

## Análisis de la volatilidad del precio del brócoli ecuatoriano al mercado estadounidense.

### Analysis of price volatility of Ecuadorian broccoli in the U.S. market

Luis Nazareno Valencia<sup>1</sup> y Jorge García Regalado<sup>2</sup>

Fecha de recepción: 27/05/2021, Fecha de aceptación: 28/07/2021

#### Resumen

La presente investigación tiene como finalidad ver la volatilidad de precios para el brócoli ecuatoriano con el mercado estadounidense durante un periodo de tiempo mensualizado de 2013 – 2019. Se utilizó una metodología cuantitativa con un análisis econométrico con sus respectivos test de (Arch/Garch) o pruebas causales para comprobar el grado de integración entre mercados, se llegó a demostrar que no se proporciona relación bidireccional, ni unidireccional entre estos mercados, los precios del brócoli en los mercados estadounidenses no causan efecto significativo en los precios del sector brocolero ecuatoriano y tampoco así, los precios de Ecuador hacia los de Estados Unidos.

**Palabras claves:** Volatilidad, mercado, modelo autorregresivo, precios.

#### ABSTRACT

The purpose of this research is to see the price volatility of Ecuadorian broccoli with the U.S. market during a monthly period of time from 2013 - 2019. A quantitative methodology was used with an econometric analysis with their respective Arch/Garch tests or causal tests to check the degree of integration between markets, it was demonstrated that there is no bidirectional or unidirectional relationship between these markets, broccoli prices in the U.S. markets do not cause significant effect on the prices of the Ecuadorian broccoli sector and neither do prices from Ecuador to the United States.

**Key words:** Volatility, market, autoregressive model, prices.

---

<sup>1</sup> Economista, Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Economía Agrícola; luis.nazareno.valencia@uagraria.edu.ec

<sup>2</sup> Autor por correspondencia, Docente-Investigador en la Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Economía Agrícola; jgarcia@uagraria.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

El brócoli es una hortaliza que está compuesto por una gran variedad de vitaminas y minerales, además presenta gran contenido de folato o ácido fólico y Vitamina B, el cual es necesario para el crecimiento y división celular, un producto no tradicional con potencial exportable que en el 2013 se registró un valor exportable de 17.975 TM para ir teniendo una transición para años posteriores como en el 2016 que derivó en un valor exportable de 25.643 TM y para el 2019 se registró alrededor de casi 40.000 TM por lo que ha llevado a convertirse en una alternativa para sustituir aquellos productos comúnmente llamados tradicionales, aportando a la exportación que brinda el sector primario ecuatoriano favoreciendo así a los pequeños productores del agro, ya que los valores de importación del producto son diminuto dado la autosuficiencia del producto en territorio nacional denotándose en unos valores de importación de 15.000 TM a 24.000 TM del 2019, un producto fresco que está en la lista de productos admisible a diferentes mercados mundiales, como el mercado de la Japonesa, la Unión Europea y el Mercado Estadounidense en el cual se ha reflejado precios altos y bajos en los diferentes mercados mayoristas por la demanda del consumo del producto ( Maldonado Montalvo J. , Ramírez Juárez, Méndez Espinoza, & Pérez Ramírez, 2017).

Los precios del brócoli en los que respecta el Mercado Estadounidense se diferencian y fluctúan de acuerdo a la presentación, origen, tamaño y el embalaje y su comercialización en los Mercados Terminales Estadounidenses se ha generado mediante el sistema de unidad de libra reflejados en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. A lo largo de los años los principales competidores del Ecuador en lo que es el brócoli han sido principalmente México y Guatemala quienes difieren de Ecuador al ingresar al mercado estadounidense con un arancel del 0% mientras que Ecuador en la actualidad ingresa con un Arancel del 14,9% y es el sexto exportador a nivel de mundial de acuerdo al Servicio Nacional de Estadísticas Agropecuaria (2020).

En el Ecuador la producción de brócoli se genera en la parte Andina Ecuatoriana donde cuentan con condiciones relativas a los días de sol y a la altitud únicas en el Ecuador, para la producción del oro verde, el 99 % de brócoli se produce en las provincias del Cotopaxi, Pichincha e Imbabura entre otras y han representado alrededor del 95 % de la producción nacional y los mejores rendimientos, que oscilan entre 23,5 t/ha, del total de la producción solo el 5% es destinado para el consumo interno el resto se exporta bajo la modalidad de fresco y congelado. Dado sus volúmenes de producción se ven reflejados los precios ponderados de comercialización del producto bajo un sistema de medida de libras y kilogramos presentados así ante el mercado mayorista ecuatoriano (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017).

La volatilidad es el rango en que los precios suben o bajan fuera de lo esperados ya sea por los productores, mercados o consumidores, en los últimos 20 años se ha identificado una notable variabilidad en los precios de los diferentes mercados, Ecuador y Estados Unidos no han estado exento de dicha variabilidad, los registros en lo que respecta la comercialización del brócoli nos muestran de acuerdo al Departamento de Agricultura Estadounidense que el precio promedio general en los mercados fue de 21,14\$ la caja de 20 libras comercializado en el transcurso del año 2013, en los Ángeles, Miami y New York, mientras que el precio en el mercado de Ecuador presentado en libras por el Sistema de Información pública del Ecuador, las 2 libras fluctuaron en 0,43\$ en el transcurso del año 2013 en los mercados de Cuenca, Ambato, Guayas, Ibarra, Riobamba, Pichincha y Ambato (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2020).

Para Mora Rivera, Zamudio Carrillo, & Fuentes Castro (2014) en su artículo sobre la implementación de modelos ARCH y GARCH en los productos agrícolas primarios, reflejados en la Organización de las Naciones Unidas (FAO), manifestaron que los productos llegaron a mostrar mayor volatilidad de precios en la primera década del siglo XXI y esto ha afectado principalmente a los productores por la incertidumbre sobre lo que puede suceder en cuanto a la variabilidad de los precios, en sus resultados

señalan que dichos cambios de los precios se puede disminuir si se cuenta con la colaboración de diferentes actores con políticas adecuadas que tengan como fin mitigar el impacto de la volatilidad (págs. 38 – 53).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque de investigación del presente trabajo fue netamente cuantitativo, dado que enfatizo en el análisis econométrico al implementar los modelos ARCH (Modelo Autorregresivo con heteroscedasticidad condicional) y GARCH (Modelo Autorregresivo generalizado condicional heteroscedástico). Acorde con Parody Camargo, Charris Fontanilla, & García Luna (2012), estos modelos fueron propuesto por Robert Engle y Tim Bollerslev en los años ochenta como respuesta a los procesos estocástico para evidenciar la existencia de volatilidades (pág. 223-239).

Martínez Orozco, Guzmán Aguilar, & Pérez Ramírez (2017) mencionaron que este enfoque cuantitativo es muy esencial ya que ayuda a ver qué modelo se presenta mejor para una estimación de las variables, además que mediante la perspectiva cuantitativa se pudo llegar a evidenciar la existencia de relación de precios o causalidad de una variable sobre la otra (pág. 16).

### **Población:**

El paper se trabajó con fuentes de datos secundarios dentro de un periodo de tiempo de tiempo mensual del 2013 al 2019, donde cada variable tuvo 84 observaciones correspondientes a los precios del brócoli. Las extracciones de los datos se generaron por medio de fuentes confiables como el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (UDSA), el Sistema Público de Información Agropecuaria (SIPA) y Pro-Ecuador.

### **Técnicas de Recolección de Datos:**

Como se menciona el apartado anterior los datos fueron obtenidos por medio de fuentes confiables y los diferentes test que se utilizaron para el proyecto fueron hojas de cálculos como Excel, software econométricos (Gretl y EViews), donde se aplicó Prueba de Dickey Fuller, Prueba Efecto ARCH, Modelos ARCH e GARCH, Modelos VAR, Respuesta al Impulso y Causalidad de Granger, a fin de determinar si, se generara la existencia de relación de precios del brócoli entre el mercado estadounidense y el mercado ecuatoriano.

Se incluyó la estadística descriptiva en la investigación para llegar a obtener los principales estadísticos descriptivos como la media, la varianza, la desviación estándar y coeficiente de variación para poder llegar hacer un mejor síntesis del tema planteado dado que según Rendón Macías, Villasís Keever, & María Miranda Novales (2016) al integrar y dar coherencia a los resultados de un trabajo un investigador debe tener la capacidad de resumir y presentar datos de manera ordenada, sencilla, clara, para que puedan ser interpretados tanto por otros investigadores como por los revisores y lectores de una investigación (pág. 397 – 407).

### **Prueba ARCH**

Determino la existencia de volatilidad en periodos de tiempos acorde con Pérez Ramírez, (2006) esta prueba permitió observar el efecto de la volatilidad condicional heteroscedástica estableciendo así que una variable tiene efecto ARCH si su valor p es menor al 5% (págs. 45 – 58).

H0: No hay efecto ARCH.

H1: Si hay efecto ARCH.

### **Modelo ARCH:**

De acuerdo con Casas Monsegny & Cepeda Cuervo (2008) los modelos heterocedástico enunciado por Engle, la varianza condicional,  $\text{Var}(y_t | \Psi_{t-1})$ , al depender del pasado, puede modelarse mediante una función  $h_t = h(e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-p}, \alpha)$  ecuación 1.

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

Al sustituirla en la ecuación  $\text{Var}[e_t] = E[h_t]$  se obtiene.

$$\text{Var}[\epsilon_t] = \alpha + \alpha_1 \text{Var}[\epsilon_{t-1}] + \dots + \alpha_p \text{Var}[\epsilon_{t-p}] \quad (2)$$

Entonces:

$y_t$  = Es la variable que esta en función de  $h_t$  para poder modelar la volatilidad de una serie de tiempo como el brócoli.

$\alpha$  = Coeficiente a estimar por ecuación.

$\epsilon$  = Perturbaciones de las ecuaciones.

### Modelo ARCH (Generalizado):

Según Parody Camargo, Charris Fontanilla, & García Luna (2012) el investigador enfatiza en que la varianza condicional no solo depende de los cuadrados de las perturbaciones como lo plantea Engle, sino también de la varianza histórica, entonces Si  $p = 0$  se tiene el proceso ARCH (q) en regresión (pág. 223 – 239).

$$h_t = z_t w = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1} \quad (3)$$

Donde:

$y_t$  = Es la variable que está en función de  $h_t$  para poder modelar la volatilidad de una serie de tiempo como el brócoli.

$z_t(h_{t-1})$  = El vector de variables para la varianza.

$W$  = vector de parámetro para modelar la media.

$\epsilon$  = Perturbaciones de las ecuaciones.

$p \geq 0, q \geq 0$

### Vector Autorregresivo (VAR):

Trujillo Calagua (2010) menciona que la metodología de vectores autorregresivos ha aportado satisfactoriamente a las economías, en el análisis de variables, en donde cada una de las variables propuestas en el modelo son explicadas por sus propios rezagos y los del resto de las variables del sistema endógeno, se denomina autorregresivo por sus valores rezagado y vector porque se utilizan más de dos variables (págs. 104 – 108).

Un VAR tiene la siguiente especificación:

$$y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \epsilon_t$$

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \alpha_3 y_{t-3} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \beta_{x_t} + \epsilon_t \quad (4)$$

Donde:

$y_t$  = Es un vector de las variables.

$\alpha$  y  $\beta$  = Son matrices de coeficientes a estimar.

$\epsilon$  = Perturbaciones de las ecuaciones.

Entonces:

$Y_1$ : Es el precio del brócoli a nivel del productor.

El precio el mercado estadounidense dado por:

$X_1$ : Los Ángeles.

$X_2$ : Miami.

$X_3$ : New York.

$\alpha$ : Cuanto varía Y cuando X toma un valor numérico aleatorio.

### **Causalidad de Granger:**

Propuesta por Clive Granger para determinar si una variable genera incidencia en la otra, por el hecho de que, si se genera correlación entre dos variables, eso no quiere decir de que cause alteraciones en los valores de otra, la prueba de causalidad según Montero Granados (2013) es una condición necesaria para ver causa y efecto (págs. 1 – 3).

Velázquez Valadez, Vázquez Armenta, & Morales Castro (2017) menciona que para se de la existencia de causalidad bidireccional o unidireccional entre variables debe generarse en el modelo un grado de significancia estadística, para de esta manera comprobar si se rechaza o no se rechaza la hipótesis planteada (págs 187 – 200).

$H_0$  = x no causa y

$H_1$  = x causa y

Entonces:

$H_0$ : Se rechazara, si hay inexistencia de causalidad entre las variables, precios del brocoli en el mercado estadounidense ( Los Angeles, Miami, New York) y los precios del brocoli a nivel del productor. Significancia mayor al 5%.

$H_1$ : Se aceptara, si hay existencia de causalidad entre las variables, precios del brocoli en el mercado estadounidense ( Los Angeles, Miami, New York) y los precios del brocoli a nivel del productor. Significancia menor al 5%.

Dado esto en la misma metodología de vectores autorregresivos se analizó la función impulso respuesta toda, para observar los shock de las variables en el corto y largo plazo, es decir evidenciar que relación se genera ante un cambio de precio en el mercado estadounidense.

### **Función Impulso-Respuesta Todas:**

Es una representación de las variables endógenas y básicamente explica la respuesta del sistema a shocks en los componentes del vector de perturbaciones, traza el efecto que llegan a tener las variables en un shock estocástico poco determinista (Trujillo Calagua , 2010).

### III. RESULTADOS

#### Determinar la existencia de la volatilidad en el precio del brócoli a nivel del productor.

Dentro de la variable analizar del precio del brócoli a nivel del productor, se realizó los diferentes test para poder determinar la existencia de volatilidad a nivel del productor, se encontró que la variable es estacionaria, pero en primera diferencia al encontrarnos con un valor p de significancia menor al 5% como se evidencia en la tabla, Contraste aumentado de Dikey-Fuller, entonces se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíces unitaria, ya que las hipostasis decían:

H0: No rechazo la hipótesis nula si se obtiene un valor mayor al 5%.

H1: Se rechaza la hipótesis nula si se obtiene un valor menor al 5%.

---

contrastar hacia abajo desde 11 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 79  
 la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$   
 contraste sin constante  
 incluyendo 3 retardos de  $(1-L) d\_PrecioBrócoliProductorUSD$   
 modelo:  $(1-L) y = (a-1) *y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -3,39088  
 estadístico de contraste:  $\tau_{nc}(1) = -8,02126$   
 valor p 4,157e-014  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,005  
 diferencias retardadas:  $F(3, 75) = 11,370 [0,0000]$   
 contraste con constante  
 incluyendo 3 retardos de  $(1-L)d\_PrecioBrócoliProductorUSD$   
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -3,45698  
 estadístico de contraste:  $\tau_{c}(1) = -8,08221$   
 valor p 2,866e-013  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,005  
 diferencias retardadas:  $F(3, 74) = 11,676 [0,0000]$   
 con constante y tendencia  
 incluyendo 3 retardos de  $(1-L)d\_PrecioBrócoliProductorUSD$   
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -3,459  
 estadístico de contraste:  $\tau_{ct}(1) = -8,0489$   
 valor p 1,341e-012  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,001  
 diferencias retardadas:  $F(3, 73) = 11,578 [0,0000]$

**Tabla N° 1:** Contraste aumentado de Dikey-Fuller para  $d\_PrecioBrócoliProductorUSD$ .

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
alpha(0)	8,59601e-05	5,47386e-05	1,570	0,1217
alpha(1)	-0,102686	0,130435	-0,7873	0,4343
alpha(2)	0,0109402	0,131076	0,08346	0,9338
alpha(3)	0,0845506	0,129930	0,6507	0,5177
alpha(4)	0,160438	0,130610	1,228	0,2242
alpha(5)	0,382612	0,131374	2,912	0,0051 ***
alpha(6)	0,0124970	0,140215	0,08913	0,9293
alpha(7)	-0,0634463	0,140382	-0,4520	0,6530
alpha(8)	-0,0976045	0,130920	-0,7455	0,4589
alpha(9)	0,0576926	0,135897	0,4245	0,6727
alpha(10)	-0,148068	0,135377	-1,094	0,2785
alpha(11)	0,0172784	0,136863	0,1262	0,9000
alpha(12)	0,0713039	0,136797	0,5212	0,6042

Hipótesis nula: [No hay efecto ARCH]

Estadístico de contraste: LM = 12,4736

con valor p = P(Chi-cuadrado (12) > 12,4736) = 0,408434

**Tabla N°2:** Prueba efecto ARCH.

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

Ahora bien, al establecer la Prueba Arch se puede evidenciar significancia para Arch en el retardo 5, pero en el P (Chi-cuadrado) del test se refleja un valor p mayor al 5%, por lo tanto, no se genera la existencia de volatilidad dentro de la variable precio del brócoli a nivel del productor. Prueba efecto ARCH ya que el contraste dice:

H0: No hay efecto ARCH.

H1: Si hay efecto ARCH.

Dado lo acontecido de la variable precio del brócoli a nivel del productor de homocedasticidad, se procedió a realizar un modelo ARIMA para observar el pronóstico de la variable.

Modelo 1: ARIMA, usando las observaciones 2013:02-2019:12 (T = 83)

Variable dependiente: (1-L) PrecioBrócoliProductorUSD

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	valor p	
Const	0,000372847	4,10118e-05	9,091	<0,0001	***
phi_3	0,179731	0,107192	1,677	0,0936	*
theta_1	-1,00000	0,0334151	-29,93	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	0,000361		D.T. de la vble. dep.	0,011586	
Media de innovaciones	-0,000375		D.T. innovaciones	0,007649	
R-cuadrado	0,590649		R-cuadrado corregido	0,585596	

Log-verosimilitud	284,6273	Criterio de Akaike	-561,2546
Criterio de Schwarz	-551,5792	Crit. de Hannan-Quinn	-557,3676

**Tabla N° 3** Modelo \_ARIMA Brócoli\_Productor.

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

Donde se logró obtener que el modelo de tabla N° 3 Modelo \_ARIMA Brócoli\_Productor es el mejor dado que sus residuos se comportaban normales como se muestra en el gráfico N°1 correlograma de los Residuos Brócoli productor, sus criterios akeike, Schwarz, Hannan-Quinn son mucho mejores y su R cuadrado corregido se presenta mejor como se observa en el Tabla N° 3, Resumen de los Modelos ARIMA\_Brócoli, es decir fue el predilecto para la predicción de la variable.

### Cuantificar la volatilidad del Precio del Brócoli en el Mercado estadounidense.

#### Volatilidad del precio del brócoli en New York.

En el precio del brócoli en New York en primera instancia se denota que la variable es estacionaria, pero en primera diferencia dado que cumple con los parámetros de significancia estadísticas establecidas, eso se evidencia en la tabla N° 4 Contraste aumentado de Dikey-Fuller New York, entonces se acepta la hipótesis alternativa, ya que la hipótesis propuesta es:

H0: No rechazo la hipótesis nula si se obtiene un valor mayor al 5%.

H1: Se rechaza la hipótesis nula si se obtiene un valor menor al 5%

---

contrastar hacia abajo desde 11 retardos, con el criterio AIC  
tamaño muestral 80  
la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$   
contraste sin constante  
incluyendo 2 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliNewYorkUS$   
modelo:  $(1-L)y = (a-1) * y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,14474  
estadístico de contraste:  $\tau_{nc}(1) = -8,4682$   
valor p 2,71e-015  
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,030  
diferencias retardadas:  $F(2, 77) = 7,040 [0,0016]$   
contraste con constante  
incluyendo 2 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliNewYorkUS$   
modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,1456  
estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -8,4164$   
valor p 2,898e-014  
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,030  
diferencias retardadas:  $F(2, 76) = 6,959 [0,0017]$   
con constante y tendencia  
incluyendo 2 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliNewYorkUS$

---



modelo:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,14353

estadístico de contraste:  $\tau_{ct}(1) = -8,35326$

valor p 1,246e-013

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,030

diferencias retardadas:  $F(2, 75) = 6,835 [0,0019]$

**Tabla N° 4** Contraste aumentado de Dikey-Fuller New York,  
Elaborado por: Los Autores, 2021.

Bajo este apartado se establece la Prueba Arch, para identificar la existencia de variabilidad en los precios del brócoli en New York, en donde se demuestra la no existencia de cambios repentinos en los datos, entonces no se acepta la hipótesis de efecto ARCH dado que su valor p asintótico como se muestra en la tabla N°5: Prueba efecto ARCH, es superior al grado de significancia para validación de los datos, porque estas establecen que:

H0: No hay efecto ARCH, si es mayor al 5%

H1: Si hay efecto ARCH, si es menor al 5%

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
alpha(0)	0,343279	0,183834	1,867	0,0668 *
alpha(1)	0,0115679	0,128828	0,08979	0,9288
alpha(2)	0,0322641	0,128110	0,2518	0,8020
alpha(3)	0,0121586	0,126476	0,09613	0,9237
alpha(4)	-0,142816	0,126423	-1,130	0,2632
alpha(5)	-0,0334739	0,127469	-0,2626	0,7938
alpha(6)	0,0210100	0,127920	0,1642	0,8701
alpha(7)	0,0348713	0,128744	0,2709	0,7874
alpha(8)	-0,0796358	0,128313	-0,6206	0,5372
alpha(9)	0,0984918	0,126916	0,7760	0,4408
alpha(10)	0,169112	0,127991	1,321	0,1915
alpha(11)	-0,0911562	0,129841	-0,7021	0,4854
alpha(12)	-0,0911695	0,130196	-0,7002	0,4865
Hipótesis nula: [No hay efecto ARCH]				
Estadístico de contraste: LM = 6,25571				
con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(12) > 6,25571) = 0,902647$				

**Tabla N°5:** Prueba efecto ARCH New York.  
**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

Acorde con lo anterior al no presentarse tal efecto Arch se procede a establecer un modelo ARIMA con la finalidad de ver la predicción de la variable en estudio precios del Brócoli New York, para ello se propone un modelo con sus respectivos contrastes para ver si es el óptimo para un pronóstico.

Modelo 1: ARIMA, usando las observaciones 2013:02-2019:12 (T = 83)

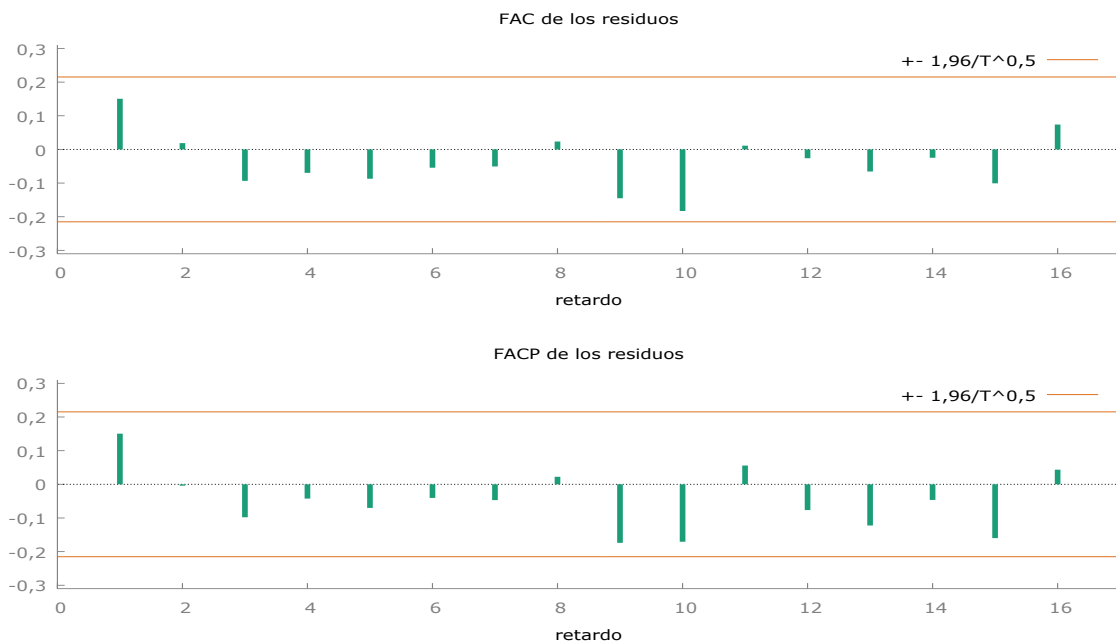
Variable dependiente: (1-L) PreciodelBrócoliNewYorkUS

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	Z	valor p	
Const	0,00397494	0,00333876	1,191	0,2338	
phi_1	0,277841	0,109438	2,539	0,0111	**
theta_1	-1,00000	0,0335039	-29,85	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	-0,014578		D.T. de la vble. dep.	0,677944	
Media de innovaciones	-0,030148		D.T. innovaciones	0,541342	
R-cuadrado	0,086446		R-cuadrado corregido	0,075167	
Log-verosimilitud	-68,76913		Criterio de Akaike	145,5383	
Criterio de Schwarz	155,2136		Crit. de Hannan-Quinn	149,4253	

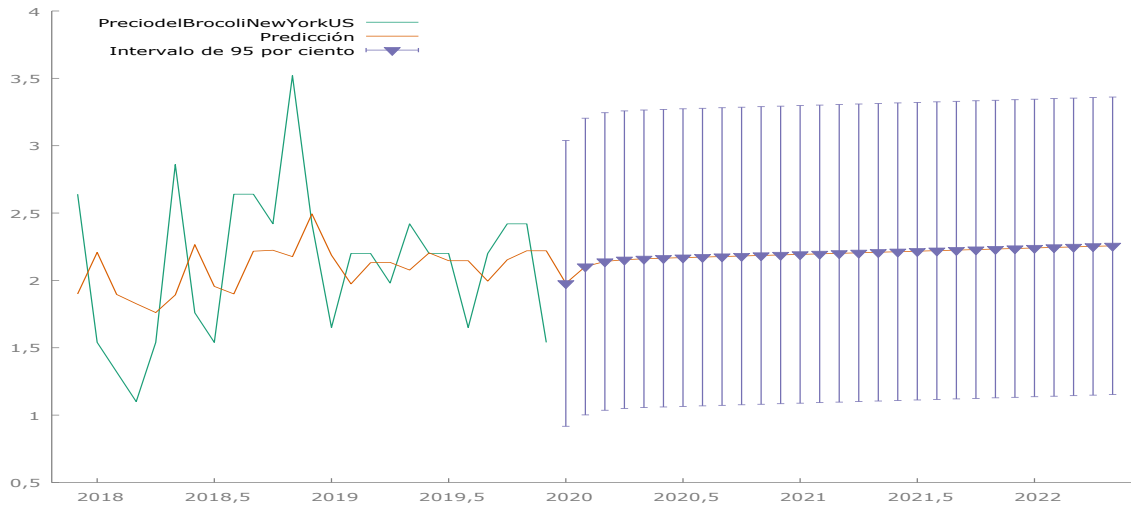
**Tabla N° 6:** Modelo 1\_ARIMA Brócoli\_ New York.  
Elaborado por: Los Autores, 2021.

Y se logra reflejar que el adecuado es el modelo 1, tabla N° 6 Modelo 1\_ARIMA Brócoli\_ New York dado que sus residuos se comportaban normales como se muestra en la grafico N°1 Modelo 1 New York correlograma de los residuos y sus criterios akeike, Schwarz, Hannan-Quinn son mucho mejores como se observa en la tabla N° 6 Resumen del Modelos ARIMA\_Brócoli New York, en pocas palabras fue el oportuno para la proyección de la variable.



**Grafico N° 1:** Modelo 1 New York Correlograma de los Residuos.  
Elaborado por: Los Autores, 2021.

na vez realizado la predicción se pudo denotar que la tendencia de los precios en los meses continuo es que podría haber un ligero aumento a mediados del 2021 en el mercado terminal de New York, lo que podría incentivar a los productores de la región interandina a aumentar la cantidad ofrecida ha dicho mercado, se refleja en Grafico N° 2 pronóstico de Brócoli New York.



**Gráfico N° 2:** Pronóstico de Brócoli New York.

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

### **Volatilidad de Precios del Brócoli Los Ángeles.**

En la variable precio del brócoli en el mercado terminal o mayorista de los de los Ángeles de acuerdo con el Departamento de Agricultura Estadounidense, se ha evidenciado que la variable es estacionaria, pero en primera diferencia esto se demuestra en el contraste de Dikey- Fuller, es decir que se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíces unitarias debido a que las hipótesis mencionan:

H0: No rechaza la hipótesis nula si se obtiene un valor mayor al 5%.

H1: Se rechaza la hipótesis nula si se obtiene un valor menor al 5%.

contrastar hacia abajo desde 11 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 80  
 la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$   
 contraste sin constante  
 incluyendo 2 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliLosAngeles$   
 modelo:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,28759  
 estadístico de contraste:  $\tau_{nc}(1) = -8,46485$   
 valor p 2,766e-015  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,009  
 diferencias retardadas:  $F(2, 77) = 9,162 [0,0003]$   
 contraste con constante  
 incluyendo 2 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliLosAngeles$   
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,28818  
 estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -8,41308$   
 valor p 2,965e-014  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,009  
 diferencias retardadas:  $F(2, 76) = 9,055 [0,0003]$   
 con constante y tendencia  
 incluyendo 2 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliLosAngeles$   
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,28744  
 estadístico de contraste:  $\tau_{ct}(1) = -8,35186$   
 valor p 1,26e-013  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,009  
 diferencias retardadas:  $F(2, 75) = 8,926 [0,0003]$

**Tabla N° 7:** Contraste aumentado de Dikey-Fuller Los Ángeles.  
**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

Ahora bien, en segunda instancia al establecer la prueba Arch, para detectar volatilidad en los precios del brócoli en el mercado de los ángeles, se pudo evidenciar la no existencia de cambios significativos en dicha variable por lo acontecido no se acepta la hipótesis alternativa de variabilidad en los datos, como se evidencia en la tabla N° 8: Prueba efecto ARCH Los Ángeles, ya que sus parámetros establecen:

H0: No hay efecto ARCH, si es mayor al 5%

H1: Si hay efecto ARCH, si es menor al 5%

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
alpha(0)	0,379611	0,140442	2,703	0,0090 ***
alpha(1)	0,170890	0,129697	1,318	0,1927
alpha(2)	-0,191132	0,130524	-1,464	0,1484
alpha(3)	0,187470	0,132309	1,417	0,1618
alpha(4)	-0,108827	0,133904	-0,8127	0,4196
alpha(5)	-0,0386866	0,133960	-0,2888	0,7738
alpha(6)	-0,0179572	0,133765	-0,1342	0,8937
alpha(7)	-0,0559898	0,133339	-0,4199	0,6761
alpha(8)	-0,0178926	0,134179	-0,1333	0,8944
alpha(9)	-0,00232292	0,133405	-0,01741	0,9862
alpha(10)	-0,0523128	0,132233	-0,3956	0,6938
alpha(11)	-0,105882	0,131985	-0,8022	0,4256
alpha(12)	-0,0650425	0,131702	-0,4939	0,6232

Hipótesis nula: [No hay efecto ARCH]

Estadístico de contraste: LM = 7,66196

con valor p = P(Chi-cuadrado(12) > 7,66196) = 0,810958

**Tabla N°8:** Prueba efecto ARCH Los Ángeles.

Elaborado por: Los Autores, 2021.

Por lo encontrado en la variable precio del brócoli en el mercado mayorista de los Ángeles, al observar que no se generan alta variabilidad en los datos, se procede a estimar un modelo ARIMA para ver la predicción de la variable, se realizan los modelos con sus respectivos contrastes, dado la necesidad del estudio, con la finalidad de ver cuál de ellos es el mejor para hacer el pronóstico.

Modelo 1: ARIMA, usando las observaciones 2013:02-2019:12 (T = 83)

Variable dependiente: (1-L) PreciodelBrócoliLosAngeles

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

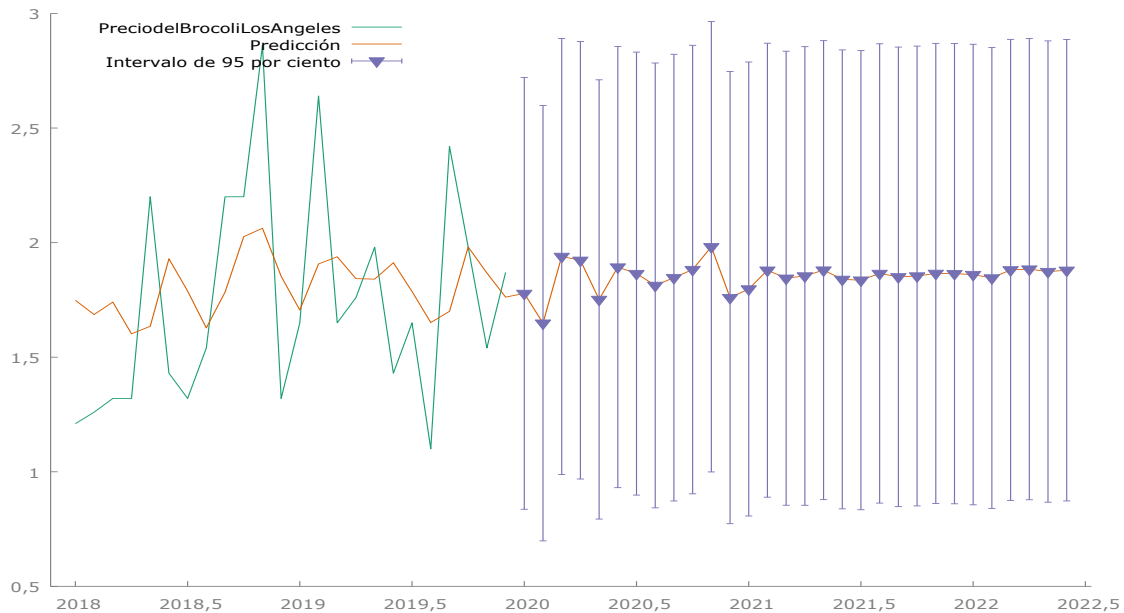
	Coeficiente	Desv. Típica	Z	valor p	**
Const	0,00221448	0,00105831	2,092	0,0364	
phi_1	0,206392	0,111473	1,852	0,0641	*
phi_15	-0,163884	0,114941	-1,426	0,1539	
theta_1	-1,07455	0,0296883	-36,19	<0,0001	***
theta_13	0,0864228	0,0298362	2,897	0,0038	***
Media de la vble. dep.	-0,006627		D.T. de la vble. dep.	0,658441	
Media de innovaciones	0,000670		D.T. innovaciones	0,480620	
R-cuadrado	0,154987		R-cuadrado corregido	0,122898	
Log-verosimilitud	-61,18375		Criterio de Akaike	134,3075	
Criterio de Schwarz	145,8805		Crit. de Hannan-Quinn	130,1980	

**Tabla N° 9:** Modelo 1\_ARIMA Brócoli\_ Los Ángeles.

Elaborado por: Los Autores, 2021.

Donde se logra evidenciar que el Modelo 1\_ARIMA Brócoli\_ Los Ángeles, es el óptimo porque cumple con todos los parámetros establecidos.

Una vez realizado la predicción se pudo denotar que la tendencia de los precios en los meses perpetuos es que haya una pequeña estabilidad, en el mercado terminal de Los Ángeles, se refleja en el grafico N° 3 pronósticos de Brócoli Los Ángeles.



**Gráfico N° 3:** Pronóstico de Brócoli Los Ángeles  
**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

### Volatilidad de precios del brócoli Miami.

Para el análisis de esta variable precio del brócoli en el mercado de Miami los datos al igual que las demás variables, fueron extraídos del Departamento de Agricultura Estadounidense y el Sistema Público de información Agropecuaria Ecuatoriano, donde se identificó en primera instancia que la variable es estacionaria pero en primera diferencia dado que nos encontramos con un valor p asintótico menor al 5% y el estadístico de contraste de tau\_c ampliamente negativo, es decir cumple con los parámetros de estacionariedad como se muestra en la tabla N°10 Contraste aumentado de Dikey-Fuller Miami.

H0: No rechaza la hipótesis nula si se obtiene un valor mayor al 5%.

H1: Se rechaza la hipótesis nula si se obtiene un valor menor al 5%.

contrastar hacia abajo desde 11 retardos, con el criterio AIC

tamaño muestral 77

la hipótesis nula de raíz unitaria es:  $[a = 1]$

contraste sin constante

incluyendo 5 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliMiamiUSD$

modelo:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -3,54669

estadístico de contraste:  $\tau_{nc}(1) = -6,28656$

valor p 9,816e-010

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,007

diferencias retardadas:  $F(5, 71) = 3,144 [0,0128]$

contraste con constante

incluyendo 5 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliMiamiUSD$

modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -3,54862

estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -6,24665$

valor p 2,987e-008

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,007

diferencias retardadas:  $F(5, 70) = 3,106 [0,0137]$

con constante y tendencia

incluyendo 5 retardos de  $(1-L)d\_PreciodelBrócoliMiamiUSD$

modelo:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -3,55105

estadístico de contraste:  $\tau_{ct}(1) = -6,20278$

valor p 3,636e-007

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,007

diferencias retardadas:  $F(5, 69) = 3,065 [0,0148]$

**Tabla N° 10:** Contraste aumentado de Dikey-Fuller para  $d\_PreciodelBrócoliMiamiUSD$

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
alpha(0)	0,180322	0,102538	1,759	0,0838 *
alpha(1)	0,283688	0,128670	2,205	0,0314 **
alpha(2)	-0,122478	0,132652	-0,9233	0,3596
alpha(3)	0,0571099	0,129836	0,4399	0,6616
alpha(4)	-0,0255985	0,124081	-0,2063	0,8373
alpha(5)	0,00584029	0,123509	0,04729	0,9624
alpha(6)	-0,0134234	0,118206	-0,1136	0,9100
alpha(7)	0,281052	0,118283	2,376	0,0208 **
alpha(8)	-0,0997936	0,123802	-0,8061	0,4234
alpha(9)	0,303729	0,124040	2,449	0,0173 **
alpha(10)	-0,227510	0,130111	-1,749	0,0856 *
alpha(11)	0,0535644	0,132242	0,4050	0,6869
alpha(12)	-0,128140	0,128328	-0,9985	0,3221

Hipótesis nula: [No hay efecto ARCH]

Estadístico de contraste: LM = 17,5237

con valor p = P(Chi-cuadrado (12) > 17,5237) = 0,130936

**Tabla N°11:** Prueba efecto ARCH Miami.

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

Por otro lado, para cuantificar la volatilidad se realizó la prueba efecto Arch donde se pudo evidenciar que el test fue significativo para varios rezagos, es decir, se muestra variabilidad para ciertos precios del brócoli Miami, pero dado que su valor P (Chi-cuadrado) es mayor al 5%, es decir no se genera heterocedasticidad en todos los valores como se muestra en la tabla N°11: Prueba efecto ARCH Miami ya que sus parámetros nos dicen:

H0: No hay efecto ARCH, si es mayor al 5%

H1: Si hay efecto ARCH, si es menor al 5%

Dado lo acontecido de la variable precio del brócoli en Miami, se procedió a realizar un modelo ARiMA, para ver la predicción de la variable seleccionada, se realizan los modelos dado la necesidad de la variable estudiada, donde se logra evidenciar que el modelo es óptimo, tabla N° 12 Modelo 1\_ARIMA Brócoli\_Miami por su grado de significancia estadística.



Modelo 1: ARIMA, usando las observaciones 2013:02-2019:12 (T = 83)

Variable dependiente: (1-L) PreciodelBrócoliMiamiUSD

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	Z	valor p	
Const	0,00287213	0,00228571	1,257	0,2089	
theta_1	- 1,00000	0,0360518	- 27,74	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	- 0,001325		D.T. de la vble. dep.	0,665012	
Media de innovaciones	- 0,010675		D.T. innovaciones	0,507948	
R-cuadrado	0,015524		R-cuadrado corregido	0,015524	
Log-verosimilitud	- 63,76512		Criterio de Akaike	133,5302	
Criterio de Schwarz	140,7868		Crit. de Hannan-Quinn	136,4455	

**Tabla N° 12:** Modelo 1\_ARIMA Brócoli\_ Miami

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

### Determinar la existencia de la transmisión de precio del brócoli entre el mercado estadounidense (New York, Los Ángeles, Miami) y el mercado ecuatoriano.

Una vez lo demostrado en los apartados anteriores referente a los precios del brócoli tanto en el mercado interno como el mercado Estadounidense, se procede a estimar un modelo de Vectores Autorregresivos con la finalidad de verificar si se genera la relación de causalidad entre las variables estudiadas, donde ya se demostró en los primeros objetivos que fueron estacionarias en primera diferencias, eso se puede observar en las Tabla N°1: Contraste aumentado de Dikey-Fuller, Tabla N° 4 Contraste aumentado de Dikey-Fuller New York, tabla N° 7 Contraste aumentado de Dikey-Fuller Los Ángeles, Tabla N°10 Contraste aumentado de Dikey-Fuller Miami en donde, se rechazó la presencia de raíces unitarias, la cual es una característica normal de las series de tiempos que evolucionan en el transcurso de ciertos periodos, pero pueden causar problemas en la inferencia en los modelos.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	94.20916	NA	1.13e-06	-2.343095	-2.221339*	-2.294394*
1	116.5761	41.82902	9.57e-07*	-2.508469*	-1.899689	-2.264962
2	129.4570	22.75078	1.04e-06	-2.427455	-1.331650	-1.989143
3	146.9356	29.05523*	1.01e-06	-2.465859	-0.883029	-1.832741
4	158.1298	17.44559	1.16e-06	-2.341034	-0.271180	-1.513111
5	170.1939	17.54773	1.33e-06	-2.238802	0.318077	-1.216073
6	183.0215	17.32557	1.50e-06	-2.156402	0.887501	-0.938867
7	194.7857	14.66708	1.77e-06	-2.046381	1.484546	-0.634041

**Tabla N°13:** Criterios de Selección de Orden de Rezagos.

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

Se realiza el criterio selección de orden de rezago para poder observar, cuales presentan mayor significancia y se pudo evidenciar que hasta el retardo 3 se presenta mejor ajuste.

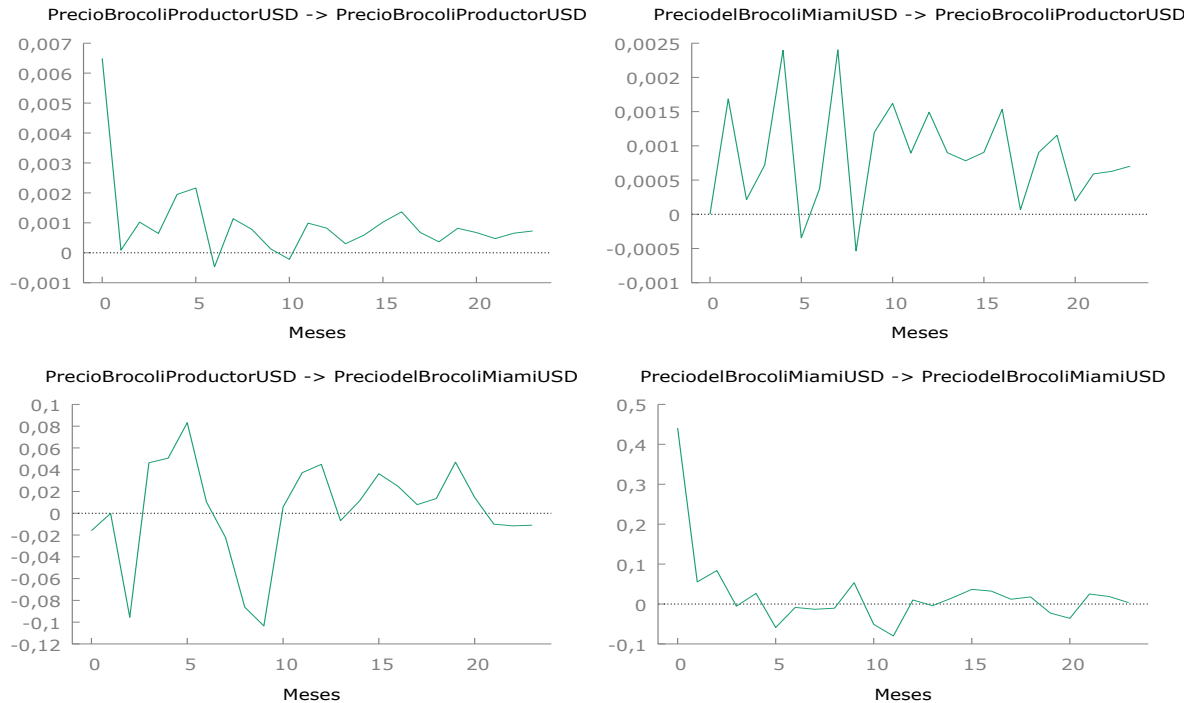
Dependent variable: PRECIO_BRÓCOLI_PRODUTOR__USD__KG			
Excluded	Chi-sq	Df	Prob.
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_LOS_ANGELES__USD__KG	0.698746	3	0.8735
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_MIAMI__USD__KG	7.014770	3	0.0714
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_NEW_YORK__USD__KG	3.015729	3	0.3892
All	11.36421	9	0.2516
Dependent variable: PRECIO_DEL_BRÓCOLI_LOS_ANGELES__USD__KG			
Excluded	Chi-sq	Df	Prob.
PRECIO_BRÓCOLI_PRODUTOR__USD__KG	1.275457	3	0.7350
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_MIAMI__USD__KG	3.387952	3	0.3356
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_NEW_YORK__USD__KG	0.649465	3	0.8850
All	4.606072	9	0.8672
Dependent variable: PRECIO_DEL_BRÓCOLI_MIAMI__USD__KG			
Excluded	Chi-sq	Df	Prob.
PRECIO_BRÓCOLI_PRODUTOR__USD__KG	1.902171	3	0.5930
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_LOS_ANGELES__USD__KG	1.363795	3	0.7140
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_NEW_YORK__USD__KG	2.824661	3	0.4195
All	9.949388	9	0.3546
Dependent variable: PRECIO_DEL_BRÓCOLI_NEW_YORK__USD__KG			
Excluded	Chi-sq	Df	Prob.
PRECIO_BRÓCOLI_PRODUTOR__USD__KG	0.737577	3	0.8643
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_LOS_ANGELES__USD__KG	3.947426	3	0.2672
PRECIO_DEL_BRÓCOLI_MIAMI__USD__KG	3.491315	3	0.3219
All	8.824281	9	0.4537

**Tabla N°14:** Test de Causalidad de Granger Todas.

**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

En la prueba de causalidad de Granger se demuestra que no se genera una relación bidireccional ni aun más unidireccional, es decir que entre las variables con el mercado estadounidense no se genera tal efecto de transmisión de precios, a pesar de ser el principal mercado de exportación del brócoli ecuatoriano, pero es válido manifestar que dentro de las variables la que mejor significancia al 5% presento en el test causal fue con el mercado de Miami al reflejarse un valor de 0,071 muy cercano al rango de significancia necesario para validar la relación de precios.

Ahora bien, dentro de la respuesta al impulso presentado en el gráfico N°4 Respuesta al Impulso, sobre el cambio de precio de una variable respecto a otra se puede ver que ante un cambio de precio en el mercado de Miami los precios al productor del brócoli tienden a subir y bajar, mientras que ante una variación del precio al productor de brócoli los precios en el mercado de Miami no tienden a tener mayor variabilidad.



**Gráfico N° 4:** Respuesta al Impulso.  
**Elaborado por:** Los Autores, 2021.

#### IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se enfatizó en el análisis de las series de precios referente al brócoli, del mercado ecuatoriano al mercado estadounidense o del mercado estadounidense al mercado ecuatoriano con la finalidad de ver el grado de integración entre estos dos mercados dado la existencia de relaciones comerciales, por ello se recopiló varios artículos indexados para contrastar con los resultados que se obtuvo en este estudio.

Hernández Aranda & Soriano (2009) en su estudio analizan la volatilidad de precios de commodities ecuatorianos comercializado en el mercado estadounidense. Los autores mediante la implementación de modelos autorregresivos con heteroscedasticidad condicional (Garch) llegaron a obtener que hay existencia de volatilidad en la mayoría de los commodities y que un shock en ambos mercados hace que tengan efectos volátiles, concluyendo así que la variabilidad de los precios de los productos puede llegar a tener incidencia en sus respectivos mercados internos. En esto se podría decir que difiere un poco con nuestro estudio dado que en lo que respecta al brócoli no se generó la existencia de volatilidad en la agrupación de los datos en los diferentes mercados terminales o mayoristas estadounidense.

Ahora bien, Acosta Martínez, Avendaño Ruíz & Astorga Ceja (2015) en su estudio realizado en lo que respecta a la integración de mercado de hortalizas entre México (principal competidor de Ecuador) y Estados Unidos en sus principales mercados como lo son Guanajuato, Tamaulipas, New York, Los Ángeles, demostraron por medio de la metodología de vectores autorregresivos y causalidad de Granger que los precios en el mercado estadounidense causan un efecto significativo en los precios de las

hortalizas mexicana como el brócoli conllevando a una mayor integración entre estos mercados. Este estudio difiere del tema propuesto ya que en lo que respecta a Ecuador no se genera tal efecto de transmisión de precios, pero si un grado de significancia muy cercano al 5% para el mercado de Miami.

Guzmán Soria, Garza Carranza, Rebollar Rebollar, & Hernández Martínez (2016) manifestaron en su investigación tomando los datos de la Ciudad de Guanajuato que en lo que respecta la situación internacional del brócoli se contrasta con el mercado mexicano, los autores realizaron un (VAR) vectores autorregresivos y la cointegración de Johansen obteniendo como resultado que las variables estaban cointegradas y que ante un shock tanto en el mercado interno como en el mercado internacional se transmite al medio rural donde se genera la producción del brócoli ya que se obtiene un nivel de significancia del 0.0009%.

Estos datos, aunque sean de otro país, es de relevancia englobarlos en la discusión ya que el país mexicano es el primer proveedor de brócoli hacia Estados Unidos, lo que lo convierte en un competidor directo de Ecuador y hemos podido evidenciar que este último artículo difiere respecto al tema de investigación, ya que, ante una variación de precios en el mercado estadounidense, esto no se transmite al mercado ecuatoriano.

## V. CONCLUSIONES

En la presente investigación se utilizó una metodología netamente cuantitativa al hacer énfasis en el análisis econométrico con sus respectivos test de (Arch/Garch) o pruebas causal para comprobar el grado de integración entre mercados separados espacialmente y que tienen una estrecha relación comercial por el proceso llamado globalización de mercados, ya que el fin óptimo del estudio trata de ver si los precios del brócoli en una potencia mundial como Estados Unidos causan un efecto significativo en el precio al producto de exportación.

Donde se obtuvo como resultados, en primera instancia al realizar la estimación (Arch/Garch) en la variable precio del brócoli a nivel del productor que no se genera el efecto heterocedástico en la agrupación de los datos al demostrar que su valor P(Chi-cuadrado), es mayor a los parámetros establecidos, por lo tanto, no se genera la existencia de volatilidades en la totalidad de los datos y al realizar una predicción de la variable propuesta se evidencio que la tendencia de los precios en los próximos meses probablemente esté hacia el alza lo cual se convertiría en una oportunidad para el productor para aumentar la producción de dicho producto y aumentar sus ingresos, esta alza de precio podría estar dada por la demanda tanto interna como la demanda de otros mercados internacionales como es el caso de New York y también podría explicarse por la demanda Japonés donde el precio del brócoli ecuatoriano en dicho mercado es más elevado.

Dentro de lo que respecta al brócoli en el mercado internacional de Estados Unidos se pudo demostrar que no existe volatilidad en mayor proporción en la totalidad de los datos de los mercados estudiados por su valor P (Chi-cuadrado), pero se pudo extraer de lo observado en sus rezagos que la variable precio del brócoli en Miami, es donde presentan mayor significancia de existencia de volatilidades en sus retardos, de la misma manera se puede decir que la tendencia de los precios de este producto fue variable en cada mercado.

En el mercado de New York podría haber un ligero aumento a mediados del 2021, mientras que en los demás mercados se denoto una tendencia un poco estacionaria de los precios.

Ahora bien, al realizar la causalidad con la finalidad de ver el efecto de transmisión de precios espacial, es decir evidenciar que relación se genera entre dos mercados aislado espacialmente, pero unidos por la interdependencia entre mercados se llegó a demostrar que no se proporciona relación bidireccional, ni unidireccional entre estos dos mercados, en otras palabras que los precios del brócoli en los mercados estadounidense no causan un efecto significativo en los precios el sector brocolero ecuatoriano y

tampoco así, los precios de Ecuador hacia los de Estados Unidos, pese hacer el principal mercado de exportación del brócoli, dado la demanda en dicha potencia mundial.

En definitiva, no se cumple, el efecto de transmisión espacial, es decir que ante una variación en los precios del mercado estadounidense incida en el mercado doméstico.

Pero de acuerdo a los resultados se pudo observar que dentro de las variables causa – efecto, la que mejor valor p de causalidad presento fue la de Miami, ya que su significancia asintótica fue de 0,07 muy cercano al rango necesario para validar la relación de precios, es decir que los precios del mercado de Miami podrían explicar los precios del brócoli a nivel del productor, ahora bien, sobre el cambio de precio de una variable respecto a otra de acuerdo a la función impulso respuesta, se puede ver que ante un cambio de precio en el mercado de Miami los precios al productor del brócoli tienden a subir y bajar, mientras que ante una variación del precio al productor de brócoli los precios en el mercado de Miami no tienden a tener mayor variabilidad.

## REFERENCIAS

- Acosta Martínez, A. I., Avendaño Ruiz, B. D., & Astorga Ceja, J. (2015). Relaciones de precios de mercados terminales de frutas y hortalizas de México y EE. UU. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(7), 1429-1442.
- Casas Monsegny, M., & Cepeda Cuervo, E. (2008). Modelos ARCH, GARCH y EGARCH: aplicaciones a series financieras. *Cuadernos de economía*, 27(48), 287-319.
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos . (13 de Julio de 2020). Servicio Nacional de Estadísticas Agropecuarias . Obtenido de Servicio Nacional de Estadísticas Agropecuarias : <https://www.nass.usda.gov/>
- Soria, E. G., de la Garza Carranza, M. T., Rebollar-Rebollar, S., & Martínez, J. H. (2016). La producción de brócoli bajo riego en Guanajuato, México: 1980-2011. *Análisis Económico*, 31(78), 77-91.
- Hernandez Aranda, G., & Soriano, F. (2009). Volatilidad de los precios de mercados de futuros de commodities primarios.
- Montalvo, J. M., Juárez, J. R., Espinoza, J. A. M., & Ramírez, N. P. (2017). El sistema de producción del brócoli desde la perspectiva del campo social de Pierre Bourdieu. *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 27(50), 9.
- Martínez Orozco , M., Guzmán Aguilar, D., & Pérez Ramírez, F. (2017). Modelo cuantitativo ARIMAX- EGARCH. *Revista, Espacios*, 16.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Boletín Situacional del Brocoli. *Ministerio de Agricultura y Ganadería( Mag)*, <https://fliphtml5.com/ijia/payu/basic>.
- Montero, R. (2013). Test de causalidad. *Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España*.
- Rivera, J. J. M., Carrillo, A. Z., & Castro, H. J. F. (2014). Volatilidad e interdependencia en los precios agrícolas a partir de un modelo GARCH multivariado. *Análisis Económico*, 29(72), 35-56.
- Parody-Camargo, E., Charris-Fontanilla, A., & García-Luna, R. (2012). Modelación de la volatilidad y pronóstico del índice general de la bolsa de valores de Colombia (IGBC). *Clío América*, 6(12), 223-239.
- Pérez Ramírez, F. O. (2006). Modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 45-58.

Rendón-Macías, M. E., Villasís-Keeve, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4), 397-407.

Calagua, G. T. (2010). La metodología del vector autorregresivo: Presentación y algunas aplicaciones. *UCV-Scientia*, 2(2), 103-108.

Velázquez Valadez, G., Vázquez Armenta, J. A., & Morales Castro, J. A. (2017). Estudio de causalidad entre la inversión extranjera directa y la solicitud de patentes por mexicanos como mecanismo de la derrama tecnológica. *Análisis económico*, 32(81), 183-207.