (¢USD/lb)
ene-13	146.95	363.21	145,877.00	146,568.00	-691.00	91.54	5.69	153.37	99.69
feb-13	142.65	251.00	152,039.00	152,719.00	-680.00	93.35	121.57	145.25	104.03
mar-13	137.15	108.25	166,366.00	166,663.00	-297.00	91.76	0.75	143.81	106.26
abr-13	134.95	308.06	157,285.00	157,036.00	249.00	89.13	149.99	143.37	101.68
may-13	127.05	151.01	165,801.00	166,254.00	-453.00	83.64	1.70	140.75	99.18
jun-13	120.00	261.48	144,669.00	144,707.00	-38.00	78.52	142.87	130.81	90.79
jul-13	118.60	123.09	147,779.00	149,372.00	-1,593.00	83.55	0.74	130.56	95.21
ago-13	112.10	262.44	136,286.00	139,050.00	-2,764.00	79.33	108.69	127.44	94.01
sep-13	113.70	85.19	143,978.00	146,425.00	-2,447.00	71.76	1.14	123.60	87.78
oct-13	105.40	258.92	157,160.00	160,187.00	-3,027.00	66.22	147.79	120.06	83.70
nov-13	110.25	267.69	142,066.00	144,152.00	-2,086.00	73.62	0.87	112.77	79.71
dic-13	110.70	55.18	133,807.00	136,304.00	-2,497.00	76.43	119.80	116.79	87.89
ene-14	125.20	343.63	140,850.00	144,902.00	-4,052.00	82.51	2.02	123.41	87.73
feb-14	179.80	367.29	151,311.00	154,790.00	-3,479.00	96.07	121.10	160.93	95.90
mar-14	177.90	127.02	164,889.00	169,367.00	-4,478.00	97.70	2.61	197.99	105.37
abr-14	203.05	247.84	151,130.00	154,939.00	-3,809.00	98.29	130.89	206.54	105.55
may-14	177.50	97.83	158,711.00	161,300.00	-2,589.00	88.36	1.02	197.63	102.99
jun-14	173.00	213.17	151,091.00	153,223.00	-2,132.00	90.63	126.63	181.13	98.91
jul-14	195.05	106.35	156,665.00	158,387.00	-1,722.00	92.85	5.57	180.43	101.79
ago-14	195.75	226.36	144,497.00	148,499.00	-4,002.00	92.22	121.62	197.90	100.25
sep-14	193.35	100.45	149,835.00	151,739.00	-1,904.00	89.27	1.69	195.67	100.52
oct-14	188.00	335.91	165,693.00	168,654.00	-2,961.00	92.90	117.08	210.68	104.70
nov-14	186.65	199.97	144,031.00	146,649.00	-2,618.00	95.07	2.77	194.87	103.06
dic-14	166.60	54.44	151,812.00	151,750.00	62.00	85.87	96.82	179.47	98.43
ene-15	161.90	349.52	161,821.00	162,939.00	-1,118.00	87.14	0.88	175.90	98.01
feb-15	136.75	249.56	166,829.00	166,966.00	-137.00	84.87	99.94	164.53	98.36
mar-15	132.90	105.86	197,794.00	198,727.00	-933.00	76.97	0.58	145.98	92.16
abr-15	136.55	238.00	178,770.00	179,987.00	-1,217.00	79.47	118.87	149.10	92.06
may-15	126.15	155.49	184,476.00	186,195.00	-1,719.00	71.85	0.85	142.94	87.56
jun-15	130.65	284.23	163,956.00	165,512.00	-1,556.00	85.50	142.39	143.74	90.25
jul-15	125.25	134.79	183,491.00	185,963.00	-2,472.00	80.47	4.28	137.26	87.12
ago-15	120.55	319.41	159,542.00	161,353.00	-1,811.00	71.71	164.93	140.29	85.78
sep-15	121.35	123.14	183,114.00	185,835.00	-2,721.00	70.40	0.56	130.08	81.50
oct-15	120.95	383.32	182,968.00	186,256.00	-3,288.00	73.30	163.84	138.53	82.78
nov-15	116.90	263.30	162,411.00	165,506.00	-3,095.00	67.18	0.50	133.78	81.74
dic-15	126.70	69.00	160,912.00	164,413.00	-3,501.00	67.63	112.59	134.62	79.28
ene-16	116.35	351.62	192,161.00	194,384.00	-2,223.00	62.05	0.63	131.35	74.71
feb-16	112.65	291.67	170,753.00	173,010.00	-2,257.00	62.37	136.15	133.07	74.04
mar-16	127.45	148.28	186,843.00	191,107.00	-4,264.00	66.72	0.37	141.73	75.60
abr-16	120.85	269.77	166,602.00	172,672.00	-6,070.00	72.89	61.80	139.26	80.18
may-16	121.55	151.09	182,109.00	189,091.00	-6,982.00	75.66	81.30	140.19	83.93
jun-16	144.10	368.60	160,397.00	165,334.00	-4,937.00	77.88	208.92	150.37	85.94
jul-16	146.20	128.80	172,459.00	178,150.00	-5,691.00	84.87	71.02	156.95	90.82
ago-16	145.90	274.70	154,848.00	159,413.00	-4,565.00	81.33	132.96	153.26	91.79
sep-16	151.55	154.62	173,835.00	179,384.00	-5,549.00	90.95	0.84	161.71	96.88
oct-16	164.15	401.87	193,418.00	197,942.00	-4,524.00	101.11	129.77	164.85	103.65
nov-16	147.50	340.42	174,842.00	180,466.00	-5,624.00	92.99	2.65	169.79	103.72
dic-16	137.05	94.79	178,998.00	182,231.00	-3,233.00	97.93	101.03	148.53	101.85