

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



## **FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS CARRERA DE ECONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
ECONOMISTA**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

**MODELOS DE HETEROSCEDASTICIDAD CONDICIONAL PARA EL  
PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DEL CACAO  
ECUATORIANO.**

**AUTOR**

**JOSÉ FERNANDO MORENO SUCUCHAÑAY**

**TUTOR**

**PhD. YADIER ALBERTO TORRES SÁNCHEZ**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**AÑO 2021**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Yo, JOSÉ FERNANDO MORENO SUCUCHAÑAY portador de la cédula de identidad número 2150223739, soy responsable de las ideas, procesos, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones plasmadas en el presente trabajo escrito. Los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



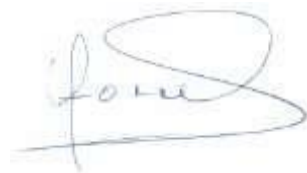
José Fernando Moreno Sucuchañay

**AUTOR**

CI. 2150223739

## **INFORME DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor, del proyecto de investigación titulado “MODELOS DE HETEROSCEDASTICIDAD CONDICIONAL PARA EL PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DEL CACAO ECUATORIANO”, luego de haber revisado el desarrollo de la investigación elaborada por la Sr. José Fernando Moreno Sucuchañay, tengo a bien informar que el trabajo señalado cumple con los requisitos exigidos para ser expuesto al público, luego de ser evaluado por el tribunal designado por la comisión de Titulación.



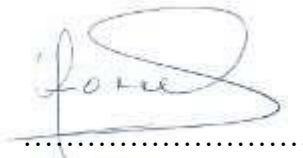


---

PhD. Yadier Torres  
**DOCENTE TUTOR**

## CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TITULACIÓN

Los miembros del tribunal del proyecto de investigación “**Modelos de Heteroscedasticidad Condicional Para el Pronóstico del Comportamiento del Precio del Cacao Ecuatoriano.**”, presentado por el Sr. José Fernando Moreno Sucuchañay y dirigida por el PhD. Yadier Alberto Torre Sánchez; habiendo revisado el proyecto de investigación con fines de graduación, constando el cumplimiento de observaciones se procede a la calificación del informe del proyecto de investigación.

Para constancia de lo expuesto firman:

	Nota	Firma
PhD. Yadier Torres <b>TUTOR</b>	10	
Econ. Diana Duque <b>MIEMBRO 1</b>	9.5	 Firmado electrónicamente por: <b>DIANA VANESSA DUQUE TORRES</b>
Econ. David Espinoza <b>MIEMBRO 2</b>	9.5	

**NOTA: 9.67**

## **DEDICATORIA**

Con inmenso amor a Dios, a mis queridos y honrados padres, Santos Moreno y María Sucuchañay, mis herman@s, Sonia, Jonathan, Jessenia, Luis.

*Fernando*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme vivir una etapa más de mi vida junto a mis seres queridos.

A mis padres por depositar esa confianza en mí y permitirme seguir con mis ideales y darme esa fortaleza de continuar en momentos difíciles, quienes con mucho esmero y cariño aportaron para que este sueño sea una realidad, a mis hermanos por su comprensión y cariño durante todo este proceso formación profesional.

A Jhoana por su apoyo constante durante este proceso final, por sus palabras de aliento, su cariño y entrega incondicional.

A la Universidad Nacional de Chimborazo que me permitió ser parte de ella, me formo junto con sus Docentes, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias para formar en mí un profesional de excelencia.

A mis amigos, amigas, a todos quienes durante mi formación depositaron un voto de confianza y me brindaron su amistad, con los cuales compartimos experiencias inolvidables.

*Con gratitud y amor, Fernando*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>II</b>
<b>INFORME DEL TUTOR.....</b>	<b>III</b>
<b>CALIFICACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
3.1. Objetivo General .....	5
3.2. Objetivos Específicos .....	5
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>4. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>6</b>
4.1. Antecedentes .....	6
4.2. Fundamentación Teórica .....	9
4.2.1 Volatilidad .....	9
4.2.2. Precio.....	10
4.2.2.1. Determinantes del Precio .....	10
4.2.3. El Cacao y su importancia en América latina y el Caribe .....	11
4.2.3.1 Países productores y consumidores de cacao.....	12
4.2.3.2. Variedad de producción de cacao .....	13
4.2.3.3. Precios del Cacao.....	14
4.2.3.4. Aporte del sector Cacaotero a las exportaciones .....	15
4.2.4. Modelos de Heteroscedasticidad Condicional.....	16
4.2.4.1 Principales Evoluciones de la familia ARCH YGARCH.....	16
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>19</b>

<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>5.1. Método .....</b>	<b>19</b>
5.1.1. Cuantitativo .....	19
5.1.2. Modelos Autorregresivos con Heteroscedasticidad Condicional (ARCH Y GARCH).....	19
5.1.2.1. Modelo ARCH.....	19
5.1.1.2. Modelo GARCH .....	20
5.2. Tipo de Investigación .....	21
5.2.1. Explicativa.....	21
5.2.2. Histórica .....	21
5.3. Diseño de la Investigación.....	22
5.3.1. No experimental .....	22
5.4. Población y Muestra .....	22
5.4.1. Población .....	22
5.4.2. Muestra .....	22
5.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
5.5.1. Técnicas.....	23
5.5.1.1. Observación .....	23
5.5.1.2. Fichaje.....	23
5.5.2. Instrumentos .....	23
5.5. Técnicas de procesamiento de información .....	24
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>25</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
6.1. Modelo Econométrico .....	25
6.2. Estimación de los modelos.....	29
6.3. Pronóstico.....	31
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>34</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
7.1. Conclusiones .....	34
7.2. Recomendaciones.....	35
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>41</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Producción y Consumo de Cacao en Miles de Toneladas, por países. Años 2017/2018 .....	12
---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> tendencia de la serie del precio de cacao.....	14
<b>Gráfico 2.</b> Comportamiento del precio del cacao .....	25
<b>Gráfico 3.</b> Comportamiento de la serie LOGPRICE .....	26
<b>Gráfico 4.</b> Comportamiento de la serie DLOGPRICE .....	27
<b>Gráfico 5.</b> Pronóstico del Modelo GARCH.....	31
<b>Gráfico 6.</b> Prueba de Normalidad sobre la serie precio del cacao .....	41
<b>Gráfico 7.</b> Prueba de normalidad sobre la serie DLOGPRICE.....	43
<b>Gráfico 8.</b> Prueba de normalidad sobre los Residuos Estandarizados del Modelo GARCH .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Exportaciones agropecuarias en miles de dólares .....	15
<b>Tabla 2.</b> Evolución de la familia ARCH Y GARCH.....	17
<b>Tabla 3.</b> Contraste de Levene sobre la serie precio del Cacao.....	26
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Heteroscedasticidad sobre la serie precio de Cacao .....	27
<b>Tabla 5.</b> Estimación de los valores y probabilidades de los estimadores, ecuaciones de medias y varianzas, y AIC de los modelos: <b>ARCH, GARCH, TGARCH Y EGARCH.</b>	29
<b>Tabla 6.</b> Valores pronosticados aplicado modelo GARCH.....	32
<b>Tabla 7.</b> Contraste de raíz unitaria sobre la serie LOGPRICE .....	41
<b>Tabla 8.</b> Contraste de Raíz Unitaria sobre la serie LOGPRICE con una diferenciación de orden 1 .....	41
<b>Tabla 9.</b> Correlograma de la serie DLOGPRICE .....	42
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Heteroscedasticidad sobre el modelo GARCH.....	44

## RESUMEN

Ecuador es uno de los países de América Latina altamente dependiente de los precios de las materias primas como lo es el cacao, además que los valores de comercialización fortalecen o debilitan la economía de las familias del sector rural especialmente que se dedican a esta actividad. Bajo estas circunstancias la presente investigación busca realizar un análisis sobre los precios de la tonelada del cacao ecuatoriano en el periodo 2016 – 2020. Por tanto, se realizó una indagación previa sobre el estudio de casos similares con evidencia empírica y teórica que justifican la aprobación de los modelos de heteroscedasticidad condicional ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH como óptimos para el pronóstico de series financieras en un periodo determinado. Se analiza el comportamiento de la variable precio de cacao para comprender la volatilidad que esta serie presenta en el tiempo y los factores causantes de estos cambios presentes en la serie. Se identifica como el modelo más eficiente para lograr pronosticar la tendencia del precio de este producto al modelo GARCH, ejecutando dicho modelo con ayuda del paquete estadístico Eviews 10, considerando únicamente los 5 días hábiles de cotización en la semana del 04 de enero 2016 hasta el 13 de noviembre 2020. Por tanto, se evidencia que los precios en los próximos 45 días presentarán una tendencia decreciente.

**Palabras clave:** *Precio, cacao, pronóstico, ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH.*

## ABSTRACT

Ecuador is one of the Latin American countries highly dependent on the prices of raw materials such as cocoa, in addition to the commercialization values that strengthen or weaken the economy of families in the rural sector, especially those who dedicated to this activity. Under these circumstances, this research sought to perform an analysis on the prices of the ton of Ecuadorian cocoa in the period 2016 - 2020. Therefore, a preliminary investigation carried out on the study of similar cases with empirical and theoretical evidence that justify the approval of the conditional heteroscedasticity models ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH as optimal for the forecast of financial series in a given period. The behavior of the cocoa price variable analyzed to understand the volatility that this series presents over time and the factors causing these changes in the series. The GARCH model identified as the most efficient model to forecast the price trend of this product, executing said model with the help of the statistical package View 10, considering only the 5 trading days of trading in the week of January 4, 2016 until November 13, 2020. Therefore, it is evident that prices in the next 45 days will present a decreasing trend.

**Keywords:** *Price, cocoa, forecast, ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH.*

Reviewed by:

Mgs. Maritza Chávez Aguagallo

**ENGLISH PROFESSOR**

c.c. 0602232324

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad conforme ha ido evolucionando el mundo en el contexto global, las predicciones de las series de tiempo han resultado una salida a la interrogante surgida sobre el comportamiento a futuro de las series financieras (predecir su posible conducta). Información obtenida como medio para la toma de acertadas y oportunas decisiones al momento de resolver circunstancias acaecidas en el medio, permiten generar alternativas que ayudan a reducir los niveles de riesgo al mínimo (Pérez, 2006).

Los estudios sobre la volatilidad en series financieras han cobrado importancia desde décadas pasadas, con los estudios impulsados en los años ochenta por Engle (1982) y Bollerslev (1986), en los noventa con el estudio de Braun, Nelson y Sunier (1995) y en el año 2004 el trabajo de Chan, Leung y Wang, que han hecho parte de esta teoría dentro del estudio de las ciencias económicas.

Los modelos de heteroscedasticidad condicional son adecuados para los estudios que presentan datos de series de tiempo, ayudan a reducir en parte la incertidumbre existente en el mercado con respecto a las fluctuaciones en el precio de un bien en particular, analiza las series considerando sus valores pasados incluida su varianza comprendida en la información disponible al momento de ejecutar el pronóstico. Estos modelos se hicieron relevantes en el tiempo porque les permitieron a los investigadores establecer comportamientos, tendencias tomadas por la variable de estudio y con ayuda de la modelación econométrica conocer precios futuros del producto y determinar posibles variaciones a presentarse dentro del mercado (Rahayu, 2015).

En este caso se considera el estudio de uno de los principales productos agrícolas del Ecuador como el cacao, el mismo que ha sido explotado por siglos dentro de la región y de otras naciones a nivel del mundo que presentan niveles de producción elevados. Para el país ha resultado una importante fuente de ingreso dentro del Producto Interno Bruto (PIB) sectorial agrícola pues según la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador (ANECACAO, 2016), comprende dentro de las exportaciones no petroleras el tercer rubro más importante.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (MAGAP y FAO, 2010 ), refieren al cacao como un árbol originario de las selvas de América Central y de Sur, con un tiempo promedio de 4 a 5 años desde su siembra hasta su primera cosecha, y para que alcance su máximo rendimiento deberán pasar otros 4 años más aproximadamente, sin dejar de lado la dependencia de las condiciones de suelo, clima, y el tipo de cacao. Aunque a la fecha esto ha evolucionado progresivamente a las necesidades del mercado y del país, ya que en Ecuador se ha generado una enorme propagación de plantaciones de cacao clonado, dando mejores resultados en productividad y rentabilidad, puesto que en promedio de dos años ya dan fruto.

Cuando se menciona al cacao en grano, la plaza de comercialización a nivel internacional lo reconoce en 2 categorías: fino de aroma y a granel o común. Normalmente el primero se produce en árboles de variedades criollas, por otro lado, el segundo “cacao a granel” es proveniente de la variedad del árbol forastero. Para el caso ecuatoriano, el conocido cacao nacional o fino de aroma se produce de los considerados variedad forastera. La producción mundial anual en un 95% es cacao a granel, el cual se produce en su mayor parte en el África, Asia y Brasil. La diferencia de este porcentaje representa el cacao fino o de aroma, que por sus características distinguidas de sabor y aroma son preferidas por grandes procesadores de esta materia prima para transformarla en chocolate de la más alta calidad y exportar al mundo. (Organización Internacional del Cacao [ICCO], 2011).

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En sus inicios Ecuador se vio dominado en la generación de divisas por el producto cacao más conocido como la “pepa de oro”, antes de que sobresaliera el “oro negro” (petróleo) que para la década de los 70 - 80 tuvo un gran auge por el que se le dominó el boom petrolero, este dominio del cacao dio lugar a los asentamientos de las primeras capitales y permitió el desarrollo de varios sectores económicos como la banca, la industria y el comercio. Esta materia prima para el Ecuador es un referente mundial, es uno de los símbolos más significativos para el país, durante casi un siglo, el orden socioeconómico ecuatoriano se desarrollaba en gran medida alrededor del mercado del cacao a nivel internacional (Burgos *et. al.*, 2016).

Hasta la fecha, el Ecuador posee un gran prestigio y ventaja en este producto: Menos del 30% de la producción mundial de cacao fino de aroma se encuentra en las tierras extranjeras mientras que más del 70% dentro de las fronteras nacionales, convirtiéndose en el productor número 1 de esta alta calidad de cacao del mundo. Esto ha generado una fama importante y favorable para el país. Este tipo de producto tiene características propias, distintivas, en sus flores, fruto, aroma entre otras especies que lo hacen único y especial a nivel local e internacional. Todas estas características únicas de sabor y aroma radican en la genética madre del grano, que se logra con el correcto tratamiento post-cosecha, además a condiciones naturales de suelo, clima, temperaturas adecuadas y luminosidad que convergen en un solo punto, en un solo espacio geográfico, en el país que está situado en la mitad del mundo, Ecuador. (ANECACAO, 2016).

La caída de los precios internacionales del cacao preocupa a los productores de este fruto, el tercer rubro en exportaciones no petroleras del país. Las prolongadas bajas que se producen en el valor monetario del cacao es muy preocupante para el sector cacaotero, puesto que aproximadamente 500.000 familias dependen de la producción, ya sea en materia prima o en sus derivados. La máxima autoridad de la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, Juan Zúñiga, concluye que pérdida del valor monetario se debe a una excesiva producción mundial creada por Costa de Marfil y Ghana y sumado a esto el bajo consumo de chocolate que se generó en Europa, estas variaciones en el mercado son las causantes de que el precio sufra una caída del 40% pasando de cotizar en el año 2016 de \$ 3.000 dólares a \$ 1800 dólares por tonelada métrica en el 2017, a cifras similares hace mención Pérez (2017) , que considera además al precio como un factor clave de beneficio o perjuicio por encima de las condiciones climáticas, plagas a las plantaciones entre otras, que pueden ser más tolerantes que las unidades monetarias a las que se venda el producto.

Fountain y Huetz (2018) señalan que, desde el tercer trimestre del 2016 y hasta el primer trimestre de 2017, el valor monetario del cacao a nivel de los mercados del resto del mundo sufrió un fuerte descenso. A excepción de Gana que gracias al subsidio que sus cacaocultores reciben indirectamente el precio del cacao, no sintieron tanto esta caída, pero otras regiones del mundo como es el caso de Ecuador que no reciben estos beneficios, las personas dedicadas a esta actividad presenciaron una reducción de un 30% hasta un 40% de sus ingresos lo cual significó un golpe duro en sus economías porque ya venían luchando para salir de la pobreza y sus ideales empezaban a imposibilitarse. Pero para el año 2018 los



precios vuelven a subir, los agricultores cargan los riesgos derivados de la volatilidad de precios y no hay ningún esfuerzo concertado por parte de la industria o de los gobiernos para aliviar siquiera parcialmente su carga de esta crisis de ingresos.

La contracción de los precios está directamente emparentada al masivo incremento del producto en los mercados en los últimos tiempos, impulsado en parte por la creación de nuevas áreas de producción a expensas de los bosques nativos, gracias al desinterés de los oferentes por el daño medioambiental que pudieran causar con el suministro de cacao barato, como también a la escasa presencia de medidas planteadas por el ejecutivo para hacer respetar las áreas ambientalmente protegidas. En África Occidental queda menos del 10% de los bosques originales (bosques nativos) debido a este desinterés de todo el grupo social que ha permitido que más del noventa por ciento de estos bosques desaparezcan (Fountain y Huetz, 2018).

Ecuador reconoce al cacao como un producto agrícola de gran importancia dentro de la economía de las familias asentadas en los sectores rurales, debido a los ingresos que les generan para cubrir sus necesidades básicas (alimentación, vestimenta, educación, otras). Razón por la que, si el país pretende recuperar el sector, aumentar la productividad y con ello mejorar las condiciones de vida de sus pobladores que dependen de su producción, deberán realizar mayores procesos de inversión dentro del área tanto de gobierno como de particulares.

ANECACAO (2019) cita al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), con los siguientes datos; el sector cacaotero contribuye con el 5% de la población económicamente activa nacional (PEA) y el 15% de la PEA rural, constituyendo una base fundamental de la economía familiar costera del país, las estribaciones de las montañas de los Andes y la Amazonía ecuatoriana; 70% corresponde a pequeños productores, 20% y 10 %, medianos y grandes productores respectivamente.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Pronosticar el precio de la tonelada del cacao ecuatoriano a través de los modelos de heteroscedasticidad condicional.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el comportamiento del precio diario del cacao en el Ecuador durante el periodo 04 enero 2016 – 13 noviembre 2020
- Establecer el modelo de heteroscedasticidad condicional más eficiente para pronosticar el precio del cacao ecuatoriano.

## CAPÍTULO II

### 4. ESTADO DEL ARTE

#### 4.1. Antecedentes

Engle (1982) en su estudio de *Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation*, plantea la alternativa de la utilización de los modelos ARCH como refutación a los modelos tradicionales (media móvil simple SIM, media móvil con ponderación exponencial EWMA) ya que este incluye procesos condicionales históricos y nuevos procesos estocásticos, en el que la varianza condicionada a la información pasada no es constante y además estarían causadas por los cuadrados de las perturbaciones pasadas ( $q$ ). Los datos que utiliza para su estudio son los precios y las tasas salariales de Reino Unido de manera trimestral comprendida desde 1958 hasta 1977, pero según Bollerslev (1986) a este modelo aplicado anteriormente la varianza no únicamente depende de las perturbaciones afirmadas por Engle sino que, además, incluye las varianzas condicionadas de periodos anteriores ( $p, q$ ) es decir, generaliza al ARCH a un modelo GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*).

Dos siglos más tarde Casas y Cepeda (2008) mediante los dos modelos anteriores y un tercer modelo EGARCH (GARCH Exponencial) planteado por Nelson (1991) que considera que este modelo posee una varianza condicional que se comporta de manera asimétrica ante las perturbaciones positivas o negativas, realizan un estudio para medir la volatilidad de los precios de las acciones de Gillette, con ayuda de los criterios de información Akaike (AIC) y el criterio de información Bayesiano (BIC) que les permiten ver la calidad del modelo econométrico del conjunto de los datos, concluyen que el modelo GARCH otorga mejor explicación sobre el comportamiento de los precios y al EGARCH como el más significativo en la explicación de la serie de retornos. Por tanto, son considerados como importantes teóricamente para el estudio de precios de activos y relevantes empíricamente (Engle y Bollerslev, 1986).

El Estadounidense Robert Engle quien en el 2003 ha sido galardonado con el premio nobel de economía por sus múltiples estudios sobre volatilidad, partió de una hipótesis fundamental que los valores de los activos financieros cambian en el tiempo de manera aleatoria respondiendo a su riesgo, *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With*

*Estimates of the Variances of U.K. Inflation (1982), Estimates of the Variances of U.K. Inflation Based upon the ARCH Model (1983), Estimation of Time Varying Risk Premia in the Term Structure: the ARCH-M Model (1987)*, en sus tres escritos considerando diferentes datos, propone la modelación ARCH como alternativa para el análisis de variaciones de precios (volatilidad). Pero 4 años posterior a su teoría esta resulta contrastada por el modelo GARCH la teoría Generalizada explicada anteriormente, es así que para los años siguientes en sus escritos comienza a introducir y contrastar el modelo generalizado, publicando una década después la investigación titulada *Correlación Dinámica: Una Clase Simple de modelos de Heteroscedasticidad Condicional Autorregresiva Generalizada Multivariante (2002)*, Estos escritores por tanto han marcado el inicio de un nuevo método, más preciso al momento del análisis de variaciones en activos financieros, para ser posteriormente incrustado, incluso, dentro de otros campos de estudio.

Corredor y Santamaría (2001) realizaron un estudio para determinar el modelo óptimo para la predicción de la volatilidad del índice IBEX-35, para lo cual se utilizaron 4 modelos condicionales: GARCH, GARCH estacionario, GJR GARCH (Glosten, Jagannathan y Runkle), GJR GARCH estacionario, al finalizar el estudio se acepta que el segundo modelo proporciona mejores resultados para el análisis de la volatilidad. Por otra parte Ospina y Giraldo (2009) plantean la modelación econométrica GARCH, PGARCH (GARCH Potencial), TGARCH (Threshold-GARCH), EGARCH aplicando la metodología del modelo autorregresivo integrado de media móvil por sus siglas en inglés ARIMA, para estimar el valor en riesgo (VaR) de acciones colombianas, en el que concluyen al igual que el estudio planteado por los dos autores anteriores a los modelos GARCH como idóneos para observar la tendencia de los activos financieros, el mismo que permite evidenciar mejor la evolución del comportamiento de la volatilidad. La aplicación de este modelo en la estimación de la volatilidad condicional en cierta manera permite captar la información del mercado, haciendo irrelevante al modelo de media en varianzas de Markowitz (1952), por tanto, las ponderaciones para cada activo varían a diferencia de cuando se utiliza la varianza no condicional (Gálvez, Salgado y Gutierrez, 2010).

Varios estudios realizados con respecto a pronósticos y volatilidad de precios concluyen que los modelos de heteroscedasticidad condicional se adaptan de mejor manera a estos casos, como el de Ramirez (2006), quien muestra una aplicación del modelo ARIMA-GARCH en el comportamiento del precio del café. Este autor parte de una construcción del modelo

ARIMA con la metodología Box-Jenkins (1976), para posteriormente concluir con el modelo GARCH basado en los pasos de Bollerslev (1986). Analizados los modelos ARCH, TARCH, EGARCH y al detectar existencia de efectos de asimetría, define al modelo TARCH como óptimo y de mejor ajuste, ya que refleja de manera más clara el comportamiento asimétrico del precio diario del producto.

La comparación entre los diferentes modelos heteroscedásticos para analizar volatilidades es numerosa y variada según sea el caso, Brailford y Faff (1996) realizan un análisis GARH de Bollerslev y el modelo GARCH de Glosten-Jagannathan-Runkle (GJR-GARCH) mediante una base de datos diarios del índice de acumulación *Statex- Actuaries* de las acciones de Australia comprendida desde enero de 1974 a junio 1993. Utilizan diferente ponderación de error en el que concluyen que ningún modelo es fuertemente superior a otro si no que dependen del valor de ponderación de error que se utilice puesto que de lo contrario presentan mucha similitud entre ellos, a diferencia de Ikarunanayake, Valadkhani y O'Brien (2009) que al primer modelo lo comparan con el MGARCH (*multivariate generalized autoregressive conditional heteroscedasticity*) ya que este les permite identificar la co-volatilidad entre los cuatro mercados bursátiles internacionales de Australia, Singapur, Reino Unido y los Estados Unidos, de los que se extraen los datos de manera semanal desde enero 1992 hasta diciembre 2008, ya que al no tomarlos de manera diaria les permite evitar interferencias a causa del día de negociación, vacaciones, entre otras.

Pero estos modelos no solamente se han comparado dentro del mercado de acciones, se han utilizado para la predicción de la varianza condicional de los tipos de cambio de la moneda Estadounidense (\$) con respecto a las de Canadá, Francia, Alemania, Japón y Reino Unido entre los años de 1973 y 1989 con una toma de datos similar a la que se utilizó en el mercado bursátil de los cuatro países anteriormente explicado (datos semanales) para este caso se analiza el modelo GARCH, IGARCH (GARCH Integrado), en el que se determina una vez más que ningún modelo es superior a otro si no que influye el tipo de cambio que se estudie y del horizonte de predicción que se considere (West y Cho, 1995).

Para considerarse un modelo que permita medir variaciones de unidades monetarias, deberá ser capaz de proyectar a futuro (pronosticar) las mismas, ya que se puede ver afectada ante cambios bruscos de innovación, condiciones políticas, geopolíticas, temporalidad entre otras (Engle y Platton, 2001). Los estudios de volatilidad han sido enfocados desde sus inicios a

series financieras (precios de acciones, índices de rentabilidad de acciones, tasas de interés, tipo de cambio), en fin, todo relacionado al mercado financiero casi en su totalidad (Novales y Garcia, 1993; Poon y Granger, 2003; Hansen y Lunde, 2006).

La necesidad ha ido generando la evolución del uso de sus métodos en otros campos, como lo es el sector agrícola, que mediante sus crisis ha recurrido a la utilización de los modelos ARCH Y GARCH (Mora, Zamudio y Fuentes, 2014). Es así que los para los tiempos actuales son motivo de estudio dentro de la agricultura, ganadería (Gutiérrez y Caputi, 2004) para poder predecir y minimizar riesgos, adentrándose en mercados futuros que les permitan ser más estables y sostenibles en el tiempo. Por tanto, Apergis y Rezitis (2003) apoyan su estudio *Agricultural price volatility spillover effects: the case of Greece* únicamente en los modelos GARCH con la aplicación de la correlación existente entre las variables macroeconómicas con los precios de los productos agrícolas producidos internamente. En cambio, Valadkhani, Layton, y Karunaratne (2005) con ayuda de los modelos ARCH Y GARCH miden el comportamiento que presentan los productos exportados desde Australia hacia los diferentes destinos con respecto a los precios globales, es decir, estos autores contrastan las teorías de los dos modelos a diferencia de los autores anteriormente mencionados, pero por lo general la mayor parte de estudios que tienen por objetivo medir niveles de volatilidad hacen uso de los modelos de heteroscedasticidad Condicional Autorregresivos y modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresivos generalizados.

## **4.2. Fundamentación Teórica**

### **4.2.1 Volatilidad**

Para Montenegro (2010) el término volatilidad es propio, muy común en las series financieras, no es constante y por tanto los modelos homocedásticos tradicionales no son útiles para modelar estudios de casos de series financieras.

La volatilidad comprende una variación de una serie financiera en el tiempo, esta puede ser de manera moderada o no con respecto a su media. Es común el término para identificar la rentabilidad (variación de precios), ejemplo en una acción, para realizar procesos productivos, en productos altamente dependientes de exportación entre otros.

## **4.2.2. Precio**

Este término ha sido para Leriche y Moreno (2000) una de tantas interrogantes que da inicio a las ciencias económicas como tal, el denominado “problema del valor” que resultó ser el tema central de varios estudios de reconocidos escritores de postulados, teorías económicas entre otras, como los son: David Ricardo, Adam Smith, Karl Marx, Leon Walras, otros.

Existen varias definiciones para la palabra precio, pero todas radican en una esencia y es que este expresa un valor monetario que permite ejecutar una transacción en el mercado de bienes y servicios, puede ser distinto según las condiciones de oferentes y demandantes en determinadas circunstancias, para Sánchez y Arias (2012) el precio es una realidad objetiva el cual señala un valor en el que interactúan compradores y vendedores de bienes y servicios en un tiempo y espacio dado.

### **4.2.2.1. Determinantes del Precio**

Cuando se habla de determinantes del precio es común encontrar los siguientes:

- a) Cantidad Ofertada
- b) Cantidad Demanda
- c) Temporalidad
- d) Condiciones Climáticas
- e) otros

Para Mejía (2005) existen tres factores claves para crear las condiciones de establecer un precio a un producto según el mercado que se desarrolle:

- El bien o servicio
- Servicios complementarios
- Los beneficios que genera a su poseedor.

### **4.2.3. El Cacao y su importancia en América latina y el Caribe**

Es considerada una planta en promedio pequeña, su tamaño mínimo es de 4 metros y un máximo de 8m de altura, con una excepción en sombra que puede llegar hasta los 10m de altura, es propio de las zonas tropicales. La temperatura que resisten las plantaciones oscilan entre 21° C y 32° C, según los antecedentes se dice que su procedencia es propia de América central y del Sur. Pero, existen muchos países que lo producen a escala mundial y en diferentes variedades por su nivel de rendimientos, entre los principales países que lo producen se encuentran, Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Ecuador, Camerún, Malasia entre otros (Campo, Nieto, & Oomah., 2018).

Correspondiente a América Latina y el Caribe este producto constituye un ingreso considerable dentro de su economía, aproximadamente un 90% de su producción es respaldada por la denominada agricultura familiar (AF), es decir pequeñas familias encargadas de su producción ya sea sin sufrir ningún proceso de transformación o como producto con valor agregado (proceso de transformación), al ser cultivado este conjunto de la sociedad padece de varias inconsistencias, una de ellas la carencia de procesos tecnológicos en su producción y elaboración de la materia prima lo que hace altamente dependiente su rentabilidad de los precios fijos internacionalmente, comercializando su producto con bajo poder de negociación, pues los costes productivos son elevados ante dicha carencia.

La producción de cacao por tanto es considerada una variable socioeconómica representativa dentro de la economía familiar del sector (AF) pese a los grandes problemas que esta ha presentado y gracias a la evolución de procesos productivos se ha mejorado poco a poco el rendimiento de la producción, en la actualidad se logra una primera cosecha al término del año 2 lo que antes representaba una espera de casi más de 4 años una vez terminada la etapa de siembra.

Ecuador se ha considerado desde siglos atrás un país generador de materias primas para la industria, por tanto, la actividad agropecuaria ha significado un ingreso de divisas importante para el país, llámese a estas actividades la crianza de animales, cultivos de frutas, hortalizas, plantas para preparar bebidas y especias, entre otros (Osorio, 2018) . Este sector ha



financiado tanto los egresos del Estado mediante las divisas generadas y por otro lado la vida económica de las familias pertenecientes al sector rural.

#### 4.2.3.1 Países productores y consumidores de cacao

**Consumo/producción** - en 1.000 toneladas 2017/18



**Ilustración 1.** Producción y Consumo de Cacao en Miles de Toneladas, por países. Años 2017/2018

**Fuente:** (ICCO, 2018)

**Elaboración:** (Fountain & Huetz-Adams, 2019)

En los últimos años respecto al año 2017 y 2018 los países de la Unión Europea lideran las adquisiciones del producto cacao, que comprende un consumo por encima de 1.8 millones de toneladas, mientras que Australia se encuentra dentro de los principales países con menor consumo con 76 mil toneladas. Dentro del área productiva sobresalen los países del continente africano como; Costa de Marfil y Ghana con una producción de 2 millones y 900 mil toneladas respectivamente. En el continente americano, Brasil es uno de los países que obtuvo un valor menor en volumen de producción de 165 mil toneladas, Ecuador por otro lado logró un valor de 270 mil toneladas métricas de cacao.

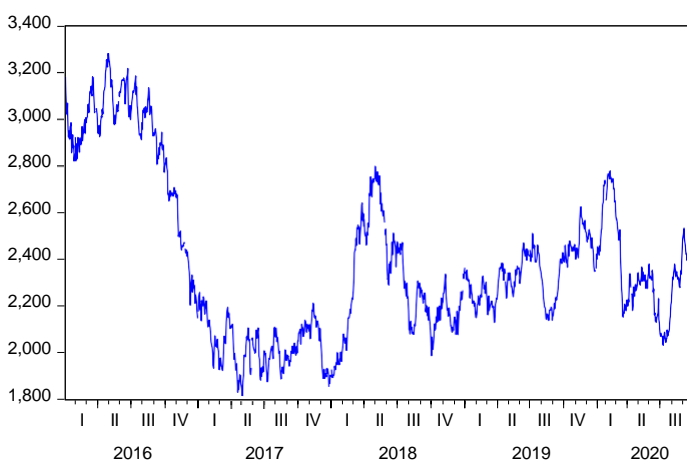
#### **4.2.3.2. Variedad de producción de cacao**

El cacao ecuatoriano se lo recuerda como una fuente principal de ingreso en la economía del país antes que el petróleo tome fuerza, desde un siglo antes este producto ya representaba un rubro de ingreso importante en el ámbito económico y en lo social. Para López (2017) y según ANECACAO en el país existen dos tipos de plantaciones de cacao

- 1- Fino de Aroma (Nacional) o sabor de Arriba, que representa el producto estrella del Ecuador y por el que se lo reconoce a nivel internacional, por su calidad, buen aroma entre otros aspectos que lo distinguen.
  
- 2- Colección Castro Naranjal 51 (CCN51) cacao clonado de característica rojiza su corteza, mejorado para aumentar su producción más no su calidad en referencia al cacao nacional, por ello se comercializan en diferentes mercados, el primero busca mercados con altos estándares de calidad y aroma y el segundo destinado a mercados con bajos estándares de calidad para cierta elaboración de chocolates con distinta fórmula.

### 4.2.3.3. Precios del Cacao

**Gráfico 1.** *tendencia de la serie del precio de cacao*



**Fuente:** ANECACAO, ICCO

**Elaboración:** Propia

El gráfico anterior muestra la tendencia que toma la variable de estudio (precio del cacao en dólares de los Estados Unidos), en el cuál es notorio el proceso de volatilidad que sufre en el periodo 2016 – 2020, iniciando con un valor de aproximadamente \$ 3.200 y cayendo al termino de ese mismo año por debajo de \$2.200 el precio de la tonelada de cacao, para el año 2017 se presenta una volatilidad muy pequeña en comparación al último trimestre del 2016, en un precio promedio de \$2.000 dólares, para el primer trimestre del año 2018 la volatilidad es mayor alcanzando antes del medio año un valor de \$ 2.775,24 siendo este el tope más alto para ese año, en el 2019 el proceso es similar con la diferencia de que el pico más alto no sobrepaso los \$2.600 dólares por tonelada, es así que para el primer trimestre del año 2020 el proceso parece mejorar queriendo recuperar un valor similar al pico más alto en el año 2018 pero posterior a eso los precios empiezan a caer nuevamente sin tan siquiera sobrepasar los \$ 2.500 dólares.

Por tanto, según la estadística graficada anteriormente el peor año dentro del periodo de análisis se registra en el año 2017 en donde sus precios cayeron por debajo de los \$ 2.000 dólares, pero no alcanzaron niveles inferiores a los \$ 1.800 dólares. Año en el que se esperaba una mejora en la producción, procesos de tecnificación, por lo que representó un desincentivo para sus productores quienes refugiaban su economía en otros procesos productivos como la comercialización de animales con fines alimenticios.

#### 4.2.3.4. Aporte del sector Cacaotero a las exportaciones

**Tabla 1.** *Exportaciones agropecuarias en miles de dólares*

Periodo	Total, Exportaciones	Total, sector primario	Banano y plátano	%	Flores	%	Cacao	%
2015	18.330.652,16	14.506.117,15	2.808.119,32	19%	819.939,10	6%	692.849,22	5%
2016	16.797.666,33	12.916.814,86	2.734.163,68	21%	802.461,25	6%	621.432,08	5%
2017	19.092.352,25	14.719.434,25	3.028.194,80	21%	820.480,38	6%	571.728,67	4%
2018	21.627.977,66	16.957.507,26	3.215.932,69	19%	843.372,29	5%	672.235,10	4%
2019	22.329.379,22	17.823.469,85	3.295.158,91	18%	879.778,94	5%	656.655,54	4%

**Fuente:** Banco Central del Ecuador (BCE)

**Elaboración:** Propia

Dentro del campo de las exportaciones realizadas por el Ecuador entre los años 2015 y 2019 según datos del Banco Central el sector primario ha representado casi en promedio un 80% del total de sus exportaciones en miles de dólares a valor FOB, siendo el sector bananero el de mayor aporte, en el 2015 alcanza un valor de \$ 2.808.19,32 dólares con tendencia creciente llegando al 2019 a aportar con \$ 3.295.158,91 dólares al sector primario, en segunda instancia se presenta el sector florícola con un aporte promedio del 6% en el periodo establecido sobre el total de exportaciones del sector primario, Finalmente tenemos el sector cacaotero que aporta con un punto porcentual menor que al de las flores al total de exportaciones comprendidas dentro del sector primario con valores con tendencia al crecimiento, en el año 2015 con un valor de \$ 692.849,22 dólares y alcanzando para el año 2019 un valor FOB de \$ 656.655,54 con una caída fuerte para el año 2017 de \$ 571.728,67 es decir considerando esta variabilidad se puede decir que a partir de ese año presenta un crecimiento pero no cerca del valor alcanzado en el año 2015.

#### **4.2.4. Modelos de Heteroscedasticidad Condicional**

Justificaciones para la aplicación de los modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva (Arce, 1998)

- En primer lugar, estos modelos son creados para series financieras, para encontrar acertados criterios de venta de los activos financieros. Los distintos agentes económicos toman decisiones en base a la información acaecida del pasado con respecto a su punto medio de rentabilidad y volatilidad
- El valor de dispersión del error respecto a su media es diferente en el pasado. Por tanto, un modelo que permita observar sus valores en el futuro al considerar los valores de la varianza en el pasado aportan con estimaciones más acertadas a la realidad.
- El modelo ARCH resulta una puerta para aplicaciones más complejas en el que no se presenten factores de innovación con heteroscedasticidad condicional

En resumen, el éxito de estos modelos está en considerar la información pasada de las series financieras y su volatilidad para comprender los comportamientos de la variable posteriormente.

##### **4.2.4.1 Principales Evoluciones de la familia ARCH YGARCH**

Los modelos de Heroscedasticidad Condicional desde su introducción para el análisis de las series financieras en los años 80 por Engle han sufrido diferentes procesos de adaptaciones según los requerimientos de estudio por parte de diferentes autores que se muestran en la siguiente tabla resumen.

**Tabla 2. Evolución de la familia ARCH Y GARCH**

Autor / Año	Modelo	Formulación de la Varianza	Especificación
Engle (1982)	ARCH	$h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2$	Surgimiento de la familia ARCH
Engle, Lilien y Robins (1986)	ARCH-M	$h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2$	Este modelo agrega la desviación típica heteroscedástica (condicional de los errores) como explicación de la media
Bollerslev (1986)	GARCH	$h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + a_2 h_{t-1}$	Generalización del modelo ARCH, sin restricciones para la estimación de los parámetros con infinitos retardos.
Geweke y Pantula (1986)	MGARCH	$\ln(h_t) = a_0 + a_1 \ln(\varepsilon_{t-1}^2) + a_2 \ln(h_{t-1})$	Especificación de la varianza multiplicativa (linealizada con logaritmos). La estimación se lleva a cabo mediante el modelo de correlación condicional, que, si bien es multivariada, otorga la posibilidad de modelar la volatilidad de cada variable de manera independiente sin perder la dinámica conjunta del sistema y con la ventaja de identificar el modelo GARCH de mejor ajuste para cada variable.
Engke y Bollerslev (1986)	IGARCH	$h_t = a \varepsilon_{t-1}^2 + (1-a) h_{t-1}$	Este modelo por sus siglas en inglés Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic (IGARCH), tiene como fin estimar la varianza del modelo en el supuesto de que sea integrada en varianza (persistencia en varianza condicional heteroscedástica).
Nelson (1989)	EGARCH	$\ln(h_t) = a_0 + \beta_1 \ln(h_{t-1}) + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \left[ \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{2\pi} \right]$	Modelos ARCH para procesos no normales (funciones de densidad exponenciales). Aunque los modelos anteriores muestran de manera correcta las propiedades de distribuciones de las colas gruesas y de las agrupaciones de volatilidades, en estos la varianza condicional va a depender de la magnitud de las innovaciones, pero no de su signo (es decir son simétricos). Por lo que nace el modelo EGARCH, de carácter asimétrico que mide el impacto de los shocks (innovaciones) positivos o negativos.
Gourieroux Zakonian (1994)	TGARCH	$\sqrt{h_t} = a_0 + a_1 \sqrt{h_{t-1}} + a_2 \sqrt{h_{t-1}}  \varepsilon_{t-1}^2  + a \sqrt{h_{t-1}} \max(0, \varepsilon_{t-1}^2)^2$	Este es un proceso más para modelar efectos asimétricos, se conoce como modelo GARCH por umbrales, por sus siglas en inglés (TGARCH).  Modelos dinámicos donde la media y la varianza condicionales son funciones stepwise endógenas.

Glosten, Jagannathan y Runkle (1993).	GJR- GARCH	$h_t = a_0 + a_1 h_{t-1} + a_2 h_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + a h_{t-1} \max(0, \varepsilon_{t-1}^2)$	Estos autores recomiendan trabajar con un modelo, $\gamma = 2$ que permite una respuesta cuadrática de la volatilidad a los acontecimientos presentes en el mercado con coeficientes distintos entre malas y buenas noticias ( $a < \text{sorpresas} < \text{volatilidad}$ ). Diferenciación del parámetro en subida y en bajada.
Ding et al, (1993)	PGARCH	$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j \varepsilon_{t-j}^\delta + \sum_{i=1}^q \alpha_i ( \varepsilon_{t-i}  - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta$	El modelo PGARCH se diferencia del modelo tradicional GARCH, porque no modela la varianza, si no que utiliza una potencia de la desviación estándar para considerar la asimetría del modelo.

**Elaboración:** Propia

## CAPÍTULO III

### 5. METODOLOGÍA

#### 5.1.Método

##### 5.1.1. Cuantitativo

Se presentan varios métodos en los que el investigador puede relacionar con respecto a la investigación que preside, uno de ellos es el método Cuantitativo, Fernández y Díaz (2002) señalan que estos son más utilizados en la actualidad y no por pura coincidencia o aleatoriedad si no de la evolución del método científico, gracias a la cuantificación se llega a una mejor comprensión acerca de los escenarios de estudio causa efecto. Mientras que, para Cadena, Rendón, Aguilar, Salinas, Cruz, y Sangerman (2017) el tipo de método a seleccionar depende de diversos factores como tipo de problema, tiempo, público al que va dirigido, objetivo de estudio, complicaciones al momento de recopilar información, entre otras.

En consecuencia, el presente estudio pone en práctica el método cuantitativo ya que llena las expectativas para poder concluir con los objetivos de la investigación y generar nuevos conocimientos con estadísticas que permitan entender la realidad del comportamiento de los precios del cacao en toneladas métricas en el Ecuador en el periodo establecido, con la disponibilidad de los datos y con ayuda del paquete estadístico Eviews 10 se contrastaran los modelos de heteroscedasticidad que mejor se ajuste a los datos.

##### 5.1.2. Modelos Autorregresivos con Heteroscedasticidad Condicional (ARCH Y GARCH)

###### 5.1.2.1. Modelo ARCH

Se hará uso del modelo autorregresivo propuesto por Engle (1982) en el que propone una modelación simultanea para la media y para la varianza. Un Proceso  $\{y_t\}$  corresponde al modelo ARCH si:



$$y_t \mid \psi_{t-1} \sim N(\mu_t, h_t), \quad (a)$$

$$\mu_t = X_t \beta \quad (b)$$

$h_t = h(\epsilon_{t-1}, \epsilon_{t-2}, \dots, \epsilon_{t-p}, \alpha)$ , (función de la varianza condicional)

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \epsilon_{t-p}^2 \quad (c)$$

$$\epsilon_t = y_t - X_t \beta \quad (d)$$

donde;

$\psi_{t-1}$  = corresponde a la variable condicionada a la información pasada

$\mu_t = X_t \beta$  representa la media de  $y_t$

$\beta$  = Vector de parámetros desconocidos

$\alpha$  = Vector con parámetros desconocidos

$p$  = al orden de proceso ARCH

con  $\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p$

Bajo estos supuestos se resume que  $\epsilon_t \mid \psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$  y si el proceso  $y_t \mid \psi_{t-1}$  tiene una media  $\mu_t = 0$ .  $\epsilon_t = y_t$ , el modelo se expresa:

$$\epsilon_t \mid \psi_{t-1} \sim N(0, h_t), \quad (e)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \epsilon_{t-p}^2 \quad (f)$$

Presente, por tanto, el modelo ARCH  $(p)$ , al cumplirse las condiciones planteadas anteriormente, modelo que fue propuesto por Engle en los 80, en donde la varianza  $h_t$  puede modelarse con ayuda de un proceso auto regresivo de orden  $p$ .

### 5.1.1.2. Modelo GARCH

El modelo GARCH  $(p,q)$  propuesto por Bollerslev (1986) responde a una generalización del modelo ARCH, que presenta una composición de retardos más flexibles.

$$\sigma_{2t} = \omega + \alpha(L) \epsilon_{2t-1} + \beta(L) h_{t-1}, \quad (g)$$

Donde;

$L$  indica los retardos

$$\alpha(L) \equiv \alpha_1 L + \alpha_2 L^2 + \dots + \alpha_q L^q$$

$$\beta(L) \equiv \beta_1 L + \beta_2 L^2 + \dots + \beta_p L^p$$

Todas las raíces de  $[1 - \alpha(L) - \beta(L)]$  y  $[1 - \beta(L)]$  no deberán estar incluidas en el círculo de la unidad para llegar a la estabilidad y estacionariedad de la covarianza del proceso  $\{\epsilon_t\}$ , Este proceso GARCH no es más que una expresión del ARCH de carácter infinito.

$$\begin{aligned} \sigma^2_t &= \omega [1 - \beta(1)]^{-1} + \alpha(L) [1 - \beta(L)]^{-1} \epsilon^2_t \\ &\equiv \omega [1 - \beta(1)]^{-1} + \lambda(L) \epsilon^2_t \end{aligned}$$

Esto implica que el efecto de las innovaciones pasadas al cuadrado en la presente varianza condicional, decrece exponencialmente con la longitud del retardo, con lo que se cumple la condición de estacionariedad.

## 5.2. Tipo de Investigación

### 5.2.1. Explicativa

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010) los estudios explicativos llegan más allá de una descripción de relaciones entre diferentes conceptos o eventos, estos están enfocados a dar razón de las causas de los fenómenos sociales acaecidos explicando el ¿por qué? de los eventos y las condiciones en las que se genera.

Se maneja este tipo de investigación ya que se muestra la tendencia que registra la variable sujeta al estudio para exhibir las causas de sus alteraciones en sus valores en el tiempo, de la misma manera los diferentes procesos que se realizan para explicar los mismos, analizarlos y observar comportamientos posteriores, valores a futuros otorgados por el modelo econométrico planteado.

### 5.2.2. Histórica

La investigación incorpora dentro de ella una serie de acontecimientos importantes sucedidos dentro del país en el periodo sujeto de análisis, que ayuda a asimilar los escenarios para los diferentes comportamientos de los valores, ya que el trabajo refiere a un estudio

sobre la base de la serie temporal correspondiente del precio diario de la tonelada métrica del cacao ecuatoriano desde 04 de enero del año 2016 hasta el 13 de noviembre del 2020.

### **5.3. Diseño de la Investigación**

#### **5.3.1. No experimental**

Las investigaciones desarrolladas dentro del área de las ciencias sociales tienen una característica en particular, son consideradas de tipo no experimental, ya que las diferentes variables que se justifican dentro cada estudio no están sujetas a manipulación por parte del analista que la preside (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010). Se orienta a la justificación de la relación causa-efecto para los diferentes acontecimientos surgidos y sus factores detonantes.

En consecuencia, la presente investigación responde al tipo no experimental, la variable objeto de estudio se la obtiene de una fuente secundaria con valores pasados y se presentan tal cual, sin sufrir alteración alguna, limitándose únicamente a dar respuesta a la conexión causa-efecto.

### **5.4. Población y Muestra**

#### **5.4.1. Población**

En respuesta al trabajo investigativo que se persigue desde un aspecto macroeconómico la población sujeta a estudio se ha considerado el periodo de tiempo desde que se ha generado la información, de acuerdo a la Organización Internacional del Cacao (ICCO) existe información estadística desde el año 1973, año en el que fue creado este organismo con su sede en Londres el cual considera a países productores y compradores de cacao.

#### **5.4.2. Muestra**

Para que el estudio tenga mayor significancia y mejor manejo de información relevante al generar el análisis de los resultados, se toma en consideración únicamente los datos

presentados por el ICCO de manera diaria a partir del 04 de enero de 2016 hasta el 13 de noviembre de 2020.

## **5.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **5.5.1. Técnicas**

#### **5.5.1.1. Observación**

Un procedimiento que guía de mejor manera hacia la recopilación de los datos e información requerida, mediante el uso de los sentidos y la lógica es la técnica de la observación que permite obtener un trabajo detallado, sintetizado y prolijo en cuanto a su análisis (Campos y Lule, 2012).

La presente investigación hace uso de la técnica de la observación, ya que es importante e indispensable para un correcto análisis de los datos obtenidos de la revisión bibliográfica de las fuentes secundarias, de las que se extrae el problema de la investigación y así minimizar los riesgos de omisión de información relevante al estudio.

#### **5.5.1.2. Fichaje**

Debido a que los datos son extraídos de fuentes secundarias ICCO Y ANECACAO considerados organismos oficiales de información en el estudio, se apoya la investigación en la técnica del fichaje con fin de extraer información clasificada y relevante.

### **5.5.2. Instrumentos**

La investigación se basa en la implementación de las guías de observación, ficha nemotécnica para sintetizar la información recabada y la herramienta econométrica que sirve para procesar la base de datos.

### **5.5. Técnicas de procesamiento de información**

A partir de los datos obtenidos de la Organización Internacional del Cacao, se analiza con la ayuda de tablas, gráficos y pruebas estadísticas los valores de los precios del cacao por tonelada métrica sustraídos de la fuente antes mencionada, en el que se evidencia el comportamiento de la variable en el periodo de análisis. La información es procesada en la herramienta informática de Microsoft Excel y en el paquete estadístico Eviews 10 que permite ejecutar los modelos econométricos de mejor ajuste para proyectar el valor de la variable y cumplir con los objetivos de la investigación.

## CAPÍTULO IV

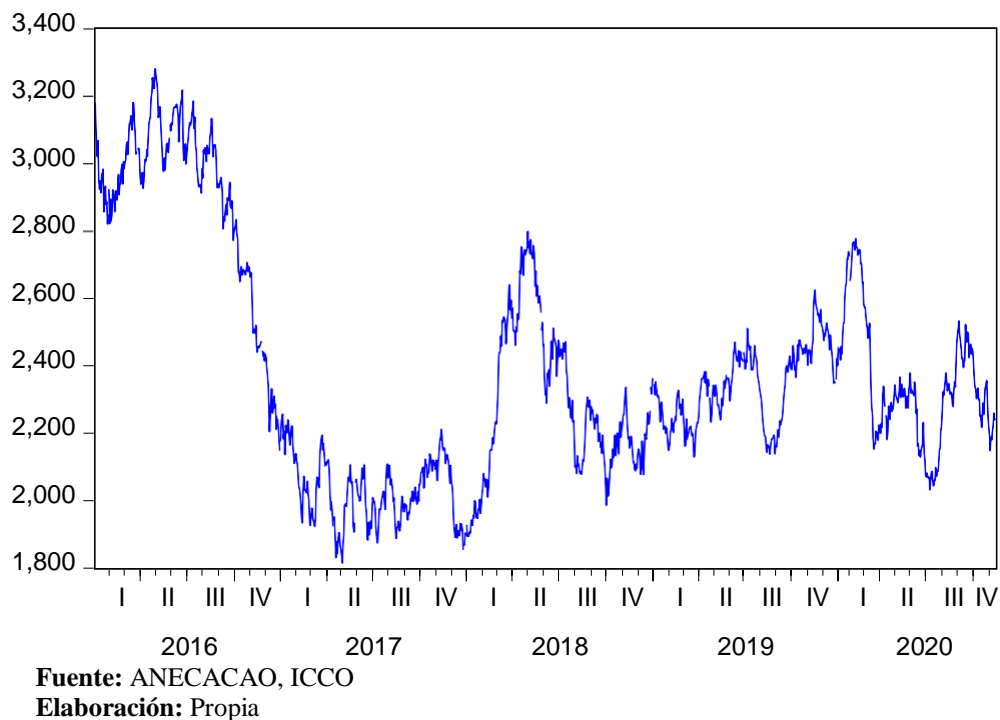
### 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando casi en su totalidad los casos de estudio citados en el apartado del estado del arte, los mismos que apoyan sus estudios de análisis de la volatilidad de las series financieras en los modelos ARCH Y GARCH, otorgando la validez y confianza respectiva para que puedan ser usados en estudios posteriores por otros autores y no sean puestos en duda los resultados obtenidos. La presente investigación orienta sus resultados a encontrar el mejor modelo que permita predecir la volatilidad de los precios del cacao ecuatoriano en los próximos 45 días (de lunes a viernes).

#### 6.1. Modelo Econométrico

Para dar inicio a este proceso se parte de la gráfica sobre el comportamiento de los precios del cacao ecuatoriano en el periodo establecido para observar la tendencia que ha tomado la variable.

**Gráfico 2.** *Comportamiento del precio del cacao*



El gráfico de la serie del precio de Cacao en toneladas, muestra que en el periodo comprendido desde el 04 de enero de 2016 al 13 noviembre de 2020 está dado por un

comportamiento que presenta gran volatilidad y que no permanece constante en el tiempo, es decir, que posee un proceso de conducta irregular y consigo también la serie presenta una tendencia de decrecimiento y crecimiento bastante notable según el transcurso del tiempo.

Como segundo paso se procede a estabilizar la serie, por lo que se aplica el contraste de Levene que ayuda a determinar si se aplica o no logaritmos.

**Tabla 3.** *Contraste de Levene sobre la serie precio del Cacao*

	<b>Probabilidad</b>
<b>Levene</b>	0.0000

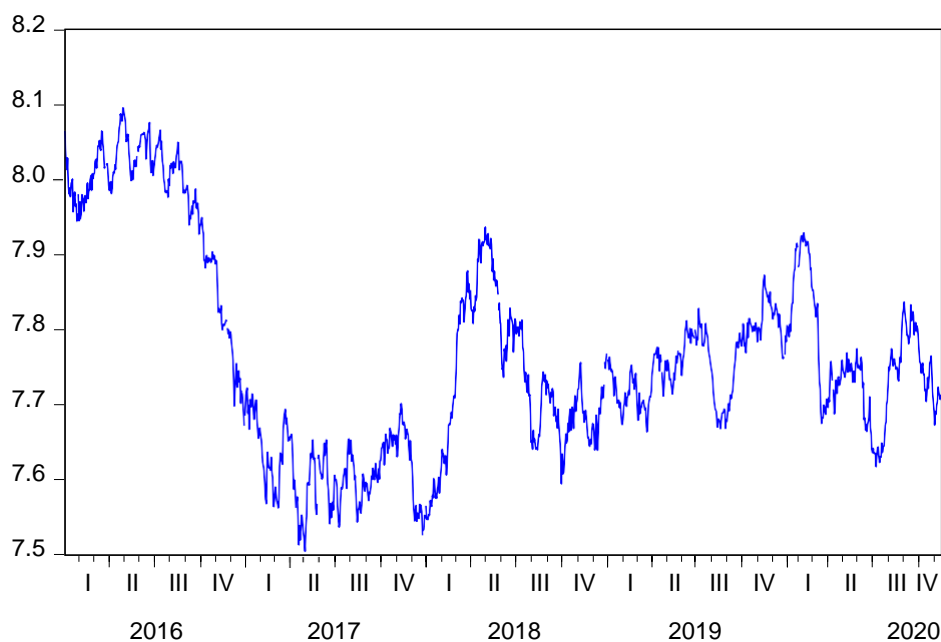
**Elaboración:** Propia

***H<sub>0</sub>: Presenta homogeneidad en varianzas***

***H<sub>1</sub>: No presenta homogeneidad en varianzas***

De acuerdo a la probabilidad del contraste de Levene, el cual presenta un valor de 0.0000 menor a 0.05, por lo cual se menciona que existe suficiente evidencia en contra de la hipótesis nula, lo que conlleva a que la serie no presenta homogeneidad en varianzas, por tanto, es necesario realizar un proceso de transformación logarítmica.

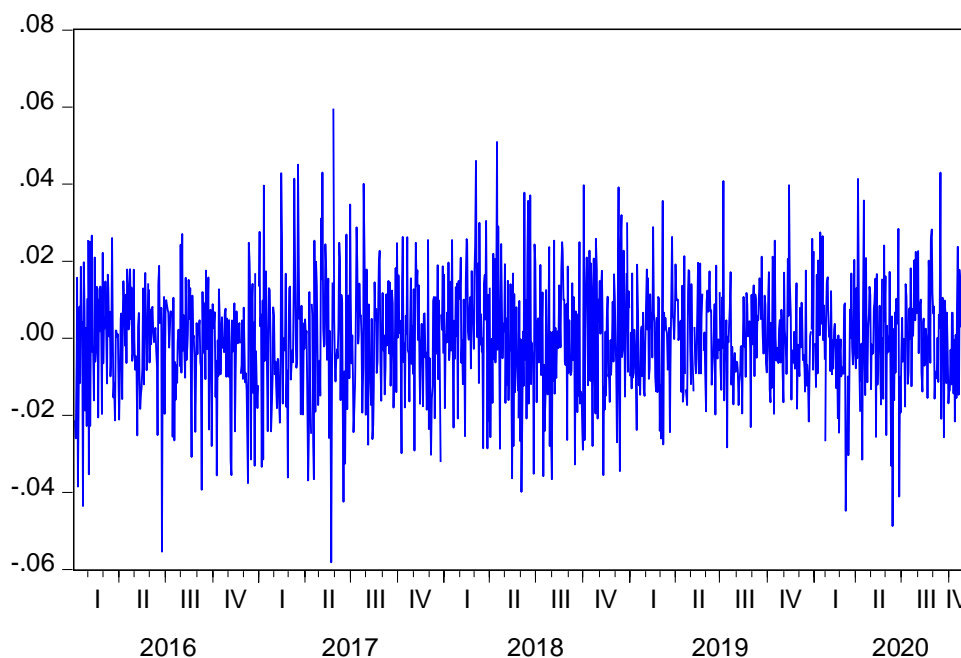
**Gráfico 3.** *Comportamiento de la serie LOGPRICE*



**Elaboración:** Propia

Tras haber sufrido la serie un proceso de transformación logarítmica se estabiliza en varianzas, pero sigue sin estabilizarse en medias, la gráfica presentada asume una etapa conductual muy parecida a la de la serie original, sin embargo, con una escala de medida contraída. Por tanto, se procede a aplicar el procedimiento propio de las series financieras y es la primera diferencia.

**Gráfico 4.** *Comportamiento de la serie DLOGPRICE*



**Elaboración:** Propia

De acuerdo con este gráfico la serie DLOGPRICE se vuelve estacionaria, siguiendo un proceso ergódico, es decir la serie en el tiempo se mueve de manera estable sobre sus valores. Luego de haber estabilizado la media y la varianza de la serie se procede a realizar la prueba de heteroscedasticidad para identificar si presenta procesos ARCH.

**Tabla 4.** *Prueba de Heteroscedasticidad sobre la serie precio de Cacao*

	<b>Probabilidad</b>
<b>Prob. Chi-Square(1)</b>	0.0000
<b>RESID^2(-1)</b>	0.0000

**Elaboración:** Propia

En primera instancia, se puede establecer que los residuales de la serie tiene una probabilidad de 0.0000 que es menor que 0.05 lo cual representa que son bastantes significativos.



***H<sub>0</sub>: No existe efectos ARCH***

***H<sub>1</sub>: Existe efectos ARCH***

Por otro lado, con respecto al análisis de la prueba de heteroscedasticidad se puede señalar que existe suficiente evidencia en contra de la hipótesis nula, dado que hay una probabilidad de 0.0000 que es menor de 0.05, por ende, se concluye que existen efectos ARCH sobre la serie.

## 6.2. Estimación de los modelos

**Tabla 5.** Estimación de los valores y probabilidades de los estimadores, ecuaciones de medias y varianzas, y AIC de los modelos: **ARCH, GARCH, TGARCH Y EGARCH**

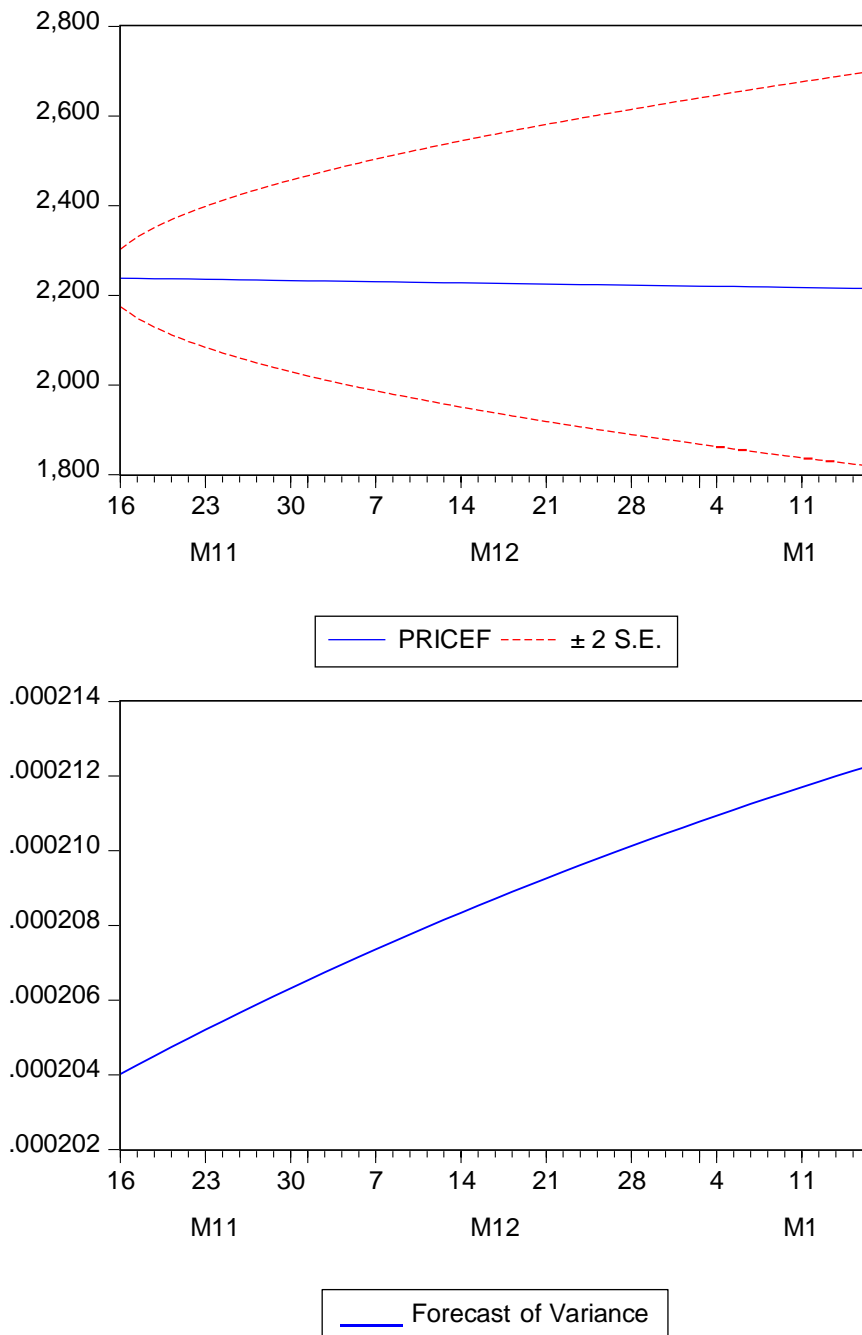
Modelo	Estimador	Probabilidad	Ecuación de Medias	Estimador	Probabilidad	Ecuación de Varianzas	Donde	AIC
<b>ARCH</b>	$\gamma = -0.000290$	0.4992	$Y_t = \gamma + e_t$ $Y_t = -0.000290 + e_t$	$\alpha_0 = 0.000224$ $\alpha_1 = 0.016394$	0.0000 0.5733	$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2$ $h_t = 0.000224 + 0.016394 e_{t-1}^2$	$\alpha_0 > 0$ $0 \leq \alpha_1 < 1$	-5.543104
<b>GARCH</b>	$\gamma = -0.000234$	0.5807	$Y_t = \gamma + e_t$ $Y_t = 0.000234 + e_t$	$\delta_0 = 0.00000278$ $\alpha_1 = 0.018058$ $\beta_1 = 0.96482$	0.1974 0.0140 0.0000	$h_t = \delta_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$ $h_t = 0.00000278 + 0.018058 e_{t-1}^2 + 0.969482 h_{t-1}$	$\alpha_1 + \beta_1 < 1$	-5.558162
<b>TGARCH</b>	$\gamma = -0.000294$	0.4768	$Y_t = \gamma + e_t$ $Y_t = -0.000294 + e_t$	$\delta_0 = 0.00000302$ $\alpha_1 = 0.010238$ $\beta_1 = 0.015340$ $\varphi_1 = 0.968558$	0.1427 0.1757 0.1276 0.0000	$h_t = \delta_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \beta_1 e_{t-1}^2 d_{t-1} + \varphi_1 h_{t-1}$ $h_t = 0.00000302 + 0.010238 + 0.015340 e_{t-1}^2 d_{t-1} + 0.968558 h_{t-1}$	$d_{t-1} = 1, \text{ si } e_{t-1} < 0$ $d_{t-1} = 1, \text{ si } e_{t-1} \geq 0$	-5.55821
<b>EGARCH</b>	$\gamma = -0.000284$	0.4768	$Y_t = \gamma + e_t$ $Y_t = -0.000284 + e_t$	$\delta_0 = -8.385532$ $\varphi_1 = 0.010000$ $\beta_1 = 0.010000$ $\alpha_1 = 0.010000$	0.7274 0.8577 0.7655 0.9972	$\text{Log}(h_t) = \delta_0 + \varphi_1 \left  \frac{e_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right  + \beta_1 \frac{e_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \alpha_1 \log(h_{t-1})$ $\text{Log}(h_t) = -8.38553 + 0.010000 \left  \frac{e_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right  - 0.010000 \frac{e_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} - 0.010000 \log(h_{t-1})$	$\varphi_1, \beta_1, \alpha_1 > 0$	-5.536603

Elaboración: Propia

Luego de haber analizado los estimadores, las ecuaciones de medias y varianzas se puede determinar que los modelos ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH cumplen con los parámetros y propiedades establecidas. De igual manera, se puede mencionar que el AIC más bajo es el del modelo TGARCH con un valor de -5.55821 considerándolo como primer mejor modelo aparentemente, seguido del modelo GARCH el cual tiene un AIC casi similar de -5,558162, pero comparando las probabilidades de los estimadores de estos dos modelos se puede notar que el modelo GARCH cuenta con probabilidades mucho más significativas, además que se cumple con ciertos parámetros como  $\alpha_1 + \beta_1 < 1$ ;  $0.018058 + 0.96482 < 1$ ;  $0.982878 < 1$ , por ello se establece como el mejor modelo que ayuda a pronosticar la serie del precio del cacao.

### 6.3. Pronóstico

**Gráfico 5.** *Pronóstico del Modelo GARCH*



**Elaboración:** Propia

La presente gráfica del pronóstico refleja cambios en la serie, es decir que no va a permanecer constante en los próximos 45 días, con una variación en el precio de la tonelada de cacao ecuatoriano de tendencia al decrecimiento en el primer mes proyectado y con un permanente decline similar para el segundo mes.

De este modo se considera el periodo de estimación del 16 de noviembre al 15 de enero del año 2021, únicamente tomando en cuenta los 5 días hábiles en las cotizaciones (sin considerar sábados y domingos) tal cual se consideraron los datos al inicio de la modelación.

En la siguiente tabla se refleja los resultados obtenidos una vez pronosticada la serie con el modelo GARCH

**Tabla 6.** *Valores pronosticados aplicado modelo GARCH*

<b>FECHA</b>	<b>PRECIO CACAO</b>	<b>FECHA</b>	<b>PRECIO CACAO</b>
11/16/2020	2.237,886	12/17/2020	2.225,861
11/17/2020	2.237,362	12/18/2020	2.225,340
11/18/2020	2.236,838	12/21/2020	2.224,819
11/19/2020	2.236,314	12/22/2020	2.224,298
11/20/2020	2.235,790	12/23/2020	2.223,777
11/23/2020	2.235,266	12/24/2020	2.223,256
11/24/2020	2.234,743	12/25/2020	2.222,735
11/25/2020	2.234,219	12/28/2020	2.222,214
11/26/2020	2.233,696	12/29/2020	2.221,694
11/27/2020	2.233,173	12/30/2020	2.221,174
11/30/2020	2.232,650	12/31/2020	2.220,653
12/01/2020	2.232,127	1/01/2021	2.220,133
12/02/2020	2.231,604	1/04/2021	2.219,613
12/03/2020	2.231,081	1/05/2021	2.219,093
12/04/2020	2.230,559	1/06/2021	2.218,574
12/07/2020	2.230,036	1/07/2021	2.218,054
12/08/2020	2.229,514	1/08/2021	2.217,534
12/09/2020	2.228,992	1/11/2021	2.217,015
12/10/2020	2.228,470	1/12/2021	2.216,496
12/11/2020	2.227,948	1/13/2021	2.215,977
12/14/2020	2.227,426	1/14/2021	2.215,458
12/15/2020	2.226,904	1/15/2021	2.214,939
12/16/2020	2.226,383		

**Elaboración:** Propia

Finalmente, cumpliendo con las condiciones respectivas y a partir de haber elegido al GARCH como el mejor modelo para pronosticar, se puede aplicar un proceso dinámico obteniendo el siguiente resultado para los próximos 45 días laborables. Al cierre del 30 de

noviembre de 2020 el valor que tomaría la serie es \$ 2.232,650 dólares por tonelada de cacao. Por otro lado, para el inicio del 1 de diciembre del mismo año se tiene un valor pronosticado de \$ 2.232,127, mientras, que para el cierre de dicho mes se genera un precio de \$ 2.220,653. por otra parte, para el inicio del año 2021 se ha estimado un valor de \$ 2.220,133. Finalmente, para el cierre del pronóstico, día 15 de enero se generará un valor estimado de \$ 2.214,939 en la serie del precio de la tonelada del cacao ecuatoriano.

A pesar de que los precios en los últimos 2 años habían mejorado en comparación a finales del año 2016 y 2017 para finales del 2020 se estima que los precios del cacao presentaran reducciones en su precio por tonelada (ICCO, 2020), estos problemas pueden estar relacionados con el problema que presentaban los años mencionados en los que la caída del precio fue considerable, es decir a un problema de stock en la producción por parte de los países africanos como Costa de Marfil, esto está relacionado con los pronósticos obtenidas que denotan la caída del precio para finales del año 2020 e inicios de año 2021, sumado a esto la crisis mundial a causa del COVID-19 que ha dejado las economías mundiales devastadas.

## CAPÍTULO V

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

Una vez analizada la tendencia tomada por el precio de la tonelada de cacao ecuatoriano en el periodo 2016 – 2020 se puede observar una bajada y subida de los precios a finales del año 2015 y 2016 logrando una disminución de más de \$ 100 dólares por tonelada de cacao, preocupando a los productores quienes descontrolados postergaban sus días de comercialización del producto con la esperanza de que en los siguientes días la situación mejore, en especial los pequeños y medianos productores que son los más afectados ante estas caídas bruscas e inesperadas del precio. Lo contrario sucede en el periodo 2017 al 2019 se produce un aumento de casi un 30% en el precio de la tonelada del cacao, es decir aproximadamente \$ 560 dólares. Para el año 2020 no ha sido la excepción las fluctuaciones en los dos primeros trimestres del año han sido en más de \$ 150 dólares respecto al inicio de cada mes, pero el valor mínimo presente en ese año fue de casi \$2.000 por tonelada en el mes de Julio, hasta el cierre del análisis a mediados de noviembre el precio fluctúa en poco más de 20 dólares por día.

El presente trabajo de investigación fue posible gracias a los modelos de Heteroscedasticidad condicional, planteados desde sus inicios para identificar problemas en la volatilidad de las series financieras, Por ello tras evaluar los criterios de información Akaike se concluye que el mejor modelo para pronosticar el precio del cacao ecuatoriano es el modelo GARCH, aunque el modelo TGARCH presentó un valor menor de AIC este no cumple con el nivel de significancia requerido en sus estimadores dado que sus probabilidades son mayores respecto a 0.05. Por lo que el GARCH resulta más eficiente en el pronóstico, que muestra que en los próximos 45 días la serie presentará una reducción de aproximadamente \$ 0.52 ctvs por día tonelada de cacao.

## **7.2. Recomendaciones**

La inestabilidad en los precios de la tonelada de cacao es un factor clave considerado por sus productores, por tanto, frente a la existencia de esta volatilidad es importante enfocar un estudio a las causantes de este efecto en el precio ya sea causado por un exceso de reservas, carencia del producto por afectaciones a los cultivos, situaciones geopolíticas, clima, situaciones de demanda entre otras, se consideran fenómenos que pueden incidir a la baja o alza de la variable de estudio, es así que un desglose de las variables citadas anteriormente podría resultar interesante para el análisis y poder observar finalmente la estrecha relación, su influencia directa o indirecta en el precio de la tonelada del cacao.

Para futuros pronósticos de los precios de la tonelada de cacao se recomienda en base a los diferentes casos de estudio y al propio analizado mediante la presente investigación al modelo GARCH como un modelo principal a diferencia de los modelos derivados de los ARCH como por ejemplo el TARARCH. Debido a que sus mejores niveles de significancia se revelan en el modelo sugerido, por tanto, para otros trabajos es importante contrastar con modelos derivados del mismo, ya sea un M-GARCH, o un PGARCH que a diferencia del GARCH este modela una desviación estándar para considerar la asimetría del modelo y no su varianza.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANECACAO. (2016). Cacao Nacional: Un Producto Emblemático del Ecuador. Recuperado de: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>

ANECACAO. (2019). Sector Exportador de Cacao. Recuperado de: <http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/cacao-ecuador-2019.pdf>

Apergis, N. y Rezitis, A. (2003). Agricultural price volatility spillover effects: the case of Greece. *European Review of Agricultural Economics*, 30(3), 389 - 406. Doi: <https://doi.org/10.1093/erae/30.3.389>

Arce, D. (1998). *Introducción a los Modelos Autorregresivos con Heteroscedasticidad Condicional (ARCH)*. Obtenido de Programa de Doctorado en Modelización Económica del Instituto LR Klein. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Rafael\\_De\\_Arce2/publication/266498360\\_INTRODUCCION\\_A\\_LOS\\_MODELOS\\_AUTORREGRESIVOS\\_CON\\_HETEROCEDASTICIDAD\\_CONDICIONAL\\_ARCH/links/545f404b0cf27487b44f7c60/INTRODUCCION-A-LOS-MODELOS-AUTORREGRESIVOS-CON-HETEROCEDASTICIDAD-](https://www.researchgate.net/profile/Rafael_De_Arce2/publication/266498360_INTRODUCCION_A_LOS_MODELOS_AUTORREGRESIVOS_CON_HETEROCEDASTICIDAD_CONDICIONAL_ARCH/links/545f404b0cf27487b44f7c60/INTRODUCCION-A-LOS-MODELOS-AUTORREGRESIVOS-CON-HETEROCEDASTICIDAD-)

Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307 - 327. <http://www.u.arizona.edu/~rlo/readings/278762.pdf>

Box, P. y Jenkins, G. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and control*, Holden-Day.

Brailsford, T. y Faff, R. (1996). An evaluation of volatility forecasting techniques. *Journal of Banking & Finance*, 20(3), 419-438. Doi: [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(95\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0378-4266(95)00015-1)

Braun, P. Nelson, D. y Sunier, A. (1995). Good news, bad news, volatility, and betas. *The Journal of Finance*, 50(5), 1575-1603. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb05189.x>

Burgos, G., Orellana, H., Pineda, P., Floriano, A., Coronel, M., y Montero, M. (2016). Análisis E Influencia Del Impacto Económico De Las Exportaciones De Cacao Y Elaborados De Cacao Ecuatoriano En El Mercado Japones. *Observatorio Iberoamericano de la Economía y la Sociedad del Japón*. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/japon/27/cacao.html>

Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., Cruz, F. d., & Sangerman, D. (2017). Métodos Cuantitativos, Métodos Cualitativos o su Combinación en la Investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revsita Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1603-1617. doi: 10.29312/remexca.v8i7.515

Campos, G., & Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai*, 7(13), 45-60.

Campo, R., Nieto, K., & Oomah., & D. (Noviembre de 2018). Cocoa (Theobroma cacao L.) pod husk: renewable source of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 172-184. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.022>

Corredor, P., y Santamaría. (2001). Predicción de volatilidad y precios de las opciones en el IBEX-35. *Revista de Economía Aplicada*, 9(25), 39-65.

Casas, M., y Cepeda, E. (2008). Modelos ARCH, GARCH Y EGARCH: Aplicaciones a series financieras. *Cuadernos de Economía*, 27(48), 287 - 320.

Chan, S. Leung, W. y Wang, K. (2004). The impact of institutional investors on the Monday seasonal. *The Journal of Business*, 77(4), 967-986. Doi: 10.1086/422630

ICCO. 2011, Executive Committee, The World Cocoa Economy: Past And Present. Recuperado de : <http://www.icco.org/statistics/other.aspx46>

Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United. *Econometrica*, 50(4), 987-1007. Doi:10.2307/1912773

Engle, R. (1983). Estimates of the Variance of U. S. Inflation Based upon the ARCH Model. *Journal of Money, Credit and Banking*, 50(3), 286 - 3001. Doi: 10.2307/1992480

Engle, R. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339-350. Doi: <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>

Engle, R., y Bollerslev, T. (1986). Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric Reviews*, 5(1), 1-50. Doi: <https://doi.org/10.1080/07474938608800095>

Engle, R., y Platton, A. (2001). What good is a volatility model? *Quantitative Finance*, 1(2), 237-245. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-075066942-9.50004-2>

Engle, R., Lilien, D., y Robins, R. (1987). Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model. *Econometrica*, 55(2), 391 - 407. Doi:10.2307/1913242

FAO. (2010), Medium-Term Outlook for Agricultural Commodities; Cacao. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y5143s/y5143s0w.htm> <http://www.fao.org/3/y5143s/y5143s0w.htm>

- Fernández, P., & Díaz, P. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad Aten Primaria complejo Hospitalario Juan Canalejo. Coruña, España*: recuperado de: [https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti\\_cuali2.pdf](https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti_cuali2.pdf)
- Fountain, A., & Huetz, F. (2018). Precio del mercado mundial y precio en la explotación agrícola. *Barómetro del Cacao*. Recuperado de: <https://www.voicenetwork.eu/wp-content/uploads/2019/07/Bar%C3%B3metro-del-Cacao-2018.pdf>
- Gálvez, P., Salgado, M., y Gutierrez, M. (2010). Optimización de carteras de inversión modelo de Markowitz y estimación de la volatilidad con GARCH. *Horizontes Empresariales*, 9(2), 39-49.
- Gutiérrez, G., y Caputi, P. (2004). Análisis de la volatilidad de precios del ganado bovino en Uruguay . Implicaciones para la implementación de un mercado de futuros y opciones. *Agrociencia*, 8(1), 61-67. Recuperado de: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/537/447>
- Hansen, P., y Lunde, A. (2006). Consistent ranking of volatility models. *Journal of Econometrics* , 131(1-2), 97-121. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.01.005>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw - Hill Interamericana de México, S.A. de C.V.
- IKarunanayake, I., Valadkhani, A., y O'Brien, M. (2009). Modelling Australian stock market volatility: a multivariate GARCH approach. *University of Wollongong*. Recuperado de: <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.es/&httpsredir=1&article=1214&context=commwkpapers>
- Leriche, C., & Moreno, R. (2000). Sobre los conceptos clásicos: "precio de mercado" y "precio natural". *Análisis Económico*, 15(31), 35-58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303102>
- López, A. (2017). "Producción y Comercialización de Cacao Fino de Aroma en el Ecuador - Año 2012-2014". *Superintendencia de Control del Poder de Mercado*. Recuperado de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-DEL-CACAO-IZ7-version-publica-ultima.pdf>
- Mejía, C. (2005). Métodos para la determinación del precio. *Documento Planning*. Recuperado de: [http://www.planning.com.co/bd/mercadeo\\_eficaz/Agosto2005.pdf](http://www.planning.com.co/bd/mercadeo_eficaz/Agosto2005.pdf)

- Montenegro, R. (2010). Medición de la volatilidad en series de tiempo financieras. Una evaluación a la tasa de cambio representativa del mercado (TRM) en Colombia. *Revista Finanzas y Política Económica*, 2(1), 125-132. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323527253007>
- Mora, J., Zamudio, A., y Fuentes, H. (2014). Volatilidad e interdependencia en los precios agrícolas a partir de un modelo GARCH multivariado. *Análisis Económico*, 29(72), 35-56.
- Nelson, B. (1991). Conditional heteroscedasticity in asset returns: A New Approach. *Journal of Econometrics*, 59(2): 347-370. Doi:10.2307/2938260
- Novales, A., y Garcia, M. (1993). Guía para la estimación de modelos ARCH. *Estadística Española*, 35(132), 5-38.
- Ospina, F., y Giraldo, D. (2009). Aplicación de los modelos GARCH a la estimación del Va R de acciones colombianas. *Soluciones de Posgrado EIA*, 2(3), 11-24.
- Osorio, L. (2018). El sector agropecuario Ecuatoriano. *Colegios de economistas de pichincha*. Recuperado de: <https://colegiodeeconomistas.org.ec/boletin-158-el-sector-agropecuario-ecuadoriano/>
- Pérez, F. (2006). Modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 45-58.
- Pérez, A. (2017). La caída del precio del cacao. ANECACAO. Recuperado de: <http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias/la-caida-del-precio-del-cacao-pone-en-alerta-a-los-agricultores-ecuatorianos.html>
- Rahayu, M. (2015). Volatility Analysis and Volatility Spillover Analysis of Indonesia's Coffee Price Using Arch/Garch, and Egarch Model. *Journal of Agricultural Studies*, 3(2), 38-39. Doi:10.5296/jas.v3i2.7185
- Ramírez, F. (2006). Modelación de la Volatilidad y pronóstico del precio del café. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 45-58.
- Sánchez, A., & Arias, M. (2012). Concepto de valor y precio desde Aristóteles a los clásicos: una reflexión a la luz de las premisas de valoración de las Normas internacionales de Información Financiera NIIF. *Cuadernos de Contabilidad*, 13(33), 433-462.

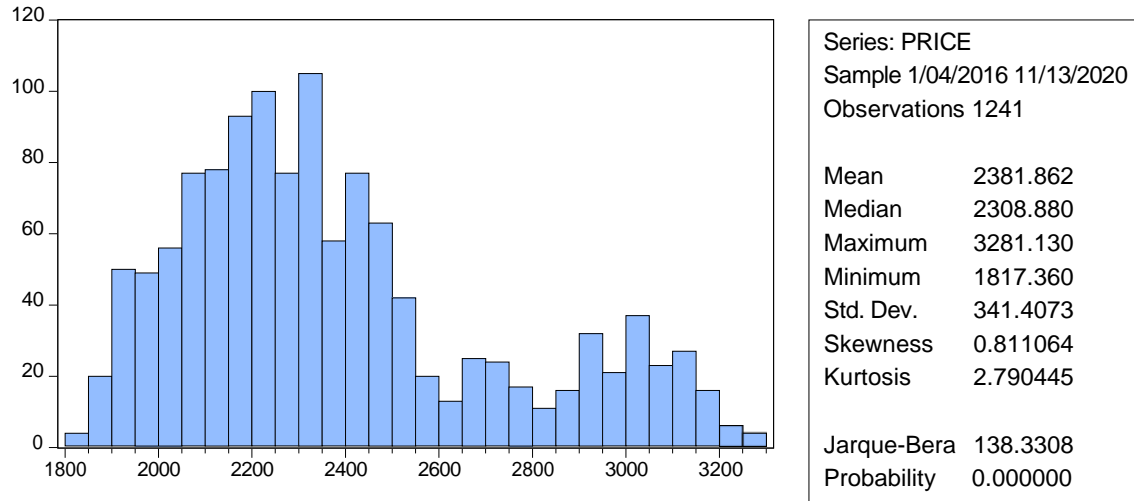
Valadkhani, A., Layton, A., y Karunaratne, N. (2005). Sources of Volatility in Australia's Export Prices: Evidence from ARCH and GARCH Modelling. *Global Business & Economics Review*, 7(4), 295 -310

West, K., y Cho, D. (1995). The predictive ability of several models of exchange rate volatility. *Journal of Econometrics*, 69(2), 367-391. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01654-I](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01654-I)

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Prueba de Normalidad en la serie normal

**Gráfico 6.** Prueba de Normalidad sobre la serie precio del cacao



Elaboración: Propia

### Anexo 2. Contraste de Raíz Unitaria

**Tabla 7.** Contraste de raíz unitaria sobre la serie LOGPRICE

	Valor - Probabilidad
<b>Durbin-Watson stat</b>	1.986802
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	0.1089

Elaboración: Propia

**Tabla 8.** Contraste de Raíz Unitaria sobre la serie LOGPRICE con una diferenciación de orden 1

	Valor - Probabilidad
<b>Durbin-Watson stat</b>	2.001383
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	0.0000

Elaboración: Propia

### Anexo 3. Correlograma

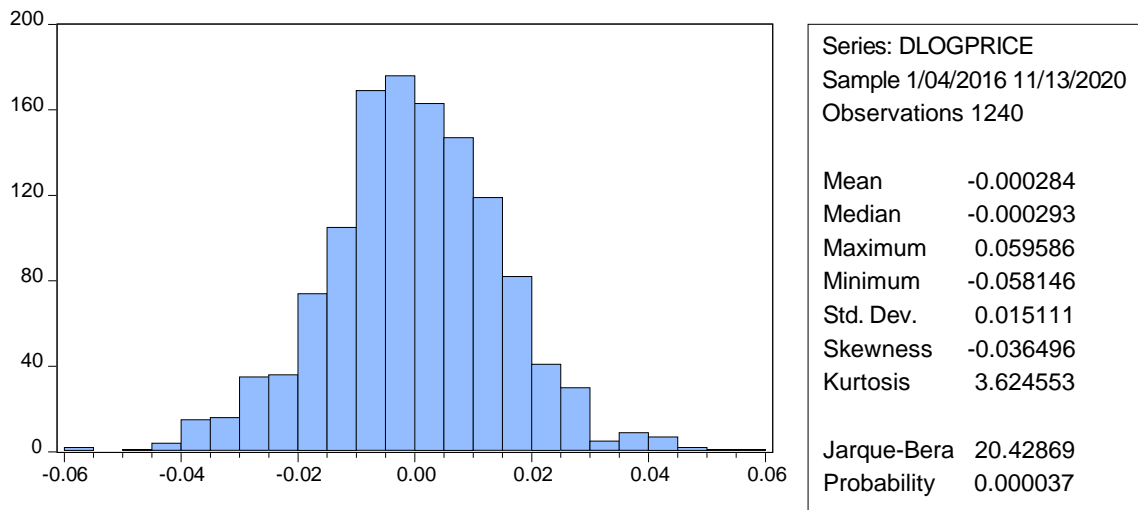
**Tabla 9.** Correlograma de la serie *DLOGPRICE*

Correlogram of DLOGPRICE						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.003	0.003	0.0116	0.914
		2	0.004	0.004	0.0332	0.984
		3	0.017	0.017	0.3895	0.942
		4	-0.016	-0.016	0.7197	0.949
		5	0.041	0.041	2.8518	0.723
		6	-0.020	-0.021	3.3580	0.763
		7	0.064	0.065	8.4619	0.294
		8	-0.025	-0.027	9.2249	0.324
		9	-0.003	-0.001	9.2391	0.416
		10	0.013	0.009	9.4669	0.488
		11	0.032	0.037	10.784	0.462
		12	0.004	-0.003	10.808	0.545
		13	-0.043	-0.040	13.178	0.434
		14	0.008	0.003	13.264	0.506
		15	0.014	0.017	13.500	0.564
		16	-0.020	-0.021	13.991	0.599
		17	-0.023	-0.025	14.639	0.621
		18	-0.009	-0.010	14.750	0.679
		19	-0.014	-0.013	14.993	0.723
		20	-0.034	-0.029	16.438	0.689
		21	-0.030	-0.032	17.563	0.676
		22	0.011	0.010	17.719	0.723
		23	-0.003	0.001	17.733	0.772
		24	-0.024	-0.019	18.464	0.780
		25	-0.028	-0.028	19.434	0.776
		26	-0.050	-0.049	22.545	0.659
		27	-0.044	-0.040	25.038	0.572
		28	-0.016	-0.010	25.371	0.608
		29	-0.022	-0.024	25.975	0.627
		30	0.022	0.024	26.617	0.643
		31	-0.008	-0.001	26.694	0.687
		32	-0.002	0.004	26.698	0.732
		33	-0.001	-0.003	26.699	0.773
		34	0.013	0.017	26.932	0.800
		35	0.026	0.026	27.812	0.801
		36	-0.001	0.004	27.813	0.834

Elaboración: Propia

## Anexo 4. Prueba de normalidad

**Gráfico 7.** Prueba de normalidad sobre la serie *DLOGPRICE*



**Elaboración:** Propia

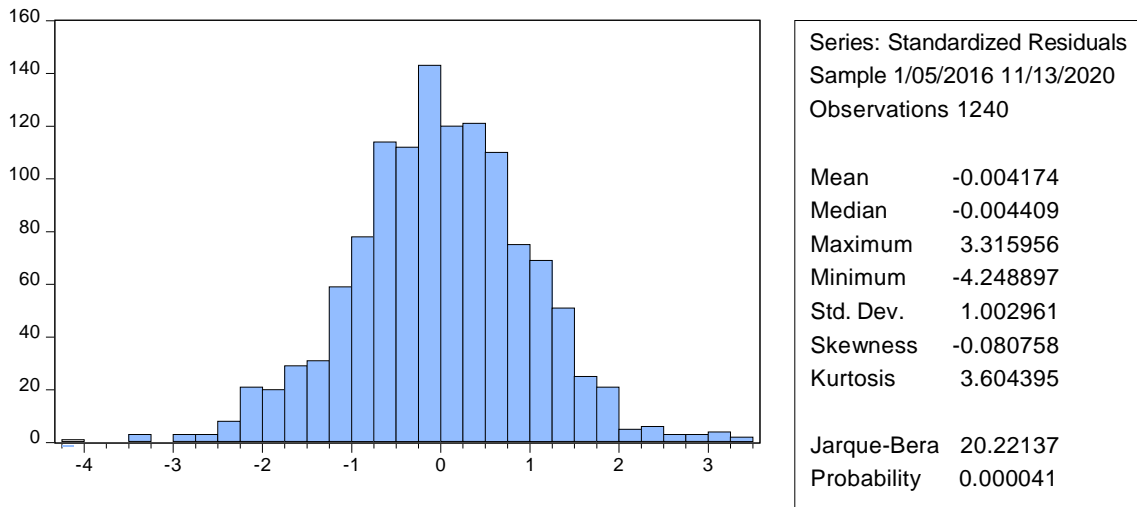
***H<sub>0</sub>: Normalidad***

***H<sub>1</sub>: No Normalidad***



## Anexo 5. Estudio del mejor modelo GARCH: Prueba de Normalidad

**Gráfico 8.** Prueba de normalidad sobre los Residuos Estandarizados del Modelo GARCH



Elaboración: Propia

$H_0$ : Normalidad

$H_1$ : No Normalidad

## Anexo 6. Prueba de heteroscedasticidad

**Tabla 10.** Prueba de Heteroscedasticidad sobre el modelo GARCH

	Probabilidad
Prob. Chi-Square(1)	0.9942
WGT_RESID^2(-1)	0.9942

Elaboración: Propia

$H_0$ : No existe efectos ARCH

$H_1$ : Existe efectos ARCH