



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA**

# **COBERTURA ÓPTIMA EN EL MERCADO DE CAFÉ MEXICANO**

**MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ PONCE**

**T E S I S**  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

2019



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

### CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Hernández Ponce Marco Antonio**, Alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Miguel Ángel Martínez Damián**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **“Cobertura Óptima En El Mercado De Café Mexicano”** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. De México, a 17 de Junio de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Hernández Ponce Marco Antonio

  
\_\_\_\_\_  
Vo. Bo.  
Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

La presente tesis titulada: “**Cobertura Óptima En El Mercado De Café Mexicano**” realizada por el alumno: **Marco Antonio Hernández Ponce** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A)



Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

ASESOR (A)



M.Sc. Bartolomé Cruz Galindo

ASESOR (A)



Dr. Juan Hernández Ortiz

Montecillo, Texcoco, Estado de México, junio de 2019

## **Cobertura óptima en el mercado del café en México**

Marco Antonio Hernández Ponce, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2019

### **RESUMEN**

Se determinó la razón de cobertura óptima de la producción de café en México con respecto a los precios futuros que cotizan en la bolsa de Nueva York, se usó una serie de datos de precios spot y futuros del periodo 2007-2018, la información se analizó con la teoría de la cartera de Markowitz, las razones se calcularon con base en la pendiente de una recta de regresión lineal de MCO y se realizó un análisis de correlación entre el precio físico LAB Laredo y el precio medio rural. Con promedios mensuales las razones fluctúan entre 90 y 100%, mientras que con precios diarios entre 80 y 100%. En precios diarios, la cobertura que reduciría el riesgo al mínimo es de 30 días antes del vencimiento del contrato (97.08%). El tamaño de un contrato de futuros es de 17 t. De manera simultánea un individuo que realice coberturas frecuentemente en el mercado de futuros 97.08 % de las veces la variación de los precios futuros vs los precios físicos, no le será favorable para firmar un contrato de futuros. De esta manera, cuando se acerque la fecha de vencimiento la razón de cobertura óptima es mayor a la producción (1.0287), sin embargo, para la cobertura 30 días antes del vencimiento la razón es de (0.9708), es decir, que se debe cubrir el 97% de la producción, a los 60 días antes del vencimiento la razón es de (0.9051) y a los 90 días la razón es de (0.8341). Para el caso de la correlación, se obtuvo un resultado 0.69897, lo que significa que existe una relación moderada.

**Palabras clave:** Razón de cobertura, contrato de futuros, precios spot, precios futuros.

## **Optimum coverage in the coffee market in Mexico**

Marco Antonio Hernández Ponce, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2019

### **ABSTRACT**

The optimal coverage ratio of coffee production in Mexico was determined with respect to futures prices quoted on the New York Stock Exchange, a series of data on spot and futures prices for the period 2007-2018 was used, the information was analyzed with the theory of the Markowitz portfolio, the ratios were calculated based on the slope of an OLS linear regression line and a correlation analysis was made between LAB physical price Laredo and the rural average price. With monthly averages the ratios fluctuate between 90 and 100%, while with daily prices between 80 and 100%. In daily prices, the coverage that would reduce the risk to a minimum is 30 days before the expiration of the contract (97.08%). The size of a futures contract is 17 t. Simultaneously an individual who covers frequently in the futures market 97.08% of the time the variation of the future prices vs the physical prices, will not be favorable to sign a futures contract. Thus, when the expiration date approaches, the optimal coverage ratio is greater than the production (1.0287), however, for coverage 30 days before expiration the ratio is (0.9708), that is, it must be cover 97% of the production, at 60 days before the expiration the ratio is (0.9051) and at 90 days the ratio is (0.8341). In the case of correlation, a result of 0.69897 was obtained, which means that there is a moderate relationship.

**Keywords:** Hedge ratio, futures contract, spot prices, future prices.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Colegio de Postgraduados, en específico al Postgrado en Economía por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

Agradezco por mi formación a los profesores del programa de Economía del Colegio de Postgraduados y a mi consejo particular: Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, M.Sc. Bartolomé Cruz Galindo y Dr. Juan Hernández Ortiz.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido para realizar mis estudios de maestría.

A Dios por permitirme día con día despertar y aprender cosas nuevas, así como superar los retos de la vida.

A mi pequeña Sofía Victoria por ser el motor y la más grande motivación para seguir preparándome profesionalmente y como ser humano.

A mi familia por estar al pendiente de mí aún de la distancia, por las fortalezas que me han brindado.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE CUADROS .....	x
LISTA DE ANEXOS .....	xi
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2 OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 3 HIPÓTESIS</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 4 REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
CONTRATOS DE FUTURO.....	5
TEORÍAS DE COBERTURA.....	11
MODELOS DE COBERTURA.....	15
COBERTURA DE PRECIOS EN “COMMODITIES” .....	21
PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL DE CAFÉ .....	23
<b>CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA</b> .....	<b>32</b>
Datos analizados .....	32
Modelo propuesto .....	37
<b>CAPÍTULO 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>39</b>

<b>CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 8 LITERATURA CITADA .....</b>	<b>46</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>50</b>
<b>APÉNDICES Y ANEXOS .....</b>	<b>51</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Teoría de Markowitz .....	17
Figura 2. Producción mundial de café arábigo lavado en Mill. de sacos de 60 kg. ....	24
Figura 3. Volumen de la producción nacional de café cereza 2012-2017 .....	26
Figura 4. Evolución del comercio exterior del café verde en México .....	28
Figura 5. Estacionalidad de importaciones de café en México .....	28
Figura 6. Estacionalidad en exportaciones de café para México. ....	29
Figura 7. Comportamiento de los precios futuros .....	33
Figura 8. Comportamiento de los precios físicos .....	34
Figura 9. Comportamiento de la base .....	35

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Volumen de producción de los principales estados productores de café .....	25
Cuadro 2. Precios del café pagados a los productores en México.....	30
Cuadro 3. Coeficientes de varianza y covarianza .....	39
Cuadro 4. Razones de cobertura .....	40

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Serie de datos Promedios mensuales (Futuros, Físicos).....	51
--	----

## CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

México es un país productor de café debido a las condiciones de clima, suelo, altura y topografía, se cultivan variedades de excelente calidad, la principal variedad que se produce es la arábica (*Coffea arabica*). Pero también son de importancia económica las variedades Coatepec, Pluma Hidalgo, Jaltenango, Marago y Natural de Atoyac (Centro de Estudio de las Finanzas Públicas, 2001).

A nivel mundial el principal país productor de café es Brasil, le sigue Colombia, Indonesia, Vietnam y México ocupa el onceavo lugar. El café se produce sobre una superficie de 722 mil hectáreas en los estados de Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. Para el año 2017 la producción ascendió a 835000 toneladas.

La producción de café involucra a más de 282 mil productores en su mayoría son minifundistas e indígenas agrupados en 16 organizaciones de carácter local y regional.

La productividad del café está condicionada a diferentes factores agroclimáticos, la variación en su producción influye en la distribución, volumen total, en la demanda y oferta del mercado, ocasionando variaciones importantes en los precios. La superficie plantada de café se encuentra en función del número de hectáreas que posee el productor y del paquete tecnológico con el que cuente, los ingresos a este sector se ven afectados por las variaciones en la productividad de las plantaciones y en los precios de venta.

Por lo tanto, el productor de café se expone al riesgo de producción relacionado con factores agroclimáticos y el riesgo de comercialización relacionado con la volatilidad de los precios en el mercado. Un cafeticultor podría adoptar medidas para lograr mitigar la exposición al riesgo dentro de una estrategia que contemple los diversos riesgos de la producción de café.

Para evitar o disminuir el riesgo de producción se pueden emplear paquetes tecnológicos adecuados que influyan en aspectos como ataque de plagas y calidad de suelo, también existen los seguros agrícolas para los factores ambientales y para el ataque de plagas y enfermedades. Para el caso del riesgo comercial, existen los contratos de futuros que permiten reducir la exposición a las fluctuaciones en los precios de venta, así como el riesgo de incumplimiento.

Un contrato de futuro es un acuerdo legal que permite a dos instancias establecer una transacción sobre un activo en el futuro a un determinado precio pactado en el presente (González, 1999). En un contrato de futuros existen dos posiciones, la posición corta que acepta entregar o vender el producto y la posición larga que recibe o compra el producto. Generalmente se liquidan en efectivo antes de la expiración del contrato, ambas partes acuerdan simplemente pagar la ganancia o pérdida del contrato sin que se produzca una entrega física. La cobertura de precios actúa sobre la variabilidad del precio, ya que el objetivo final del productor es reducir el riesgo que genera la variabilidad de los precios sobre los ingresos.

De esta manera, tanto para el productor como para el vendedor, la cobertura de un determinado mercado de futuros, es un medio para reducir al mínimo el riesgo del precio, estabilizar los costos y los márgenes de ganancia (Rojas y Abreu, 2008).

Los contratos de futuros se celebran en un mercado centralizado para compradores y vendedores de todo el mundo. Debido a su naturaleza altamente competitiva, el mercado de futuros se ha convertido en una herramienta económica importante para determinar los precios según la oferta y la demanda estimadas del presente y del futuro

Los precios del mercado de futuros dependen del flujo continuo de información del mundo. Factores como el clima, la inestabilidad política, la deuda, el desplazamiento de refugiados, la recuperación de tierras y la deforestación pueden tener un efecto importante en la oferta y la demanda y, como resultado, el precio actual y futuro de un producto.

En México el establecimiento de un mercado de futuros agrícola estandarizado permitiría evitar la incertidumbre en los precios de las producciones posteriores y de esta manera entregar un producto de acuerdo a la cantidad, calidad, fecha y precio acordado en el contrato (Ramírez, 2001).

El país cuenta con un mercado organizado y reconocido por las autoridades fiscales y financieras, donde se cotizan futuros financieros estandarizados. El siguiente paso sería la ejecución de mercado de futuros en los bienes agrícolas, por la enorme exposición al riesgo en este mercado y la imposibilidad de administrarlo debido a la ausencia de un mercado de cobertura contra contingencias (Díaz y Venegas, 2001).

Por lo tanto, en este estudio se hace un análisis para determinar la razón de cobertura óptimo de la producción de café en México con respecto a los precios futuros que cotizan en la bolsa de Nueva York, ya que, si el productor de café participara en el mercado de futuros, no siempre es conveniente cubrir el 100%, de modo que se requiere conocer el porcentaje óptimo que minimice el riesgo.

## **CAPÍTULO 2 OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

- Identificar el tamaño de cobertura óptimo en el mercado de futuros que minimice el riesgo del mercado de café en México utilizando un modelo de mínima varianza.

### **2. Objetivos específicos.**

- Al hacer la cobertura identificar las herramientas y estrategias utilizadas por los productores de café en México.
- Usando los distintos modelos econométricos Identificar la existencia de un rango de cobertura óptimo.

## **CAPÍTULO 3 HIPÓTESIS**

De acuerdo al modelo econométrico aplicado, el rango de cobertura óptimo para la producción de café es del 100%.

El uso de contratos de futuros es una buena opción para administrar el riesgo.

## **CAPÍTULO 4 REVISIÓN DE LITERATURA**

### **CONTRATOS DE FUTURO**

Los futuros son contratos que se acuerdan entre dos partes, para comprar o vender un determinado bien a un precio acordado en una fecha futura. Se contratan en mercados organizados.

#### **Relación entre precios de futuro y de contado**

Los precios de los bienes del mercado de futuros están ligados con el precio actual de los bienes que se intercambiarán a vencimiento, es decir, el precio spot o de contado. La diferencia entre ambos precios se conoce como base, la cual varía a lo largo de la vida del bien hasta desaparecer al momento del vencimiento. Al determinar los precios de los activos es importante conocer que en el mercado de futuros existen dos tipos de bienes o activos, los activos de consumo y los de inversión. Los primeros como su nombre lo indica, los inversores lo obtienen para su consumo, en este rubro se considera, al café y a otros productos como por ejemplo el petróleo. Por otra parte, el segundo rubro de activos se utiliza netamente para inversión, en este grupo se encuentran por ejemplo las acciones y el oro (Lucas y lumbreras, 2012).

#### **Agentes que participan en el mercado de futuros**

En el mercado de futuros intervienen productores, exportadores, industriales, almacenadores y comerciantes del mercado de físicos y simultáneamente en el mercado de futuros. Interesados en reducir el riesgo debido a la volatilidad o fluctuaciones de los



precios de “commodities”. De esta manera se emplea el mecanismo de cobertura, es decir, se toma una posición ya sea de compra o venta, puede ser contraria o igual a la que se toma en el mercado de físicos (Ramírez, 1989).

De acuerdo a (Lucas y lumbreras, 2012), la posición larga ocurre cuando en el contrato de futuros una de las partes toma una posición larga, donde se compromete a comprar el activo en una fecha futura específica a un precio determinado y la posición corta cumple la función de vender el activo en la misma fecha y al mismo precio.

Ramírez (1989), señalan que la cobertura en la práctica no brinda protección completa frente al movimiento de los precios. Debido a que no siempre existe paralelismo entre la fluctuación de los precios físicos y de futuros. Sin embargo, generalmente el uso de coberturas es suficientemente eficiente para minimizar los riesgos por las fluctuaciones de precios. Por otra parte, el tamaño del contrato de futuros es fijo y no asegura contra riesgos originados por cambios climáticos, normas, cambios en el rendimiento, entre otros.

Finalmente, en el mercado de futuros también participan los especuladores, los cuales son inversionistas que toman altos riesgos, no necesariamente se encuentran relacionados con el mercado de físicos, el papel de los especuladores es de gran importancia en los mercados de futuros eficientes, por ejemplo, compran los contratos con la intención de que el precio suba o venden un contrato con esperando la disminución del precio, de esta manera las utilidades están en función del cumplimiento de sus expectativas (Ramírez, 1989 ).

## **Volatilidad de precios de los productos agrícolas**

El precio de los productos agrícolas es un indicador de los cambios en la oferta y la demanda. El seguimiento de los precios permite el funcionamiento eficiente de los mercados internacionales y nacionales para la toma de decisiones basadas en evidencia y estrategias de seguridad alimentaria (FAO, 2019).

La volatilidad de los precios de los productos agrícolas en parte se debe a la toma de decisiones para la época de siembra y cosecha, así, como a la variabilidad en los volúmenes de cosecha producto de diferentes factores como los cambios climáticos y el ataque de plagas y enfermedades (Sumpsi, 2011, Gilbert y Morgan, 2010, citado por Mora, Zamudio y Fuentes, 2014).

En los últimos años la volatilidad de los productos primarios ha experimentado incrementos considerables para los periodos de Nov 2007- Jun 2008 y Ag 2010-Jun 2011 y disminuciones en julio de 2010, ocasionado principalmente por la crisis mundial de 2007-2008 derivada del colapso de la burbuja inmobiliaria de Estados Unidos (Mora, Zamudio y Fuentes, 2014).

Por lo tanto, si la volatilidad de los precios se prolonga por periodos largos es posible generar efectos negativos en la correcta asignación de los precios en los mercados internacionales, es decir, dependerá de la rapidez de obtención de información sobre oferta y demanda que en conjunto fijan el punto de equilibrio del mercado, causando una asignación ineficiente de los “commodities” y favoreciendo el surgimiento de actividades especulativas en los mercados de futuros (FAO, 2007)

De esta manera los mercados de futuros cumplen la función de cubrir la volatilidad de los productos agrícolas en los mercados internacionales, como maíz, trigo, sorgo, café, soya, azúcar y algodón, así como para otros insumos como gas natural, petróleo, oro, plata y cobre.

La implementación de un mercado de futuros estandarizado para productos agrícolas en México consentiría la eliminación del control de precios, determinada en ocasiones por los monopolios, para que sea el mercado quien determine los precios y cantidades, actualmente en México se cotizan futuros financieros estandarizados, sin embargo, aún es necesario implementar el mercado de futuros hacia una cartera más amplia de productos agrícolas, ya que los productos elegibles en México son el maíz, trigo, soya, sorgo, algodón y café, debido a la enorme exposición al riesgo que tienen tales productos en el mercado (Díaz y Venegas, 2001, citado por Fisanotti, 2014).

### **El mercado de futuros en México y el mundo.**

La importancia de los mercados de futuros comienza a finales de la década de los 70's, con el desarrollo de los derivados sobre productos financieros. La negociación de futuros en Chicago dio pauta a su surgimiento del mercado de futuros a partir de 1830 con la construcción del canal que unió al río Chicago con el río Illinois, convirtiéndose en el eje principal de la producción norteamericana, principalmente con el comercio de maíz y trigo. En 1848 se establece el Chicago Board of Trade (CBOT) para la celebración de negocios. Para 1851 se inició el uso de contratos forward de entrega a plazo con precio fijo. En 1852 se celebran "time contracts" sobre trigo, estos contratos fueron cobrando importancia económica y se inició su operación por agentes económicos que no estaban

involucrados en la producción y consumo de los “commodities”, donde el objetivo era poder reinvertir los contratos posteriormente. Para 1865 se formaliza la negociación de contratos, estandarizando y estableciendo reglas que garantizaran la correcta negociación. En 1872 surge el Butter and Cheese Exchange que más adelante se denomina como New York Mercantile Exchange (NYMEX). En 1919 se crea el Chicago Mercantile Exchange (CME). Para mediados del siglo XX surge el Commercial Exchange (COMEX) de Nueva York. Sin embargo, la importancia de los mercados de futuros comienza a finales de la década de los 70’s, con el desarrollo de los derivados sobre productos financieros, se incluyen bonos del tesoro, monedas e índices accionarios (Doporto y Michelena, 2011).

Para 1994 se fusionan COMEX y NYMEX, Por otra parte CME y CBOT unen sus operaciones en un extenso proceso de fusión que culmina en 2007 y en 2008 adquieren a NYMEX y se conforma el mercado de derivados más grande del mundo, llamado CME Group, el cual administra el riesgo de los activos como tasas de interés, índices de títulos de la renta variable, divisas, energía, materias primas agrícolas, metales y productos de inversión alternativos., que opera a través de una plataforma electrónica llamada CME Globex y en operaciones en Chicago y Nueva York (CME Group, 2018 ).

En México la cobertura de riesgos para productos agrícolas surgió en 1996, implementada por la SAGAR, hoy SADER y por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), para proteger el ingreso esperado de los productores, el costo de compra de los productos agropecuarios y para fomentar la cultura financiera de administración de riesgos de precios. Es aplicable a productos que cotizan en bolsas de

futuros reconocidas por autoridades competentes mediante la compra y venta de contratos de futuros.

Los productos elegibles son el maíz, trigo, soya, sorgo, algodón y café. Para casos de la protección de productos que no coticen en la bolsa de futuros reconocidas por autoridades competentes, se toma lo que se conoce como cobertura cruzada es decir la cobertura con otro producto que cotice en bolsas de futuros y sea representativa del movimiento de precios (ASERCA, 2018).

El mercado de futuros se basa en los movimientos de la bolsa de Chicago y Nueva York, donde se comercializa bajo ciertas reglas definidas, con la compra-venta de contratos de futuros de productos agrícolas, sin la presencia de existencias físicas.

Las modalidades de cobertura de precios que maneja ASERCA son las siguientes (ASERCA, 2018):

- I. Incorporadas a la Agricultura por Contrato (AXC). Comprende las modalidades de cobertura para las operaciones comerciales, en las cuales es obligatoria la firma y registro de un contrato de compra venta. Apoya hasta el 75% del costo de la cobertura.
- II. No incorporadas a la AXC. Comprende las modalidades de Cobertura para los casos en que no es obligatoria la firma de un Contrato de compraventa en el esquema de AXC.
- III. Cobertura Anticipada. El productor adquiere una cobertura de precios, preferentemente operado en Moneda Nacional, a través de ASERCA o Instancias

Ejecutoras autorizadas, para lograr condiciones de mercados adecuadas al participante.

El participante cubre el 100% del costo de la misma. Esta cobertura puede migrar a cualquier otra modalidad de las establecidas en el presente instrumento de acuerdo al esquema de comercialización que corresponda y ser susceptible de apoyos de conformidad con el Aviso y las condiciones de recuperación que en el mismo se establezcan.

Por lo tanto, esta acción en los productos agrícolas ha permitido a los productores garantizar los niveles de precios de sus cosechas de manera oportuna y el riesgo que asumen se limita al pago único que efectúan al contratar la modalidad de cobertura.

Los contratos de futuros son una herramienta que permiten gestionar el riesgo de mercado a través de la cobertura, permite conseguir la posición de riesgo más adecuada en función del capital del inversor, manteniendo un equilibrio entre activos arriesgados y sin riesgo (**Aragó, 2009**). Sin embargo, los contratos de futuros, pueden no ser rentables, ya que presentan una fecha de vencimiento establecida y al ser un mercado estable la rentabilidad obtenida no es tan alta en comparación con otros activos. También el especulador corre el riesgo de perder su inversión cuando no acierta en las predicciones.

## **TEORÍAS DE COBERTURA**

Teoría tradicional de cobertura o hedging se ha definido principalmente analizando los mercados de futuros desde una perspectiva de prevención al riesgo, y la razón de

cobertura debe cubrir el 100%, entendiéndose por la razón de cobertura a la proporción de la producción que el hedger cubre con contratos de futuros (Aragó, 2009). De esta manera se considera a la cobertura como una forma de seguro contra fluctuaciones en el precio de los “commodities”. Keynes aborda la cobertura en términos de evitar el riesgo y asegurarse, considerando la segunda acepción de hedging. También Hicks (1939), señala que un contrato de futuros se establece cuando la operación a futuro disminuye el riesgo de la posición actual (Palma, 2001 y Flórez, 2008).

Referente a la actividad especulativa en el mercado de futuros, Keynes (1923, 1930) y Hicks (1939) en el desarrollo de sus teorías del dinero argumentaron que el precio de un contrato de futuros para la entrega de un bien, estaría generalmente por debajo del precio spot esperado de aquel bien. De esta manera, Kaldor (1939), analizó si la especulación influía en la estabilización de precios y amplió la teoría de preferencia de liquidez de Keynes (Flórez, 2008).

La aportación de Kaldor al modelo de Keynes son las consecuencias de las diferencias en las expectativas de los participantes en un mercado, planteando una corrección en las relaciones establecidas entre el precio al contado, a plazo y precio al contado esperado en el futuro (Palma, 2001).

Hoffman (1932), señala que, para el establecimiento de coberturas, se debe hacer en el mercado de futuros de igual cantidad y opuesta a la que el hedger posee en el mercado de contado, donde preceda a una operación de cobertura en el que exista un riesgo en el mercado. Riesgo que se origina en el mercado al contado y que se puede cubrir en el mercado de futuros (Palma, 2001).

Kahl señala que la cobertura es una reducción del riesgo, haciendo una crítica a las diferentes teorías. Por un lado, está la teoría del portafolio o teoría de selección de cartera, desarrollada por Markowitz y utilizada por Johnson y Stein para explicar el comportamiento de la cobertura, donde se asume que los individuos actúan en el mercado para maximizar su utilidad esperada, en el cual la utilidad está directamente relacionada con los ingresos esperados e inversamente relacionada con el riesgo, debido a que a mayor riesgo la probabilidad de pérdidas aumenta. Markowitz establece que el objetivo de todo inversor es que el retorno sea elevado y confiable, sin estar sujeto a incertidumbre. Por lo tanto, de acuerdo a la teoría del portafolio los hedgers consideran la compensación entre el riesgo y el retorno esperado al tomar sus decisiones de mercado. De esta manera Kahl señala que Brown tergiversa la teoría de la cartera y la investigación de Johnson y Stein. Afirma que el enfoque que utiliza la teoría de la cartera tiende a respaldar la teoría tradicional de cobertura que indica que la principal motivación para la cobertura era la reducción del riesgo, mientras que en la teoría de Working, el deseo de obtener ganancias y / o precios de productos básicos en efectivo es la principal motivación para la cobertura (Kahl, 1986).

#### Hipótesis de Working

Holbrook Working plantea en su teoría que el objetivo de la cobertura es la disminución del riesgo y la mejora del beneficio al realizar coberturas de carácter selectivo donde la evolución de los precios de contado y futuros sean benéficas para los inversionistas, es decir maximiza la ganancia esperada (Working, 1953).



Working plantea tres tipos de cobertura, la cobertura de arbitraje, operacional y anticipatoria. La cobertura de arbitraje ocurre cuando los futuros y el precio en efectivo convergen en el mes de entrega, una empresa comercial puede arbitrar los dos mercados y obtener un retorno sin riesgo del cambio predecible en la base (diferencia aritmética entre los futuros y el precio en efectivo). La cobertura operativa facilita el negocio comercial al permitir que las empresas compren y vendan en los mercados de futuros como sustitutos temporales de las transacciones posteriores del mercado de efectivo. Este uso de los mercados de futuros proporciona a las empresas una vía para ser flexibles en las operaciones diarias y reducir el riesgo de los precios. El beneficio de un cambio en la base no figura tan prominentemente como un objetivo con este tipo de cobertura. Finalmente, las coberturas anticipadas implican la compra o venta de contratos de futuros por parte de firmas comerciales en anticipación de las próximas transacciones en el mercado de efectivo. Las expectativas de precios juegan un papel importante en este tipo de cobertura (Carter, 1999).

### Teoría del Portafolio

Esta teoría fue planteada por Markowitz en 1952, se basa en la diversificación (ampliar el número de activos en los que se invierte, para reducir el riesgo), al combinar activos con las óptimas relaciones de riesgo-rendimiento. Lo cual se estima con el cálculo de la varianza de los rendimientos esperados; sin embargo, siempre existirá la exposición al riesgo, debido a los diferentes factores macroeconómicos. Pero será difícil gestionar un número elevado de activos en una cartera, por lo tanto, es recomendable manejar una cantidad de activos prudente, dicha cantidad es aquella en la que, al incluir un activo

adicional, la reducción en el nivel de riesgo ya no es significativa, recomendándose también la diversificación. Por lo tanto, la teoría de Markowitz permite determinar la frontera eficiente, que es el conjunto de portafolios conformados por todas las combinaciones de riesgo (Betancourt, García y Lozano, 2013).

## **MODELOS DE COBERTURA**

En los mercados nacionales e internacionales los precios de los activos se ven afectados por diferentes factores macroeconómicos, generando volatilidad y fluctuaciones imprevistas que llegan a afectar los precios de los activos si no se toman las medidas apropiadas. Estas situaciones han impulsado la generación de medidas para gestionar el riesgo, como la cobertura de precios que permite cubrir el riesgo de una inversión y evitar movimientos adversos en el precio del activo. Para la ejecución de la estrategia de cobertura se han desarrollado diferentes teorías, principalmente destacan la teoría de Markowitz y la teoría de Backwardation normal.

### **Teoría de Markowitz**

Esta teoría fue desarrollada por Harry Markowitz en 1952, para la selección de un portafolio óptimo, con la máxima rentabilidad y con el mínimo riesgo. Debido a que en el mercado a mayor riesgo se paga al inversionista mayor rentabilidad y a menor riesgo la retribución es menor. Markowitz propuso la regla del valor esperado-varianza, llevando al máximo la utilidad esperada del capital invertido al seleccionar la combinación óptima entre valor esperado y la desviación estándar de las carteras (Dubova, 2005).

Por lo tanto, el conjunto de carteras eficientes de Markowitz se puede calcular a través del siguiente modelo, donde se minimiza la varianza del portfollio:

$$\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i * x_j \sigma_{ij}$$

Sujeto a:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i * E(R_i) = V^*$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Donde:

$x_i$  = Proporción del presupuesto del inversor destinado al activo financiero  $i$  e incógnita del programa.

$\sigma^2(R_p)$  = Varianza de la cartera  $p$ .

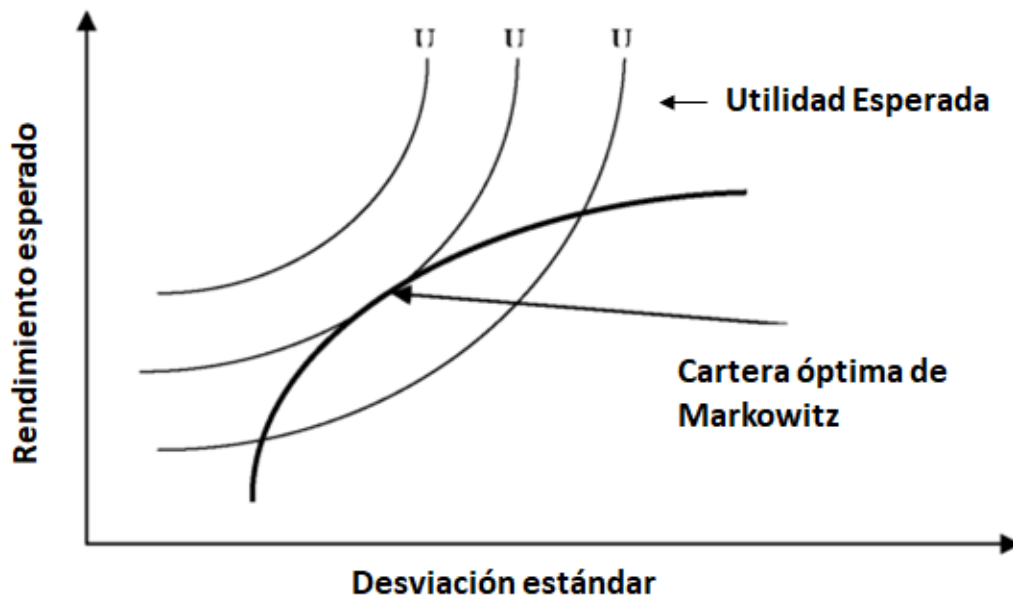
$\sigma_{ij}$  = Covarianza entre los rendimientos de los valores  $i$  y  $j$ .

$E(R_p)$  = Rentabilidad o valor esperado de la cartera  $p$

$V^*$  = Parámetro.

De esta manera al variar el parámetro  $V^*$  se obtendrá el conjunto de proporciones  $x_i$  que minimiza el riesgo de la cartera. El conjunto  $[E(R_p), \sigma^2(R_p)]$ , o combinaciones rentabilidad- riesgo de todas las carteras eficientes se llama frontera eficiente, las cuales son la base para elegir la cartera óptima (Mendizabal A, Miera L. M. y Zubia M, 2002).

De manera gráfica la cartera óptima de Markowitz dependerá de la curva de indiferencia determinada por la preferencia al riesgo del inversionista (**Figura 1**). Esta curva establece la relación entre el riesgo y la utilidad esperada, la cual es positiva y convexa al origen, ya que se exige un mayor rendimiento por aumento mínimo en el riesgo (Dubova, 2005).



**Figura 1. Teoría de Markowitz (Fuente: Dubova, 2005)**

## **Teoría del backwardation normal**

Esta teoría fue formulada por Keynes en 1930, maneja dos teorías que señalan que el mercado se encuentra en equilibrio, sin que sean modificadas las condiciones de oferta y demanda, considerando que el precio al contado y el esperado coincidan en el futuro, por lo tanto, no se considera la presencia de inflación y el productor de los bienes pretende reducir el riesgo del precio al contado en el futuro (Fernández, 1996, p. 58 y 59).

En esta teoría se maneja que en caso de existir una escasez en la oferta del bien, se remediará con una nueva producción, se considera que el precio de contado tendrá la posibilidad de subir por arriba del precio futuro, teniendo como límite la disposición a pagar del comprador en lugar de posponer la compra (Goss, p. 59 1972, citado por Fernández, 1996).

De acuerdo a esta teoría cuando se compra un activo a futuro descuentan del precio una prima de riesgo por adquisición temprana, por lo tanto, para periodos largos se especula con una subida de precios a futuro, en tanto que para periodos cortos se busca cubrirse del riesgo de una caída en los precios. A este fenómeno se le denominó backwardation. La situación contraria es conocida como contango, y ocurre cuando el precio spot del activo es inferior a su precio futuro.

## Modelos de mínimo riesgo

Los modelos presentados a continuación son denominados de mínimo riesgo y tienen como base la teoría de Markowitz.

### Modelo de Ederington

Este modelo se propuso en 1979, se basa en la aplicación de la aproximación Media-Varianza, lo que implica que el rendimiento de los precios es normal o que la función de utilidad de los inversores es cuadrática, plantea la reducción del riesgo en el mercado spot, es decir minimizar la varianza del cambio en el valor de la cartera cubierta durante un periodo determinado.

El modelo de Ederington se representa de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Min Var}(R_{p,t}) &= \text{Var}(R_{s,t} + NR_{f,t}) \\ &= \text{Var}(R_{s,t}) + N^2\text{Var}(R_{f,t}) + 2NCov(R_{s,t}, R_{f,t}) \end{aligned}$$

#### **Donde:**

Var= Varianza del cambio en el valor de la cartera cubierta.

$(R_{p,t})$  = Cartera cubierta durante el periodo t.

$R_{s,t}$  y  $R_{f,t}$  = Cambio en el logaritmo de los precios al contado durante el periodo t.

N= Razón de cobertura.

El valor de la razón de cobertura de mínima varianza se obtiene al igualar a cero la derivada de la varianza de la posición cubierta respecto a N, por lo tanto, el valor de la razón de cobertura mínima es igual a la pendiente ( $\beta$ ) de la recta de regresión por MCO de los cambios de los precios al contado respecto a los cambios en los precios futuros (Aragó, 2009).

$$\frac{\partial \text{Var}(R_{p,t})}{\partial N} = 2N\text{Var}(R_{f,t}) + 2\text{Cov}(R_{s,t}, R_{f,t}) = 0$$

$$N^* = -\frac{\text{Cov}(R_{s,t}, R_{f,t})}{\text{Var}(R_{f,t})}$$

$$R_{s,t} = \alpha + \beta R_{f,t} + \varepsilon_t$$

De esta manera la efectividad de la cobertura se mide por el nivel de reducción del riesgo de la posición cubierta respecto a la posición de contado, en la ecuación dicha efectividad es el cuadrado del coeficiente entre los cambios de precios de contado y futuro, por lo tanto, a mayor correlación la cobertura será mejor (Aragó V. y Fernández M.A., 1999).

$$HE = \frac{\text{Var}(R_{s,t}) - \text{Var}(R_{p,t})}{\text{Var}(R_{s,t})} = 1 - \frac{\text{Var}(R_{p,t})}{\text{Var}(R_{s,t})} = \rho_{s,f}^2$$

Donde:

HE= Grado de efectividad de la cobertura.

## **COBERTURA DE PRECIOS EN “COMMODITIES”**

Para el caso de los productos agrícolas se han realizado diferentes estudios sobre cobertura de precios, Aragón y Fernández (1999), usaron el coeficiente de Gini Extendido como una medida alternativa de dispersión para estimar la razón de cobertura con contratos de futuro sobre el índice bursátil IBEX-35. Las estimaciones se efectuaron usando MCO, ARIMA y MGE (Media Gini Extendido). Donde la mayor efectividad se obtuvo donde se incluyó un mecanismo de corrección del error. Respecto a la aproximación con el coeficiente de Gini Extendido, para valores del coeficiente de aversión al riesgo bajo, la razón de cobertura coincide con el obtenido con MCO, por otra parte, para valores elevados la razón incrementa y coincide con el obtenido en MCE. Y para valores de aversión al riesgo bajo la razón de cobertura disminuye respecto a valores más bajos.

Ramírez (1989), describe un estudio realizado por Rosemberg y Jaramillo, (1987), en Colombia, donde plantean que el mercado de futuros es un instrumento para buscar la estabilización de los ingresos de los exportadores de café colombiano, sin embargo, el mercado de futuros puede llegar a ser más inestable que el de físicos, debido a que refleja más rápido los cambios en las expectativas y capta eficientemente la nueva información disponible. En los resultados obtenidos de su estudio, las cotizaciones de ambos mercados se comportan de forma paralela, por lo tanto, señalan que para el caso del café al ser un bien almacenable los precios futuros y físicos se mueven de forma paralela con un grado de variabilidad similar. Debido a que al ser el café un bien almacenable presenta mayor información en el nivel de inventarios respecto a los



productos perecederos, ya que el precio futuro anterior a la cosecha de los productos perecederos es un predictor poco confiable del precio post cosecha sobre la oferta futura.

Milanesi, Miliozzi y Esandi (2012), realizaron un estudio sobre la razón de cobertura en futuros de trigo. Para estimar la razón de cobertura, se usaron series observadas de precios promedio contado y futuro. Como la razón de cobertura es función creciente del coeficiente de correlación de variables aleatorias, a mayor correlación la cobertura es más efectiva. Para el caso del trigo en el supuesto de independencia de las variables, la cobertura es nula y el riesgo del precio de contado se mantiene. Con correlación positiva perfecta, la volatilidad precio se reduce a cero. Por lo tanto, las series de datos estudiadas, señalan convergencia de precios contados-futuros y volatilidad generada por los rendimientos de posesión y costos de almacenamiento.

En México Godínez y Fuentes (2008), analizaron la integración entre el precio futuro del maíz amarillo de la bolsa de futuros de Chicago y los precios físicos de México. Señalan que para que el precio futuro pronostique insesgada y eficiente el precio físico, la constante de regresión debe ser igual a cero y el coeficiente igual a uno, y en este estudio de modelos de cointegración multivariada, todas las constantes son diferentes de cero, a un nivel de significancia del 5%, por lo que la base entre el precio futuro y los precios físicos al mayoreo es sesgada, lo que implica que es riesgosa e inestable. Donde hallaron que no es óptimo utilizar los instrumentos del precio futuro del maíz amarillo de la Bolsa de Chicago para cubrir el riesgo de los precios físicos en México. Debido a que el precio futuro del maíz amarillo de la Bolsa de Chicago no predice en forma eficiente e insesgada los precios físicos (al mayoreo y al productor) de maíz blanco de México.

Arias (2000), en Argentina determinó la factibilidad del uso de cobertura de riesgos en mercado de futuros para maíz y trigo de Buenos Aires y que son productos comerciables con Chile. Los precios de Buenos Aires se transmiten al mercado mayorista de Chile. Los índices de cobertura óptima fueron mayores a cero, demostrando la factibilidad de aplicar coberturas en Buenos Aires para reducir el riesgo en el mercado. Sin embargo, los autores señalan que la cobertura de precios no depende únicamente del grado de variación de los precios futuros y de los inventarios disponibles, también depende de factores como costos de transacciones en futuros, riesgos de producción, riesgos de base y riesgos financieros relacionados con la producción y comercialización de los productos agrícolas.

## **PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL DE CAFÉ**

El café es un arbusto que mide entre 4 y 6 metros de altura, pertenece a la familia de las rubiáceas, existen más de 30 especies, destacando arábica, canephora y liberica. Se desarrolla en un clima cálido-húmedo, a una altitud entre 1000-1300 msnm y temperatura entre los 13-26 °C (SIAP, 2016).

### **Producción del café**

A nivel mundial los principales productores son Brasil, Colombia y Vietman, México se encuentra en el lugar número 11. Para el caso de la producción de café orgánico México es uno de los principales países productores, destina 3.24% de la superficie cultivada y exporta 28000 toneladas, principalmente a la Unión Europea.

El promedio de producción mundial de café arábigo lavado desde finales de los años 80's al ciclo previo a las mayores afectaciones por la roya es de aproximadamente 40 millones de sacos. En cuatro ciclos de mayor afectación por la roya del cafeto en Colombia (2008-2009 al 2011-2012) el promedio fue de 38 millones de sacos (Celis, 2018). La producción del ciclo 2016-2017 fue de 46.1 millones de sacos; 15.8 de suaves colombianos y 30.3 de otros suaves (**Figura 2**).

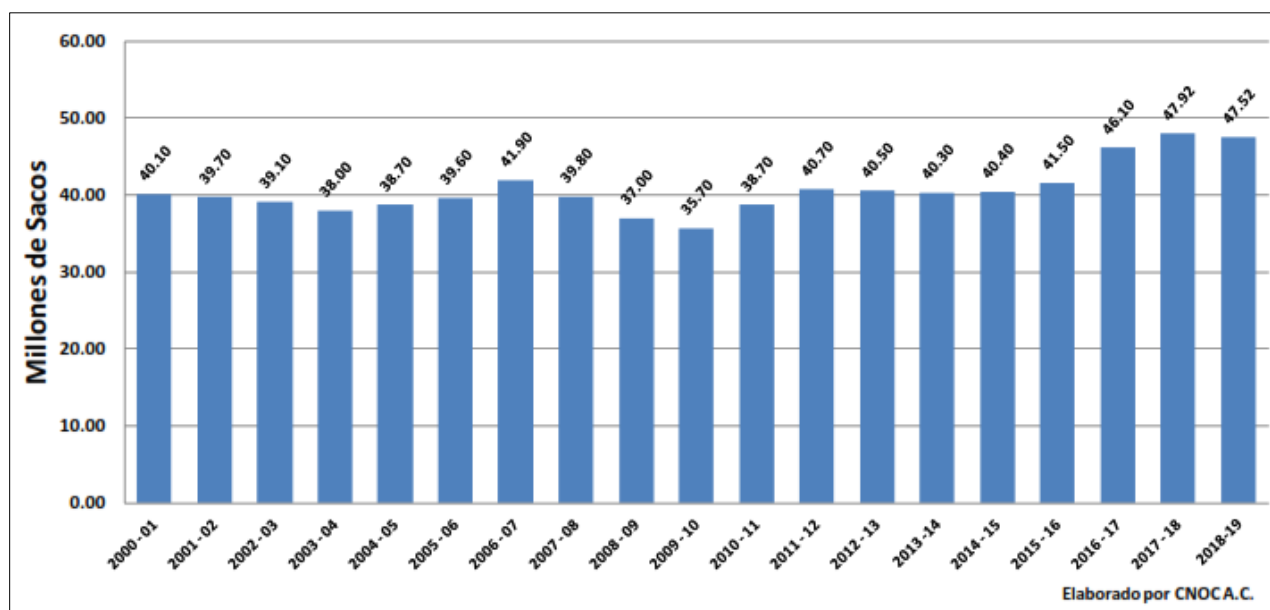


Figura 2. Producción mundial de café arábigo lavado en Mill. De sacos de 60 kg. (Fuente, Celis, 2018).

El café se produce en 15 estados de México, Chiapas aporta el 41% del volumen nacional, Veracruz el 24% y Puebla con el 15.3% (**Cuadro 1**). El ciclo de producción del café es anual, el periodo de cosecha inicia en el mes de octubre y se extiende hasta el mes de mayo, los meses donde el volumen de cosecha es mayor es a partir de diciembre hasta el mes de marzo (SIAP, 2018).

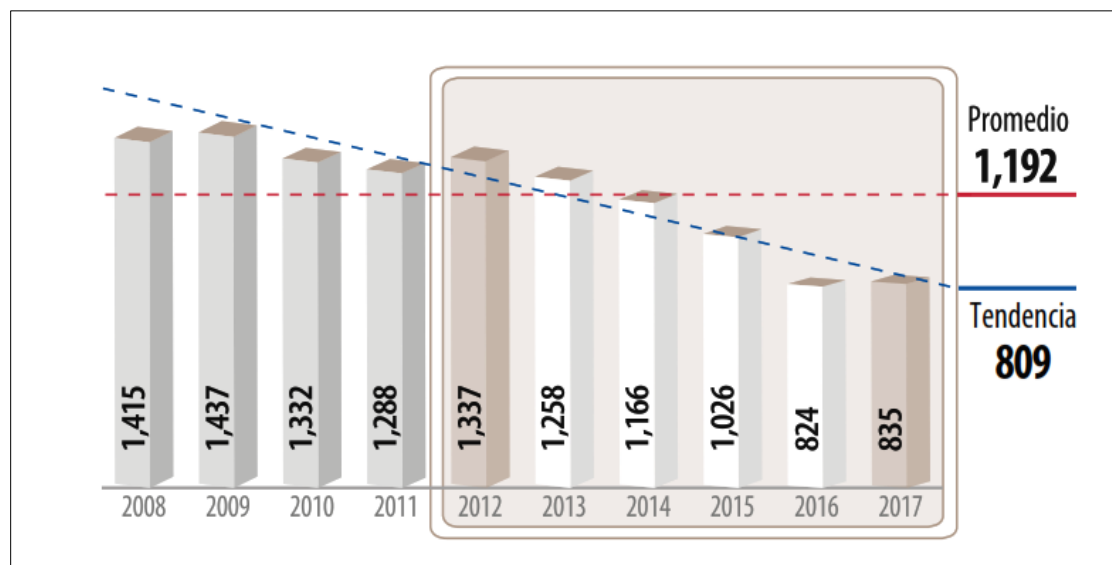
El café representa el 0.66% del PIB agrícola nacional y el 1.34% de la producción agroindustrial (SAGARPA, 2018). El consumo per cápita es de 0.6 kg.

**Cuadro 1. Volumen de producción de los principales estados productores de café cereza (SIAP, 2018).**

Rank	Entidad	Volumen en toneladas		Valoración
		2012	2017	(%) 2012-2017
	<b>Total nacional</b>	<b>1,336,882</b>	<b>835,380</b>	<b>-37.5</b>
<b>1</b>	Chiapas	532,583	339,361	-36.3
<b>2</b>	Veracruz	369,455	194,433	-47.4
<b>3</b>	Puebla	202,947	128,995	-36.4
<b>4</b>	Oaxaca	117,440	66,089	-43.7
<b>5</b>	Guerrero	48,447	41,582	-14.2
<b>6</b>	Hidalgo	32,880	33,891	3.1
<b>7</b>	Nayarit	10,785	14,054	30.3
<b>8</b>	San Luis Potosí	11,830	8,694	-26.5
<b>9</b>	Jalisco	5,311	4,506	-15.2
<b>10</b>	Colima	2,044	2,929	43.3
	Resto	3,159	846	-73.2

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018)

El volumen de café cereza para 2017 tuvo un ligero aumento respecto al año 2016. Sin embargo, desde el año 2012 la producción ha decrecido principalmente por los efectos de la roya del cafeto (**Figura 3**).



**Figura 3. Volumen de la producción nacional de café cereza 2012-2017 (SIAP, 2018).**

### **Mercado del café**

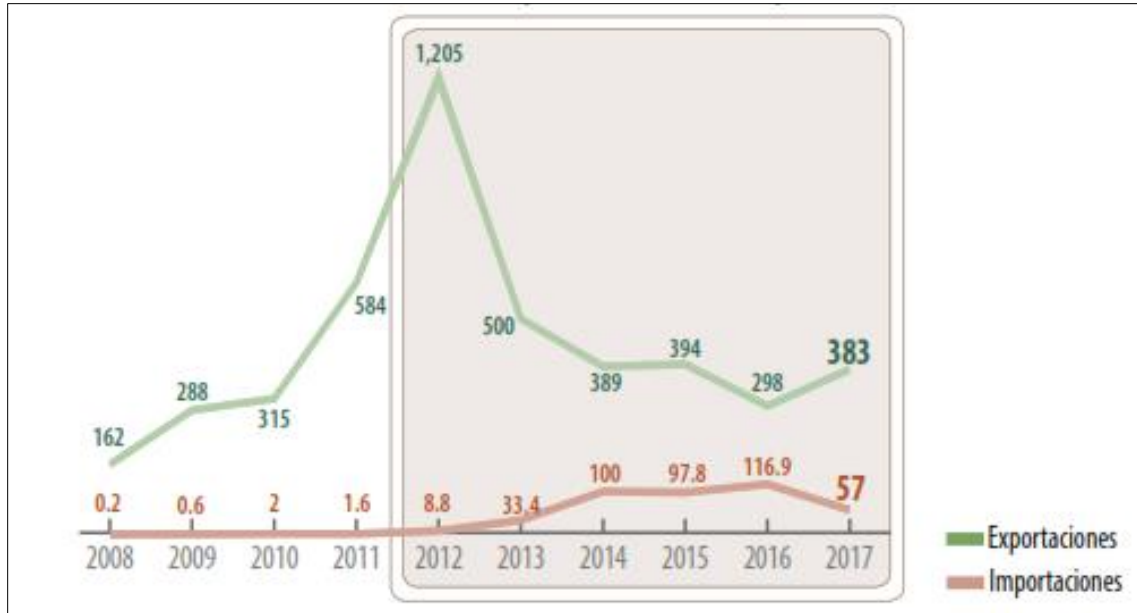
Al café recién cosechado en su estado de madurez es denominado café cereza, su piel exterior o exocarpio es color rojo o amarillo, cubre una pulpa dulce o mesocarpio y debajo de esta se encuentran dos semillas cubiertas por una delgada membrana. Para la obtención del café para consumo, el café cereza se somete a un proceso de despulpado, fermentación, lavado y secado, después del secado se somete a un proceso de trillado para la eliminación de la membrana delgada de las semillas, para obtener finalmente el café verde o café oro, el cual es la almendra que se utiliza para elaborar el café tostado,

su color es verde, presenta un olor de café fresco y su humedad promedio se encuentra entre el 10-12%.

Por lo tanto, el café verde, es la presentación de café como normalmente se comercializa en el mercado. Del total de las exportaciones de café el 53.85% se destina a Estados Unidos, el volumen restante a la Unión Europea, Japón, Cuba y Canadá (SAGARPA, 2018). Para el año 2012 México ocupaba el décimo lugar como productor a nivel mundial con 1.3 millones de toneladas, para 2017 se ubicó en el onceavo lugar con 835 mil toneladas (SIAP, 2018).

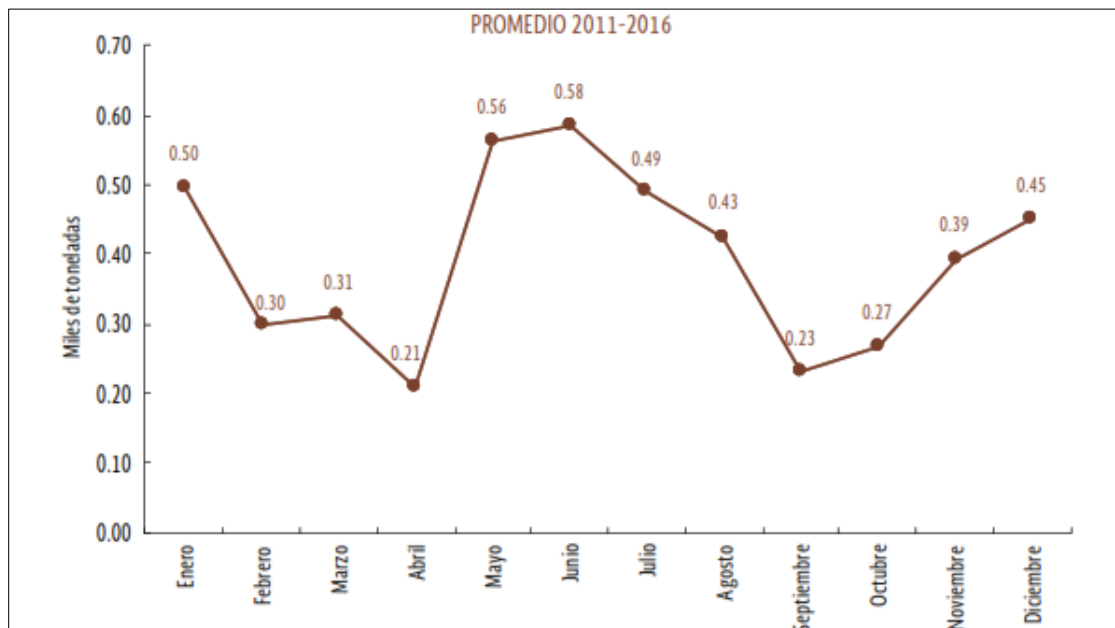
La cosecha de café cereza del periodo 2016-2017 aumento las exportaciones de café verde, alcanzando en 2017 un volumen de 110 mil 968 toneladas con un valor de 383 millones de dólares, se realizaron ventas de café verde en 42 países, destacando Estados Unidos y Bélgica como principales compradores, 58 mil 305 y 19 mil 124 toneladas, respectivamente (SIAP, 2018).

Del periodo 2013 a 2017 las exportaciones de café disminuyeron, mientras que las importaciones aumentaron, la disminución de la producción se debió principalmente al ataque de la roya del café (**Figura 4**).



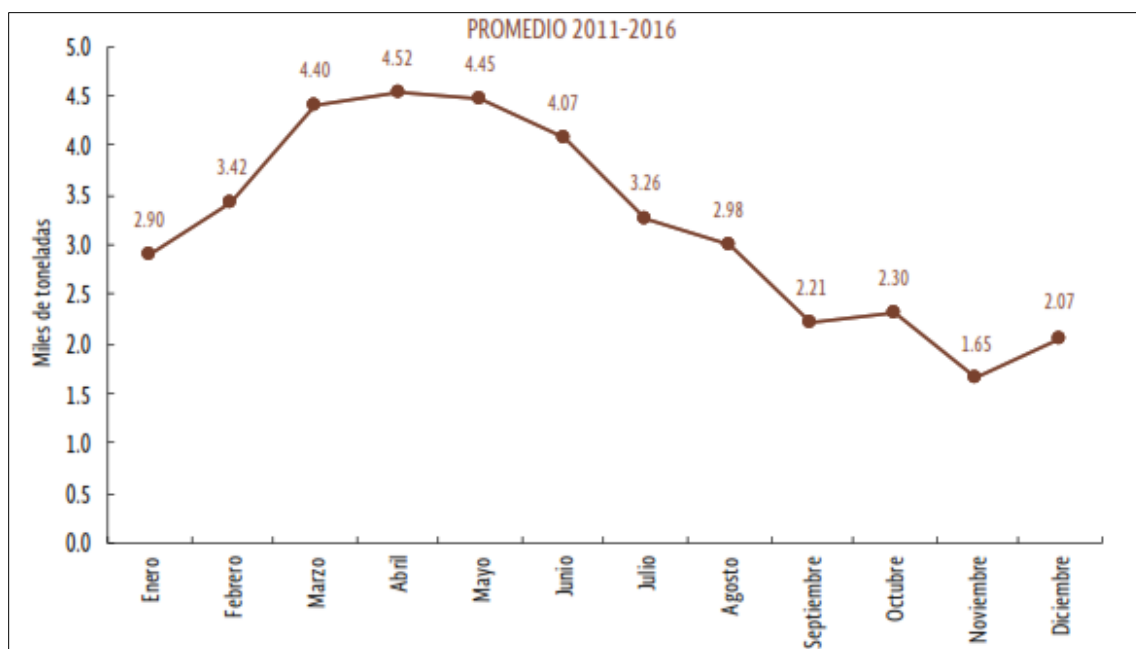
**Figura 4. Evolución del comercio exterior del café verde en México (SIAP, 2018).**

Los meses de mayo y junio son los de mayor importación de café, debido a que son los meses donde no existe producción en el país (**Figura 5**).



**Figura 5. Estacionalidad de importaciones de café en México (SIAP, 2018).**

Por otra parte, las exportaciones se presentan principalmente en el periodo de marzo a mayo, que corresponden a los meses posteriores al término del periodo de cosecha del grano (**Figura 6**).



**Figura 6. Estacionalidad en exportaciones de café para México.**

### **Precios del café**

Los precios del café en México se rigen por la bolsa de Nueva York, durante agosto cuando disminuyen los precios de futuros en la Bolsa, mejoran los diferenciales en físicos de los arábigos lavados. Lo cual es un ejemplo de que se considera un movimiento especulativo en la Bolsa. (Celis, 2018).



**Cuadro 2. Precios del café pagados a los productores en México.**

<b>Concepto</b>	<b>10 de enero de 2017</b>	<b>29 de agosto de 2018</b>	<b>Tipo de moneda</b>	<b>Diferencia 2/1</b>	<b>Porcentaje 2/1</b>
Bolsa del café de N. York, 100 libras 10 de enero de 2017	147.25(1)	100.95 (2)	Dólares	-46.30	
Diferencial promedio de exportación FOB. Laredo, Alta Calidad N. York.	9.25	11.5	Dólares	+2.25	
Precio del quintal 101.41 libras. Precios de referencia.	158.71	114.04	Dólares	-44.67	
Gastos de comercialización, gastos de exportación (incluye utilidades y pérdida por mancha)	30	35	Dólares	-5.00	
Precio quintal de pergamino.	128.71	79.04	Dólares	49.67	
Tipo de cambio peso-dólar (spot interbancario).	21.5	19.07		-2.43	

Precio quintal de pergamino.	2727.3	1507.3	Pesos	-1220.00	-45%
Precio kilo de pergamino.	48.15	26.2	Pesos	-21.95	
Precio del kilo de cereza, 250 kilos por quintal, costo de beneficio húmedo (230.00-2017)-(260.00-2018)	10.15	5	Pesos	-5.15	51%
(1) Posición marzo (2) Posición diciembre.					

Fuente. Celis, 2018, con datos de O.I.C., ASERCA y Otros.

### Consumo de café en México

El consumo de café ha ido en aumento, en México se tiene preferencia por el café soluble, sin embargo, el café molido ha tenido una mayor aceptación debido a la apertura cada vez mayor de cafeterías y barras de café.

Generalmente el consumo de café varía por la economía de las ciudades, el clima y la costumbre también causan diferencias regionales en el consumo de café. Las ciudades más industrializadas tienen una cultura de café más desarrollada, presentando un mayor consumo per cápita. Por otra parte, la mayoría de los consumidores mexicanos aun beben café caliente, por lo tanto, en ciudades de clima cálido, el consumo de café es menor, en tanto que en regiones de clima frío, el consumo es más alto (AMECAFE, 2017).

## CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA

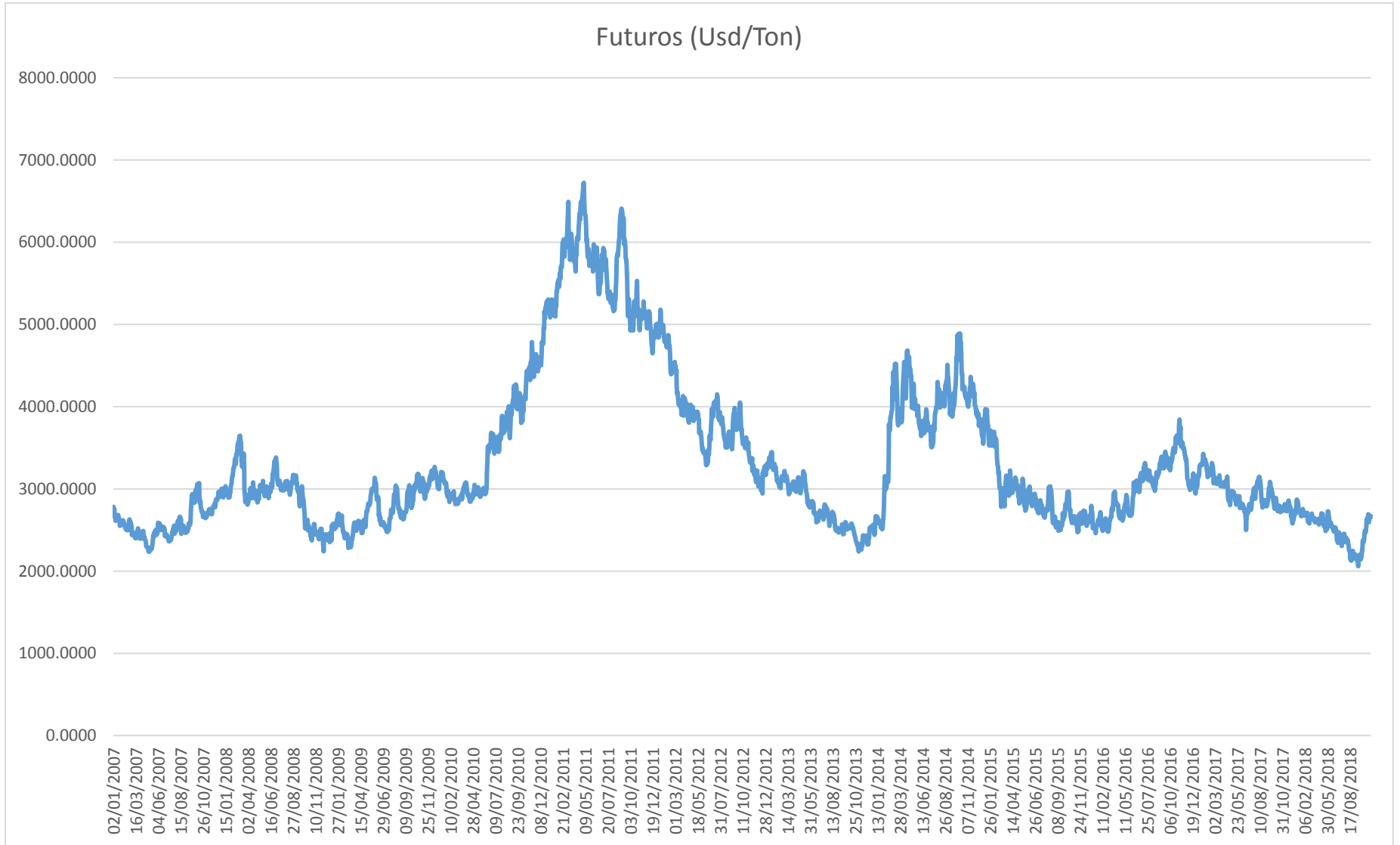
### Datos analizados

El objetivo de la utilización del mercado de futuros es reducir el riesgo ante el cambio de los precios, para este análisis los datos fundamentales para obtener la cobertura óptima son los precios de futuro, los precios de contado (Spot). Todos los datos son series diarias de enero de 2007 a octubre 2018.

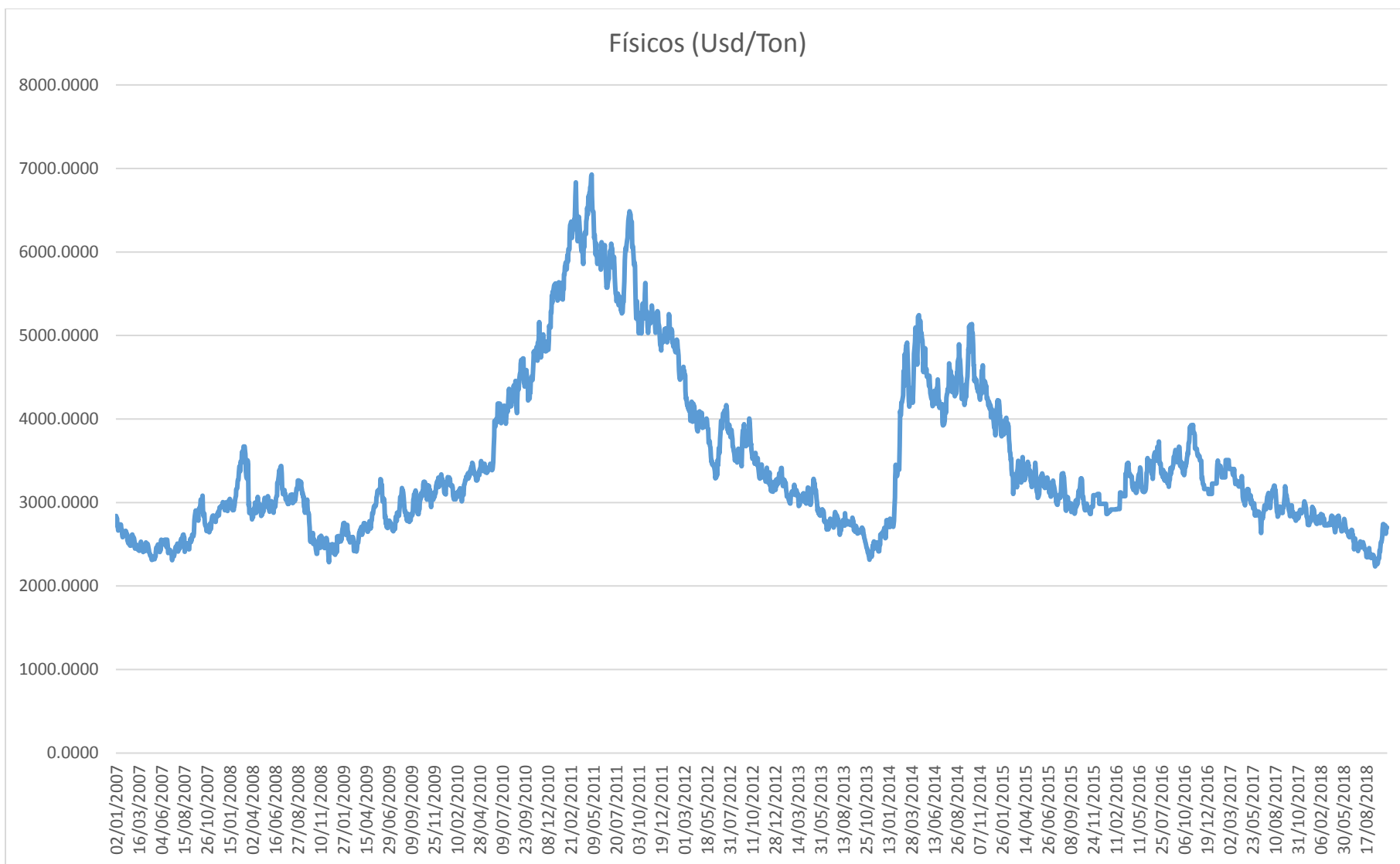
La serie de precios futuros son datos de Reuters, del cierre de la bolsa de New York (CSCE) obtenidos a través del Centro de Información de Mercados Agroalimentarios (CIMA) de la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA). Dicha serie se presentan en dólares por tonelada (Usd/Ton) **(Figura 7)**.

La serie de precios de contado son precios LAB Laredo datos obtenidos de Reuters, a través del Centro de Información de Mercados Agroalimentarios (CIMA) de la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA). Los datos originales se encuentran en dólares por quintal (Usd/Cwt), los cuales fueron transformados a dólares por tonelada sabiendo que una tonelada de café tiene 22.0507 quintales. Los datos se presentan en el anexo **(Figura 8)**.

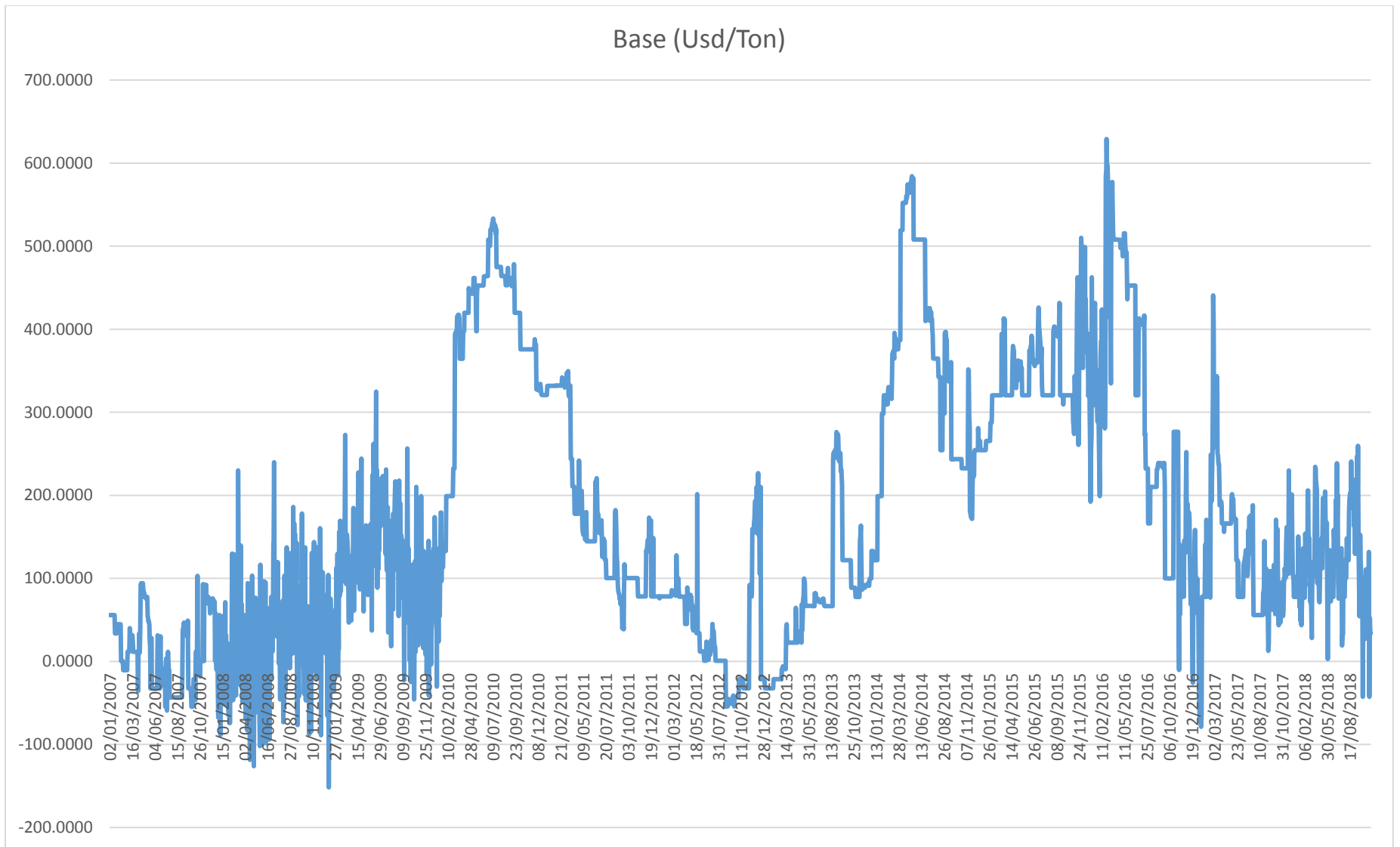
La brecha entre las series muestra el comportamiento de la base a lo largo del periodo **(Figura 9)**.



**Figura 7 Comportamiento de los precios futuros (Elaboración propia con datos de precios diarios).**



**Figura 8 Comportamiento de los precios físicos (Elaboración propia con datos de precios diarios).**



**Figura 9 Comportamiento de la base (Elaboración propia con datos de precios diarios).**

Para la aplicación del modelo se propuso calcular las razones con base a la pendiente de una recta de regresión lineal de mínimos cuadrados haciendo el supuesto de que los precios spot y disponibles se ajustan a un proceso aleatorio estocástico, donde se utilizó la siguiente ecuación:

$$\Delta P^C = \alpha + \beta_1 \Delta P^F + \varepsilon_t$$

Donde:  $\Delta P^C$  y  $\Delta P^F$  son los cambios en los precios; Debido a que por lo general las series de precios siguen una caminata aleatoria, se utilizan primeras diferencias y los rezagos de los precios para obtener una mejor especificación del modelo (Myers y Thompson). De manera que se utilizan rezagos a 30, 60 y 90 días de modo que la ecuación queda:

$$\Delta P^C = \alpha + \beta_1 \Delta P^F + \beta_2 \Delta P^F_{t-30} + \beta_3 \Delta P^F_{t-60} + \beta_4 \Delta P^F_{t-90} + \varepsilon_t$$

La desviación estándar  $\varepsilon_t$ , representa el riesgo remanente después de efectuar la cobertura en el mercado de futuros.

Recordando que la cobertura óptima se encuentra cuando:

$$CMV = \frac{\sigma_{P^C P^F}}{\sigma_{P^F}^2}$$

Donde:

CMV: Cobertura óptima de mínima varianza.

$\sigma_{P^C P^F}$ : Covarianza del precio spot y futuro.

$\sigma_{P^F}^2$ : Varianza precio futuro.

Se obtuvo la matriz de varianzas y covarianzas para de esta manera obtener las diferentes razones de cobertura y determinar cuál es la óptima.

Finalmente se realizó un análisis de correlación, para medir el grado en el que los valores del precio físico, LAB Laredo se relacionan con los valores del precio medio rural. Este coeficiente es conocido como  $r$  de Pearson, de acuerdo a Pauly (1983), debe cumplir los siguientes supuestos:

1. La relación entre ambos precios debe ser lineal.
2. Ambas son variables aleatorias.
3. Los valores de cada variable son independientes del resto de los valores observados de esa variable.
4. Las distribuciones condicionales de cada variable, dados los diferentes valores de la otra variable, son distribuciones normales.

### **Modelo propuesto**

Para el análisis de la información se usó la teoría de la cartera de Markowitz (1951), que emplea como criterio de decisión-media varianza, la cual mantiene que “es posible construir una cartera de activos de forma tal de obtener ganancias de riesgo por diversificación”.

Por lo tanto, si el productor interviene en el mercado de futuros con una proporción de su producción diferente al 100%, será posible encontrar una combinación que logre reducir la exposición al riesgo más allá de la posición que tendría en el mercado spot,



considerando que los precios spot y futuros se comportan de forma diferente (Johnson, 1960 y Stein, 1961).

De esta manera, con la aplicación de la teoría de Markowitz, se pretendió hallar una cartera de posiciones en el mercado spot y futuro de manera tal que minimice el riesgo.

Para la aplicación del modelo se propuso calcular las razones con base a la pendiente de una recta de regresión lineal de mínimos cuadrados haciendo el supuesto de que los precios spot y disponibles se ajustan a un proceso aleatorio estocástico, la ecuación propuesta es la siguiente:

$$\Delta S_t = \alpha + \beta \Delta F_t + \varepsilon_t$$

Donde:  $\Delta S_t$  y  $\Delta F_t$  son los cambios en los precios; la desviación estandar  $\varepsilon_t$ , representa el riesgo remanente después de efectuar la cobertura en el mercado de futuros.

Otro supuesto es determinar el momento inicial a partir del cual se buscará cubrir el riesgo (t=0), el momento de cosecha del cultivo (t=2) y el momento de entrega de la producción (t=3).

Este modelo se definió bajo los supuestos de que los participantes en la cobertura no tienen restricciones presupuestarias, costos financieros o comisiones en la bolsa, por lo tanto, el óptimo de cobertura estimado se le debe considerar como el máximo de cobertura posible a utilizar.

## CAPÍTULO 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación empírica ha definido tradicionalmente las razones de cobertura óptimas como la Razón de cobertura que minimiza el riesgo de precio.

La razón de cobertura se refiere al cociente de la posición en el mercado de futuros y la posición en el mercado spot. Para el cálculo de la razón fue necesario calcular las varianzas y covarianzas de las diferencias diarias de los precios spot y futuros en forma de diferencias simples y retornos, de igual manera con las diferencias de los promedios mensuales en forma simple y retornos.

Las medidas de los coeficientes de varianza y covarianza se reportan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3 Coeficientes de varianza y covarianza.**

	Varianza	Covarianza t	Covarianza t-30	Covarianza t-60	Covarianza t-90
Promedios mensuales	819969.486	845435.2405	813989.6402	783750.8858	744730.1649
Precios diarios	846627.5829	870984.537	821973.2075	766327.1151	706213.8714

**Fuente: Elaboración con datos del anexo 1 y los precios diarios.**

Recordando que la cobertura óptima se encuentra cuando:

$$CMV = \frac{\sigma_{P^C P^F}}{\sigma_{P^F}^2}$$

Donde:

CMV: Cobertura optima de mínima varianza.

$\sigma_{P^C P^F}$  : Covarianza del precio spot y futuro.

$\sigma_{P^F}^2$  : Varianza precio futuro.

Que depende de la covarianza entre los precios spot y futuros y la varianza del precio futuro, de los cuales se obtiene las siguientes razones:

**Cuadro 4 Razones de cobertura.**

	<b>PROMEDIOS</b>	<b>PRECIO DIARIO</b>
	<b>MENSUALES</b>	<b>(30,60,90 DIAS)</b>
<b>CMV t-30</b>	0.9927	0.9708
<b>CMV t-60</b>	0.9558	0.9051
<b>CMV t-90</b>	0.9082	0.8341

**Fuente: Elaboración con datos del cuadro 3.**

Se observa que las razones calculadas con promedios mensuales son mayores a las obtenidas con precios diarios, esto debido a la variación de las covarianzas puesto que en los promedios mensuales se omiten datos para dar paso a un promedio, de esta manera al ampliar el rango de observaciones la estimación es más exacta.

Con promedios mensuales las razones fluctúan entre 90 y 100%, mientras que con precios diarios entre 80 y 100%. Pudiera pensarse que las razones obtenidas con promedios mensuales son más eficientes sin embargo carecen de calidad de información con respecto a precios diarios.

Hablando de los resultados obtenidos con precios diarios, la cobertura que reduciría el riesgo al mínimo sería la de 30 días antes del venciendo del contrato (97.08%). El tamaño de un contrato de futuros es de 37500 libras que corresponde a 250 sacos de 150 libras, que equivale aproximadamente a 17 toneladas. De modo que para que un productor pueda comprar un contrato necesitaría una producción de 17.5 toneladas. O bien el rendimiento promedio es de 1.3 toneladas por hectárea por lo que un productor debería de cubrir 1.26 toneladas 30 días antes del vencimiento.

De acuerdo a Rosemberg y Jaramillo, (1987), indican en un estudio realizado en Colombia que los mercados de físicos y de futuros del café se comportan de forma paralela, ya que el café al ser un bien no perecedero, se puede almacenar y por lo tanto existe información de inventarios para abastecer la demanda futura.

De esta manera, Ramírez (1989), señala que el movimiento paralelo entre el mercado de físicos y de futuros, se debe a que ambos mercados son afectados por los factores

que causan un aumento o disminución en los precios del mercado, influenciados por la ley de oferta y demanda, ambos mercados se mueven juntos, y la pérdida en uno es compensado por la ganancia en el otro. Por lo cual dicha relación de movimientos paralelos permite la ejecución de la cobertura. De esta manera, si la oferta del mercado es estable sin perspectivas de escasez, los precios futuros serán mayores al de los físicos, en el panorama contrario si en el mercado existen presiones de demanda del producto en el presente, el precio físico será mayor a los precios futuros.

A medida que nos acercamos a la fecha de vencimiento la razón de cobertura aumenta es decir la varianza del precio futuro se acerca a la covarianza del precio spot y futuro, esto porque el precio spot se acerca al precio futuro pactado anteriormente.

De modo tal que cuando se acerca la fecha de vencimiento la razón de cobertura óptima es acerca a 1 es decir la cobertura óptima es del 100% de producción, sin embargo, para un productor que toma la cobertura 30 días antes de su vencimiento la razón es de (0.9708) es decir que debe de cubrir el 97% de su producción, a los 60 días antes del vencimiento la razón es de (0.9051) 90% de la producción y a los 90 días la razón es de (0.8341) 83%.

De la misma manera un especulador que realice coberturas frecuentemente en el mercado de futuros 97.08 % de las veces la variación de los precios futuros vs los precios físicos, no le es favorable para firmar un contrato de futuros.

Joaquín arias (2000) en un estudio que realiza de la factibilidad del uso de futuros por parte de los productores chilenos en la bolsa de Argentina donde los resultados indican

que el índice de cobertura óptimo es mayor en buenos aires para el maíz de 90.80% y para el trigo de 90.10%, mientras que para chile es de 17.61% para maíz y 27.65 para trigo, esto debido a que la correlación entre los precios futuros de buenos aires y los físicos es mucho mayor a la de los precios físicos de chile. Comparado con la cobertura óptima de café en México podemos observar que tenemos una razón de cobertura mayor, de modo que la cobertura óptima para café es mayor que la de otros productos en otra parte del mundo.

Milanesi, Miliozzi y Esandi (2012), realizaron un estudio sobre la razón de cobertura en futuros de trigo, donde se asumieron diferentes horizontes de tendencia en la posición larga en el futuro, a 12 meses, reduciendo paulatinamente a medida que pasa el tiempo, por ejemplo, un contrato comprado en enero del 2009, sobre un futuro enero 2010 es una posición de 12 meses; un contrato comprado en julio de 2009 sobre futuro enero 2010, es una posición de 6 meses. Su estudio indica convergencia de precios contados-futuros y volatilidad generada por los rendimientos de posesión y costos de almacenamiento. Situación similar ocurre con el mercado de café.

En el análisis de correlación se obtuvo un resultado 0.69897 y que es estadísticamente diferente de cero (0.0167), el cual es de signo positivo, lo que significa que existe una relación directa entre el precio físico LAB Laredo y el precio medio rural del café, el valor se encuentra por arriba de 0.5, por lo tanto, la relación es moderada, y se cumple los siguientes supuestos de acuerdo a Pauly (1983):

1. La relación entre ambos precios del café es lineal.
2. Ambas son variables aleatorias.

3. Los valores de cada variable son independientes del resto de los valores observados de esa variable.
4. Las distribuciones condicionales de cada variable, dados los diferentes valores de la otra variable, son distribuciones normales.

## **CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES**

Se ha buscado enfrentar el problema que representa para los productores de café el no conocer el precio al que se venderá su cosecha a fin de administrar el riesgo que este conlleva. Se ha puesto atención en las coberturas en el mercado de futuros como una estrategia para administrar dicho riesgo.

Se aplicó una metodología para el cálculo de la razón de cobertura que minimiza el riesgo y maximiza la utilidad. Como resultado se sugiere que cuando más nos acercamos a la fecha de vencimiento de dicho contrato mayor es la cantidad que debemos cubrir a fin de minimizar el riesgo.

Así podemos concluir que ha mayor anticipación del vencimiento, con el fin de minimizar el riesgo la razón óptima de cobertura disminuye, lo anterior sugiere que la motivación a los productores por la utilización de contratos de futuros como estrategia de administración del riesgo permite disminuir la incertidumbre que se genera a la hora de sembrar.

Debido a la posición geográfica en la que nos encontramos y la cercanía del mercado de futuros de Nueva York, la base disminuye lo que nos da oportunidad a mejorar, de modo

que la correlación que existe entre los precios futuros y los físicos LAB Laredo es alta (0.98957), de esta manera se concluye que al productor de café le conviene realizar contratos de futuros para minimizar su riesgo con una razón del 97.08% del total de su producción 30 días antes de su vencimiento.

De acuerdo al análisis de correlación (0.69897), existe una relación moderada entre el precio físico LAB Laredo y el precio medio rural del café, por lo que refleja el comportamiento del mercado mexicano.



## CAPÍTULO 8 LITERATURA CITADA

Aragó, V. y Fernández, M. A. (1999). Cobertura con contratos de futuro: aproximación coeficiente media de Gini. XIII Congreso Nacional, IX Congreso Hispano-Francés, Logroño (La Rioja). Vol. 1, pp. 795-802.

Godínez, J.A. y Fuentes, N. A. 2008. Las condiciones económicas para operar un mercado de futuros de maíz blanco en México. *Inv. Econ* Vol. 67 no. 264, pp. 15-37.

Betancourt, K, García, C. M. y Lozano, V. (2013). Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero. *Revista Atlántica de Economía*. 1, pp. 1-21.

Carter, Colin A. Commodity futures markets: a survey. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol 43, issue 2, pp. 229-247, June 1999.

CME Group, Inc. (2018). *Guía de Auto Estudio Sobre Cobertura con Futuros y Opciones de Granos y Oleaginosas*. USA: CME Group.

Díaz, J. y Venegas, F. (2001). Política Agrícola y Contratos de Futuros: Un Modelo de Arbitraje. *Momento Económico*, (115), pp. 2-21.

Doperto, I y Michelena, G. (2011). La volatilidad de los precios de los commodities: el caso de los productos agrícolas. *Revista del CEI*, (19), pp. 35-53.

Dubova, I. (2005). La validación y aplicación de la teoría de portafolio en el caso colombiano. *Cuadernos Administrativos*, 18(30), pp 241-279.

Fernández, M.A. (1996). *Gestión de riesgos con activos derivados*. España: Universitat Jaume I.

Fisanotti, L. (2014). Antecedentes históricos de los mercados de futuros y opciones: cobertura y especulación. *INVENIO*, 17(33), pp. 9-19.

Flórez, L. S. (2008). Evolución de la Teoría Financiera en el Siglo XX. *Ecos de Economía*, 27, pp. 145-168.

Gutiérrez, M. y Salgado, M. (2012). Construcción de una cartera de inversión usando modelos GARCH. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 15 (1), pp. 84-99.

Kahl, K. H. A. (1986). *Reformulation of the Portfolio Model of Hedging: Comment*. *American Journal of Agricultural Economics*, 68(4) ,1007.

Mendizabal, A., Miera, L. M. y Zubia, M. (2002). El modelo de Markowitz en la gestión de carteras. *Cuadernos de Gestión*, 2(1), pp.33-46.

Mora, J. J., Zamudio, A. y Fuentes, H. J. (2014). Volatilidad e interdependencia en los precios agrícolas a partir de un modelo GARCH multivariado. *Análisis Económico*. XXIX (72), pp. 35-56.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2007). "Food Outlook Global Market Analysis". Roma. November.

Palma, M. L. (2001). *Análisis económico de los mercados de futuros en el proceso de globalización financiera. Una aplicación al caso español (1990-1998)*. España: Universidad de Almería.

Poitras, G. (2002). *Risk Management, Speculations, and Derivative Securities*. California: Academic Press.

Ramírez, M. J. s/f. La utilización del mercado de futuros para la estabilización de los ingresos de los exportadores de café. Disponible en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Ramirez%20-%20Mercado%20de%20futuros%20y%20estabilizacion%20de%20ingresos%20de%20exportadores.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (Octubre de 2018). Producción de café. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es>

Working, Holbrook. Futures trading and hedging. American Economic Review, pp. 314-343, June 1953.

Ronsenberg, C. y Jaramillo, F. (1987). Efectos de la utilización del mercado de futuros para la cobertura del café: Una simulación para Colombia. Mimeo FEDESARROLLO.

Arias, J y Segura, O. 2000. VII Encuentro de la Asociación Panamericana de Bolsas de Productos: Factibilidad de uso de los mercados de futuros como instrumento de cobertura de riesgos en bolsas de físicos de América Latina: El caso de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. IICA. Buenos Aires. 36 p.

Milanesi, G. S., Miliozzi, C. y Esandi, J. I. s/f. La razón de cobertura y el riesgo de precio, aplicaciones en futuros de trigo. Sociedad Argentina, Docentes en Administración Financiera. Universidad Nacional del Sur. Argentina. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/0007245463f069eedecfe>

Lucas, J. M. y Lumbreras, S. (2012). Una introducción a los mercados de futuros y opciones. *Anales de mecánica y electricidad*. 89 (1), pp. 28-35.

Pauly, D. (1983). *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Roma: FAO.

## GLOSARIO

**Hedger:** Agente encargado de la compra o venta de commodities en el mercado de futuros fijando los precios futuros de tales productos dispuestos a ser vendidos en una fecha posterior en el mercado de dinero en efectivo.

**Especulador:** Agente del mercado de futuros que se beneficia de la naturaleza del riesgo, beneficiándose del cambio del precio del que el hedger se intenta proteger.

**Hedging:** La realización de una inversión de cobertura para reducir el riesgo de una inversión.

**Razón de cobertura:** la proporción de la producción que el hedger cubre con contratos de futuros.

**Commodities:** Productos primarios con poco o nulo valor agregado, por ejemplo, el café y maíz.

## APÉNDICES Y ANEXOS

### Anexo 1 Serie de datos Promedios mensuales (Futuros, Físicos)

Fecha	Futuros (Usd/Ton)	Físicos (Usd/Ton)
ene-07	2637.002	2685.176
feb-07	2556.698	2560.727
mar-07	2458.391	2477.293
abr-07	2384.971	2436.082
may-07	2369.444	2396.061
jun-07	2513.506	2504.121
jul-07	2443.699	2417.711
ago-07	2554.652	2515.507
sep-07	2700.139	2708.104
oct-07	2853.855	2845.166
nov-07	2713.422	2773.153
dic-07	2888.954	2931.237
ene-08	2966.089	2969.079
feb-08	3362.180	3375.193
mar-08	3183.687	3226.265
abr-08	2933.671	2919.615
may-08	2969.754	2960.361
jun-08	3070.903	3068.777
jul-08	3070.903	3068.777

ago-08	3052.321	3101.328
sep-08	2992.377	3061.742
oct-08	2530.497	2558.315
nov-08	3022.042	3092.903
dic-08	2395.088	2442.432
ene-09	2569.094	2595.632
feb-09	2501.003	2608.890
mar-09	2434.771	2547.855
abr-09	2550.777	2707.111
may-09	2868.736	2993.330
jun-09	2772.886	2943.019
jul-09	2603.872	2765.927
ago-09	2767.361	2924.881
sep-09	4094.493	4537.211
oct-09	3020.753	3079.834
nov-09	3022.042	3092.903
dic-09	3141.705	3227.172
ene-10	3090.574	3201.985
feb-10	2902.298	3096.153
mar-10	2915.584	3283.001
abr-10	2932.008	3357.001
may-10	2966.132	3410.826
jun-10	3319.326	3788.614

jul-10	3319.326	3788.614
ago-10	3819.019	4281.648
sep-10	4094.493	4537.211
oct-10	4159.293	4545.545
nov-10	4520.918	4897.905
dic-10	4879.738	5206.845
ene-11	5205.218	5535.517
feb-11	5733.294	6065.920
mar-11	5994.358	6307.056
abr-11	6199.683	6391.574
may-11	6041.456	6200.110
jun-11	5687.116	5852.110
jul-11	5570.184	5700.163
ago-11	5653.170	5767.029
sep-11	5760.777	5840.972
oct-11	5132.204	5232.530
nov-11	5132.204	5232.530
dic-11	4915.313	5037.749
ene-12	4927.281	5005.412
feb-12	4584.080	4663.065
mar-12	4105.280	4191.369
abr-12	3934.399	4002.031
may-12	3814.259	3868.748



jun-12	3456.865	3465.690
jul-12	3968.931	3982.359
ago-12	3653.885	3638.464
sep-12	3780.393	3733.958
oct-12	3631.839	3602.895
nov-12	3239.219	3337.707
dic-12	3124.556	3217.025
ene-13	3313.814	3282.450
feb-13	3109.414	3088.667
mar-13	3063.720	3073.564
abr-13	3024.411	3051.719
may-13	2987.534	3049.163
jun-13	2721.083	2791.455
jul-13	2706.051	2776.760
ago-13	2592.860	2744.462
sep-13	2520.299	2716.262
oct-13	2486.597	2592.110
nov-13	2330.152	2426.736
dic-13	2465.735	2567.200
ene-14	2592.660	2765.611
feb-14	3403.612	3720.130
mar-14	4153.907	4525.689
abr-14	4338.983	4869.405

may-14	4103.915	4648.554
jun-14	3783.146	4277.209
jul-14	3771.352	4168.880
ago-14	4135.200	4455.610
sep-14	4112.051	4426.786
oct-14	4520.628	4760.798
nov-14	4155.555	4387.338
dic-14	3859.415	4112.616
ene-15	3732.965	3995.747
feb-15	3415.738	3732.722
mar-15	2969.754	3320.470
abr-15	3050.818	3388.441
may-15	2900.151	3235.998
jun-15	2905.563	3257.693
jul-15	2905.563	3257.693
ago-15	2802.939	3134.667
sep-15	2574.290	2943.351
oct-15	2758.506	3078.831
nov-15	2613.727	2966.634
dic-15	2651.533	3029.969
ene-16	2568.618	2907.971
feb-16	2566.207	2955.059
mar-16	2751.676	3255.453

abr-16	2687.897	3193.679
may-16	2737.312	3217.901
jun-16	2992.444	3395.409
jul-16	3183.222	3500.717
ago-16	3110.451	3320.071
sep-16	3343.591	3533.942
oct-16	3430.463	3597.627
nov-16	3531.869	3661.772
dic-16	3053.471	3169.289
ene-17	3267.017	3302.947
feb-17	3207.925	3397.493
mar-17	3090.463	3336.384
abr-17	2986.314	3151.782
may-17	2902.631	3057.993
jun-17	2735.699	2836.405
jul-17	2883.733	3006.731
ago-17	2947.918	3015.015
sep-17	2918.774	2995.764
oct-17	2775.243	2860.964
nov-17	2780.368	2898.126
dic-17	2698.949	2827.161
ene-18	2745.375	2828.588
feb-18	2658.564	2779.370

mar-18	2627.883	2769.708
abr-18	2603.265	2703.969
may-18	2594.470	2739.319
jun-18	2552.982	2665.987
jul-18	2397.686	2501.164
ago-18	2267.144	2431.715
sep-18	2158.671	2316.183
oct-18	2534.849	2596.141