

VOLATILIDAD DEL PRECIO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L) EN COLOMBIA, 2013 - 2023: UN ANÁLISIS DE INTERVENCIÓN

Felipe Montealegre-Bustos*



<https://orcid.org/0000-0001-7757-6508>

Eddy Fajardo**



<https://orcid.org/0000-0002-4635-8003>

Héctor Romero***



<https://orcid.org/0000-0003-3169-4060>

RECIBIDO: 12/09/2024 / ACEPTADO: 04/04/2025 / PUBLICADO: 15/05/2025

Cómo citar: Montealegre-Bustos, F., Fajardo, E., Romero, H. (2025). Volatilidad del precio del cacao (*Theobroma cacao* L) en Colombia, 2013 - 2023: un análisis de intervención. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 27(2), 492-507. www.doi.org/10.36390/telos272.06

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la volatilidad del precio del cacao en Colombia para el periodo de julio de 2013 hasta diciembre de 2023. La metodología que se empleo es la técnica de análisis de intervención de series de tiempo, que permite identificar dos características, la primera, el Período de comienzo de sucesos externos y la segunda, la forma general del impacto de dichas intervenciones. Así mismo, estos modelos permiten precisar el impacto de valores atípicos en una serie de tiempo. En este estudio se realizó un pronóstico de los precios del cacao a partir de la base datos de Agronet, estimando que para los primeros meses y en el tercer trimestre de cada año los precios de este producto tienden a aumentar en el mercado nacional, estos resultados pueden ser de mucha utilidad para la toma de decisiones de los actores de la cadena de valor del cacao en Colombia, en especial para los productores que se encuentran en el primer eslabón de la cadena. Por su parte, Los resultados identificaron que la crisis causada por el virus del COVID-19, distintos programas gubernamentales y cambios regulatorios en los países demandantes han incidido en la evolución del precio del cacao en Colombia, lo que hace necesario adelantar un monitoreo constante y pronósticos de corto plazo para suavizar los efectos.

Palabras clave: Cacao, Colombia, Precio de Materias Primas, Modelos SARIMA, Análisis de intervención.

* Autor de correspondencia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Rionegro – Santander (Colombia) fmontealegre@agrosavia.co

** Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), Bucaramanga – Colombia. efajardo@unab.edu.co

*** Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga – Colombia. hvalbuen@uis.edu.co

Cocoa (Theobroma cacao L) price volatility in Colombia, 2013 - 2023: an intervention analysis

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the volatility of cocoa prices in Colombia for the period from July 2013 to December 2023. The methodology used is the technique of time series intervention analysis, which allows identifying two characteristics, the first, the period of onset of external events and the second, the general form of the impact of such interventions. These models also make it possible to pinpoint the impact of outliers in a time series. This study made a forecast of cocoa prices based on the Agronet database, estimating that cocoa prices tend to increase in the domestic market during the first months and third quarter of each year; these results can be very useful for decision making by actors in the cocoa value chain in Colombia, especially for producers in the first link of the chain. The results identified that the crisis caused by the COVID-19 virus, various government programs and regulatory changes in demanding countries have had an impact on the evolution of cocoa prices in Colombia, which makes it necessary to carry out constant monitoring and short-term forecasts to soften the effects.

Keywords: Cocoa, Colombia, Commodity Prices, SARIMA Model, intervention analysis.

Introducción

Comprender la volatilidad de los precios de las materias primas es un elemento clave dentro de la economía agrícola, dado que estas variaciones de los precios pueden ser suaves y comportarse de acuerdo a la tendencia del mercado, ocasionando bajos riesgos para la economía; o por el contrario estas variaciones pueden ser grandes y no se pueden anticipar, generando una gran incertidumbre en la economía, aumentando los riesgos para los productores, los comerciantes y consumidores, y puede llevar a que los gobiernos tomen decisiones incorrectas, además esta volatilidad de los precios puede ser producto de la interacción de múltiples factores relacionados con los sistemas de producción (FAO et al., 2011; Muflikh et al., 2021, Mustafa et al., 2024). Así mismo, se ha evidenciado que la volatilidad de los precios de las materias primas provoca en muchos casos que los precios de las materias primas agrícolas nunca alcancen a ser iguales a los costos marginales de producción a largo plazo (Boussard, 2010; Tothova, 2011) y, por lo tanto, afecten el bienestar de los agricultores (Onour & Sergi 2011; Assouto et al., 2020). Además, esta volatilidad afecta las economías de países en desarrollo que concentran gran parte de su comercio exterior en la comercialización de materias primas (Luciani, 2011; Rapsomanikis & Mugerá, 2011; Ehrhart & Guérineau, 2021), generando fluctuaciones en el mercado cambiario, incidiendo en los precios de los insumos y en los precios internos de las materias primas, creando burbujas de precios (Mao et al., 2021).

Con la finalidad de mitigar la volatilidad en el precio de las materias primas agrícolas, Malan (2013), propuso un modelo en donde se incorpora un ente que sirva como intermediario en el mercado, y que actúe como regulador en el precio. La necesidad de este mecanismo de estabilización obedece a la particularidad del mercado agrícola, en donde la demanda es inelástica y la mayoría de las fluctuaciones en el precio provienen por el lado de la oferta, debido a condiciones climáticas o el desarrollo de desastres naturales. Los pequeños productores de

cacao también han establecido estrategias de mitigación ante cambios abruptos en los precios de esta materia prima. En el caso particular de Camerún, Kaldjob & Bamou (2021), destacan acciones como la diversificación de cultivos (principalmente cítricos) con la finalidad de contar con ingresos extraordinarios en momentos de caídas prolongadas en el precio del cacao. En el caso colombiano, los productores de cacao implementan cultivos transitorios, durante las fases de establecimiento y producción esto permite mejorar el aprovechamiento del suelo, obtener productos de consumo y tener ingresos en el corto plazo (Jaimes et al., 2021; Jaimes et al., 2022; Granados et al., 2022).

En este sentido, la investigación se divide de la siguiente forma: en la primera sección se realiza una breve contextualización del fenómeno de investigación, su importancia y justificación práctica. Seguidamente, se realiza una sucinta revisión conceptual y teórica de los precios de las materias primas agrícolas, y el cacao, en particular. En la sección cuatro, se describen los elementos metodológicos, concretamente, se describe la técnica estadística y la fuente de información de los datos. En la sección quinta se presentan y discuten los principales hallazgos del estudio. Finalmente, se ofrecen las conclusiones.

Contexto del Cacao

En Colombia existen aproximadamente 65.341 familias dedicadas a la producción de cacao, distribuidas en 27 departamentos y 422 municipios. Para el año 2020 se produjo a nivel nacional un total 63.416 toneladas y se reportaron 188.000 ha sembradas. Este sector genera aproximadamente 167.000 empleos directos e indirectos. El departamento que se destaca como el principal productor de cacao es Santander a portando el 41% de la producción nacional, le sigue el departamento de Antioquia, Arauca, Huila, Tolima y Nariño, que aportan un total de 37% de la producción (MADR, 2021).

Para la determinación de los precios del grano de cacao, en Colombia estos son establecidos en relación con los precios que proporciona el mercado internacional a través de la Bolsa de Nueva York, sin embargo, en el país existen dos cuotas de recaudo que se cobra por cada kg de cacao vendido, la primera se conoce como el impuesto al Fondo de Fomento Cacaotero (FNC), el cual corresponde al 3% sobre el precio de venta. El segundo se denomina el Fondo de Estabilización de Precios de Cacao (FEPCACAO), este es producto de las contribuciones que realiza cualquier agente de la cadena que exporte cacao, este se debe pagar cuando los precios internacionales son mayores al precio de referencia. Sin embargo, cuando los precios de referencia son mayores a los precios internacionales, se utiliza los recursos de este fondo para compensar a los agentes exportadores (MADR, 2021).

Fundamentos Teóricos

Volatilidad de las materias primas: un enfoque conceptual

De acuerdo con la teoría económica los precios de los productos fluctúan debido a los cambios que se pueden generar desde la oferta y demanda. Desde el enfoque de la demanda la volatilidad de los precios se genera por que la demanda por productos agrícolas es inelástica es decir poco sensible a las variaciones de los precios y la renta (Boussard, 2010). En relación con el enfoque de la oferta surgen dos teorías al respecto la teoría de fluctuaciones exógenas y las fluctuaciones endógenas (Malan, 2013)

Teoría de fluctuaciones exógenas: De acuerdo con los planteamientos de esta teoría las fluctuaciones o cambios en la oferta de materia prima agrícola se genera por situaciones externas al productor, es decir que no se pueden controlar como son las catástrofes climáticas, sequías, inundaciones, enfermedades, entre otras y debido a la inelasticidad de la demanda un pequeño cambio en la oferta genera cambios grandes en los precios del mercado (Malan, 2013, p. 335).

Teoría de las fluctuaciones endógenas: Esta teoría considera que los agentes del mercado no reaccionan inmediatamente a los cambios de los precios. Por lo tanto, los precios y las cantidades varían de manera de ensayo y error, es decir que el precio de un periodo produce cambios en la oferta a futuro y esto genera nuevos precios en el mercado (Malan, 2013, p. 335).

Partiendo de estudios univariados, en donde sólo se analiza la volatilidad del precio del cacao, existe una abundante literatura académica. Inicialmente, Nadarajah, Afuecheta & Chan (2015) ajustan un modelo GARCH(1,1) sobre los retornos diarios del precio del cacao para el periodo 12 de marzo de 1993 al 13 de marzo de 2013. Encuentran colas asimétricas en los retornos del precio del cacao y una volatilidad superior que los retornos de otras materias primas como el oro, la plata y el petróleo, considerando el mismo horizonte de tiempo.

En cuanto a investigaciones con técnicas de análisis multivariadas, Widayat, Anindita & Setyowati (2019) analizan la relación entre la volatilidad del precio del cacao y las exportaciones de esta materia prima en Indonesia para el periodo 2007-2016. Empleando como técnicas de análisis los modelos con corrección de errores y de cointegración, encuentran que existe una relación negativa, tanto en el corto plazo como en el largo plazo, entre estas dos variables. En este sentido, mayor incertidumbre en los precios de este producto agrícola desincentiva las ventas foráneas en este país asiático. Por su parte, Quarmin et al., (2014), estudia la relación entre la volatilidad del precio del cacao y los niveles de producción de este rubro en Ghana, una nación africana con una contribución importante en la producción mundial de cacao actual. De igual forma, y acorde a lo postulado en la teoría económica, un incremento en la volatilidad del precio reduce la producción de cacao.

Metodología y dato utilizados

Desde un enfoque descriptivo una serie de tiempo permite describir el comportamiento de la serie haciendo uso de gráficos para apreciar las características más relevantes de la variable en consideración, como son cambios estructurales y detección de valores atípicos. En cuanto a su enfoque inferencial, permite estimar modelos con la finalidad de obtener predicciones (Woodward et al., 2017).

La metodología de Box-Jenkins-Reinsel propone construir modelos que sean adecuados para describir la manera como se comportan datos observados, sino que su designación debe ser insinuada por los mismos datos. Esta metodología sigue la secuencia de cuatro pasos: identificación, estimación, diagnóstico y predicción. El primer paso permite estudiar la estacionariedad de la serie, aplicar diferencias y transformaciones para que sea constante tanto su media como varianza. El segundo paso permite estimar aquellos modelos ARIMA que sean significativos y además seleccionar de estos el que tenga un menor Akaike. En cuanto al paso tres, se realiza el diagnóstico del modelo elegido en la etapa anterior, evaluando que los residuos

cumplan con los supuestos de aleatoriedad, normalidad e independencia. Finalmente, en el último paso, se realiza la predicción de la serie de tiempo de acuerdo con el modelo estudiado (Box et al., 2015).

Los modelos de intervención fueron desarrollados por Box y Tiao en 1975, su finalidad es lograr identificar dos características, la primera, el Período de comienzo de sucesos externos, la segunda, la forma general del impacto de dichas intervenciones. Además, estos modelos permiten precisar el impacto de valores atípicos en una serie de tiempo, cómo, por ejemplo: El cambio en el nivel de la serie, cuantificar el efecto de unas acciones sobre el nivel y estructura de una serie (Cryer & Chan, 2008).

En los modelos de intervención existen dos tipos de variables para describir los efectos atípicos de una serie de tiempo. La variable tipo Impulso que se caracteriza por ser siempre cero, excepto en el momento F , donde toma el valor 1 (ver ecuación 1).

$$p_T^{(F)} = \begin{cases} 1, & t = F \\ 0, & t \neq F \end{cases} \quad [1]$$

La variable escalón toma el valor cero antes de F y 1 posteriormente (ver ecuación 2).

$$S_T^{(F)} = \begin{cases} 1, & t \geq F \\ 0, & t < F \end{cases} \quad [2]$$

Datos utilizados

En la serie de tiempo de los precios del cacao, se evalúa el comportamiento de la volatilidad entre el periodo de estudio haciendo uso de esta metodología con la finalidad de evaluar por qué han sido afectados los precios de este producto. Las observaciones de la serie de tiempo semanal de los precios del cacao fue dividida en dos submuestras: la primera, llamada de entrenamiento, abarca el periodo de julio de 2013 hasta septiembre de 2022, y la segunda llamada muestra de validación abarca desde octubre 2022 hasta diciembre de 2023 (Agronet, 2024). La finalidad con la muestra de entrenamiento es proponer modelos y con la muestra de validación se desea valorar la validez del modelo seleccionado de los modelos estimados desde el criterio de la predicción.

Resultados

En la identificación del modelo (paso 1 de la metodología Box - Jenkins - Reinsel) el comportamiento de la serie de tiempo muestra que entre los años 2014 y 2015 el precio del cacao aumentó a varios factores, el primero de ellos fue que en el año 2011 Costa de Marfil (principal productor mundial), enfrente su segunda guerra civil, lo que llevo al cierre de puertos y al represamiento de la producción de cacao, generando un crecimiento internacional de los precios promedios del grano, sin embargo al momento de abrirse los puertos esta producción represada inundo los mercados internacionales y género que en el periodo de 2012 al 2013 los precio cayeran drásticamente y comenzaran una recuperación en el año 2014 y 2015 (Zamora & Ochoa, 2020). A nivel nacional durante el periodo de 2014 y 2015 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) apoyó el sector cacaotero mediante incentivos financieros direccionados a la promoción de siembra nueva, renovación de cacaotales y mejoramiento de

infraestructura para la postcosecha, entre otros. Luego, se observa que durante el año 2016 hubo un aumento del precio promedio debido al fenómeno de la niña y niño, mejorando esta tendencia nuevamente por el apoyo de MADR a través de los programas de alianzas productivas y capacidades productivas, además de la firma del acuerdo de paz en la Habana en el 2017, el Gobierno Nacional de Colombia estableció el Programa Nacional Integral de Sustitución de Cultivos de Uso Ilícito (PNIS), en el cual se ha promovido la sustitución de cultivos de uso ilícito a través de cultivos como el cacao, entre otros.

Por esta razón diferentes organizaciones tanto gubernamentales, no gubernamentales (ONGs) han promovido proyectos productivos de cacao con el fin de apoyar a las familias víctimas del conflicto armado. Así mismo, en el 2019 el Gobierno Nacional firmó el pacto por el crecimiento y la generación de empleo del sector cacaotero. Con este pacto se buscaba renovar 70.000 hectáreas envejecidas y promover la sustitución de 50.000 hectáreas de cultivos ilícitos con cacao (Zamora & Ochoa, 2020). A partir de principios del año 2022 el precio del cacao ha tenido una tendencia creciente, dado que los dos grandes productores de cacao (Costa de Marfil y Ghana), que aportan el 70% de la producción mundial, han tenido una reducción de las cosechas, debido a un incremento de plagas y enfermedades, producto de las lluvias extremas.

Así mismo, se ha evidenciado una fuerte relación de los precios nacionales y los precios internacionales de cacao, en la cual los precios nacionales siguen la tendencia de los precios internacionales (Grafica 1), sin embargo, los precios colombianos de grano de cacao normalmente se encuentran por encima de los precios de los otros países productores del resto del mundo (Abbot et al., 2017).

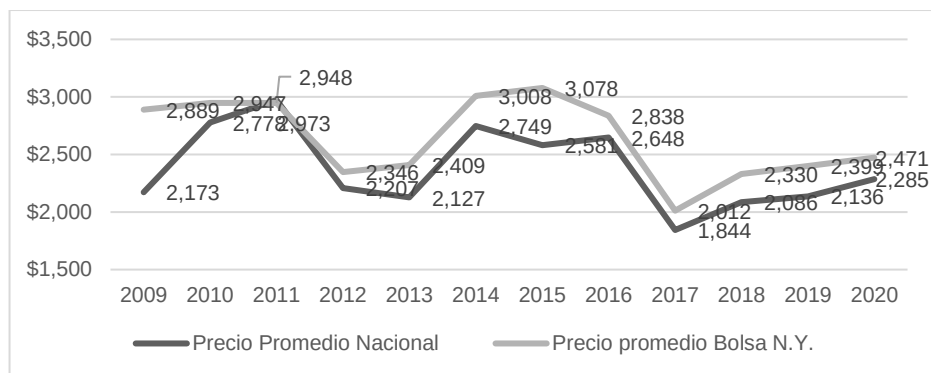


Gráfico 1.

Precio promedio de la tonelada de cacao Nacional y Bolsa de New York (USD).

Nota: MADR (2021).

En la serie de tiempo también se observa la caída del precio del cacao debido a la pandemia del covid 19 en marzo de 2020, viéndose una recuperación rápida, pero nuevamente un decrecimiento debido a esta situación (ver Gráfico 2).

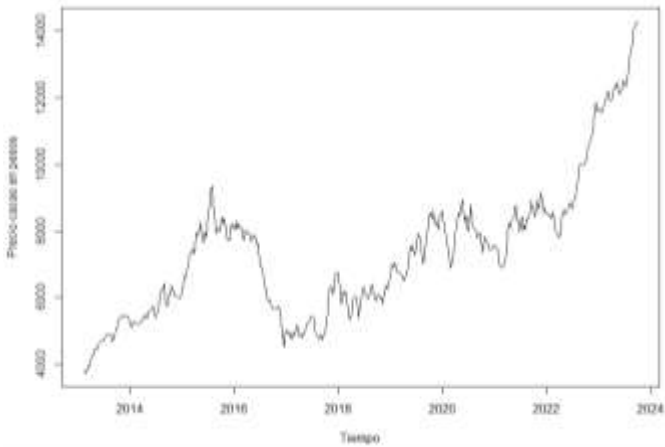


Gráfico 2.
Serie de tiempo semanal del precio del cacao 2013 – 2023
Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

Los diagramas de cajas y bigotes (Gráfico 3) muestran que, durante las semanas de enero, abril, julio, octubre y diciembre de cada año estudiado, los precios del cacao se mantienen constantes, en cambio durante las semanas de los meses de febrero, marzo, mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre son muy variables. Encontrándose también que durante los primeros y últimos meses del año hay menor dispersión de estos precios. Los precios más altos se registran durante las semanas de los meses de abril y mayo de cada año estudiado. Esto se deben a las épocas de cosecha del cultivo de cacao las cuales son de manera permanente durante el año, sin embargo, presenta picos de producción. En Colombia, en las zonas que poseen dos periodos de lluvia al año, el pico de cosecha es en los meses de abril a junio y de octubre a enero. En lugares donde se presenta un periodo de lluvia al año la cosecha es de mayo a diciembre. Por lo tanto, en los meses de abril y mayo se presenta una reducción de la oferta de cacao lo que incide en el incremento de los precios nacionales del grano. Así mismo, las fluctuaciones de la oferta internacional inciden en los precios de referencia internacional, para la determinación de los precios nacionales.

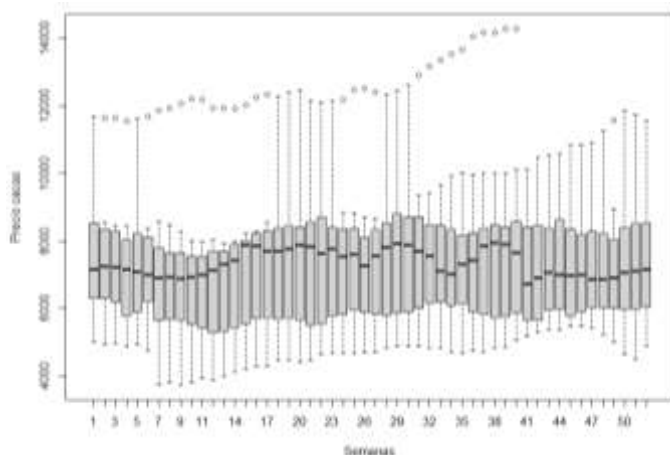


Gráfico 3.

Diagrama de cajas y bigotes de la serie de tiempo semanal de los precios del cacao 2013 – 2023
Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

El test de Dickey - Fuller confirma que la serie de tiempo semanal de los precios del cacao es no estacionaria, debido a que su p-valor es mayor a 0,05 (p-valor = 0,9842). Esto quiere decir, que tiene una tendencia marcada y por lo tanto se debe diferenciar para que su media sea constante (Gráfico 4). Además, la transformación que se aplicó para que su varianza también sea constante fue $\lambda = \log(y)$.

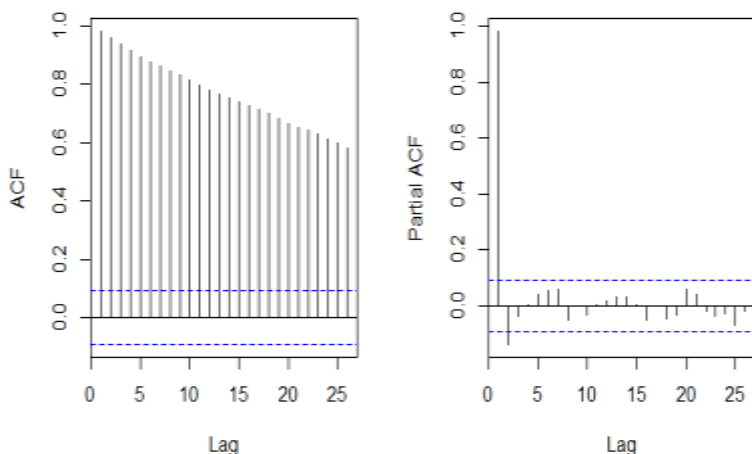


Gráfico 4.

Correlogramas de la serie de tiempo semanal de los precios del cacao 2013 - 2023
Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

La estimación del modelo para la serie de tiempo semanal del precio del cacao (paso 2 de la metodología Box - Jenkins - Reinsel) muestra cuatro modelos SARIMA donde todos sus coeficientes son significativos, notándose que el modelo $ARIMA(2,1,1)(0,1,1)_{52}$ es el de menor AIC y por lo tanto, es el modelo más significativo de todos (Cuadro 2).

Cuadro 1.

Comparación de la bondad de ajuste de los modelos SARIMA para la serie de tiempo del precio semanal del cacao 2013 - 2023

Modelo	AIC
$ARIMA(2,1,1)(0,1,1)_{52}$	$AIC = -1929.24$
$ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{52}$	$AIC = -1926.90$
$ARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{52}$	$AIC = -1925.83$
$ARIMA(2,1,1)(1,1,0)_{52}$	$AIC = -1825.34$

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

Ahora, los coeficientes tanto de la parte regular como de la parte estacional del modelo $ARIMA(2,1,1)(0,1,1)_{52}$ son significativos a un nivel de significancia del 1% el $ar(1)$, $ma(1)$ y $sma(1)$ y a un nivel de significancia del 5% el $ar(2)$.

Cuadro 2.

Coefficientes del modelo $ARIMA(2,1,1)(0,1,1)_{52}$

Estimador	Coefficiente	Error estándar	Estadístico de prueba
$ar(1)$	-0.6036	0.0805	-7.4981***
$ar(2)$	0.1568	0.0553	2.8321**
$ma(1)$	0.8842	0.0631	14.0119***
$sma(1)$	-0.9995	0.0989	-10.1015***

Nivel de significancia: 0^{****} 0.01^{***} 0.05^{**} 0.10^{*}.

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

Al realizar el diagnóstico del modelo estimado (Paso 3 de la metodología Box - Jenkins - Reinsel), se encontró que los residuos cumplen con el supuesto de independencia, de aleatoriedad (Cuadro 4). En cuanto a la normalidad, al observar el gráfico qqplot (Gráfico 5) no se observa ningún patrón ni valores atípicos. Por lo tanto, se realiza el último paso de la metodología Box - Jenkins - Reinsel, el pronóstico del modelo.

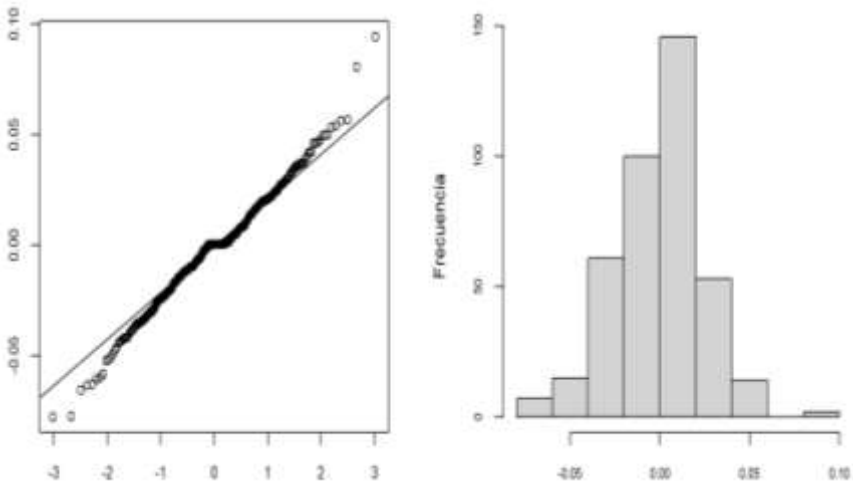


Gráfico 5.
Diagnóstico de la normalidad de los residuos
Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

Cuadro 3.
Prueba de independencia y aleatoriedad de los residuos

Prueba	P-valor
Independencia (<i>Runs</i>)	P-valor = 0.0201
Aleatoriedad (<i>Box-Ljung</i>)	P-valor = 0.9387

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

En el Gráfico 6 muestra el pronóstico de los precios de cacao, observándose que la variación será de forma estacional, es decir, durante los primeros meses de cada año y en el tercer trimestre los precios aumentarán, contrario al resto del tiempo. Esto es debido a que la demanda internacional de cacao en grano seco colombiano ha aumentado, gracias a que el Comité de la ICCO del 2019 ratificó a Colombia como país productor de cacao de fino sabor y aroma. Esta situación se evidencia, con el incremento que se presentó en las exportaciones del país a partir del año 2019, aumentando en un 29% (9.116 ton) con respecto al año anterior y 22,3% (11.148 ton) para el año 2020, siendo el principal destino de exportaciones México. En relación con las importaciones de grano de cacao seco, el país en el año 2020 tanto solo importó 180 toneladas (MADR, 2021).

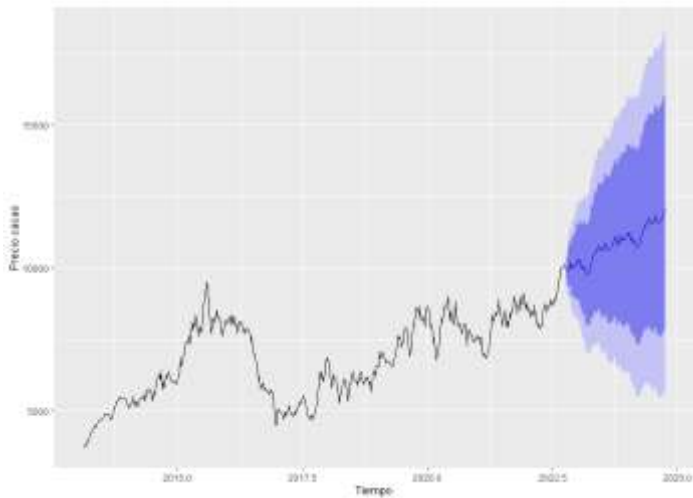


Gráfico 6.

Predicción de los precios semanales del cacao 2013 – 2023

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

Teniendo en cuenta la volatilidad de la serie de los precios del cacao en el tiempo estudiado, se presenta el análisis de intervención cuyo objetivo es cuantificar el efecto que han tenido los programas implementados por el gobierno sobre los precios de este producto. Los programas que afectaron el precio del cacao de forma significativa se muestran en el Cuadro 5. En cuanto al efecto del programa de proyectos productivos del MADR y la implementación de regulaciones por parte de la Unión Europea con respecto a los niveles máximos de cadmio en alimentos derivados del cacao, fue negativo, es decir, hubo una disminución en el precio del cacao debido a la implementación de estos programas. El objetivo del programa de proyectos productivos era incrementar la producción de cacao y la generación de valor agregado en el sistema de producción. En relación con las regulaciones por parte la UE, lo que busca es restringir el ingreso de productos de cacao con alto contenido de cadmio, con el objetivo de proteger la salud de los consumidores, ya que ellos demandan productos con altas concentraciones de cacao.

Estas intervenciones generan efectos negativos en el precio desde dos enfoques, en el primer caso, se promueve un aumento en la oferta de cacao. En el segundo, la regulación de la UE genera una contracción de la demanda que lleva, finalmente a un exceso de oferta, y por lo tanto una caída de los precios. Cabe resaltar que, a partir del mes de julio de 2022, la recuperación del precio fue de forma positiva, luego de la reactivación de la economía debido al cierre causado por la pandemia causada por el COVID-19.

Cuadro 4.
Fechas significativas en el modelo de intervención

Programa	Fecha de implementación	Efecto
Reactivación económica después de la pandemia causada por el covid-19	Jul-2021	0.0357
Programas de proyectos productivos del MADR	Sep-2017	-0.0476
Implementación de regulaciones por parte de la Unión Europea y otros países procesadores del grano a partir de 2019 con respecto a los niveles máximos de cadmio en alimentos derivados del cacao	Mar-2019	-0.0302

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

El Cuadro 6 presenta el modelo de intervención donde se puede observar que tanto los estimadores del modelo $ARIMA(2, 1, 1)(0, 1, 1)_{52}$ como los programas evaluados son significativos.

Cuadro 5.
Coeficientes del modelo de intervención

Estimador	Coeficiente	Error estándar	Estadístico de prueba
ar(1)	-0.5883	0.1629	-3.6115**
ar(2)	0.1800	0.0734	2.4506*
ma(1)	0.8530	0.1507	5.6992***
sma(1)	-0.9996	0.0902	-11.0807***
Programa MADR	-0.0476	0.0167	-2.8415**
Regulaciones Unión Europea	-0.0302	0.0164	-1.8400.
Reactivación económica después de pandemia causada por el covid 19	0.0357	0.0165	2.1686*

Nivel de significancia: 0'****' 0.01'***' 0.05'*' 0.10'.'

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

Además, el Cuadro 7 muestra que el diagnóstico realizado al modelo de intervención es significativo, cumpliendo con las pruebas de independencia y aleatoriedad. También, en el Gráfico 7 se destaca el cumplimiento de la normalidad de los residuos de este modelo.

Cuadro 6.

Prueba de independencia y aleatoriedad de los residuos en el modelo de intervención

Prueba	P-valor
Independencia (<i>Runs</i>)	P-valor = 0.1404
Aleatoriedad (<i>Box-Ljung</i>)	P-valor = 0.9434

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

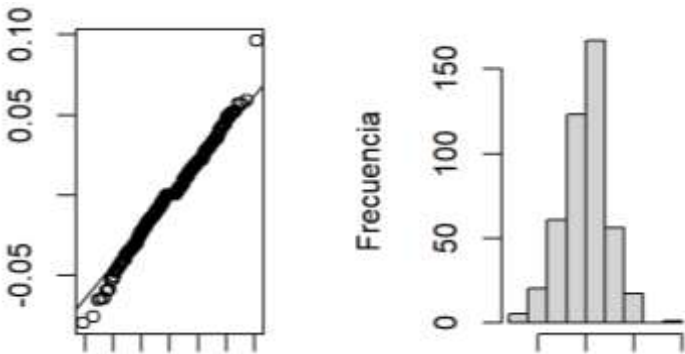


Gráfico 7.

Diagnóstico de la normalidad de los residuos en el modelo de intervención

Nota: Elaboración con datos de Agronet (2024).

La permanencia de precios agrícolas altos o bajos conduce a modelos de producción y consumo insostenibles, así como la falta de información exhaustiva en tiempo real sobre los factores internos y externos que inciden en la volatilidad de los precios suele dar lugar a resultados poco concluyentes y contraintuitivos al realizar estimaciones empíricas (Mustafa et al. 2024); es por ello, que es importante evaluar estos factores internos y externos, con el fin de conocer de qué forma pueden impactar en el precio del cacao en Colombia. La utilización de estos modelos de intervención, se convierten en una herramienta importante para evaluar cambios multidisciplinarios y permite explicar y pronosticar diferentes escenarios para el análisis de los precios de los commodities (Benítez et al. 2024).

Conclusiones

En la actual investigación se analiza estadísticamente la volatilidad del precio del cacao en un periodo con notable variabilidad, que incluyó, entre otros episodios; la pandemia causada por el virus del COVID-19. De esta manera, ha sido posible explorar situaciones concretas que pueden considerarse atípicos en un escenario relativo de mayor normalidad. Dicho esto, se desprende que tal como lo ilustra la literatura académica, los precios del cacao son extremadamente sensibles a cambios institucionales y eventos extremos, como lo evidencia Mustafa et al. (2024). Esto se puede evidenciar, a través de los efectos de los programas de

promoción del cultivo y de las barreras no arancelarias establecidas en mercados tan importantes como el europeo, que generan fluctuaciones en los precios del cacao, sin embargo, si esta volatilidad es muy elevada, puede generar problemas para los agentes de la cadena de valor, como lo plantea Muflikh et al. (2021).

Así mismo, en este estudio se realizó un pronóstico de los precios del cacao, estimando que para los primeros meses y en el tercer trimestre cada año los precios de este producto tienden a aumentar en el mercado nacional, estos resultados pueden ser de mucha utilidad para la toma de decisiones de los actores de la cadena de valor del cacao en Colombia, en especial para los productores que se encuentran en el primer eslabón de la cadena. Los productores de cacao en Colombia se caracterizan por ser pequeños productores, cuentan con 3 a 4 ha en promedio sembradas de cacao (Montealegre et al., 2021), en estas unidades de producción además de cacao, se encuentran sistemas de producción asociados con árboles frutales, maderables y cultivos transitorios. Por lo tanto, estos pronósticos de precios, les permite a los productores, a provechar los momentos de alza de los precios a su favor, con el fin de realizar mejoras en sus sistemas de producción, como es el establecimiento de sistemas de riego, la realización de aplicación de fertilizantes, entre otras actividades, las cuales pueden beneficiar a otros cultivos que se encuentran en sus unidades de producción y esto les permite diversificar sus ingresos y mitigar los efectos al momento de las caídas fuertes de los precios,

Finalmente, este trabajo es un aporte para el análisis de precios de materias primas en Colombia; se sugiere para estudios futuros ampliar el período de análisis, con el fin de capturar la incidencia de fenómenos climáticos, tales como El Niño y La Niña. Del mismo modo, se hace necesario evaluar la dinámica de precios en otras economías de la región con el fin de identificar efectos moduladores de distintos sucesos.

Declaración de Conflictos de Interés

No declaran conflictos de interés.

Contribución de autores

Autor	Concepto	Curación de datos	Análisis/ Software	Investigación / Metodología	Proyecto/ recursos / fondos	Supervisión/ validación	Escritura inicial	Redacción: revisión y edición final
1	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x

Financiamiento

La profesora Eddy Fajardo agradece a la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) por el tiempo otorgado en el proyecto con acta No. 020 y código 26599035.

Referencias

- Agronet (2024). Precio de referencia semanal de compra de cacao. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Precio-de-referencia-semanal-de-compra-de-cacao---Fuente-Industria.aspx>
- Assouto, A. B., Houensou, D. A., & Semedo, G. (2020). Price risk and farmers' decisions: A case study from Benin. *Scientific African*, 8, e00311. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00311>

- Benítez, J. C. A., Silvestre, J. M. O., Gardea, J. A. M., Damián, M. Á. M., Jarquín, D. M. S., & De Jesús González Razo, F. (2024). Intervention analysis in the percentage change of the INPC in Mexico, January 2002- June 2020. *Economía Sociedad y Territorio*, 24(74), 1-18. <https://doi.org/10.22136/est20241830>
- Boussard, J. (2010). Pourquoi l'instabilité est-elle une caractéristique structurelle des marchés agricoles ? *Économie Rurale*, 320, 69-83. <https://doi.org/10.4000/economierurale.2895>
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series analysis: Forecasting and Control*. John Wiley & Sons.
- Cryer, J. D., & Chan, K. (2008). *Time Series analysis: With Applications in R*. Springer Science & Business Media.
- Ehrhart H., Guérineau S. (2012). Commodity Price Volatility and Tax Revenues: Evidence from Developing Countries. *Etudes et Documents*, E 2011.31, CERDI. <https://shs.hal.science/halshs-00658210/file/2011.31.pdf>
- FAO, IFAD, IMF, OECD, UNCTAD, WFP, the World Bank, the WTO, IFPRI and the UN HLTF (2011). Price Volatility in Food and Agricultural Markets: Policy Responses. Draft of Policy report. https://www.alimenterre.org/system/files/ressources/pdf/86_g20_foodpricevolatility_en.pdf
- Granados Sánchez, M., Oliver, L. G., & Figueroa, J. G. (2022). La volatilidad del precio de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en México: 2000-2020. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 22(1), 123-148. <https://doi.org/10.7201/earn.2022.01.06>
- Jaimes Suárez, Y. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Báez Daza, E. Y., Rengifo Estrada, G. A., & Rojas Molina, J. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el departamento de Santander*. En Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) eBooks. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.modelo.7404647>
- Jaimes Suárez, Y. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Báez Daza, E. Y., Montealegre Bustos, F., Coronado, R. A., Rengifo Estrada, G. A., & Rojas Molina, J. (2022). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el departamento de Boyacá*. En Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) eBooks. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.modelo.7405590>
- Kaldjob, C.B., Nso, A., & Bamou, L. (2021). Analysis of Producer Resilience Strategies to Volatile Cocoa Prices in Cameroon. *Economic Affairs*, 66(1). <https://doi.org/10.46852/0424-2513.1.2021.3>
- Luciani, G. (2011). Price and Revenue Volatility: What Policy Options and Role for the State? *Global Governance*, 17(2), 213-228. <https://www.jstor.org/stable/23033731>
- Malan, B. B. (2013). Volatility and stabilization of the price of coffee and cocoa in Côte d'Ivoire. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 59(7), 333-340. <https://doi.org/10.17221/145/2012-agricecon>
- Mao, Q., Ren, Y., & Loy, J. (2020). Price bubbles in agricultural commodity markets and contributing factors: evidence for corn and soybeans in China. *China Agricultural Economic Review*, 13(1), 22-53. <https://doi.org/10.1108/caer-10-2019-0190>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) Colombia. (2021). Cadena de Cacao. In *Dirección de cadenas agrícolas y forestales*.

- Montealegre Bustos, F., Rojas-Molina, J., & Jaimes Suárez, Y. Y. (2021). Factores Agronómicos y Socioeconómicos que inciden en el rendimiento productivo del cultivo de cacao. Un estudio de caso en Colombia. *Revista FAVE*, 20(2), 7–21. <https://doi.org/10.14409/fa.v20i2.10625>
- Muflikh, Y., Smith, C., Brown, C., & Aziz, A. (2021). Analysing price volatility in agricultural value chains using systems thinking: A case study of the Indonesian chilli value chain. *Agricultural Systems*, 192, 103179. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103179>
- Mustafa, Z., Vitali, G., Huffaker, R., & Canavari, M. (2024). A systematic review on price volatility in agriculture. *Journal of Economic Surveys*, 38(1), 268-294. <https://doi.org/10.1111/joes.12549>
- Nadarajah, S., Afuecheta, E., & Chan, S. (2015). GARCH modeling of five popular commodities. *Empirical Economics*, 48, 1691-1712. <https://doi.org/10.1007/s00181-014-0845-3>
- Onour, I. A., & Sergi, B. S. (2011b). Modeling and forecasting volatility in global food commodity prices. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 57(3), 132-139. <https://doi.org/10.17221/28/2010-agricecon>
- Quarmin, W., Haagsma, R., Van Huis, A., Sakyi-Dawson, O., Obeng-Ofori, D., & Asante, F. A. (2014). Did the price-related reforms in Ghana's cocoa sector favour farmers? *International Journal Of Agricultural Sustainability*, 12(3), 248-262. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.909639>
- Rapsomanikis, G., & Muger, H. (2011). Price Transmission and Volatility Spillovers in Food Markets of Developing Countries. En *Springer eBooks* (pp. 165-179). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7634-5_10
- Tothova, M. (2011). Main Challenges of Price Volatility in Agricultural Commodity Markets. En *Springer eBooks* (pp. 13-29). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7634-5_2
- Widayat, D. F., Anindita, R., & Setyowati, P. B. (2019b). THE INFLUENCE OF COCOA PRICE VOLATILITY (*Theobroma cacao* L.) TO COCOA EXPORTS IN INDONESIA. *Agricultural Social Economic Journal*, 19(2), 117-124. <https://doi.org/10.21776/ub.agrise.2019.019.2.6>
- Woodward, W. A., Gray, H. L., & Elliott, A. C. (2017). Applied Time Series Analysis with R. En *CRC Press eBooks*. <https://doi.org/10.1201/9781315161143>
- Zamora, A., & Ochoa, L. (2020). Cadena Productiva del cacao en Colombia. Un análisis del sector con enfoque de cadena. FEDECACAO. https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Cartilla_Cadena_productiva_de_cacao_analisis_Final_04_FINAL_26012020.pdf