

# PRONOSTICO DEL PRECIO DEL CAFÉ COLOMBIANO PARA ENERO DEL 2018



## AUTORES

HECTOR FERNANDO MICOLTA BEDOYA  
LEIDY JOHANA ROMERO BUSTAMANTE

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES  
ECONOMIA  
CALI  
2019

DIPLOMADO  
PRONOSTICO DEL PRECIO DEL CAFÉ COLOMBIANO PARA ENERO DEL 2018



AUTORES  
FERNANDO MICOLTA BEDOYA  
LEIDY JOHANA ROMERO

Trabajo presentado como requisito para optar el título de:  
Economista

TUTOR  
JOHYNER OBREGON MORALES

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES  
ECONOMIA  
CALI  
2019  
**Contenido**

Introducción .....	2
<b>1.</b> Estado del arte.....	3
<b>2.</b> Planteamiento del problema.....	6
<b>2.1</b> Sistematización.....	8
<b>3.</b> Objetivos.....	8
<b>3.1</b> Objetivo general.....	8
<b>3.2</b> Objetivos específicos.....	8
<b>4.</b> Justificación.....	9
<b>5.</b> Marco teórico.....	11
<b>5.1</b> Modelos Arima .....	11
<b>5.2</b> Identificación.....	13
<b>5.3</b> Detención practica de Estacionariedad.....	14
<b>5.4</b> Modelos Autorregresivos AR.....	15
<b>5.5</b> Modelo de Medias Móviles Ma.....	16

<b>6.</b>	Diseño metodológico.....	18
<b>6.1</b>	Tipo de estudio, Método y Fuentes y técnicas de recolección de información.....	18
<b>7.</b>	Resultados.....	19
<b>8.</b>	Conclusiones y Recomendaciones.....	24
<b>9.</b>	Referencias bibliográficas.....	27
<b>10.</b>	Anexos.....	28

## **Introducción**

El café maneja cierto grado de volatilidad y como producto agrícola este fenómeno es multicausal, por lo tanto no puede ser retribuido únicamente a una sola variable ( Doporto & Michelena 2011).

Como todo producto el precio del café está determinado por las condiciones de oferta y demanda y es por eso que Ceballos, Perez & Pire (2015) argumentan que el crecimiento económico de países emergente impulsa el consumo de productos agrícolas de tal manera que tiene un efecto positivo en el precio.

Para predecir el precio de un producto agrícola como el café Boken (2000) utiliza diferentes métodos como promedios móviles, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y modelos autorregresivos integrados de promedio móvil (ARIMA).

Este trabajo tiene como objetivo Estimar el pronóstico del comportamiento del precio del café para el primer mes del año 2018 utilizando la base de datos entregada por la organización internacional de café (OIC) en un periodo mensual comprendido desde enero de 1990 hasta diciembre de 2017 siguiendo la metodología Box-Jenkins para la construcción de modelos de serie de tiempo, teniendo como resultado un modelo ARIMA (2,1,2) con intervalos de confianza amplios debido a la volatilidad que presentó la serie debido a variaciones en la producción y la demanda del producto.

Este trabajo consta de cuatro partes, en la primera se repasamos documentos bibliográficos que relacionados con el pronóstico del café además de la base teórica que fundamenta el

método con el que vamos a trabajar, en la segunda parte se pasa a la construcción del modelo utilizando la metodología planteada por Box-Jenkins, en la tercera parte pasamos al pronósticos y comentarios sobre el mismo y finaliza con las conclusiones y recomendaciones, además, de las referencias bibliográficas.

**Resumen:** En este trabajo investigativo acerca del pronóstico del precio del café, se tiene como objetivo pronosticar el precio del café colombiano para enero del 2018 utilizando los datos mensuales obtenidos de la organización internacional del café (OIC) siguiendo la metodología de Box-Jenkins para modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) dando como resultado que el mejor modelo un ARIMA de orden 2,1,2 corroborando que el uso de estos modelos siguiendo la metodología mencionada anteriormente son apropiado para realizar pronósticos.

**Palabras claves:** modelos ARIMA, series de tiempo, pronostico, Box-Jenkins, café.

**Abstract:** In this research work on the forecast of the price of coffee, the objective is to forecast the price of Colombian coffee for January 2018 using the monthly data obtained from the international coffee organization (ICO) following the Box-Jenkins methodology for autoregressive models Integrated mobile average (ARIMA) resulting in the best model being an ARIMA of order 2,1,2 confirming that the use of these models following the methodology mentioned above are appropriate for forecasting.

**Key words:** ARIMA models, time series, forecast, Box-Jenkins, coffee.

## **1. Estado del arte**

El café como producto agrícola, maneja el fenómeno de la volatilidad, como lo explican (Ivana Doporto Miguez, 2011) : “La volatilidad de los precios de los productos agrícolas parece ser un fenómeno multicausal de suma complejidad que no puede ser atribuido exclusivamente a una variable” (Pág. 22). Sin duda, el café, como producto agrícola tiene altos grados de volatilidad en sus precios y no es un misterio ya que entre las variables que afectan su precio, se encuentra el clima, el cual afecta de una manera directa.

El precio de un producto se fija mediante la oferta, la demanda, crecimiento de la población y el crecimiento económico de países emergentes y fenómenos climáticos (Ceballos perez & Pire, 2015); por tal razón el crecimiento económico de un país emergente genera gracias al aumento de los ingresos, que la cantidad demandada del producto aumente y más cuando este se trata de un producto agrícola.

Se puede decir que los principales factores que contribuyen al alza de los precios del café en los últimos años son los siguientes (Perez Ramirez, 2006):

1. Especulación de fondos de inversión: buscando alternativas diferentes al dólar y a las bajas tasas de interés.
2. Menor producción estimada en Brasil: clima adverso y sustitución por cultivo de soya en algunas regiones.
3. Consumo superior a la producción en aproximadamente 7 MM de sacos: el inventario mundial estaba estimado en 40 MM de sacos.
4. Relativa escasez de cafés arábigos y abundancia de robustas.

El factor climático también tiene importancia la hora de influir en el precio pues un cambio brusco de las condiciones climáticas normales produce que la siembra de los productos no pueda llegarse a dar parcial o totalmente provocando una disminución en la cantidad ofertada.

En el trabajo de Samuel Gustavo Ceballos Pérez y Reinaldo Pire del año 2015 titulado: “Estimación del precio internacional del arroz bajo el modelo ARIMA”, concluyeron que a medida que aumenta el precio del arroz existe un factor predominante en la producción; el crecimiento de la población, en este documento el modelo estimado que usaron tiene el componente autoregresivo integrado y de media móvil para un período de 12 meses; un modelo ARIMA. Como resultados de ese trabajo, para diciembre de 2014 el precio por tonelada de arroz podría alcanzar los US \$665 bajo condiciones normales, en caso de ocurrir cambios en las políticas agrarias de los países productores, o se presenten eventos o fenómenos naturales que afecten la producción el precio por tonelada se ubicaría en US \$2 309.

Por otro lado, tenemos el trabajo titulado “Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México” de (Delgadillo-Ruiz, 2016), donde concluye que en el corto plazo (2010-2020), los rendimientos de cultivos de maíz, frijol y arroz se verán incrementados. Por su parte, el modelo de Suavización Exponencial Simple con  $\alpha = 0.7576$  indica que los rendimientos de trigo se mantendrán constantes. Considerando estas estimaciones de rendimiento bajo diferentes escenarios de población, manteniendo constante la superficie cultivada y el consumo per cápita de granos básicos en el corto plazo, México sólo será autosuficiente en la producción de frijol.



En el documento titulado: Modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café escrito por Fredy Ocaris Pérez en el año 2006, donde utilizaron modelos de heterocedasticidad condicional ARCH, donde concluyeron que para el periodo de análisis la serie de rendimientos de los precios del café para Colombia muestra presencia de efectos ARCH esto indica que la volatilidad de dicha serie no permanece constante a lo largo del tiempo.

Algunos investigadores que han explorado métodos de pronóstico, como por ejemplo (Boken, 2000), quien estimó rendimientos de trigo en Canadá usando diferentes métodos de análisis de series de tiempo. Los métodos utilizados por Boken implican una regresión lineal, promedios móviles simples, Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y modelos Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), concluyendo según el pronóstico que es mejor dividir los cultivos en regiones homogéneas para obtener mayor rendimiento de la utilización del espacio.

En Pakistán, (M. Amin, 2014), en su artículo titulado: “Time series modeling for forecasting wheat production of Pakistan” Amin, Amanullah & Akbar, valoraron la superficie cultivada y la producción de trigo. El trigo es el principal cultivo agrícola del lugar, por lo que la estimación de la producción resulta de gran importancia. Los resultados reportados por los investigadores señalan que la producción se incrementará, y que para el 2060 la producción de trigo duplicará lo cosechado en el 2010 para esto usaron el modelo ARIMA.

En México el trabajo titulado: “Aplicación de la metodología Box-Jenkins para pronóstico de precios en jitomate” escrito por (Marroquín Martínez, 2011) , concluyeron

que la serie de tiempo objeto de estudio se ajusta a un modelo ARIMA, dicho modelo posee dos factores autoregresivos y 1 de media móvil, hicieron pronóstico para 12 meses desde diciembre 2008 a noviembre 2009. (Tovar, 2011).

## **2. Planteamiento del problema**

La situación dramática del mercado del café, con sus precios deprimidos y el exceso de oferta han modificado, de manera dramática, las condiciones del negocio cafetero nacional y mundial, de igual forma el manejo de la caficultura colombiana durante varios años. (Perez Ramirez, 2006).

La nueva visión sobre el futuro del mercado cafetero resalta la necesidad de identificar y establecer unos objetivos renovados y frescos que permitan a la caficultora adaptarse a los desafíos del nuevo entorno internacional, ya que durante los últimos años se han presentado crisis en la industria cafetera debido a la disminución de los precios de productos básicos, a la sobreproducción mundial y a la inequidad en la distribución de los beneficios de su comercialización.

Por lo anterior, la necesidad de pronosticar el precio del café resulta importante para identificar de una manera más acertada cual sería el rumbo que podría tomar el precio del café tanto del mercado nacional como mundial.

El mercado internacional del café viene en una tendencia no muy favorable con precios que van disminuyendo a causa de un aumento del 10,5% de la producción brasileña de acuerdo con los datos suministrados por la organización internacional del café (OIC), este

país que ha sido el principal productor con una representación alrededor del 35% de la producción mundial. Por otra parte, en Asia y Oceanía la producción disminuyó en un 4,2% destacando la disminución de India, Indonesia y Vietnam quienes tienen una mayor participación en su producción total.

A pesar de este panorama negativo, el precio del café está presentando un pequeño pero sostenido aumento a finales del semestre justificado por el aumento del consumo de los Estados Unidos de acuerdo con el último informe presentado por la OIC quienes no creen que la tendencia dure mucho debido a que se pronostica una producción mayor a la demanda.

Estos cambios en los precios generan incertidumbre en los comerciantes debido a que no saben qué decisión tomar en el momento de comprar los sacos o en qué momento sacaría más beneficios encontrando los precios más bajos, provocando así elecciones no optimas por falta de información y/o métodos que faciliten la predicción de precios. Al utilizar un método de pronóstico generará mayores ganancias a los comerciantes.

Entonces, ¿Cómo pronosticar el precio del café para el primer mes del 2018? Es necesario realizar pronósticos mediante modelos econométricos para predecir el precio del café, ya que resulta importante identificar de una manera más acertada cual sería el rumbo que podría tomar el precio del café tanto del mercado nacional como mundial.

## **2.1 Sistematización**

¿Cuál es el comportamiento del precio del café?

¿Qué método utilizar para pronosticar el precio del café?

¿Qué podría hacer el gobierno colombiano para ayudar a los cafeteros?

### **3. Objetivo general**

Estimar el pronóstico del comportamiento del precio del café para el primer mes del año 2018

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Analizar las variables que inciden en los precios del café en Colombia.
- Estimar el proceso generador de los datos del precio del café en Colombia
- Presentar recomendaciones de política pública en relación con los precios del café en Colombia.

### **4. Justificación**

La producción mundial de café en el año cafetero 2017/18 aumentó 9,3% respecto al año inmediatamente anterior, al alcanzar 170,2 millones de sacos. Este incremento obedeció principalmente a la mayor producción de Brasil, que estaba en año bienal alto y las buenas condiciones climáticas, y a la recuperación de la producción de Vietnam. Según

la consultora LMC, la producción de Brasil creció 20%, para un nivel de 61,9 millones de sacos, de los cuales 71% correspondieron a café arábica (12% más) y el 29% a café robusta, 44% más que el año anterior. En Vietnam la producción se calcula en 29,5 millones de sacos, 13,5% más que el año anterior. En contraste, Colombia y Honduras disminuyeron su producción en 5,6% y 3,9% respecto al periodo anterior. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia)

Por su parte, el consumo mundial fue de 161,4 millones de sacos en 2017/18, 2,2% más que el año anterior. Este crecimiento fue impulsado por la demanda en países productores como Brasil, Indonesia y Colombia. Así, el consumo en países productores creció en el último año cafetero 2,6%, y alcanzó una demanda de 48,4 millones de sacos, mientras que en los países importadores el crecimiento fue de 2,0%, con 113,4 millones de sacos para el periodo 2017/18. Como resultado, para el año cafetero 2017/18 se registró un balance superavitario de 8,8 millones de sacos, una disminución de los inventarios mundiales de café de 8,6%, para un stock final de 29,4 millones de sacos. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia).

En Colombia, de acuerdo con los datos facilitados por Euromonitor International, los colombianos tomaron de media 375,2 tazas de café en 2016. Sin embargo, pese a que el consumo del café en Colombia podría parecer elevado lo cierto es que, al observar las cifras de la región, el país se ubica en cuarta posición, por detrás de Brasil, Costa Rica y República dominicana. (El Portafolio). Sin duda, Colombia es un país cafetero y por muchos años ha venido implementando esta actividad agrícola. La caficultura genera cerca de 800 mil empleos directos en el sector rural (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR),

es decir, 32% del empleo que generan las actividades agrícolas (2.5 millones de empleos), 23% del agropecuario (3,5 millones de empleos) y 17,4% de todo el empleo rural (4,6 millones de empleos, DANE, 2013). Además del empleo directo, la caficultura ocupa a personas en toda la cadena de valor (comercialización, trilla, transporte, industrialización y exportación), lo que se traduce en cerca de 1,6 millones de empleos indirectos (MADR). (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.)

El empleo que genera la caficultura es 3,5 veces el empleo creado por los cultivos de arroz, maíz y papa juntos, y cerca de 10 veces el que genera el cultivo de palma africana y caucho juntos. Así, el empleo cafetero es un vigoroso motor y agente para reducir la pobreza, distribuir el ingreso en la población rural y dinamizar la economía. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.)

Por estas razones, el pronosticar el precio del café ayuda a tener una tendencia de cómo se comportarán los precios en algunos años futuros, dando claridad a negociaciones futuras de los cafeteros del país.

## **5. Marco Teórico**

### **5.1 Modelos ARIMA**

Los modelos ARIMA constituyen una herramienta de amplio espectro de aplicación en la modelación económica. Mediante su utilización, es posible entender el comportamiento de ciertas variables a través del tiempo y de esta forma poder realizar pronósticos de corto

y mediano plazo, a partir únicamente de la historia de dicho proceso. Igualmente, el tener la posibilidad de generar pronósticos condicionados a ciertos valores esperados o deseados, constituye un elemento esencial en la modelación. (Juan Pablo Herrera Saavedra, 2002).

La publicación de G. P. E. Box y G. M. Jenkins “Time Series Analysis: Forecasting and Control”, marcó el comienzo de una nueva generación de herramientas de pronóstico. Popularmente conocida como metodología de Box-Jenkins (BJ), pero técnicamente conocida como metodología ARIMA, el interés de estos métodos de pronósticos no está en la construcción de modelos uni-ecuacionales o de ecuaciones simultáneas, sino en el análisis de las propiedades probabilísticas, o estocásticas, de las series de tiempo económicas por sí mismas según la filosofía de que los datos hablen por sí mismos. A diferencia de los modelos de regresión, en los cuales  $Y_t$  se explica por los  $k$  regresores  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ , en los modelos de series de tiempo del tipo BJ,  $Y_t$  se explica por valores pasados o rezagados de sí misma y por los términos de error estocásticos. Por esta razón, los modelos ARIMA reciben algunas veces el nombre de modelos ateóricos porque no se derivan de teoría económica alguna—, y las teorías económicas a menudo son la base de los modelos de ecuaciones simultáneas. (Damodar N. Gujarati, 2010)

La metodología Box & Jenkins para la construcción de modelos de series de tiempo consiste en modelar el proceso generador de un conjunto de datos. Consta de un procedimiento iterativo de cuatro pasos:

**Paso 1:** Identificación. Es decir, encontrar los valores apropiados de  $p$ ,  $d$  y  $q$ . En seguida veremos la forma como el correlograma y el correlograma parcial ayudan en esta labor.

**Paso 2:** Estimación. Tras identificar los valores apropiados de  $p$  y  $q$ , la siguiente etapa es estimar los parámetros de los términos autorregresivos y de promedios móviles incluidos en el modelo. Algunas veces, este cálculo se efectúa mediante mínimos cuadrados simples, pero otras hay que recurrir a métodos de estimación no lineal (en parámetros).

**Paso 3:** Examen de diagnóstico. Después de seleccionar un modelo ARIMA particular y de estimar sus parámetros, tratamos de ver si el modelo seleccionado se ajusta a los datos en forma razonablemente buena, pues es posible que exista otro modelo ARIMA que también lo haga. Es por esto que el diseño de modelos ARIMA de Box-Jenkins es un arte más que una ciencia; se requiere gran habilidad para seleccionar el modelo ARIMA correcto. Una simple prueba del modelo seleccionado es ver si los residuales estimados a partir de este modelo son de ruido blanco; si lo son, aceptamos el ajuste particular; si no lo son, debemos empezar de nuevo. Por tanto, la metodología BJ es un proceso iterativo.

**Paso 4:** Pronóstico. Una razón de la popularidad del proceso de construcción de modelos ARIMA es su éxito en el pronóstico. En muchos casos, los pronósticos obtenidos por este método son más confiables que los obtenidos de modelos econométricos tradicionales, en particular en el caso de pronósticos de corto plazo. Por supuesto, cada caso debe verificarse.

## 5.2 Identificación del modelo

Las herramientas principales en la identificación son la función de autocorrelación (FAC), la función de autocorrelación parcial (FACP) y los correlogramas resultantes, que son simplemente los gráficos de FAC y de FACP respecto de la longitud del rezago. El



concepto de autocorrelación parcial es análogo al concepto de coeficiente de regresión parcial. En el modelo de regresión múltiple con  $k$  variables, el  $k$ -ésimo coeficiente de regresión  $\beta_k$  mide la tasa de cambio en el valor medio de la variable regresada ante un cambio unitario en la  $k$ -ésima regresora  $X_k$ , para mantener constante la influencia de todas las demás regresoras.

En forma similar, la autocorrelación parcial  $\rho_{kk}$  mide la correlación entre observaciones

(series de tiempo) separadas  $k$  periodos y mantiene constantes las correlaciones en los rezagos intermedios (es decir, rezagos menores de  $k$ ). En otras palabras, la autocorrelación parcial es la correlación entre  $Y_t$  y  $Y_{t-k}$  después de eliminar el efecto de las  $Y$  intermedias.

*Tabla 1. Identificación del modelo*

Proceso	Función de autocorrelación (ACF)	Función de autocorrelacion parcial (ACFP)
MA(q)	Decrecimiento rápido exponencial (coef. 0 para retardo $> q$ )	Solo los $q$ primeros coeficientes son significativos. El resto se anulan
AR(p)	Decrecimiento rápido exponencial (coef. 0 para retardo $> q$ )	Solo los $p$ primeros coeficientes son significativos. El resto se anulan
ARIMA(p,d,q)	Comportamiento irregular en los retardos $(1, \dots, q)$ con $q$ picos. Decrecimiento a $q$ .	Decrece (aproximadamente con exponenciales atenuados y ondas sinusoidales). No cero para retardos posteriores

Fuente: (fernandez, 2016)

### 5.3 Detención práctica de la Estacionariedad

- Para detectar rápidamente la Estacionariedad (Analizar/estadísticos descriptivos/explorar) se pueden calcular la sucesión de medias y varianzas por años, si se obtienen variaciones significativas crecientes y decrecientes a lo largo

de los años, indica que no hay Estacionariedad. Este resultado conduce a tomar logaritmos y diferenciar la serie original con el objetivo de atenuar la falta de Estacionariedad en media y varianza.

- Otro método (Analizar/series temporales/autocorrelaciones), si los coeficientes de la ACF no decaen rápidamente hay un indicio claro de falta de Estacionariedad en media, lo que llevaría a tomar primeras diferencias en la serie original.

Si hay duda sobre diferenciar o no, o sobre cuantas veces hay que diferenciar, se calcula la varianza de la serie original y de la serie sometida a diferentes diferenciaciones, tomando como diferenciación adecuada aquella para la que la varianza es mínima. El método es tanto más adecuado cuanto mayor sea la diferencia entre las varianzas anteriores. La sobre diferenciación suele evitarse observando si en la parte de medias móviles alguna raíz es próxima a la unidad.

#### **5.4 Modelos Autorregresivos AR(p)**

Un modelo Autorregresivo AR describe una clase particular de proceso en que las observaciones en un momento dado son predecibles a partir de las observaciones previas

del proceso más un término de error. El caso más simple es el ARIMA (1,0,0) o AR (1) o de primer orden, cuya expresión matemática es:

$$AR(1) \equiv X_t = \phi_1 X_{t-1} + a_t$$

El proceso Autorregresivo de orden  $p$ , representado por ARIMA( $p,0,0$ ) o simplemente por AR( $p$ ):

$$AR(p) \equiv X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t$$

Que puede ponerse, mediante el operador de cambio retroactivo  $B$ , en la forma:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) X_t = a_t \quad B^k (X_t) = X_{t-k}$$

Un proceso Autorregresivo siempre es invertible.

## 5.5 Modelo de medias móviles $Ma(q)$

Un modelo de medias móviles MA describe una serie temporal estacionaria. En este modelo el valor actual puede predecirse a partir de la componente aleatoria de este momento y, en menor medida, de los impulsos aleatoria anteriores. El modelo ARIMA (0,0,1) también denotado por MA (1), viene dado por la expresión:

$$X_t = a_t - v_1 a_{t-1}$$

El proceso de medias móviles de orden q, representado por ARIMA (0,0, q) también por Ma(q), viene dado por la expresión:

$$X_t = a_t - v_1 a_{t-1} - v_2 a_{t-2} - \dots - v_q a_{t-q}$$

Que puede ponerse, mediante el operador de cambio retroactivo B, en la forma:

$$X_t = (1 - v_1 B - v_2 B^2 - \dots - v_q B^q) a_t$$

Un proceso de medias móviles es siempre estacionario.

Modelos Arma (p, q)

Una extensión natural de los modelos AR(p) Y MA(q) es un tipo de modelos que incluyen tantos términos autorregresivos como de medias móviles y se definen como ARIMA (p,0, q). Se representa por la ecuación:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t - v_1 a_{t-1} - v_2 a_{t-2} - \dots - v_q a_{t-q}$$

Que puede ponerse de la forma:

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} = a_t - v_1 a_{t-1} - v_2 a_{t-2} - \dots - v_q a_{t-q}$$

Es decir,

$$X_t (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) = a_t (1 - v_1 B - v_2 B^2 - \dots - v_q B^q)$$

El proceso ARMA (p, q) es estacionario si lo es su componente autorregresiva, y es invertible si lo es su componente de medias móviles.

## 6. Metodología

### 6.1 Diseño Metodológico

#### Tipo de estudio, Método y Fuentes y técnicas de recolección de información

El trabajo se caracteriza por tener una esencia descriptiva y predictiva, explicando ampliamente el entorno de lo que puede alterar los precios del café y así realizar un pronóstico que nos ayude a tener una visión futura de como seguirá el comportamiento de estos precios.

La metodología implementada fue la de Box & Jenkins para la construcción de modelos de series de tiempo, implementamos una muestra que va desde enero de 1990 hasta diciembre de 2017 incluyendo 336 datos mensuales de precios del café. La base de datos la obtuvimos de la Organización Internacional del Café (OIC) y trabajamos con el software Stata versión 12 para realizar todos los modelos y pronósticos.

## **7. Resultados**

Al realizar el análisis de las series precio se encontró que sus valores son muy volátiles. Por tal razón se decide aplicar logaritmo a la serie para atenuar los valores.



*Figura 1. Comportamiento de la serie con datos reales*

Una vez transformada la serie en logaritmos se realiza el test de Dickey-Fuller Aumentado para observar si la serie es estacionaria o no.

De acuerdo con el P-valor (0,3068) no existe evidencia contra la hipótesis nula, es decir, la serie posee raíz unitaria por lo tanto no es estacionaria (ver anexo1).

Para poder realizar un pronóstico se debe hacer estacionaria la serie, por tal motivo se aplicará una diferencia regular a la serie en logaritmo.

El test de Dickey Fuller Aumentado, muestra que la diferenciación regular, la serie consiguió hacerla estacionaria (P valor 0.0033) (ver anexo 2)

## **Modelo Empírico**

Una vez estacionaria la serie, se procede a escoger el mejor modelo para la realización del pronóstico, a través del correlograma.

La FAC, muestra un atenuado lento en los rezagos, tanto en la parte regular como en la parte estacional de la serie. Entretanto, la FACP muestra los dos primeros rezagos de la parte regular y 2 de la parte estacional (ver anexo 3). Tentativamente, se intentará un ajuste MA(2) SMA(12).

Se observa que los componentes son estadísticamente significativos, sin embargo, se verificará si los residuos del modelo propuesto son ruido blanco o, eventualmente, si no tienen parte sistemática aún por modelar (ver anexo 4)

El correlograma de los residuos nos muestra que aún falta componentes por modificar dentro de la serie (ver anexo 5)

Por tal motivo descartamos este primer modelo y realizamos otro modelo tentativo con diferencia regular y estacional de la serie (ver anexo 6)

Se puede observar que todos los componentes son significativos, aun así, se verificara con los residuos. (ver anexo 7)

De acuerdo con el correlograma, el modelo si corrigió su parte estacional, sin embargo, aún falta por corregir la parte regular del modelo. Con base en los resultados anteriores, otro modelo tentativo seria uno con diferencia regular de la serie. (ver anexo 8)

Se observa que los componentes son significativos, ahora se realizara la verificación de los residuos (ver anexo 9).



### Criterio de Selección del mejor modelo

Para escoger el mejor modelo se tomará en cuenta los criterios de Akaike y Schwarz.

*Tabla 2. Datos Akaike y Schwarz*

Modelo (0,1,2)	
Criterio de Akaike	-1,1201
Criterio de Schwarz	-1,0618
R cuadrado	0,80
Modelo (12,1,2)	
Criterio de Akaike	-2,265
Criterio de Schwarz	-2,2065
R cuadrado	0,283
Modelo (2,1,2)	
Criterio de Akaike	-2,596
Criterio de Schwarz	-2,5386
R cuadrado	0,078

*Fuente:* tomado del Software Eviews

Teniendo en cuenta los criterios de selección, el mejor modelo para realizar el pronóstico es el último modelo realizado, pues este tiene menor Akaike y Schwarz, así tenga el poder predictivo del modelo más bajo en comparación con los otros, este es el que mejor se ajusta.

**Pronostico:**

Los intervalos de confianza son muy amplios debido a que la serie presenta varios datos atípicos ocasionados por ejemplo por las heladas en Brasil en el periodo de 1994 a 1997, lo que produjo una disminución en la oferta mundial del café mientras que paralelamente el consumo iba en aumento. (Gillet, 2005), además, de presentar mucha volatilidad y aumento en los precios<sup>1</sup> en el período de 1994/1995. Como resultado de la liberalización y del crecimiento económico en países emergentes, sobre todo en el este de Europa, partes de Asia y América Latina (especialmente Brasil), la demanda mundial ha alcanzado alrededor de 105 millones de sacos. Este total esconde varias tendencias: (Panos Varangis, 2002)

- La demanda global en los grandes países importadores crece lentamente, si es que crece del todo. Esto sugiere que los aumentos en el mercado de alta calidad son contrarrestados parcialmente por pérdidas en otras partes. Mientras tanto, están surgiendo y creciendo rápidamente nuevos mercados no tradicionales, impulsados por la disponibilidad de cafés baratos en forma soluble.

---

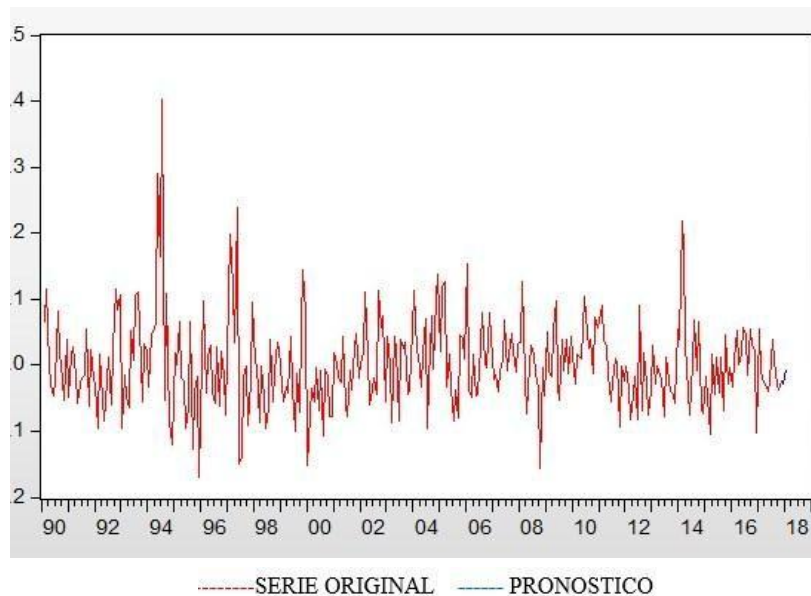
<sup>1</sup> Ver anexo 10

- Los tostadores han aprendido a incrementar la absorción de cafés naturales y robusta mediante procesos como el vapor para eliminar el sabor amargo.

En el período 1993/94 a 1997/98 se presentaron cinco temporadas consecutivas en las que el Indicador Compuesto de la OIC (Organización internacional del Café) superó los 100 centavos de dólar por libra. Este fue, además, un período en el que el consumo mundial de café excedió la producción con la consiguiente baja en los inventarios mundiales, y que estuvo ayudado por dos heladas en Brasil en el invierno de 1994 que llevo a una restringida disponibilidad de oferta total en 1997. Estos eventos tuvieron un dramático efecto ya que la oferta entro en auge en los años cafeteros 1999/2000 a 2001/02. Sin duda el incentivo de precio para los productores fue muy real motivo por el cual respondieron adecuadamente. El resultado fue entonces una caída de los precios que provocó una corrección en: (Gillet, 2005)

- La producción de aquellos orígenes con altos costos de producción e ineficiencias
- El consumo que continúa creciendo y más significativamente a un paso acelerado antes del largo momento esperado de recuperación del precio.

También se debe tener en cuenta que la serie de precios del café, es muy volátil, los factores asociados a la inestabilidad de los precios son: condiciones climáticas, acuerdos internacionales y acumulación de existencias por parte de los países consumidores y productores. (Riaño, 1996)



*Figura 7. Pronostico*

Finalmente se tiene la gráfica del pronóstico del primer mes del año 2018 el cual esta con color azul.

## 8. Conclusiones

Se puede concluir que para los datos que son muy volátiles se debe aplicar logaritmo a la serie para atenuar sus valores y trabajar de una manera más práctica la serie.

se confirma que utilizar los modelos ARIMA siguiendo la metodología planteada por Box-Jenkins es un método apropiado a la hora de realizar pronósticos, para tener un pronóstico más acertado se recomienda el uso del método estático, pues este pronostica un periodo después de último valor real de la serie, esta recomendación se hace debido a que si se hace por medio de un método dinámico los intervalos de confianza de la serie serían

muy grandes lo que ocasionaría pérdida de precisión, lo que ocasiona una disminución en el acierto de  $t$  periodos más adelante.

Teniendo en cuenta la veracidad y utilidad de este tipo de métodos se recomienda al gobierno una política pública que capacite a los empresarios para utilizar un Software que permita la implementación de este conocimiento en los procesos de producción.

La revisión de la literatura sugiere que los mecanismos que además de estabilizar también buscan afectar los niveles de precios son insostenibles. Por su parte, las políticas de garantía de compra pueden implicar riesgos para el Gobierno. El manejo del riesgo a través de mecanismos de mercado parece ser el mecanismo más idóneo para asegurar ingresos futuros y flujos de caja para los productores.

Algunas recomendaciones del estudio son las siguientes:

- Ya que los precios del café tienen altos grados de volatilidad, se debe fomentar la utilización de instrumentos de mercado para la mitigación de riesgos. Si la oferta y la demanda de dichos instrumentos son precarias, al menos temporalmente deben considerarse incentivos fiscales para desarrollar dicho mercado.
- La política de comercialización del café colombiano ha estado basada en la calidad de su producto y en la estrategia de lograr que esta diferencia se refleje en la mayor preferencia por nuestro producto y en un diferencial de precios que premie los mayores costos, asociados con una mayor calidad, por esta razón, las técnicas de cultivo y recolección deberían ser más tecnológicas y más avanzadas.

- Implementación de buenos fertilizantes para los cafetales, esto puede contribuir en gran manera la productividad y buena calidad del café.
- Promover y enseñar técnicas estadísticas y econométricas a entidades de interés para fortalecer los pronósticos de los precios del café, con esto se puede prever el futuro y preparar planes de inversión o estrategias de mejoramiento.

## 9. Referencias Bibliográficas

- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Boken, V. K. (2000). Forecasting Spring Wheat Yield using time series analysis: a case study for the canadian prairies. *Agronomy Journal*, 1047-1053.
- Ceballos perez, S. G., & Pire, R. (2015). Estimacion del precio internacional del arroz bajo el modelo ARIMA. *Revista mexicana de Ciencias agricolas*, 2083-2089.
- Damodar N. Gujarati, D. C. (2010). *Econometria*. Mexico D.F: McGraw-Hill Interamericana editores S.A.
- Delgadillo-Ruiz, O. R.-M.-R.-C. (2016). *Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México*. Mexico: Acta universitaria. fernandez, S. d. (2016). *Series temporales: Modelo Arima*. Madrid: Universidad autonoma de Madrid. Obtenido de Universidad autonoma de madrid.
- Gillet, G. S. (2005). *Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia*. Obtenido de <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/3.LeccionesdeCrisis.pdf>
- Ivana Doportto Miguez, G. M. (2011). *La volatilidad de los precios de los commodities: el caso de los productos agricolas*. Buenos aires: Centro de economia internacional. Juan Pablo Herrera Saavedra, G. A. (2002). *Metodologia de un modelo ARIMA condicionado para el pronostico del PIB*. Colombia: Archivos de Economia: Departamento Nacional de Planeacion.
- M. Amin, M. A. (24 de 05 de 2014). TIME SERIES MODELING FOR FORECASTING WHEAT PRODUCTION. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, págs. 14441451.
- Marroquín Martínez, G. &. (2011). Aplicación de la metodología Box-Jenkins para pronóstico de precios en jitomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(4), 573-577.
- Panos Varangis, P. S. (2002). *Federacion de Cafeteros*. Obtenido de <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/4.crisiscafeteleraefectos.pdf>
- Perez Ramirez, F. O. (2006). Modelacion de la volatilidad y Pronostico del precio del cafe. *Revista de ingenierias: Universidad de Medellin*, Vol 5 N°. 9, 2006, Pags. 45-58.
- Riaño, J. (1996). *Federacion de Cafeteros*. Obtenido de [https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/El\\_mercado\\_de\\_futuros\\_y\\_la\\_volatilidad\\_del\\_precio\\_internacional\\_del\\_cafe-Juanita\\_Riano.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/El_mercado_de_futuros_y_la_volatilidad_del_precio_internacional_del_cafe-Juanita_Riano.pdf)
- Tovar, G. M. (2011). Aplicacion de la metodologia Box Jenkins para pronostico de precios en Jitomate. *Revista mexicana de ciencias agricolas*, 573-577.

## 10. Anexos

### Anexo 1

Null Hypothesis: LNPRECIO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)

	t-Statistic	Prob.*
<u>Augmented Dickey-Fuller test statistic</u>	<u>-1.955278</u>	<u>0.3068</u>
Test critical values:		
1% level	-3.449738	
5% level	-2.869978	
10% level	-2.571335	

*Figura 2. Test de Dickey-Fuller*

### Anexo 2

Null Hypothesis: DIFESTAC has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 13 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)

	t-Statistic	Prob.*
<u>Augmented Dickey-Fuller test statistic</u>	<u>-3.795537</u>	<u>0.0033</u>
Test critical values:		
1% level	-3.451283	
5% level	-2.870651	
10% level	-2.571695	

*Figura 3. Test de Dickey- Fuller diferenciado.*



## Anexo 3

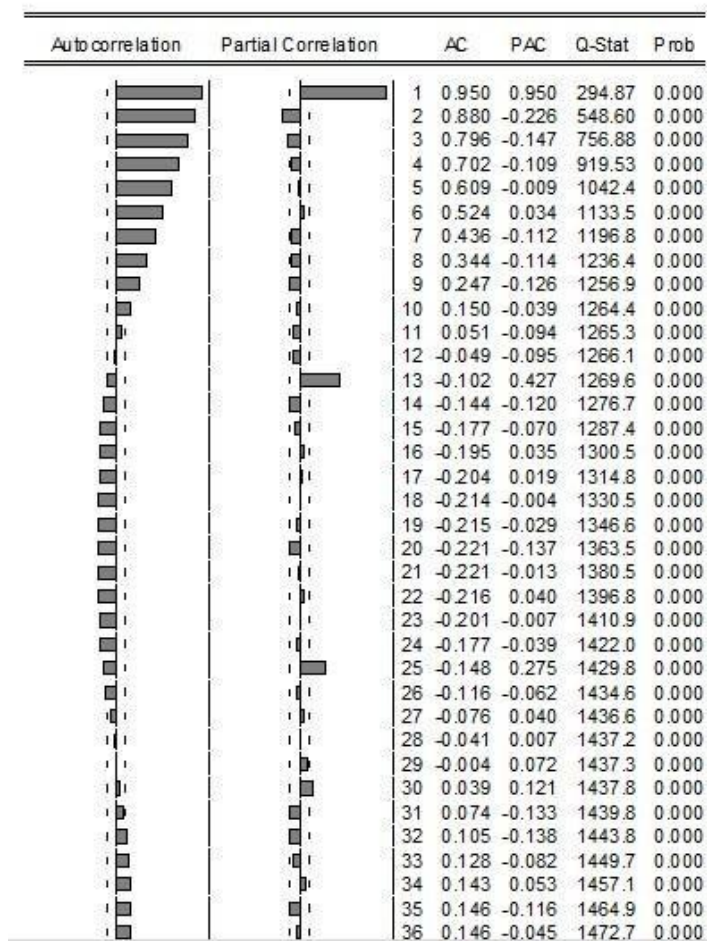


Figura 4. Correlograma

## Anexo 4

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	0.972550	0.030158	32.24882	0.0000
MA(2)	0.815822	0.029612	27.55037	0.0000
SMA(12)	-0.259464	0.064864	-4.000097	0.0001
SIGMASQ	0.018435	0.001134	16.25378	0.0000

Figura 5. Regresión

## Anexo 5

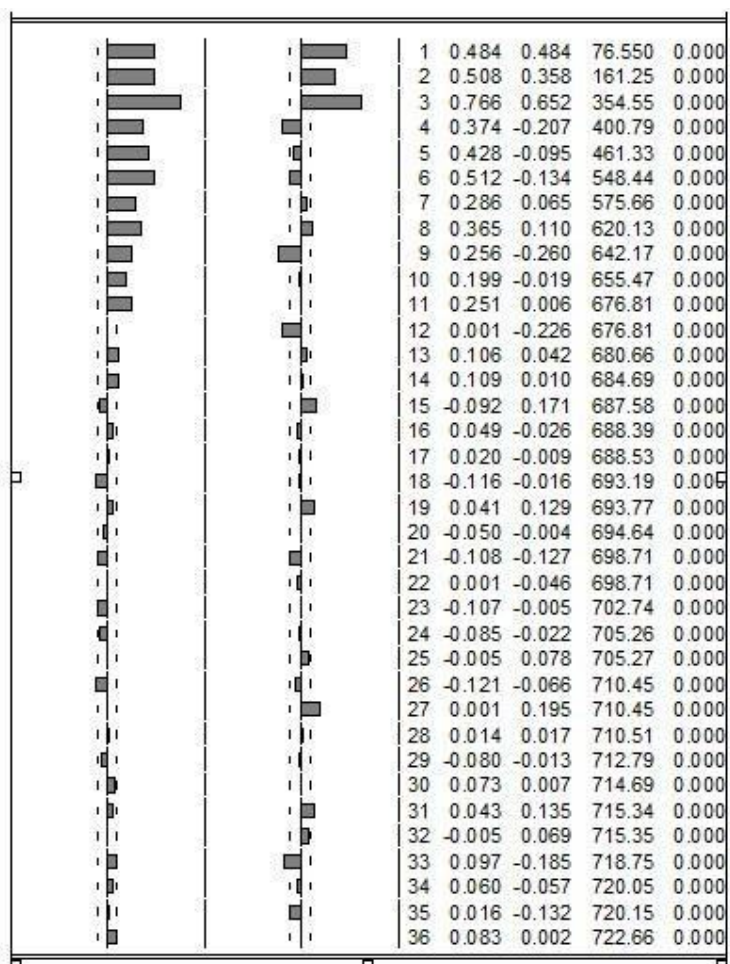


Figura 4. Correlograma

## Anexo 6

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(12)	-0.669476	0.043069	-15.54424	0.0000
AR(24)	-0.345495	0.040792	-8.469620	0.0000
MA(1)	0.218373	0.048830	4.472068	0.0000
MA(2)	0.129201	0.045692	2.827631	0.0050
SIGMASQ	0.005776	0.000392	14.75165	0.0000

Figura 5. Regression 2

## Anexo 7

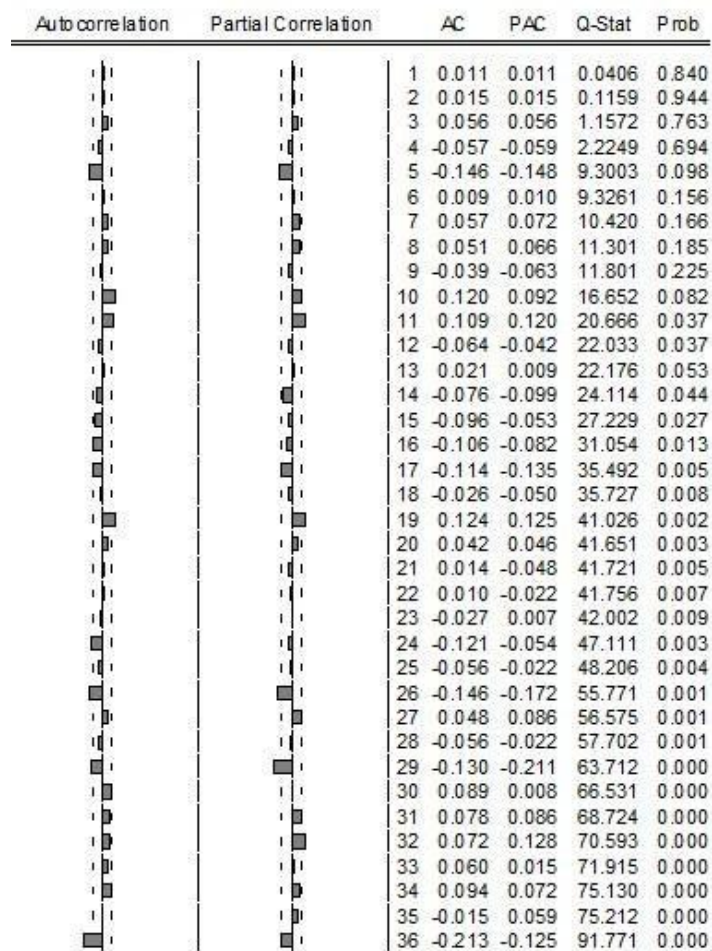


Figura 6. Correlograma

## Anexo 8

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.820629	0.264341	3.104434	0.0021
AR(2)	-0.512505	0.184677	-2.775147	0.0058
MA(1)	-0.628898	0.255904	-2.457552	0.0145
MA(2)	0.546439	0.147404	3.707086	0.0002
SIGMASQ	0.004238	0.000252	16.79767	0.0000

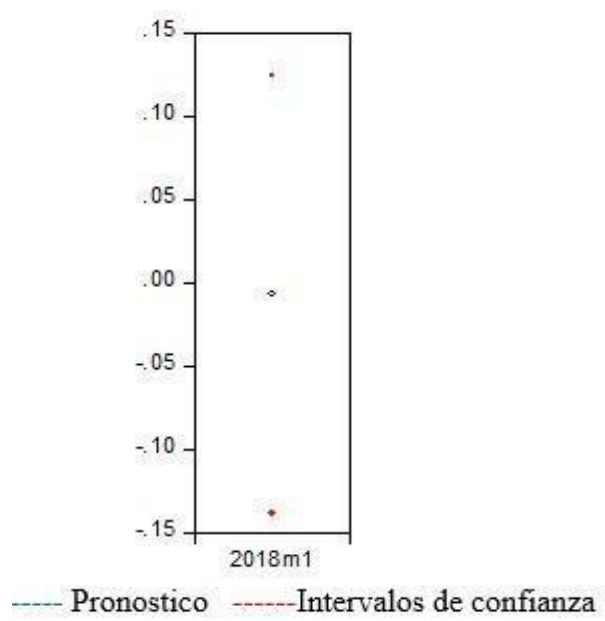
Figura 7. Regresión 3

## Anexo 9

Auto correlation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.013	0.013	0.0576	
		2	-0.041	-0.042	0.6390	
		3	0.042	0.043	1.2438	
		4	0.006	0.003	1.2561	
		5	-0.078	-0.075	3.3524	0.067
		6	0.066	0.068	4.8629	0.088
		7	0.001	-0.008	4.8631	0.182
		8	-0.008	0.004	4.8854	0.299
		9	-0.005	-0.010	4.8945	0.429
		10	0.079	0.074	7.0764	0.314
		11	0.082	0.091	9.4272	0.223
		12	-0.013	-0.015	9.4862	0.303
		13	-0.005	-0.003	9.4940	0.393
		14	-0.051	-0.062	10.399	0.406
		15	-0.050	-0.037	11.287	0.420
		16	-0.114	-0.118	15.902	0.196
		17	-0.097	-0.111	19.219	0.116
		18	-0.019	-0.022	19.342	0.152
		19	0.083	0.081	21.785	0.114
		20	0.001	0.008	21.785	0.150
		21	-0.010	-0.025	21.824	0.192
		22	-0.004	-0.013	21.830	0.240
		23	-0.019	-0.008	21.966	0.286
		24	0.002	0.026	21.968	0.342
		25	-0.052	-0.055	22.962	0.346
		26	-0.105	-0.090	26.985	0.212
		27	0.061	0.098	28.338	0.203
		28	-0.065	-0.057	29.907	0.188
		29	-0.125	-0.136	35.631	0.077
		30	0.095	0.050	39.002	0.049
		31	0.039	0.016	39.569	0.056
		32	0.053	0.084	40.606	0.058
		33	0.062	0.026	42.060	0.055
		34	0.078	0.068	44.336	0.044
		35	0.003	0.061	44.339	0.057
		36	0.035	0.077	44.805	0.066

Figura 8. Correlograma

## Anexo 10



*Figura 9. Grafico*