



Cuantificación de las variables explicativas del precio nacional del aceite de palma crudo para la estructuración de una estrategia de cobertura financiera para el productor en Colombia

Quantification of the explanatory variables of the national price of crude palm oil for the structuring of a financial hedging strategy for producers in Colombia

Por

Cynthia Moreno Romero¹

Silvia Corredor Ramírez²

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de
Magíster en Administración Financiera

Asesor docente

Juan Felipe Cardona Llano

Universidad EAFIT

Escuela de Finanzas, Economía y Gobierno

Maestría en Administración Financiera – MAF

Bogotá

2024

¹ cmorenor3@eafit.edu.co

² svcorredor@eafit.edu.co

© 2024 por Cynthia Moreno y Silvia Corredor
Todos los Derechos Reservados

Resumen

La apertura de Colombia al mercado internacional del aceite de palma crudo, que se originó en los años noventa como parte de las políticas públicas de fomento a las exportaciones, trajo consigo la creación de un mecanismo de estabilización de precios que resolvió el uso de un precio de referencia para las ventas atado a los precios internacionales del *commodity* y de sus sustitutos, los fletes, el arancel y la tasa de cambio, originando así una exposición al riesgo de mercado para el palmicultor nacional. En este contexto, el presente trabajo busca cuantificar las variables que explican el precio nacional del aceite de palma crudo a partir de un modelo de regresión lineal múltiple con series de tiempo de los últimos diez años, a fin de estructurar una estrategia de cobertura financiera para el productor que pueda ser útil como herramienta de gestión del riesgo de mercado.

Palabras claves: aceite de palma crudo, gestión del riesgo de mercado, volatilidad en precios agrícolas, cobertura financiera para *commodities*, derivados financieros.

Abstract

Colombia's opening to the international crude palm oil market, which originated in the 1990s as part of public policies to promote exports, brought with it the creation of a price stabilization mechanism that resolved the use of a price reference for sales tied to the international prices of the commodity and its substitutes, freight, tariff and exchange rate, thus creating an exposure to market risk for the domestic palm grower. In this context, the present work seeks to quantify the variables that explain the national price of crude palm oil based on a multiple linear regression model with time series of the last ten years, in order to structure a financial hedging strategy for the producer that can be useful as a market risk management tool.

Keywords: Crude palm oil, market risk management, agricultural price volatility, financial hedging for commodities, financial derivatives.

Contenido

1. Introducción	1
2. Situación de estudio	3
2.1 Formulación de la pregunta que permite abordar la situación de estudio	4
3. Objetivos	5
3.1 Objetivo general	5
3.2 Objetivos específicos	5
4. Marco de referencia y marco conceptual	6
4.1 Marco de referencia	6
4.1.1 Antecedentes internacionales	6
4.1.2 Antecedentes nacionales	6
4.2 Marco conceptual	7
4.2.1 Producción y desarrollo agroindustrial	7
4.2.2 Volatilidad de precios	7
4.2.3 Políticas públicas para la gestión del riesgo de precios	8
4.2.4 Los derivados como instrumentos financieros de cobertura	9
5. Metodología	11
5.1 Tipo de investigación	11
5.2 Método de investigación	11
5.3 Técnica de investigación	11
5.4 Instrumento de investigación	11
5.5 Técnicas estadísticas para el análisis de datos	13
6. Resultados	14
6.1 Análisis estadístico	14
6.1.1 Estadística descriptiva	14
6.1.2 Medidas de volatilidad	15
6.1.3 Modelo de regresión lineal	18
6.2 Descripción de los instrumentos derivados disponibles	20
6.3 Formulación de la estrategia de cobertura	21
6.4 Evaluación de la estrategia de cobertura	24
7. Conclusiones y recomendaciones	26
7.1 Conclusiones	26
7.2 Recomendaciones	27
Referencias	28
Apéndice	32
Ficha de estadísticas de fuentes secundarias	32

Índice de tablas

Tabla 1. Estadística descriptiva de los precios de referencia	14
Tabla 2. Frecuencia del uso de los Precios Paridad Importación 1 y 2 para el cálculo del Precio de referencia nacional	15
Tabla 3. Medidas de volatilidad	15
Tabla 4. Estadísticas de la regresión	18
Tabla 5. Coeficientes estimados de la regresión	19
Tabla 6. Coeficientes de correlación	19
Tabla 7. Derivados para el APC en la Bolsa de Derivados de Malasia (BMD).....	20
Tabla 8. Derivados para el APC en el CME Group	20
Tabla 9. Cobertura con futuros sobre CPO Malasia mantenidos hasta el vencimiento	23
Tabla 10. Cobertura con futuros sobre CPO Malasia liquidados antes del vencimiento	24
Tabla 11. Resultados de la cobertura con futuros sobre el APC Malasia (2023).....	25

Índice de figuras

Figura 1. Comportamiento de los precios del APC en Malasia, Indonesia y Colombia (enero de 2014-enero de 2022).....	3
Figura 2. Volatilidad histórica a 12 meses para el Precio Paridad Importación (1) (enero de 2014-octubre de 2022)	16
Figura 3. Volatilidad histórica a 12 meses para el Precio Paridad Importación (2) (enero de 2014-octubre de 2022)	17
Figura 4. Volatilidad histórica a 12 meses para el Precio de referencia nacional (enero de 2014-octubre de 2022)	17

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula de la desviación estándar	7
Ecuación 2. Fórmula para el cálculo del Precio de Paridad de Importación para el APC en Colombia	12
Ecuación 3. Fórmula para el cálculo del Indicador de Paridad Mensual del APC.....	13
Ecuación 4. Fórmula para el cálculo del Indicador de Paridad Mensual de Sustitutos.....	13
Ecuación 5. Función de regresión muestral para el APC nacional.....	18

1. Introducción

El sector palmero en Colombia representa el 17,6 % del PIB agrícola nacional y reúne un aproximado de 7000 productores, de los cuales el 75 % producen el fruto a pequeña escala (Fedepalma, 2022). En el período 2022-2023, la industria presentó un crecimiento en el volumen anual de toneladas producidas de aceite de palma crudo (*crude palm oil*, CPO) —en adelante APC—, consolidando una cifra récord de 1,84 millones de toneladas al cierre de 2023, de las cuales el 73 % se vendió en el mercado local y el 27 % se destinó al mercado de exportación (Fedepalma, 2023b). En el agregado mundial, Colombia se sitúa como el cuarto productor de APC, aportando el 2,3 % de los 79,46 millones de toneladas que se producen en el mundo, luego de Indonesia y Malasia, que, en conjunto, son responsables del 83 % de la cifra mundial, y de Tailandia (Estados Unidos, U.S. Department of Agriculture, 2023). Lo anterior evidencia que la palmicultura colombiana se posiciona como una de las industrias relevantes para la economía del país y la principal fuente de ingresos para los pequeños agricultores.

A pesar de las alentadoras cifras en el crecimiento de la producción, la situación no es la misma en el ingreso de los productores, un factor que se ha convertido en una preocupación constante para la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma), tal como lo resaltó su *Informe de Gestión 2022*, uno de cuyos grandes objetivos es avanzar en la consolidación de una agroindustria rentable (2022). En el mismo orden de ideas, en 2019, Jens Mesa Dishington, presidente ejecutivo de esta entidad, hizo la siguiente declaración a la agencia de prensa de Finagro:

El 2018 fue un año muy difícil para la palmicultura colombiana, principalmente por la caída en los precios internacionales, una moneda revaluada durante gran parte de 2018, el desorden en la comercialización local de la agroindustria como resultado de disposiciones regulatorias y el comportamiento estable de la producción de aceite de palma crudo. Efecto de lo anterior, el valor de la producción del sector palmero (aceite de palma crudo y almendra de palma) registró una contracción de 9 %, al pasar de \$ 3,7 billones en 2017 a \$ 3,4 billones en 2018, situación que afectó la liquidez y rentabilidad de los productores del sector palmero. (Finagro, 2019).

En este contexto, el presente trabajo busca analizar las variables explicativas del precio nacional del APC para estructurar una estrategia financiera de gestión del riesgo de mercado para el palmicultor colombiano. La aproximación al análisis cuantitativo se realizó a través del modelo econométrico de regresión lineal múltiple con series de tiempo mensuales de los últimos diez años, tomando bases de datos históricas del SISPA (Sistema de información estadística del sector palmero) y del Banco de la República para la serie de tasa de cambio promedio mensual.

Como resultado de la regresión se espera identificar la variable con mayor capacidad explicativa de la fluctuación del precio del APC producido en Colombia, a fin de definir la cobertura más adecuada para la gestión financiera del riesgo de precio para el productor.

El documento está estructurado en cinco capítulos. En el primero se presenta la justificación del trabajo incluyendo la pregunta de estudio, desde el análisis cualitativo de la formación del

precio nacional del APC y el efecto de sus fluctuaciones sobre el ingreso de los palmicultores; en el segundo se definen el marco de referencia y el marco conceptual; en el tercero se muestra la metodología seleccionada; en el cuarto se exhiben los resultados del modelo y la operatividad del instrumento de cobertura definido; y en el quinto se exponen las conclusiones y recomendaciones.

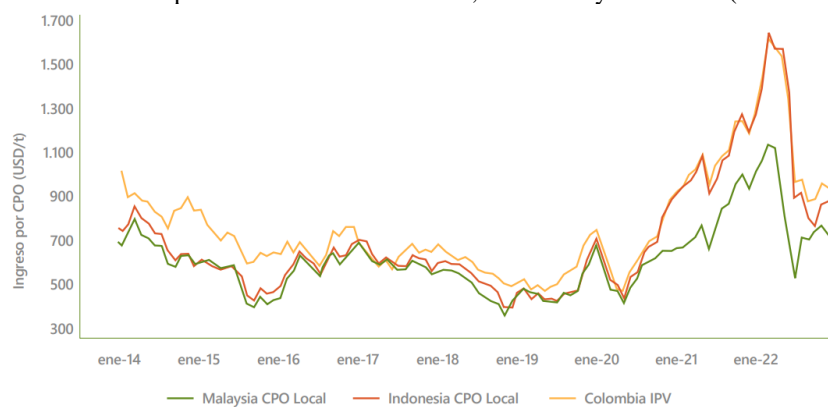
2. Situación de estudio

El Fondo de estabilización de precios para el palmiste, el aceite de palma y sus fracciones (FEP) se creó en 1996 como una estrategia para incrementar las exportaciones y regular la producción nacional mediante un mecanismo de cesiones y compensaciones que garantiza que el ingreso para los productores sea el mismo, independientemente del mercado, interno o de exportación, que origina sus ventas. (Reina *et al.*, 2011)

Para la aplicación de las operaciones de estabilización, el FEP establece los precios de venta mensual del APC tanto para el mercado interno como para los mercados de exportación y, con base en ellos y las toneladas vendidas en el mes, fija un precio de referencia para liquidar las cesiones o compensaciones. En términos generales, el cálculo de los precios está en función de los precios internacionales del *commodity*, los fletes, el arancel y la tasa de cambio, con la particularidad de que, para el cálculo del precio de venta en el mercado interno, se incorpora, además, el precio internacional de los sustitutos como el aceite de soya y la estearina de palma. (Reina *et al.*, 2011)

La Figura 1 muestra el comportamiento del precio local del APC en los mercados de Indonesia y Malasia comparado con el precio de venta en Colombia, en el período enero 2014-diciembre de 2022.

Figura 1. Comportamiento de los precios del APC en Malasia, Indonesia y Colombia (enero de 2014-enero de 2022)



Fuente: Fedepalma (2022).

En la Figura 1 se observa que el precio de venta nacional del APC se mueve en la misma dirección que los precios internacionales; en este sentido se puede afirmar que el mecanismo implementado por el FEP sigue la tendencia del mercado mundial pero no proporciona una cobertura a las fluctuaciones del precio del activo y deja al palmicultor expuesto a los movimientos bajistas.

De otro lado, la volatilidad en los precios ocasiona que, durante los períodos de ascenso, se deban hacer ahorros y capitalización para compensar las caídas durante los períodos de depresión, a fin de garantizar la sostenibilidad financiera de los productores en un horizonte de largo plazo (Fedepalma, 2023b); no obstante, más allá de este ejercicio natural, existen instrumentos financieros diseñados para gestionar la exposición al riesgo de mercado, entre los cuales se

encuentran los derivados financieros.

En Colombia, el derivado más negociado en mercado bursátil no estandarizado —el mercado mostrador u *over-the-counter*, OTC— tiene como subyacente la tasa de cambio, pero, el mercado de derivados sobre *commodities*, particularmente para el APC, es inexistente. Ante esta situación, una aproximación estadística a las variables que impactan el precio nacional del aceite de palma podría proporcionar un subyacente distinto del activo expuesto al riesgo, capaz de ser utilizado para una cobertura siempre que exista un grado de dependencia y correlación entre los precios de ambas variables y, además, que sea un instrumento disponible en el mercado internacional.

En ese sentido, para estructurar una estrategia financiera que permita reducir la exposición del palmicultor colombiano a los movimientos adversos en el precio del APC, es necesario tener una comprensión precisa de las variables que explican el comportamiento del precio del activo.

2.1 Formulación de la pregunta que permite abordar la situación de estudio

¿Cuál es el efecto de las variables explicativas del precio nacional del aceite de palma crudo que pueden ser gestionadas a través de una estrategia de cobertura financiera para el productor en Colombia?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Cuantificar las variables explicativas del precio nacional del APC para la estructuración de una estrategia de cobertura financiera para el productor en Colombia.

3.2 Objetivos específicos

- Describir la dinámica de formación del precio del APC en Colombia.
- Identificar cuantitativamente la(s) variable(s) con mayor capacidad explicativa de la volatilidad del precio nacional del APC.
- Revisar los instrumentos derivados disponibles en el mercado para operaciones de cobertura del APC.
- Proponer una estrategia de cobertura financiera para reducir la exposición de los productores colombianos al riesgo de mercado del APC.
- Validar la efectividad de la estrategia diseñada mediante pruebas de *backtesting*.

4. Marco de referencia y marco conceptual

4.1 Marco de referencia

4.1.1 Antecedentes internacionales

A partir del análisis de datos de países como Alemania y Estados Unidos, Fry (2010) afirmó que el crecimiento de la demanda de aceites y grasas vegetales para la producción de biocombustibles está conectado a los precios de los combustibles fósiles y otros productos agrícolas, y concluyó que los primeros tienen grandes implicaciones en el mercado de futuros del aceite, así como en el comportamiento de sus precios.

A partir de datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador, y aplicándole un enfoque cuantitativo, bibliográfico y descriptivo a una investigación de tipo longitudinal para desarrollar un modelo econométrico que cuantificara la relación entre el nivel de las exportaciones y la volatilidad de los precios, Mora (2022) realizó un estudio acerca de la exportación del aceite de palma y la volatilidad de los precios internacionales, a fin de analizar la relación entre ambos. El resultado alcanzado por la autora evidenció que existe una relación inversa entre las exportaciones y la volatilidad de los precios internacionales, dado que, si suben los precios, el volumen de exportación disminuye; la correlación de Pearson y el coeficiente de determinación R^2 son los indicadores que le permitieron afirmar que esa dependencia existe. La ecuación matemática utilizada en su estudio demostró que las exportaciones de aceite de palma ecuatoriano, en millones de dólares, son una función lineal de la volatilidad anual de los precios internacionales en USD/tonelada, con un margen de error estocástico.

4.1.2 Antecedentes nacionales

El estudio llevado a cabo por Gómez y González (2015) enfocado en la competitividad del aceite de palma colombiano en los mercados internacionales mediante una matriz de análisis de comportamiento, aplicando indicadores de la balanza de pagos relativa y de las ventajas comparativas, evidenció que el aceite de palma en Colombia tiene ventajas en los mercados de destino y saldos comerciales positivos y elevados, a pesar de que los volúmenes exportados no son constantes, sino que muestran variabilidad y baja participación.

Por su parte, mediante un estudio estadístico basado en análisis de datos, con evidencia obtenida del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), llevado a cabo con el objetivo de describir y analizar la situación del sector palmicultor colombiano de cara al comercio internacional, en el período 2000-2020, Salazar González (2020) encontró que el sector palmicultor colombiano ha adquirido gran importancia en el sector agroindustrial, dado que tuvo un crecimiento del 42 % en 2016 y una participación del 9 % en el PIB agrícola en este mismo año. El autor recomendó, adicionalmente, tener en cuenta las condiciones climáticas para la protección del cultivo y la mejora del rendimiento.

En síntesis, los antecedentes nacionales mencionados muestran gran interés por la participación del sector del aceite de palma dentro de la agroindustria y por su desempeño en los

mercados internacionales, y buscan formular recomendaciones para mejorar el rendimiento y evitar los riesgos que puedan afectar el futuro de la actividad. Adicionalmente, hay una tendencia a utilizar estadísticas tomadas tanto del DANE como de instituciones como Fedepalma.

4.2 Marco conceptual

4.2.1 Producción y desarrollo agroindustrial

Según Da Silva *et al.* (2013), el desarrollo de agroindustrias competitivas es muy importante para los países en vías de desarrollo, debido a que les permite generar oportunidades de empleo e ingresos. Haciendo a un lado los cambios culturales y ambientales que la agroindustria genera en las áreas rurales, la producción de este rubro es esencial para el desarrollo de los países, debido a que contribuye a generar fuentes de empleo y a incrementar la calidad de vida de los productores. Por su parte, en el ámbito internacional, este sector es considerado como un importante factor para la reducción de la pobreza y el desarrollo económico.

Según León Vega (2014), el desarrollo de la agroindustria en América Latina ha atravesado por una fase de crecimiento acelerado en las últimas décadas como consecuencia de la evolución en el consumo de los hogares y los mecanismos de distribución actuales. Los productos de este rubro tienen un lugar muy importante en la canasta de consumo a nivel global, un hecho que puede atribuirse a la modernización de la economía y a los cambios en los hábitos vitales.

En suma, se puede decir que la agroindustria es un sector clave para el desarrollo de los países en América Latina y que la evolución del consumo y la inversión han permitido que tenga un lugar importante a nivel global.

4.2.2 Volatilidad de precios

Según Collin (2003), el término *volatilidad* hace referencia a un mercado o a un precio que se caracterizan por no ser estables, debido a que presentan alzas y caídas repentinas. En otros términos, la volatilidad es un fenómeno estadístico relacionado a la aleatoriedad y la falta de predictibilidad característico de los activos financieros. Este término se usa cuando se observan variaciones bruscas en el comportamiento de un activo y, por lo general, se ilustra a través de gráficos de ojiva.

En el ámbito de las finanzas, la *volatilidad de un precio o activo* se entiende como una medida de la variabilidad que se expresa a través de la fórmula de la desviación estándar (Ecuación 1). (Wilmott, 2007)

ECUACIÓN 1. Fórmula de la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde:

x_i : observación número i de la variable x

n : número de observaciones

\bar{X} : media de la variable x

σ : desviación estándar muestral

En la misma línea se puede considerar la volatilidad como la varianza o la desviación estándar de los retornos (Berk & DeMarzo, 2014). Debido a que se encuentra en la misma unidad de medida que los retornos o la variación en los precios del activo, para su representación se utiliza por lo general la desviación estándar.

Según Krivonos (2009), en lo relacionado con los productos básicos agroindustriales, la *volatilidad de un precio* puede entenderse como las alzas o los cambios repentinos en los precios internacionales que generan efectos preocupantes sobre las economías de los países en desarrollo. Estos cambios afectan los ingresos del sector agroindustrial, la balanza de pagos, la economía y consumo de los hogares, y además generan efectos dinámicos sobre la percepción del riesgo de precio, impactando las decisiones de inversión y la producción local.

En opinión del mismo autor (2009), existen pocas alternativas para controlar de manera directa este tipo de volatilidad, hecho que se explica por las variadas estrategias que los países aplican para orientar sus intervenciones ante los movimientos adversos de los precios. Ejemplos de ello son los esquemas de gestión de existencias y el uso de las reservas internacionales, aunque este último es considerado poco prometedor, debido a que genera un deterioro en la confianza en el mercado e interfiere en la coordinación entre los agentes económicos.

4.2.3 Políticas públicas para la gestión del riesgo de precios

Para comprender el contexto de los precios del aceite de palma en Colombia es necesario abordar los mecanismos de gestión del riesgo que se han utilizado como parte de las políticas públicas de apoyo al sector.

Un primer acercamiento a la gestión del riesgo de las fluctuaciones en el precio internacional del aceite de palma para los productores en Colombia se dio con la Ley 101 de 1993, que creó los Fondos de estabilización de precios de productos agropecuarios y pesqueros, cuyo objetivo es “procurar un ingreso remunerativo para los productores, regular la producción nacional e incrementar las exportaciones mediante el financiamiento de la estabilización de los precios al productor”. (Colombia, Congreso de la República, 1993)

Con el Decreto 2354 de 1996 (Colombia, Presidencia de la República, 1996) se formalizó puntualmente la organización del Fondo de estabilización de precios para el palmiste, el aceite de palma y sus fracciones (FEP). Este mecanismo, vigente en la actualidad, establece un precio de indiferencia para las ventas en el mercado interno y las de exportación, igualándolas mediante “la cesión al FEP de parte de los ingresos de los mercados con precios más altos, que se devuelve como compensación a los mercados con precios más bajos” (Reina et al., 2011), de modo que el ingreso para el productor sea el mismo independientemente del mercado que origina sus ventas.

Aunque el FEP se creó como una iniciativa para estimular las exportaciones en un escenario

de capacidad excedente y precios locales bajos, las condiciones económicas han experimentado cambios desde entonces y su efectividad como mecanismo para favorecer el ingreso de los productores y la competitividad de la materia prima ha sido cuestionada en trabajos académicos y en organismos como Fedesarrollo, que le ha formulado recomendaciones en aspectos como la revisión de los parámetros para el cálculo del precio de referencia y la posibilidad de validar escenarios de aplicación del mecanismo de estabilización de precios. (Reina *et al.*, 2011)

Una segunda iniciativa la introdujo la Decisión 371 de 1994 de la Comunidad Andina, por medio de la cual se aprobó el Sistema andino de franjas de precios agropecuarios (SAFP), “con el objetivo de estabilizar el costo de importación de un grupo especial de productos agropecuarios caracterizados por una marcada inestabilidad de sus precios internacionales” (1994); cabe anotar que entre estos productos se incluyó el APC. Este mecanismo, también vigente, permite a los países miembros aplicar o descontar un arancel variable adicional al arancel externo común (AEC) cuando los precios internacionales de referencia se encuentran por fuera del rango determinado por el precio piso y el precio techo. Así, cuando el precio internacional del APC se encuentra por encima del segundo, el arancel variable se aplicará para un descuento sobre el AEC; y, en condiciones donde se encuentre por debajo del primero, el arancel variable generará un arancel adicional al AEC. (Fedepalma, 1994).

No obstante, en su estudio de la factibilidad de la estructuración de un mercado de derivados sobre el ACP en Colombia, Corredor Matiz *et al.* sostuvieron lo siguiente:

Aunque el FEP protege a los productores de un canibalismo por el mercado interno de palma que genere precios iguales a los precios internacionales y promueve la eficiencia en las exportaciones, no los protege de la volatilidad de los precios internacionales. (Corredor Matiz *et al.*, 2009)

Adicionalmente, estos autores (2009) afirmaron que la indiferencia que suscita el mecanismo del FEP entre vender al mercado nacional o de exportación genera una cultura *spot*, es decir, vender toda la oferta producida sin mantener inventarios para ventas futuras, una situación que, incluso, dada la estacionalidad de la producción —que se concentra en el primer semestre del año— y la estabilidad de la demanda durante todo el año, afecta los ingresos de los palmicultores en el último cuatrimestre, donde es necesario realizar importaciones para suplir la demanda del período. Es así como Corredor Matiz *et al.* sugirieron que el FEP y el mercado de derivados no eran herramientas excluyentes y que, en efecto, los derivados son una necesidad para el sector palmero. (2009)

4.2.4 Los derivados como instrumentos financieros de cobertura

Los *derivados financieros*, entre los que se encuentran los *forwards*, los futuros, las opciones y los swaps, se definen como “instrumentos financieros cuyo valor depende, o deriva, del valor de otras variables subyacentes, la cual es, a menudo, el precio del activo negociado” (Hull, 2012). Estos instrumentos pueden ser utilizados para tres finalidades diferentes: generar cobertura de riesgos, facilitar la especulación financiera o realizar actividades de arbitraje. Puntualmente, como instrumentos de cobertura financiera, los “coberturistas” los usan para reducir el riesgo que enfrentan por potenciales movimientos futuros en una variable de mercado”. (2012)

De Lara (2005) proporcionó una explicación clara sobre el surgimiento y las características de los instrumentos financieros de cobertura. Según este autor, en el período 1980-1990, como efecto de la globalización, hubo una intensificación del uso de productos derivados como una medida de protección contra el riesgo de la variación de precios y, en esencia, frente a posibles pérdidas. Hoy día, ningún individuo, compañía, Gobierno o proyecto, con un auténtico enfoque de negocios, está libre del impacto que, directa o indirectamente, generan las fluctuaciones de variables de mercado como la tasa de cambio, las tasas de interés o los precios de los activos.

La utilización de este tipo de instrumentos ha dado lugar al surgimiento de un mercado de transferencia de riesgo en el que, los agentes económicos que no desean asumirlo o afrontar una probabilidad de pérdida, lo transfieren a pares que tienen algún interés por asumirlo a cambio de obtener una ganancia o una rentabilidad. (De Lara, 2005)

El acceso a las coberturas financieras para el APC en el mercado nacional es limitado. La aproximación más cercana la realiza la Bolsa Mercantil de Colombia (BMC) por medio del Mercado de compras privadas (Mercop), donde se facilita la negociación de *forwards* con entrega física de los productos agropecuarios, agroindustriales o de otros *commodities* registrados en plazos que van desde los 30 días hasta un máximo de 360 (BMC, 2024). Al no ser estandarizado, este instrumento permite que las partes acuerden las condiciones de precio, cantidad, empaque, lugar y fecha de entrega de acuerdo con sus requerimientos particulares. No obstante, desde que el Mercop entró en operación en 2021, a la fecha de la elaboración del presente trabajo (mayo de 2024) no se ha negociado ningún contrato derivado sobre el APC, y este vacío direcciona al productor colombiano a buscar estrategias de cobertura con derivados en los mercados internacionales.

5. Metodología

5.1 Tipo de investigación

Este trabajo utiliza un enfoque cuantitativo porque utiliza la medición de variables para estudiar un hecho económico. Según Bernal (2010), el *enfoque cuantitativo* consiste en la cuantificación de las cualidades de los fenómenos de la realidad a partir de un marco conceptual debidamente desarrollado, para establecer los principios generales que fundamentan la interpretación de la relación entre variables.

Desde el punto de vista de los niveles de investigación, cabe señalar que el presente trabajo se caracteriza por ser un estudio de tipo descriptivo con diseño no experimental, deductivo y estadístico. En otros términos, que utiliza la estadística y el análisis descriptivo para analizar y cuantificar algunas propiedades de las variables explicativas.

5.2 Método de investigación

En congruencia con el enfoque cuantitativo seleccionado, se determinó utilizar el *método de investigación cuantitativo* para abordar el problema planteado. Según Bernal (2010), este método, o método tradicional, tiene fundamento en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone adoptar un marco conceptual pertinente al problema en cuestión, al igual que una serie de postulados que expresen las relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva, con el objetivo de generalizar y normalizar los resultados.

5.3 Técnica de investigación

Por lo general, los estudios de tipo cuantitativo donde se analizan variables de tipo financiero utilizan la técnica de investigación de la medición, es decir, la estadística de fuentes secundarias. Según Ñaupas *et al.* (2014), *la estadística de fuentes secundarias* es una técnica de investigación que supone la recopilación de datos con miras a aplicar herramientas propias de las matemáticas para analizar información cuantitativa y descubrir patrones y tendencias. En el presente trabajo se usó esta técnica para analizar las variables seleccionadas y medir sus propiedades por medio de técnicas y fórmulas propias de las finanzas cuantitativas, la estadística descriptiva y la econometría.

5.4 Instrumento de investigación

Las variables explicativas del precio del APC producido en Colombia se seleccionaron a partir de la metodología de cálculo del precio de referencia para las operaciones de estabilización del FEP,

en el que sobresalen las siguientes variables:

- Precio internacional del APC, referencia BMD3, producido en Malasia.
- Precio de una canasta de sustitutos, entre los que se encuentran el aceite de soya argentino, el aceite de soya estadounidense, el sebo comestible producido en este país y la estearina de palma producida en Malasia.
- Tasa de cambio USD/COP.

Se construyeron, entonces, series de tiempo mensuales de los últimos diez años tomando bases de datos históricas del Sistema de información estadística del sector palmero del Banco de la República (SISPA) para la serie de la tasa de cambio promedio mensual.

Las series de tiempo de los precios de los *commodities* consisten en el precio promedio del mes anterior expresadas en dólares norteamericanos por tonelada (USD/t); la información se reconstruyó desde marzo de 2019 hacia atrás, de acuerdo con la metodología de cálculo vigente definida en el Acuerdo 218 de 2012. (Fondo de estabilización de precios para el palmiste, el aceite de palma y sus fracciones, FEP, 2012)

Para recolectar la información necesaria para el desarrollo del estudio se utilizó como instrumento técnico de investigación la ficha de estadística de fuentes secundarias, puntualmente, una matriz de recolección de datos donde se vació toda la información estadística referida a las variables seleccionadas, a fin de facilitar la manipulación y la realización de los cálculos. Dicha matriz, elaborada en Excel, se muestra en el apéndice al final de este documento.

Según el Acuerdo 398 de 2019 emitido por el Comité Directivo de Fedepalma (Fedepalma, 2019), “Por el cual se modifica la metodología para el cálculo de las operaciones de estabilización para el programa de aceite de palma, establecida en el Acuerdo 218 de 2012”, y que corresponde al documento vigente para la estimación del Precio de paridad de importación (PPI), el APC en Colombia se establece con la siguiente fórmula (Ecuación 2):

ECUACIÓN 2. Fórmula para el cálculo del Precio de Paridad de Importación (PPI) para el APC en Colombia

$$PPI_{APC(t)} = \text{Min}\{IPM_{APC(t)} ; IPM_{SUS(t)}\}$$

Donde:

IPM_{APC} : indicador mensual de paridad importación de palma en USD, incluidos los gastos logísticos y los aranceles.

IPM_{SUS} : indicador de precio de paridad importación de una canasta de sustitutos en USD, incluidos los gastos logísticos y los aranceles.

Para efectos del estudio, se denominó Cálculo 1, al realizado por el indicador del APC, y Cálculo 2, al realizado por el indicador de sustitutos.

Así entonces, Cálculo 1 es (Ecuación 3):

ECUACIÓN 3. Fórmula para el cálculo del Indicador de Paridad Mensual (IPN) del APC

$$IPM_{APC(t)} = \frac{(\sum_{i=1}^n BMD3_{(t-1)})}{n} + \text{gastos logísticos y aranceles}$$

Donde:

BMD3 ($t - 1$): precio diario del APC origen Malasia, Bursa Malasia posición 3, del mes anterior ($t - 1$), expresado en USD.

n : días del mes anterior al cálculo ($t - 1$).

Los gastos logísticos y los aranceles corresponden a un estimado del flete de Malasia a Colombia establecido en el FEP; y los aranceles, a los que apliquen en la normatividad vigente (SAFP).

Cálculo 2 es (Ecuación 4):

ECUACIÓN 4. Fórmula para el cálculo del Indicador de Paridad Mensual (IPM) de sustitutos

$$IPM_{SUS(t)} = \left[0,65 * \left(\text{Min}(\text{soya FOB Argentina}_{(t-1)}; \text{soya FOB EE. UU.}_{(t-1)}) \right) + 0,35 \right. \\ \left. * \left(\text{Min}(\text{sebo EE: UU}_{(t-1)}; \text{estearina de palma FOB Malasia}_{(t-1)}) \right) \right]$$

Donde cada producto de la canasta de sustitutos corresponde al indicador mensual de importación a Colombia calculado con base en el promedio simple de los precios diarios del mes anterior ($t - 1$), expresados en USD, e incluyendo los gastos logísticos y los aranceles.

5.5 Técnicas estadísticas para el análisis de datos

Para la realización del análisis de datos se utilizó el *modelo de regresión lineal múltiple*, que permite explicar los movimientos en una variable específica en relación con los movimientos de una o más variables. La variable por explicar suele tomar el nombre de “variable dependiente” o “variable explicada”, y las variables usadas para explicar las variaciones se denominan “variables independientes” o “variables explicativas”. Todas ellas son modelos que, a partir de observaciones fijas de las variables independientes, buscan predecir el comportamiento de la variable dependiente aplicando el método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS, *ordinary least squares*) sobre los valores residuales de las observaciones, para obtener los coeficientes o parámetros Beta (β) de cada variable, que minimizan la sumatoria del cuadrado de los residuales (RSS, *residual sum of squares*) (Brooks, 2019). Esta aproximación se realiza matemáticamente mediante el cálculo de cada cociente de la ecuación; sin embargo, se utilizó la función “Regresión” de la herramienta de análisis de datos de Excel, que arroja los mismos resultados de forma automática.

6. Resultados

6.1 Análisis estadístico

El proceso inicia con la presentación del análisis estadístico y la formulación del modelo explicativo de las variables trabajadas. Posterior a ello, se hace el desarrollo de la propuesta de cobertura a través de los derivados financieros.

6.1.1 Estadística descriptiva

Para tener una visión más precisa sobre las características de las variables trabajadas, es pertinente aplicar algunos estadígrafos propios de la estadística descriptiva. De esta manera se pueden conocer las propiedades estadísticas de las variables de interés. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadística descriptiva de los precios de referencia

	PRECIO PARIDAD IMPORTACIÓN (1)	PRECIO PARIDAD IMPORTACIÓN (2)	PRECIO DE REFERENCIA NACIONAL
Media	835,81	915,95	2.803.878,32
Error típico	18,28	23,67	103.348,21
Mediana	767,34	828,46	2.261.059,61
Moda	-	-	-
Desviación estándar	200,26	259,26	1.132.122,92
Varianza de la muestra	40.103,94	67.216,81	1.281.702.313.624,08
Curtosis	3,36	2,39	0,42
Coficiente de asimetría	1,74	1,59	1,19
Rango	982,47	1.202,05	4.611.365,13
Mínimo	590,85	644,43	1.513.397,72
Máximo	1.573,31	1.846,48	6.124.762,85
Suma	100.297,06	109.913,96	336.465.398,86
Cuenta	120,00	120,00	120,00

Fuente: elaboración de las autoras.

En la Tabla 1 se puede observar una comparación de los estadígrafos de los Precios Paridad Importación (PPI) con el Precio de referencia nacional. El Precio Paridad Importación 1 es el que sale del cálculo mediante la metodología basada en una fórmula que considera el precio del APC Malasia BDM/P3 y los gastos logísticos. El Precio Paridad Importación 2 es el que se calcula considerando el indicador de los precios de importación de la soya argentina y estadounidense, el sebo y la estearina. Finalmente, el Precio de referencia nacional sale de la selección del precio mínimo entre los Precios 1 y 2 convertido a moneda nacional bajo la tasa de cambio de la resolución del FEP, que se calcula como el promedio de la tasa de cambio diaria del mes anterior.

La Tabla 1 también muestra que el Precio Paridad Importación 1 tiene un promedio más bajo que el Precio Paridad Importación 2, por lo que ese cálculo tiende a ser considerado con mayor frecuencia para el cálculo del Precio de referencia nacional. Asimismo, se observa que ese precio tiene una desviación estándar menor que el del Cálculo 2, por lo que se puede considerar que es ligeramente menos volátil. El coeficiente de asimetría muestra que los tres precios tienen un sesgo hacia la izquierda, por lo que los valores están concentrados a ese lado de la distribución. También se destaca que el cálculo bajo la metodología 1 tiene valores mínimos y máximos menores que el cálculo bajo la metodología 2.

A partir de la muestra seleccionada (120 observaciones) que, tal como se estableció, comprende el período enero de 2014-diciembre de 2023 de manera mensual, se calculó el número y el porcentaje de veces que cada PPI fue utilizado para el cálculo del Precio de referencia nacional; en otras palabras, se hizo un conteo del número de veces en que cada precio fue el mínimo [Tabla 2].

Tabla 2. Frecuencia del uso de los Precios Paridad Importación 1 y 2 para el cálculo del Precio de referencia nacional

PRECIO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Precio Paridad Importación (1)	110	91,67 %
Precio Paridad Importación (2)	10	8,33 %
	120	100,00 %

Fuente: elaboración de las autoras.

En la Tabla 2 se observa que el Precio Paridad Importación 1 fue el mínimo de las oportunidades (91,67 %) y, por tanto, fue considerado en 110 ocasiones como base para el cálculo del Precio de referencia nacional. Por otro lado, el Precio Paridad Importación 2 fue el mínimo en solo 10 ocasiones, es decir, el 8,33 % de los meses considerados en la muestra.

6.1.2 Medidas de volatilidad

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos para el cálculo de las medidas de volatilidad utilizadas para analizar el grado de variabilidad de los tres precios.

Tabla 3. Medidas de volatilidad

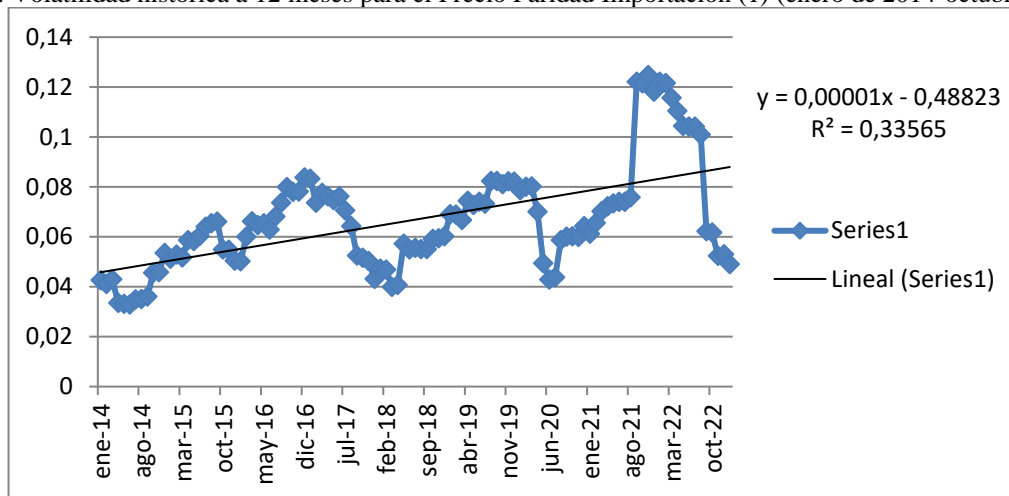
	PRECIO PARIDAD IMPORTACIÓN (1)	PRECIO PARIDAD IMPORTACIÓN (2)	PRECIO DE REFERENCIA NACIONAL
Desviación estándar (volatilidad histórica)	200,26	259,26	1.132.122,92
Varianza	40.103,94	67.216,81	1.281.702.313.624
Coeficiente de variación	0,24	0,28	0,40
Medida de fama	148,33	196,10	937.067,20
Coeficiente de fama	0,18	0,21	0,33

Fuente: elaboración de las autoras.

En la Tabla 3 se observa que el Precio Paridad Importación 1 tiene una volatilidad histórica más baja que el Precio Paridad Importación 2; esto se traduce en un coeficiente de variación que también es más bajo. Llama la atención que el Precio de referencia nacional tiene un coeficiente de variación más alto que puede ser atribuido a la varianza añadida por el efecto de la tasa de cambio en la conversión a moneda nacional.

Como parte del análisis de la volatilidad, se hizo el cálculo de la volatilidad móvil histórica para cada uno de los precios, a partir los planteamientos expuestos por Robles (2001), mediante el cálculo de la desviación estándar móvil de los rendimientos a 12 meses, es decir, la variación de cada observación respecto a la anterior convertida a logaritmos. Adicionalmente, se añadió una línea de regresión para ilustrar la tendencia de la volatilidad a lo largo del tiempo [Figura 2].

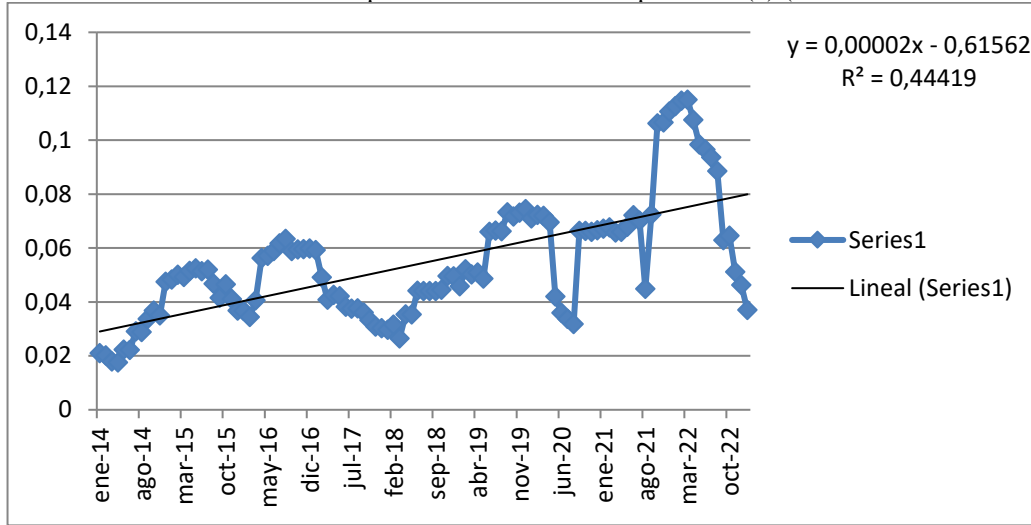
Figura 2. Volatilidad histórica a 12 meses para el Precio Paridad Importación (1) (enero de 2014-octubre de 2022)



Fuente: elaboración de las autoras.

En la Figura 2 se observa que la volatilidad histórica a 12 meses para el Precio Paridad Importación 1 tiene una tendencia creciente a lo largo del tiempo, y, asimismo, que hay un patrón cíclico que se repite a lo largo del tiempo de manera cada vez más pronunciada, por lo cual se puede considerar que se incrementa mediante ondas de amplitud cada vez mayores [Figura 3].

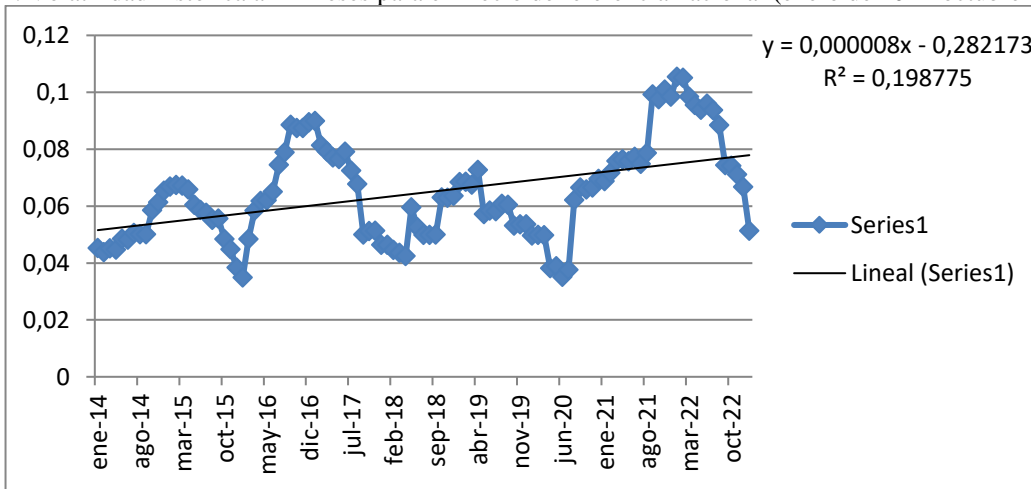
Figura 3. Volatilidad histórica a 12 meses para el Precio Paridad Importación (2) (enero de 2014-octubre de 2022)



Fuente: elaboración de las autoras.

Para el caso del Precio Paridad Importación 2, en la Figura 4 se observa una situación semejante a la del Precio 1, en tanto hay un patrón cíclico cada vez más pronunciado, así como una tendencia lineal creciente.

Figura 4. Volatilidad histórica a 12 meses para el Precio de referencia nacional (enero de 2014-octubre de 2022)



Fuente: elaboración de las autoras.

Por último, el precio de referencia nacional reproduce el patrón cíclico que se observa en los otros precios, los cuales, como se señaló, son utilizados como insumo para su cálculo, según cuál sea el menor. Existe una tendencia lineal creciente, así como una amplificación de los ciclos de volatilidad, que tienen una longitud de 24 meses, siendo así que, más o menos a la mitad de ese intervalo, se alcanza el punto más alto de volatilidad.

6.1.3 Modelo de regresión lineal

El modelo de regresión lineal fue seleccionado como la herramienta para analizar el efecto que tienen las variables explicativas definidas por el FEP sobre la volatilidad del precio nacional del APC producido en Colombia.

Con base en las observaciones fijas de las variables explicativas (variación del precio internacional del APC, referencia BMD3 con gastos logísticos y aranceles incluidos hasta Colombia, variación en el precio de los sustitutos también en términos CIF Colombia, y variación en la tasa de cambio USD/COP), se realizó el análisis de regresión y se obtuvo la siguiente función de regresión muestral (FRM) (Ecuación5):

ECUACIÓN 5. Función de regresión muestral para el APC nacional

$$\Delta \text{ APC Nacional} = 0,0015 + 0,75 \Delta \text{ IPM}_{\text{APC}} + 0,18 \Delta \text{ IPM}_{\text{SUS}} + 0,66 \Delta \text{ TC}_{\text{USD/COP}}$$

Soportados en un coeficiente de determinación R^2 de 0,75, cercano a 1, como medida de bondad de ajuste del modelo, se puede decir que las variables seleccionadas explican en un porcentaje relevante el comportamiento del precio del APC colombiano, tal como lo señalan los datos de la Tabla 4.

Tabla 4. Estadísticas de la regresión

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN	
Coefficiente de correlación múltiple	0,8682
Coefficiente de determinación R^2	0,7538
R^2 ajustado	0,7473
Error típico	0,0330
Observaciones	118

Fuente: elaboración de las autoras.

Como resultado de la regresión se obtuvieron los estimadores por mínimos cuadrados ordinarios (coeficientes) para cada variable independiente, y, dado que el coeficiente estimado (0,75) para la variación del APC producido en Malasia, incluidos los gastos logísticos y los aranceles, es el mayor frente a los estimados para las otras variables, se puede afirmar que es la variable con mayor capacidad explicativa del precio del APC producido en Colombia. No obstante, Novales (2010) sugirió que, para afirmar que una variable en términos de su coeficiente estimado es más importante que las otras, se debería tener en cuenta la variación media de todas las variables medida por su desviación estándar. Con esta aproximación, se calculó el efecto promedio que tiene cada variable explicativa sobre la variable dependiente, multiplicando cada coeficiente por la desviación típica de la variable, y se llegó a la misma conclusión [Tabla 5].

Tabla 5. Coeficientes estimados de la regresión

	COEFICIENTES	DESV. STD.	RELEVANCIA DE LA VARIABLE
Intercepción	0,0015		
Δ IPM APC	0,7537	0,0681	0,0513
Δ IPM Sustitutos	0,1893	0,0577	0,0109
Δ TC USD/COP	0,6667	0,0365	0,0243

Fuente: elaboración de las autoras.

Los coeficientes de correlación en la variación de los precios de las variables soportan el resultado obtenido en la regresión [Tabla 6].

Tabla 6. Coeficientes de correlación

	Δ APC NAL.	Δ IPM APC	Δ IPM SUSTITUTOS	Δ TC USD/COP
Δ APC nal.	1	0,7861	0,6506	0,0814

Fuente: elaboración de las autoras.

Los resultados estadísticos de la Tabla 6 confirman la relación gráfica y contextual que se presentó en la situación de estudio.

En términos del coeficiente estimado, la variación en la tasa de cambio USD/COP también genera un impacto considerable en las fluctuaciones del precio del APC —soportado por un parámetro de 0,66—, aunque no lo corrobora así el coeficiente de correlación —con un valor cercano a 0—, que indica que, a pesar de la capacidad explicativa de la variable tasa de cambio USD/COP en el precio del APC, no hay una relación lineal entre las variables.

Las variaciones en los precios de los sustitutos no son variables representativas, en tanto producen dilaciones en el cálculo del precio de referencia del FEP y en la generación de pronósticos del precio del activo. Por lo anterior, se sugiere no considerar la cobertura con productos sustitutos, dados su capacidad explicativa reducida y la mínima correlación con la variable dependiente.

En síntesis, el precio nacional del APC exhibe una alta exposición tanto a la volatilidad del precio internacional como a la fluctuación de la tasa de cambio USD/COP, y sugiere que una aproximación válida para estructurar una cobertura financiera para mitigar el riesgo de mercado por la variación adversa en el precio para el productor consiste en la negociación de un derivado sobre el APC producido en Malasia o un derivado sobre la tasa de cambio USD/COP.

En relación con la cobertura sobre la tasa de cambio, los *forwards* USD/COP son los derivados con mayor volumen de negociación en Colombia; por tanto, no supone ningún limitante la cobertura de una posición larga o corta en moneda extranjera.

6.2 Descripción de los instrumentos derivados disponibles

El mercado de derivados para el APC con mayor liquidez se encuentra en la Bolsa de Derivados de Malasia (BMD) y en el CME Group,³ que colaboran conjuntamente en la internacionalización de sus derivados. En la BMD se encuentran disponibles tres derivados para el APC que se negocian a través de la plataforma electrónica de *trading* del CME Group: el CME Globex⁴ [Tabla 7].

Tabla 7. Derivados para el APC en la Bolsa de Derivados de Malasia (BMD)

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIONES DEL CONTRATO		
Código del contrato	FCPO	FUPO	OCPO <i>Call</i> : C OCPO <i>Put</i> : P OCPO
Tipo derivado	Futuro	Futuro	Opción
Subyacente	APC (CPO) ⁵	APC (CPO)	FCPO
Moneda de denominación	Ringgit Malasia (MYR)	Dólar norteamericano (USD)	Ringgit Malasia (MYR)
Tamaño del contrato	25 toneladas métricas (tm)	25 toneladas métricas (tm)	25 toneladas métricas (tm)
Forma de liquidación	Entrega física	Financiera (<i>cash-settled</i>)	“Entrega física”
Períodos de negociación	Hasta 48 meses, así: mes actual y por los próximos 11 meses sucesivos; después por meses alternados hasta 36	Hasta 30 meses, así: mes actual y por los próximos cinco meses sucesivos; después por meses alternados hasta 24	Hasta 46 meses, así: mes actual y por los próximos nueve meses sucesivos; después por meses alternados hasta 36 meses

Nota. Información disponible en la web oficial.

Fuente: elaboración de las autoras a partir de Bursa Malaysia Berhad (2024).

En el CME Group se negocian los derivados para el APC que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Derivados para el APC en el CME Group

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIONES DEL CONTRATO			
Código del contrato	CPO - <i>Calendar futures</i>	CPV - <i>Day 15th Bullet futures</i>	POX - <i>Day 10th Financial option</i>	POO - <i>Average price options</i>
Tipo derivado	Futuro	Futuro	Opción	Opción
Subyacente	FCPO de la BMD convertido a USD con la tasa de cambio USD/MYR del último día hábil del mes	FCPO de la BMD a 3 meses, convertido a USD con la tasa de cambio USD/MYR del día 15 del mes calendario.	CPV	CPO

³ El CME Group, Inc. nació en 2007 como parte de la fusión de las bolsas de *commodities* más antiguas de Estados Unidos: el CBOT (Chicago Board of Trade) y del CME (Chicago Mercantile Exchange). (CME Group Inc., 2024)

⁴ Gracias al interés de la BMD en convertirse en referente global para el APC, se consolidó una alianza estratégica con el CME Group en 2009 que incorporó todos los productos disponibles de la BMD al CME GLOBEX, facilitando el acceso a los instrumentos para cualquier productor o especulador a nivel mundial. (CME Group, 2011)

⁵ *Crude palm oil*. Además de cumplir unas características técnicas específicas de calidad, para entrega física, el APC debe provenir de plantas de aceite de palma que cumplan con la Certificación de Gestión de Palma Aceitera según los requisitos del Sistema de Certificación de Aceite de Palma Sostenible de Malasia. (Bursa Malaysia Berhad, 2024)

Moneda de denominación	Dólar norteamericano (USD)	Dólar norteamericano (USD)	Dólar norteamericano (USD)	Dólar norteamericano (USD)
Tamaño del contrato	25 toneladas métricas (tm)	25 toneladas métricas (tm)	25 toneladas métricas (tm)	25 toneladas métricas (tm)
Forma de liquidación	Financiera (<i>cash-settled</i>)	Financiera (<i>cash-settled</i>)	Financiera (<i>cash-settled</i>)	Financiera (<i>cash-settled</i>)
Períodos de negociación	Mensual, hasta por 60 meses sucesivos	Mensual, hasta por 60 meses sucesivos	Mensual, hasta por 12 meses sucesivos	Mensual, hasta por 12 meses sucesivos

Nota. Información disponible en la web oficial.

Fuente: elaboración de las autoras a partir de CME Group (2024).

Por la posición dominante que representa Malasia en la producción global de APC, el FCPO es el derivado con mayor volumen de negociación en el mundo; sin embargo, al estar denominado en moneda local, abre la exposición a un riesgo cambiario. La variación de la tasa de cambio USD/MYR no fue contemplada en el modelo y, en la práctica, no supone una alternativa para el productor colombiano porque implica la exposición a un riesgo adicional sobre el cual él no es experto.

Debido a que el productor colombiano no está expuesto a una escasez en la demanda de APC, sino a las fluctuaciones del precio del activo, se puede decir que, de frente a la estructuración de una cobertura, él no está interesado en asegurar la cantidad producida mediante un contrato con entrega física del subyacente, sino que, por el contrario, la alternativa más conveniente será cubrir la posición expuesta mediante un contrato por diferencia, es decir, un contrato de liquidación financiera.

La característica relevante de los derivados que se negocian en el CME Group es la denominación en USD y la liquidación financiera de los contratos disponibles; sin embargo, tres de sus productos, los contratos CPV, POX y POO, presentan un bajo o casi nulo volumen de negociación y, por tanto, no se recomienda tomarlos como referencia para una estrategia de cobertura.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, los derivados sugeridos para estructurar la cobertura para mitigar el riesgo de precio del APC producido en Colombia son los siguientes: el FUPPO listado en la BMD y el CPO listado en el CME Group.

6.3 Formulación de la estrategia de cobertura

La cobertura con futuros como estrategia para minimizar el riesgo de precio de una posición expuesta en el mercado de contado se consigue tomando la posición contraria en el mercado de futuros, con lo cual las pérdidas registradas en un mercado se compensan con las ganancias obtenidas en el otro, permitiendo así fijar un precio conocido para el activo expuesto (CME Group, 2014). Para el caso específico de los productores de APC que, en el vocabulario financiero tienen una posición larga en el mercado de contado debido a que poseen el activo y esperan venderlo al mejor precio en el futuro, la estrategia para protegerse contra una caída en

el precio será tomar una posición corta en el mercado de futuros. Hacerlo significa vender una cantidad determinada de contratos de futuros sobre el activo subyacente expuesto al plazo más cercano a la fecha en la cual se espera realizar la venta física de la materia prima.⁶

Una vez establecido que el productor de APC en Colombia debe solicitar a su bróker vender una cantidad determinada de contratos de futuro sobre el APC producido en Malasia que coincida estrechamente, en cantidad y plazo, con su posición en el mercado de contado, se debe definir ahora la estrategia por seguir para el vencimiento del futuro. En este aspecto se pueden seguir dos caminos: dejar que el contrato expire y liquidar la posición respecto al precio *spot* del subyacente, o cerrar la posición haciendo la operación opuesta, es decir, comprar igual cantidad de contratos de futuros con vencimiento en la misma fecha pactada en el contrato y liquidar las pérdidas y ganancias de la operación. (CME Group, 2024)

A continuación, se ejemplifican dos escenarios para un productor de APC cuando este decide mantener el contrato de futuros hasta el vencimiento.

En marzo de 2024, un productor colombiano de APC que prevé una caída en el precio de su producto para el tercer trimestre toma la decisión de entrar en un contrato de futuros para fijar, desde ese mes, el precio de venta de su producción de septiembre. El productor conoce el precio internacional de referencia en el mercado de contado (899 USD/t) y, además, encuentra un contrato de futuros en el CME Group con cumplimiento a septiembre (código CPOu4) que se cotiza en 841 USD/t. Como parte de su estrategia decide mantener el contrato de futuros hasta el vencimiento. Con esta operación, el productor sabe que, sin importar la dirección que tome el mercado, la producción que tendrá disponible para entrega en septiembre será vendida a un precio neto de 841 USD/t, porque, si se cumplen sus expectativas de un mercado bajista, su posición en futuros le permitirá compensar las pérdidas en el mercado de contado y, de forma inversa, si se presenta un mercado alcista o la caída en el precio del *commodity* para septiembre que no supera la base actual, su ganancia en el mercado de contado se verá disminuida por la pérdida en su posición en el derivado.

La Tabla 9 muestra la información de esta operación.

⁶ Para lograr una cobertura perfecta se debería vender un contrato de futuro sobre el mismo subyacente expuesto que, además, coincida en cantidades y plazos con la posición larga del productor; con todo, en la práctica, por ser productos estandarizados, esto no sucede. Por lo tanto, se utiliza el contrato de futuro con el plazo posterior más cercano a la fecha de la venta física de la materia prima.

Tabla 9. Cobertura con futuros sobre CPO Malasia mantenidos hasta el vencimiento

ESCENARIO 1. PRECIOS BAJISTAS CON UNA CAÍDA DEL 10 %		
25-mar-24	USD 899,00	USD 841,00
25-sep-24	USD 809,10	USD 809,10
	Precio de venta en mercado contado	USD 809,10
	Pérdida (-)/Ganancia (+) en la posición del futuro	USD 31,90
	Precio de venta NETO USD/tonelada	USD 841,00
ESCENARIO 2. PRECIOS BAJISTAS CON UNA CAÍDA DEL 5 %, INFERIOR A LA BASE ACTUAL (58 USD/T)		
25-mar-24	USD 899,00	USD 841,00
25-sep-24	USD 854,05	USD 854,05
	Precio de venta en mercado contado	USD 854,05
	Pérdida (-)/Ganancia (+) en la posición del futuro	USD 13,05
	Precio de venta NETO USD/tonelada	USD 841,00

Fuente. elaboración de las autoras.

La segunda opción consiste en cerrar la posición en futuros antes del vencimiento con el fin de beneficiarse de *la base*, entendida como la diferencia entre el precio de contado y el precio del futuro. Si bien el precio de contado de un activo y su valor futuro se mueven en la misma dirección, en la práctica no lo hacen en la misma proporción, porque variables como los gastos logísticos y de almacenamiento, la calidad, los aranceles o factores de oferta y demanda locales hacen que esta diferencia sea pequeña o considerable para diferentes momentos del tiempo. Puntualmente, quien tiene una posición corta en el mercado de futuros —como es el caso del productor de APC— se beneficia de una base que se fortalece, es decir, de una diferencia que se hace más positiva o menos negativa, que ocurre cuando los precios de los futuros cambian en mayor proporción que los precios de contado. (CME Group, 2014)

En la Tabla 10 se muestran los resultados de tres escenarios para el productor de ACP del ejercicio anterior, pero cuando decide liquidar el contrato de futuros antes del vencimiento.

El productor colombiano de APC prevé una caída en el precio de su producto para el tercer trimestre de 2024 y, además, por el seguimiento que le ha hecho al comportamiento histórico de la base, estima que esta se fortalecerá; por lo tanto, toma la decisión de cubrir su exposición al riesgo de precio mediante un contrato de futuros y, adicionalmente, decide apostarle a un fortalecimiento de la base, es decir, abrir su exposición al riesgo de base. Para esta operación, llegado septiembre, el productor deberá cerrar la posición corta en futuros mediante la compra de un contrato idéntico en cantidad y plazo, lo cual implica que, según su estrategia, debe buscar un contrato de futuro con un vencimiento cercano pero posterior a la fecha de venta real de la materia prima. Para este propósito encuentra un contrato de futuros en el CME Group con cumplimiento a octubre (código CPv4) que se cotiza en 843 USD/t. Con esta operación, el productor sabe que, si el mercado se comporta de manera bajista y, además, se cumplen sus expectativas sobre un fortalecimiento en la base, logrará un mejor precio de venta neto.

Tabla 10. Cobertura con futuros sobre CPO Malasia liquidados antes del vencimiento

ESCENARIO 1. PRECIOS BAJISTAS CON UNA BASE CONSTANTE			
25-mar-24	USD 899,00	USD 843,00	USD 56,00
25-sep-24	USD 809,10	USD 753,10	USD 56,00
	Precio de venta en mercado contado	USD 809,10	
	Pérdida (-)/Ganancia (+) en la posición del futuro	USD 89,90	
	Precio de venta NETO USD/tonelada	USD 899,00	
ESCENARIO 2. PRECIOS BAJISTAS CON UNA BASE QUE SE FORTALECE			
25-mar-24	USD 899,00	USD 843,00	USD 56,00
25-sep-24	USD 809,10	USD 739,10	USD 70,00
	Precio de venta en mercado contado	USD 809,10	
	Pérdida (-)/Ganancia (+) en la posición del futuro	USD 103,90	
	Precio de venta NETO USD/tonelada	USD 913,00	
ESCENARIO 3. PRECIOS BAJISTAS CON UNA BASE QUE SE DEBILITA			
25-mar-24	USD 899,00	USD 843,00	USD 56,00
25-sep-24	USD 809,10	USD 799,10	USD 10,00
	Precio de venta en mercado contado	USD 809,10	
	Pérdida (-)/Ganancia (+) en la posición del futuro	USD 43,90	
	Precio de venta NETO USD/tonelada	USD 853,00	

Fuente. elaboración de las autoras.

6.4 Evaluación de la estrategia de cobertura

En este punto se evaluó la estrategia de cobertura en 2023 para ventas a cuatro meses, así: se tomó la serie histórica del precio internacional de referencia (APC BMD+3), expresado en USD/t como precio *spot*; y, como precios de los futuros, se tomaron los contratos mensuales que se negociaron en el CME Group para los vencimientos desde mayo de 2023 hasta el mismo mes de 2024.

La Tabla 11 muestra los resultados de la posición en futuros tomando las dos estrategias expuestas: vender el futuro sobre el APC producido en Malasia y mantenerlo hasta el vencimiento, o liquidar la posición antes del vencimiento.

Tabla 11. Resultados de la cobertura con futuros sobre el APC Malasia (2023)

Fecha	PPI APC COL	BMD+3 (Spot)	Futuro a 4 meses en t=0	Ticket CME Group	Futuro a 5 meses en t=0	Ticket CME Group	Spot t+4	Futuro a 5 meses en t+4	+/- en futuro liquidación al vencimiento	+/- en futuro liquidación anticipada
	USD/t	USD/t	USD/t		USD/t		USD/t	USD/t	USD/t	USD/t
15-ene-23	982,82	910,00	895,25	CPOK3	895,50	CPOM3	778,00	781,50	117,25	114,00
15-feb-23	991,99	923,00	893,00	CPOM3	893,25	CPON3	763,00	789,75	130,00	103,50
15-mar-23	1004,88	881,00	870,75	CPON3	871,00	CPOQ3	862,00	863,75	8,75	7,25
15-abr-23	962,96	843,00	812,00	CPOQ3	811,75	CPOU3	835,00	828,25	-23,00	-16,50
15-may-23	925,13	778,00	781,50	CPOU3	781,00	CPOV3	809,00	839,00	-27,50	-58,00
15-jun-23	860,20	763,00	790,00	CPOV3	790,00	CPOX3	780,00	804,50	10,00	-14,50
15-jul-23	845,24	862,00	860,00	CPOX3	859,50	CPOZ3	825,00	855,00	35,00	4,50
15-ago-23	944,46	835,00	826,50	CPOZ3	829,50	CPOF4	804,00	795,25	22,50	34,25
15-sep-23	917,17	809,00	841,00	CPOF4	841,25	CPOG4	814,50	793,50	26,50	47,75
15-oct-23	891,07	780,00	802,25	CPOG4	801,25	CPOH4	865,25	773,50	-63,00	27,75
15-nov-23	862,10	825,00	853,75	CPOH4	853,50	CPOJ4	911,00	838,00	-57,25	15,50
15-dic-23	907,19	804,00	793,25	CPOJ4	793,75	CPOK4	907,00	838,75	-113,75	-45,00
Promedio (USD/t)									5,46	18,38
Total coberturas realizadas									12	12
Posiciones ganadoras									7	8

Fuente. elaboración de las autoras.

De los resultados de la Tabla 11 se puede afirmar que, en los períodos donde se materializó el riesgo de precio en 2023, la tenencia de una cobertura financiera —puntualmente, la venta de futuros a cuatro o cinco meses—, independientemente de la estrategia de mantener el contrato hasta el vencimiento o liquidarlo de forma anticipada, hubiera compensado al productor por los menores precios recibidos en el mercado *spot* por su producción.

Cabe mencionar que en la evaluación de la estrategia de cobertura con futuros no se consideraron los costos de transacción, almacenamiento y de conveniencia, ni tampoco aquellos asociados a la liquidez requerida para mantener la cuenta de margen.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

Como parte de este trabajo se realizó un análisis de tipo cuantitativo de la volatilidad del precio de referencia nacional del APC en Colombia, y se encontró que la fluctuación en los precios está justificada por las variaciones en el tipo de cambio y en los precios internacionales de los aceites y grasas derivados del APC y de sus principales sustitutos. Adicionalmente, mediante un análisis de regresión lineal múltiple se identificó que la variable con mayor capacidad explicativa de la volatilidad del precio nacional del APC es el precio de referencia de la misma materia prima producida en Malasia, codificada como BMD+3 y expresada en USD/t.

A partir del mismo análisis de variables se identificó que la variación en el precio de las materias primas sustitutas no es una variable significativa en la explicación del comportamiento del precio del APC y que, por el contrario, genera dilaciones en el cálculo del precio de referencia del FEP y en la generación de pronósticos del precio del activo. En este sentido, se puede afirmar que el FEP podría simplificar la fórmula de cálculo del precio de paridad de importación y, en su remplazo, intentar fijar precios para una periodicidad menor al mes, porque ello garantizaría la existencia de precios de mercado y eliminaría la práctica del *market timing* en el sector.

La cobertura debe entenderse como una toma de posición en el mercado que busque reducir la exposición al riesgo en la posición natural del agente, evitando que se generen pérdidas ante las fluctuaciones adversas en las variables que determinan el comportamiento del subyacente. Para el caso del productor de APC colombiano, que tiene una posición larga en el mercado de contado y, por tanto, una exposición a la caída en los precios de la materia prima, la estrategia de cobertura se basa en la toma de una posición contraria en el mercado de futuros, que se traduce en la venta de contratos de futuro.

Los instrumentos derivados disponibles para realizar operaciones de cobertura sobre el APC producido en Colombia son limitados; por lo tanto, el productor que busca minimizar su exposición a la caída en los precios del *commodity* debe buscar y conocer los requisitos de entrada a mercados de derivados más profundos y líquidos, como el del CME Group. En este contexto, el futuro listado en la bolsa de derivados de Chicago, codificada como CPO y expresado en USD/t, es el instrumento más conveniente y disponible a la fecha para realizar la cobertura de precio sobre el APC.

7.2 Recomendaciones

Generar pronósticos sobre la tendencia del mercado es indispensable para la toma de decisiones respecto a la aplicación de coberturas financieras, porque el productor de APC será más propenso a garantizar sus ingresos si tiene pronósticos confiables de los precios a la baja. En este contexto, y dada la capacidad explicativa que tiene el APC producido en Malasia sobre el APC nacional, se recomienda modelar los precios del primero a través de métodos econométricos más amplios que incluyan las variables intrínsecas de los mercados líderes en la producción de la materia prima como las condiciones climáticas, geopolíticas y de oferta y demanda tanto local como mundial, así como conceptos de estacionalidad del cultivo y efectos del comportamiento histórico de la variable dependiente.

Asimismo, dado el impacto que tiene la tasa de cambio USD/COP en el comportamiento del precio del APC nacional, se recomienda evaluar la relación entre la volatilidad de la tasa de cambio y sus factores asociados, como los precios del petróleo, el comportamiento de la balanza comercial nacional y la política comercial de Estados Unidos.

Entendiendo el riesgo de base al cual se expone el productor que decide tomar una posición en futuros y liquidarla antes del vencimiento, de seguir una estrategia activa en futuros se recomienda hacerle un seguimiento al comportamiento histórico de la base para, con ello, estimar el plazo más adecuado para la cobertura y el momento de liquidar o compensar la posición.

Se recomienda complementar este análisis con la determinación de la cantidad de contratos por negociar en el mercado de futuros, tomando como base el tamaño de cada contrato y la posición total expuesta en el mercado de contado, a fin de asegurar una cobertura que, si bien será parcial en cualquier contexto, pueda ser la más adecuada a los requerimientos particulares de cada productor.

La confiabilidad de una prueba de *backtesting* dependerá de la cantidad de experimentos que se puedan realizar y, en consecuencia, de la amplitud de los datos disponibles. No obstante, la información pública disponible y de acceso libre a los precios históricos de los futuros del APC es limitada; por lo tanto, se recomienda al productor interesado en probar estrategias de cobertura, construir una base de datos más amplia o acceder a información histórica de fuentes especializadas.

Referencias

- Berk, J., & DeMarzo, P. (2014). *Corporate Finance* (3.^a ed.). Pearson.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (3.^a ed.). Pearson Educación.
- Bolsa Mercantil de Colombia. (2024). *Mercado de comercialización entre privados – Mercop*.
<https://www.bolsamercantil.com.co/mercop>
- Brooks, C. (2019). *Introductory econometrics for finance* (4.^a ed.). Cambridge University Press.
- Bursa Malaysia Berhad. (2024). *Crude Palm Oil Futures (FCPO)*.
https://www.bursamalaysia.com/trade/our_products_services/derivatives/commodity_derivatives/crude_palm_oil_futures
- Chaparro, D., Munar, D., Ramírez, N., & García, J. (2023). *Oportunidades y retos para el sector palmero colombiano en la descarbonización de la economía*. El Palmicultor.
<https://elpalmicultor.fedepalma.org/oportunidades-retos-sector-palmero-descarbonizacion-economia/>
- CME Group. (2011). *Bursa Malaysia derivatives registers record volume on one-year post migration to CME Globex*.
https://www.cmegroup.com/international/files/Bursa_on_CME_Newsbytes.pdf
- CME Group. (2014). *Guía de auto estudio sobre cobertura con futuros y opciones de granos y oleaginosas*. <https://www.cmegroup.com/es/files/guide-on-hedging-with-futures-and-options-grains-and-oilseeds-spn.pdf>
- CME Group. (2024). *Introducción al vencimiento de futuros y la renovación de contratos*.
<https://www.cmegroup.com/es/education/courses/introduction-to-futures/understanding-futures-expiration-contract-roll.html>
- CME Group, Inc. (2024). *About Us*. <https://www.cmegroup.com/company/about-us.html>
- Collin, P. (2003). *Dictionary of banking and finance* (3.^a ed.). Bloomsbury Publishing.
- Colombia, Congreso de la República. (1993, 23 de diciembre). *Ley 101 de 1993*, “Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero”. Bogotá: Diario Oficial 41149.
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0101_1993.html
- Colombia, Presidencia de la República. (1996, 27 de diciembre). *Decreto 2354 de 1996*, “Por el cual se organiza el Fondo de Estabilización de Precios para el Palmiste, el Aceite de Palma y sus Fracciones”. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1440714>
- Comunidad Andina. (1994). *Decisión 371 de 1994*.
<https://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec371s.asp>
- Corredor Matiz, N., Delgadillo Toro, G., & Restrepo Duperly, J. F. (2009). *Factibilidad de la estructuración de un mercado de derivados sobre aceite crudo de palma en Colombia: oportunidades y recomendaciones*. USAID, programa MIDAS.
<https://descubridor.minagricultura.gov.co/buscador/Record/ir-123456789-77187>
- Da Silva, C., Baker, D., Shepherd, A., Jenane, C., & Miranda da Cruz, S. (2013). *Agroindustrias para el desarrollo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y

- Agricultura, FAO. <https://opsaa.iica.int/resource-683-agroindustrias-para-el-desarrollo---fao>
- De Lara, A. (2005). *Productos derivados financieros: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos*. Limusa.
- De las Casas, G. (1997). Los instrumentos financieros derivados: mecanismos de cobertura de riesgos. *Revista Themis*, 1(35), s. pp. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5109525.pdf>
- Estados Unidos, U.S. Department of Agriculture. (2023). *Palm Oil 2023 World Production*. <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000>
- Fedepalma. (1994). Acuerdo sobre arancel externo común y franja de precios. *El Palmicultor*. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/download/5608/5599/>
- Fedepalma. (2000a). Evaluación del sistema andino de franjas de precios para la cadena de las semillas oleaginosas, aceites y grasas. *Boletín El Palmicultor*, 338, 9-10. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/6780>
- Fedepalma. (2000b). La volatilidad de los precios caracteriza el comportamiento del mercado internacional de aceite de palma. *Palma*, 21(3), s. pp. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/739>
- Fedepalma. (2019). *Acuerdo 398 de 2019*. <https://fedepalma.org/fondo-estabilizacion-precios-fep/#que-es-fep-y-sus-funciones>
- Fedepalma. (2022). *Informe de gestión 2022*. <https://fedepalma.org/wp-content/uploads/2023/06/informe-fedepalma2022.pdf>
- Fedepalma. (2023a). *Buen comportamiento en producción de aceite de palma y record de ventas en mercado local caracterizan palmicultura colombiana en agosto de 2023*. [https://fedepalma.org/noticias/buen-comportamiento-en-produccion-de-aceite-de-palma-y-record-de-ventas-en-mercado-local-caracterizan-palmicultura-colombiana-en-agosto-de-2023/#:~:text=En %202023 %20las %20ventas %20totales, respecto %20al %20mismo %20p](https://fedepalma.org/noticias/buen-comportamiento-en-produccion-de-aceite-de-palma-y-record-de-ventas-en-mercado-local-caracterizan-palmicultura-colombiana-en-agosto-de-2023/#:~:text=En%202023%20las%20ventas%20totales,respecto%20al%20mismo%20p)
- Fedepalma. (2023b). *El sector palmero colombiano registra un buen balance al cierre de 2023*. [https://fedepalma.org/noticias/el-sector-palmero-colombiano-registra-un-buen-balance-al-cierre-de-2023/#:~:text=Por %20segundo %20a %20C3 %B1o %20consecutivo %20C %20la, %20C1 %25 %20frente %20a %202022](https://fedepalma.org/noticias/el-sector-palmero-colombiano-registra-un-buen-balance-al-cierre-de-2023/#:~:text=Por%20segundo%20a%20C3%B1o%20consecutivo%20C%20la,%20C1%25%20frente%20a%202022)
- Finagro. (2019). *La palmicultura colombiana enfrentó uno de sus años más difíciles en 2018, aunque la producción se mantuvo constante respecto a 2017*. <https://fedepalma.org/noticias/la-palmicultura-colombiana-enfrento-uno-de-sus-anos-mas-dificiles-en-2018-aunque-la-produccion-se-mantuvo-constante-respecto-a-2017/>
- Fondo de estabilización de precios para el palmiste, el aceite de palma y sus fracciones, FEP. (2012, 30 de abril). *Acuerdo 2018 de 2012*, “Por el cual se establece la metodología ex post para el cálculo de las operaciones de estabilización”. Bogotá: Diario Oficial 48693. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/col120143.pdf>

- Fry, J. (2010). La energía y la volatilidad de los precios de los aceites vegetales. *Revista Palmas*, 31, 276-285.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/1574/1574>
- Gallo, Ó., Hawkins, D., Luna García, J., & Torres, M. (2020). Producción de aceite de palma en Colombia: ¿trabajo decente y saludable? *Revista Ciencias de la Salud*, 18(2), 1-23.
<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9260>
- Gómez, E. J., & González, G. (2015). Comportamiento del aceite de palma de Colombia en los principales mercados de exportación. *Revista Le Bret*, 7, 283-305.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5983227.pdf>
- Guinjoan, I. (2023). *Al cumplirse un año de la guerra de Ucrania, los mercados siguen con mucha volatilidad*. 3tres3. https://www.3tres3.com/latam/articulos/tras-un-ano-de-guerra-de-ucrania-sigue-la-volatilidad-de-los-mercados_15026/
- Guzmán, A., Garcés, J. L., & Oliveros, D. (2021). *Estrategias para el fortalecimiento de la competitividad empresarial en el sector de grasas y aceites mediante la medición de la eficiencia y de la productividad*. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga.
<https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/15098>
- Hull, J. C. (2012). *Options, futures and other derivatives* (8.^a ed.). Prentice-Hall.
- Krivosos, E. (2009). *Volatilidad de los precios de productos básicos agrícolas: tendencias y opciones de políticas* [diapositivas]. CEPAL, Oficina Regional para América Latina y el Caribe
 FAO.
https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/presentacion_ekaterina_krivosos.pdf
- León Vega, X. (2014). Transgénicos, agroindustria y soberanía alimentaria. *Letras Verdes: Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, Flacso, 16, 29-53.
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/6310>
- Mena Roa, M. (2020). Indonesia y Malasia concentran el 84 % de la producción mundial de aceite de palma. *Statista*. <https://es.statista.com/grafico/23123/cantidad-de-aceite-de-palma-producido-por-pais/>
- Mora, A. (2022). *Exportación de aceite de palma en el Ecuador y la volatilidad de los precios internacionales* [tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador].
<https://repositorio.uta.edu.ec/jsui/bitstream/123456789/35884/1/T5410e.pdf>
- Novales, A. (2010). *Análisis de regresión*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-13-Analisis%20de%20Regresion.pdf>
- Ñaupas, H. M., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4.^a ed.). Ciudad de México: Ediciones de la U.
- Ortiz Mora, Y. A. (2019). *La palma de aceite como ejemplo para la agroindustria en Colombia* [tesis de pregrado, Fundación Universidad de América, Bogotá].
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7244/1/2112059-2019-1-EF.pdf>
- Polo, C. (s. f.). *Qué son los mercados internacionales*. Euroinnova.
<https://www.euroinnova.ec/blog/que-son-los-mercados-internacionales#iquestqueacuteson-los-mercados-internacionales>

- Reina, M., Zuluaga, S., & Oviedo, S. (2011). *Elementos para modificar el fondo de estabilización de precios para el palmiste, el aceite de palma y sus fracciones*. Fedesarrollo. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/379/Repor_Marzo_2011_Reina_y_Zuluaga.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Robles, D. (2002). Medidas de volatilidad. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 21(114), 1073-1110. http://www.aeca.es/old/refc_1972-2013/2002/114-3.pdf
- Salazar González, K. (2020). *Competitividad internacional del aceite de palma colombiano 2000-2020* [tesis de maestría, Universidad Antonio Nariño, Bogotá]. <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/1847/1/2020KevinSebastianSalazarGonzalez.pdf>
- Trading Economics. (2024). *Palm Oil. Trading Economics*. <https://tradingeconomics.com/commodity/palm-oil>
- Wilmott, P. (2007). *Quantitative Finance*. Wiley.
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (4.a ed.). Cengage Learning.

Apéndice

Ficha de estadísticas de fuentes secundarias

Escenario 1: Precios bajistas con una base constante				
	Fecha	Mercado SPOT BMD+3	Mercado FUTUROS CPOv4	Base
	25-mar-24	USD 899,00	USD 843,00	USD 56,00
Assumption	25-sep-24	USD 809,10	USD 753,10	USD 56,00
	Precio de Venta en Mercado Contado		USD 809,10	
	Pérdida (-) / Ganancia (+) en la posición del futuro		USD 89,90	
	Precio de Venta NETO USD / tonelada		USD 899,00	
Escenario 2: Precios bajistas con una base que se fortalece				
	Fecha	Mercado SPOT BMD+3	Mercado FUTUROS CPOv4	Base
	25-mar-24	USD 899,00	USD 843,00	USD 56,00
Assumption	25-sep-24	USD 809,10	USD 739,10	USD 70,00
	Precio de Venta en Mercado Contado		USD 809,10	
	Pérdida (-) / Ganancia (+) en la posición del futuro		USD 103,90	
	Precio de Venta NETO USD / tonelada		USD 913,00	
Escenario 3: Precios bajistas con una base que se debilita				
	Fecha	Mercado SPOT BMD+3	Mercado FUTUROS CPOv4	Base
	25-mar-24	USD 899,00	USD 843,00	USD 56,00
Assumption	25-sep-24	USD 809,10	USD 799,10	USD 10,00
	Precio de Venta en Mercado Contado		USD 809,10	
	Pérdida (-) / Ganancia (+) en la posición del futuro		USD 43,90	
	Precio de Venta NETO USD / tonelada		USD 853,00	