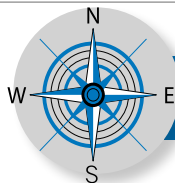


Carlos Gabriel Gómez V. ◀ **Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)**



Contrapunto

Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Carlos Gabriel Gómez Villagrán¹

Docente Escuela de Postgrado Facultad de Ciencias Económicas / USAC

Resumen

Este estudio pretende aplicar la metodología de modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA) para realizar el pronóstico al Índice de Precios al Consumidor, que comúnmente se le llama IPC. Para ello, se utiliza como evidencia una serie de datos del IPC para Guatemala en el período de 2010-2018, con la cual se pretende estimar los meses de mayo a noviembre del año 2018 y así verificar la aplicación del modelo ARIMA en pronósticos de series de tiempo. Posteriormente, se realizan estimaciones econométricas utilizando metodología Box-Jenkins. Los resultados obtenidos señalan un modelo de ecuación para la serie IPC de Guatemala, que puede predecir su evolución en el tiempo y que es estadísticamente significativo.

Palabras clave

IPC, ARIMA, Box Jenkins, Serie de tiempo, Univariada

1. Ingeniero Electrónico (USAC), Maestro en Administración Financiera (USAC), Estudiante de Doctorado en Ciencias Económicas (USAC).

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ **Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)**

Abstract

This study aims to apply the methodology of autoregressive models integrated with mobile media (ARIMA) to forecast the Consumer Price Index, which is called the CPI. To do this, a series of CPI data for Guatemala in the period 2010-2018 is used as evidence, with which it is intended to estimate the months from May to November 2018 and thus verify the application of the ARIMA model in series forecasts of time. Subsequently, econometric shipments can be made using the Box-Jenkins methodology. The results indicate an equation model for the Guatemala IPC series, which can predict its evolution over time and is statistically significant.

Keywords

CPI, ARIMA, Box Jenkins, Time series, Univariate

1. Introducción

Uno de los puntos de referencia económicos del país es el Índice de Precios al Consumidor (IPC), debido a que logra medir la canasta básica de bienes y servicios para todos los guatemaltecos. Por esta razón, es un indicador importante en la medición de la inflación en la economía, por lo tanto, sus datos son actualizados mensualmente.

Siendo el IPC un indicador muy significativo para la economía y, además, su forma es una serie de tiempo, se eligió para obtener sus pronósticos o estimaciones para meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre del año 2018. Con estas estimaciones, se quiere observar su comportamiento si prosigue una tendencia creciente o podría tener un punto de inflexión que pudiera

ser que la tendencia bajara o se mantuviera y un segundo aspecto muy relevante, la comparación de los datos reales y pronosticados en los meses antes mencionados.

Se decidió para el análisis del pronóstico del IPC, llevarlo a cabo por la metodología Box Jenkins y así obtener las estimaciones por medio de una serie de tiempo ARIMA. Durante el desarrollo de este

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ **Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)**

estudio, se van proporcionando una serie de pasos que ayudan a que dicha investigación tenga fundamentos metodológicos además de ser deductiva, analítica e interpretativa de la información tratada para lograr presentar resultados satisfactorios.

Este estudio presenta cinco partes, la cual, la primera es la introducción, la segunda parte revisa los pasos metodológicos la importancia y planteamiento del problema, los objetivos que implican las acciones para el desarrollo de la investigación y la resolución del problema, las interrogantes de este trabajo, la unidad de análisis y su periodo de tiempo. Seguidamente en la tercera parte se inicia la forma analítica e interpretativa proporcionando fundamentos teóricos de acuerdo a las necesidades, para este caso se puede mencionar, inflación, series tiempo, metodología box Jenkins, procesos autorregresivos integrados con medias móviles. En la cuarta parte, se describe principalmente como se aplicaron los modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA) al pronóstico del Índice de Precios al Consumidor (IPC). El desarrollo del modelo ARIMA por medio de la metodología Box Jenkins como herramienta de pronóstico se pre-

senta en la quinta parte, donde se identificó un modelo de pronóstico o estimación de la serie de tiempo del Índice de Precios al Consumidor (IPC). Para finalizar, se presentan los comentarios en forma de conclusión.

2. Importancia o planteamiento de la investigación

En Guatemala, un país pobre con escasa tecnología agrícola e industrial, con un sistema de gobierno económico capitalista que ha crecido demográficamente desordenado, con deficiencias culturales pobres, dando lugar a una sociedad con bastante y marcada desigualdad. Aunado a todo esto, y debido a su topología es un país propenso a desastres naturales. Los anteriores aspectos y otros más hacen que los bienes y servicios de la canasta básica sufran de cierta especulación, impidiendo una economía de libre mercado donde su equilibrio sea autónomo.

Es por ello, que mantener una frecuente evaluación sobre ciertos bienes y servicios que representan un consumo semi-constante es importante para los hogares y de suma importancia en la toma de decisiones económicas del país.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Agregando a lo anterior, la tecnología de la información ha logrado avances muy importantes en economía, estadística y econometría que han motivado a experimentar con nuevos métodos y modelos diferentes a los tradicionales. Es por ello, que este estudio cuenta con la serie de datos del índice de precios del consumidor de Guatemala, y a partir de dicha serie, se aplica paso a paso el modelo para series de tiempo ARIMA y con ello obtener un modelo univariado que proporciona las estimaciones de los últimos siete meses del año 2018, el cual es analizado y discutido.

2.1. Objetivos de la investigación

Se toma la decisión de considerar el IPC debido a que, proporciona una relación económica importante en el sistema, pero además impone una serie de condiciones abstractas que tienen una naturaleza matemática que permite formular entre otras cosas una serie de tiempo. Este agente económico es un buen instrumento para obtener un modelo univariado el cual pueda proporcionar estimaciones, por lo tanto, se puede manifestar el siguiente objetivo general:

2.1.1. Pronosticar el Índice de Precios al Consumidor (IPC) por el modelo ARIMA.

Para este proceso de investigación se formulan los objetivos específicos siguientes:

2.1.2. Obtener mediante los datos del IPC una serie univariada pronosticada.

2.1.3. Aplicar el modelo de series de tiempo ARIMA

2.1.4. Analizar el comportamiento de cada uno de los resultados del modelo ARIMA

2.2. Preguntas de la investigación

Para este estudio es importante elaborar algunas reflexiones que se deben cumplir durante el proceso de aplicación del modelo ARIMA a la serie de datos de tiempo del índice de precios al consumidor. A continuación, las interrogantes que se pretenden contestar durante la investigación.

2.2.1. ¿Cuál es el modelo univariado ARIMA para la serie de tiempo del IPC?

2.2.2. ¿Permite esta serie de tiempo ARIMA realizar pronósticos de manera rápida?

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

2.2.3. ¿Cumple la serie de datos de Índice de precios al consumidor la estacionalidad?

2.3. Delimitación de la investigación

El presente estudio de Pronóstico del índice de precios al consumidor por modelación ARIMA, se desarrolla con la serie de datos del IPC de Guatemala del periodo de enero de dos mil diez a abril de dos mil dieciocho, teniendo como base el año dos mil diez, y proporciona un análisis trascendente sobre la serie de tiempo ARIMA que puede ser utilizada para estimaciones futuras del índice económico en estudio.

2.4. Unidad de análisis

Los datos para este estudio es el Índice de Precios al Consumidor (IPC), este es un índice macroeconómico que sirve de referencia para los precios de bienes y servicios base de consumo, según el Instituto Nacional de Estadística Guatemala (INE, 2021) es un instrumento eminentemente económico social para Guatemala su uso y elaboración datan a más de treinta años.

3. Fundamentos teóricos

Para el pronóstico de la serie de datos del índice de precios del consumidor, es importante tener bien identificados conceptos como inflación, índice de precios al consumidor (IPC), series de tiempo, criterios para transformar una serie de no estacionaria a estacionaria, verificación de errores, entre otros.

3.1. Inflación

Al efecto donde los precios de los artículos en general experimentan un incremento se le denomina inflación; teóricamente, “la inflación es la subida general de los precios” (Mankin, 2014) y se mide mediante una razón llamada tasa de inflación que es: “la variación porcentual del nivel general de precios” (Mankin, 2014). Para calcular la tasa de inflación es necesario conocer el Índice de Precios al Consumidor (IPC), que es una medida de precios de bienes y servicios adquiridos por un consumidor del país.

Para conocer el IPC, es necesario realizar encuestas en todo tipo de negocios para conocer el precio de un grupo de artículos que los economistas denominan canasta

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

básica, por la importancia que se les da a ciertos productos.

Básicamente, los pasos necesarios para la construcción del IPC, son los siguientes:

- 3.1.1. Identificar la canasta o grupo de productos de importancia
- 3.1.2. Conocer los precios de dichos productos
- 3.1.3. Calcular el costo de la canasta
- 3.1.4. Elegir un año base, para comparar el incremento de los precios con otros años
- 3.1.5. Cálculo del IPC

3.2. Series de tiempo

Si se tiene una sucesión de datos a través del tiempo, y los mismos se asocian en eventos, entonces, se puede decir que se tiene una serie de tiempo. Una definición formal puede ser: "Una serie temporal es una sucesión de observaciones de una variable realizadas a intervalos regulares de tiempo" (Parra Rodríguez). Según la definición anterior una de las características de las series de tiempo es que son

homogéneas. Al estudiar los datos como series, lo que se está observando es la dinámica y estructura de la información, para verificar su comportamiento y predecir información si ese fuera el caso.

Una serie de tiempo puede tener la estructura siguiente (Walter, 2015):

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i y_{t-1} + X_t \quad (1)$$

Cuando se habla de observar la dinámica y estructura, lo que se trata es de descomponer una serie de tiempo en tendencia, componente estacional, componente cíclico y componente irregular, este último no es más que un proceso estocástico (aleatoriedad). Uno de los procesos que utiliza la descomposición de una serie de tiempo para realizar previsiones, es el análisis univariante de series y el cual realiza dicho proceso por medio de valores pasados para estimar valores futuros de dicha serie de tiempo, un ejemplo de este análisis univariante es el ARIMA.

Se puede indicar que: "una serie temporal univariante es una secuencia de N observaciones (datos), ordenadas y equidistantes cronológicamente, sobre una úni-

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

ca característica de cierta entidad observable en diferentes momentos" (Mauricio, 2016).

3.3. Modelos autoregresivos AR

"Los procesos autorregresivos son aquellos que representan los valores de una variable durante un instante de tiempo en función de sus valores precedentes" (Parra Rodriguez). En la predicción de series de tiempo, estos modelos básicamente lo que hacen es la inclusión de rezagos en la variable Y_t , por lo tanto, a estos rezagos se les ha de llamar componentes autorregresivos AR. Matemáticamente, se pueden definir de la siguiente forma (Walter, 2015):

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + \dots + a_p Y_{t-p} + \epsilon_t \quad (2)$$

Como se puede observar tiene un componente aleatorio ϵ_t , con media cero y varianza σ^2 . Así también, se puede decir que para que la varianza de la serie sea finita debe cumplir que sea estacionaria y esto conlleva a que sus raíces características sean menores a uno en valor absoluto ($|\pi_i| < 1$).

3.4. Medias móviles MA

"En los procesos de media móvil de orden q , cada observación Y_t

es generada por una media ponderada de perturbaciones aleatorias, con un retardo de q períodos" (Parra Rodriguez). Las palabras anteriores básicamente significan que la componente de medias móviles, son los rezagos de los errores en la serie de tiempo Y_t , entonces, se puede decir que el proceso de MA está integrado por puros errores que en algún momento puede ser ruido blanco.

Se pueden definir de la siguiente forma (Walter, 2015):

$$Y_t = \epsilon_t - \beta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \beta_q \epsilon_{t-q} \quad (3)$$

Este proceso conocido como MA(q) que significa el orden, y tiene una característica muy importante que es un proceso meramente estacionario. Debido a que la esperanza de Y_t es cero, porque cada esperanza de sus componentes es igual a cero. Otra observación importante, es que la varianza del proceso MA es independiente del tiempo, porque depende del número de términos que conformen a Y_t .

Lo anterior se describe de la siguiente forma (Walter, 2015):

$$var(Y_t) = \left(1 + \sum_{i=1}^q \beta_i^2 \right) \sigma^2 \quad (4)$$

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

3.5. Modelos ARIMA

A finales de los años setenta, Box y Jenkins desarrollaron una nueva herramienta de predicción denominado modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA) (Parra Rodríguez). Lo que hicieron estos personajes es realizar una unión de los modelos anteriormente descritos logrando con ello obtener las propiedades estadísticas de una serie de tiempo estacional por medio de los componentes autoregresivos AR y los componentes de las medias móviles de una serie Y_t . Este modelo es estacionario y a veces llamado ARMA, se puede definir de la siguiente forma (Walter, 2015):

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (5)$$

Estos modelos combinados se forman con un componente AR(p) y MA(q), que al combinarse se llaman ARMA(p,q), cuando alguno de los componentes es cero, se dice que es un proceso puro ya sea para AR(p) o para MA(q).

Un proceso bastante común y sencillo es el ARMA(1,1), su función característica puede ser (Walter, 2015):

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (6)$$

La función anterior al sufrir rezagos, toma la forma siguiente (Walter, 2015):

$$Y_t = (a_1 - \beta_1) \sum_{i=0}^{\infty} a_1^i \varepsilon_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

La ecuación anterior indica que para que la serie cumpla ser estacionaria el coeficiente a_1 debe ser menor a 1 en su valor absoluto. Y para que cumpla la condición de invertibilidad la $|\beta_i| < 1$, por este efecto se ordena la ecuación (7) como (Walter, 2015):

$$\varepsilon_t = Y_t - (a_1 - \beta_1) \sum_{i=0}^{\infty} \beta_1^i Y_{t-i-1} \quad (8)$$

En efecto, se puede decir que un modelo ARMA(p,q), es estacionario si su componente AR lo es y es invertible si su componente de media móvil también lo es. Para este caso el modelo se denomina autoregresivo con promedio móvil. Pero si en dado el caso no se cumplen las condiciones arriba expuestas, la serie Y_t pasa a ser un proceso integrado y recibe el nombre de modelo autoregresivo integrado de promedios móviles llamado ARIMA.

Regularmente la mayoría de series presentan una tendencia que hace que la serie presente una media cambiante en el tiempo.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Para eliminar la presencia de esta tendencia la serie se transforma en estacionaria, para realizar esto la serie de tiempo se debe evaluar con el criterio de raíz unitaria y es básicamente el concepto descrito anteriormente y que se conoce como no estacionalidad, por tanto, al cumplirse este criterio la serie se toma como primera diferencia cumpliendo la estacionariedad.

3.6. Metodología Box-Jenkins

Para realizar dicho pronóstico para series ARIMA, se va a utilizar la metodología Box Jenkins, básicamente este procedimiento no se basa en suponer algún patrón en la muestra o datos sobre los cuales se va a pronosticar, sino que se basa en un enfoque interactivo para identificar el mejor modelo posible y así calcular las estimaciones necesarias.

Dando una definición formal se puede decir que: "La metodología Box Jenkins se refiere a un conjunto de procedimientos para identificar, ajustar y verificar modelos ARIMA con los datos de la serie de tiempo. Los pronósticos se derivan directamente de la forma de un modelo ajustado (Hanke, 2010).

Este proceso metodológico considera los siguientes pasos:

1. Postular y observar el modelo a utilizar
2. Comprobación de estacionariedad, se utiliza comprobación de raíz unitaria
3. Identificación del modelo a considerar, por medio del correlograma
4. Estimar los parámetros del modelo
5. Verificación de supuestos de ruido blanco y de heteroscedasticidad, analizando la significancia de los residuales en el correlograma
6. Pronosticar de acuerdo al modelo encontrado

4. Metodología

Para el pronóstico del Índice de precios al consumidor, se utilizan datos que se convierten en una serie de tiempo, y como se sabe las series de tiempo presentan una tendencia de crecimiento, con lo cual, no responden a shocks temporales sino a incrementos normales conforme vaya evolucionando la población; presentan una media cambiante en el tiempo. Para cambiar este comportamiento de

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

crecimiento de tendencia, se necesita de la serie las primeras diferencias y como resultado hacer que la serie sea estacionaria.

A diferencia de realizar un análisis estadístico tradicional, se utilizan los modelos autorregresivos de promedio móvil integrados conocidos como ARIMA, que no son más que un test estadístico que evalúa la serie de tiempo en determinados pasos y proporciona un modelo econométrico final que se utilice para pronosticar.

El desarrollo del pronóstico se inicia desde los datos correspondientes al Índice de precios del consumidor (IPC) que forman la serie a través de tiempo, la cual tiene un periodo de enero de 2010 a abril de 2018. A dicha serie de tiempo se le miden los patrones de estabilidad, si se obtiene un resultado diferente entonces, se puede decir que la serie presenta volatilidad y no es estacionaria, en otras palabras, carece de la propiedad de estacionariedad. Aquí se debe recordar que la serie de tiempo del IPC, es determinística, con lo cual, la no estacionariedad es fundamentada, lo que ocasiona que la varianza no sea constante y se presente la heterocedasticidad.

Ante los problemas descritos an-

teriormente, para lograr el análisis que se requiere, se procede a estabilizar la serie por medio del proceso de Box Jenkins para series ARIMA. Este método le realiza a la serie de datos una prueba de estacionariedad por medio del test de raíz unitaria, si se obtiene el rechazo de la hipótesis nula que representa si la serie es no estacionaria, entonces, se procede a la identificación del modelo a través del correlograma de la serie ya sea en niveles o en primera diferencia y así obtener un modelo econométrico como el siguiente:

$$\widehat{IPC}_T = C + \beta_1 IPC_{t-i} + \vartheta_1 \varepsilon_{t-i} \quad (9)$$

De acuerdo al modelo encontrado como la ecuación (9), se evalúa por medio de los residuos la comprobación de ruido blanco, heteroscedasticidad y autocorrelación, con el fin de proporcionar una robustez al modelo identificado, con el fin de confirmarlo y utilizarlo para las estimaciones de los períodos requeridos que en este caso son los siete meses posteriores al mes de abril de 2018.

En cada procedimiento del método Box Jenkins para series ARIMA, se realiza el debido análisis de los valores significativos para cada prueba y proceder a tomar la mejor decisión respecto a la identificación

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

del modelo y robustez, para lograr un modelo fiable al momento de realizar los pronósticos.

5. Resultados y discusión

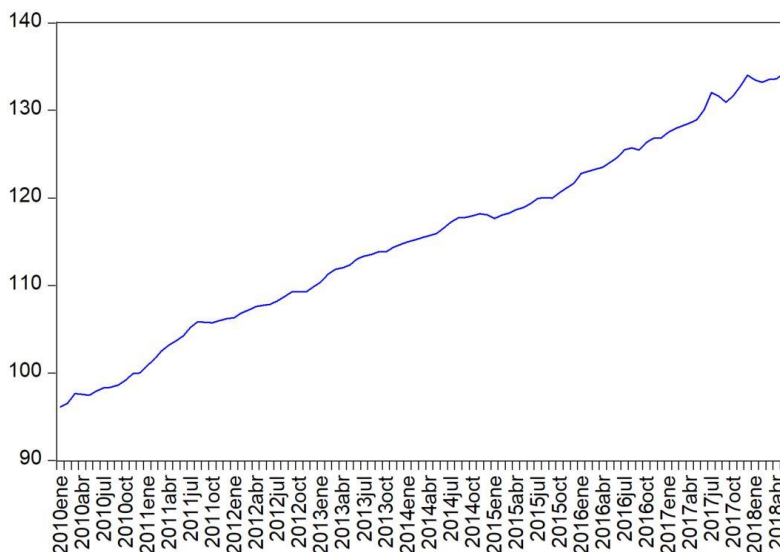
Para la serie de datos comprendida entre enero de 2010 a abril de 2018, correspondiente al Índice de Precios al Consumidor llamada comúnmente IPC, se somete a la metodología Box Jenkins para obtener un modelo ARIMA que sea

utilizable para pronosticar los siete meses posteriores a abril de 2018, este proceso se lleva a cabo por medio del software EVIEWS.

5.1. Observar la muestra de la serie de tiempo del Índice de Precios al Consumidor

En la Figura 1, se muestra la serie de datos que representa el Índice de Precios al Consumidor de Guatemala (IPC).

Figura 1. Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Guatemala período 2010 a 2018



Fuente: Elaboración propia en software EVIEWS

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Se puede verificar que la serie de datos de la figura 1, tiene una tendencia ascendente a largo plazo, no se observa estacionariedad lo cual se debe identificar en el próximo paso.

De los registros obtenidos, se pueden deducir los tipos de incidencia en el tramo, esta información no se analizó para dicho estudio, pero sí sirve para crear una idea de la problemática. En la figura 1, se muestran cómo se distribuyen las incidencias.

5.2. Comprobación de estacionariedad

Se necesita una serie estacional y así poder estimar un modelo uni-

variado ARIMA, por medio de la prueba de raíz unitaria se procede a comprobar la estacionariedad de la serie del IPC.

Para realizar la prueba de raíz unitaria se plantean las siguientes hipótesis que se deben cumplir para determinar la estacionariedad de la serie de tiempo de acuerdo al test de Dickey Fuller.

$$H_0: \rho = 1 \quad \text{No es estacionaria (10)}$$

$$H_1: \rho < 1 \quad \text{es estacionaria (11)}$$

Por medio de software Eviews se obtienen los resultados mostrados en la tabla 1.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Tabla 1. Prueba de Dickey Fuller de raíz unitaria por niveles

Hipotesis nula: INDICE_ tiene una raíz unitaria

Exógeno: tendencia lineal constante

Longitud de retraso: 2 (Automático - basado en SIC, maxlag = 16)

		Estadístico t	Prob.*
Prueba estadística aumentada de Dickey-Fuller		-1.722301	0.7340
Prueba valores críticos	Nivel 1%	-4.054393	
	Nivel 5%	-3.456319	
	Nivel 10%	-3.153989	

*MacKinnon (1996) p-valores unilaterales

Ecuación de prueba de Dickey-Fuller aumentada

Variable dependiente: D(INDICE____)

Método: mínimos cuadrados

Muestra (ajustada): 4 101

Observaciones incluidas: 98 después de ajustes

Variable	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico t	Prob.
INDICE____(-1)	-0.074203	0.043083	-1.722301	0.0883
D(INDICE____(-1))	0.249587	0.094841	2.631632	0.0099
D(INDICE____(-2))	-0.322533	0.097113	-3.321211	0.0013
C	7.560489	4.150999	1.821366	0.0718
@TREND("1")	0.027423	0.015787	1.737073	0.0857
R-cuadrado	0.186696	Variable dependiente media		0.373367
R-cuadrado ajustado	0.151715	D.E. de la var. Dependiente		0.393800
E. estándar de regresión	0.362699	Criterio de info. de Akaike		0.859185
Suma del cuadrado de los residuos	12.234200	Criterio de Schwarz		0.991071
Prob. De registro	-37.100080	Criterio Hannan-Quinn		0.912531
Estadístico F	5.337101	Estad. Durbin-Watson		1.872821
Prob(Estadístico F)	0.000650			

Fuente: Elaboración propia en EViews

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

La tabla 2 muestra los resultados del test de raíz unitaria por medio de Dickey Fuller, se observa que la probabilidad de la prueba es 0.7340 que es mayor a 0.05 valor de significancia, por lo tanto, se procede a la aceptación de la hipótesis nula y en efecto la serie es no estacionaria. Otra forma de valuar es la distribución τ , este valor debe ser mayor que los valo-

res de los niveles de significancia (1%, 5% y 10%), para este caso el 1.722301 no es mayor, por lo que con esto se confirma que se acepta la hipótesis nula.

Se procede a realizar el test de raíz unitaria (Dickey Fuller), pero ahora en primera diferencia, con lo cual se obtienen los siguientes datos:

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Tabla 2. Prueba de Dickey Fuller de raíz unitaria por primera diferencia

Hipótesis nula: $D(INDICE_)$ tiene una raíz unitaria

Exógeno: tendencia lineal constante

Longitud de retraso: 1 (Automático - basado en SIC, maxlag = 16)

	Estadístico t	Prob.*
Prueba estadística aumentada de Dickey-Fuller	-9.386585	0.0000
Prueba valores críticos		
Nivel 1%	-4.054393	
Nivel 5%	-3.456319	
Nivel 10%	-3.153989	

*MacKinnon (1996) p-valores unilaterales

Ecuación de prueba de Dickey-Fuller aumentada

Variable dependiente: $D(INDICE___,2)$

Método: mínimos cuadrados

Muestra (ajustada): 4 101

Observaciones incluidas: 98 después de ajustes

Variable	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico t	Prob.
$D(INDICE___(-1))$	-1.145144	0.121998	-9.386585	0.0000
$D(INDICE___(-1),2)$	0.366489	0.094674	3.871053	0.0002
C	0.412884	0.090528	4.560845	0.0000
@TREND("1")	0.000325	0.001309	0.248212	0.8045
R-cuadrado	0.506929	Variable dependiente media		-0.004898
R-cuadrado ajustado	0.491193	D.E. de la var. Dependiente		0.513766
E. estándar de regresión	0.366473	Criterio de info. de Akaike		0.870175
Suma del cuadrado de los residuos	12.624420	Criterio de Schwarz		0.975684
Prob. De registro	-38.638580	Criterio Hannan-Quinn		0.912851
Estadístico F	32.213970	Estad. Durbin-Watson		1.900643
Prob(Estadístico F)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en EViews

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

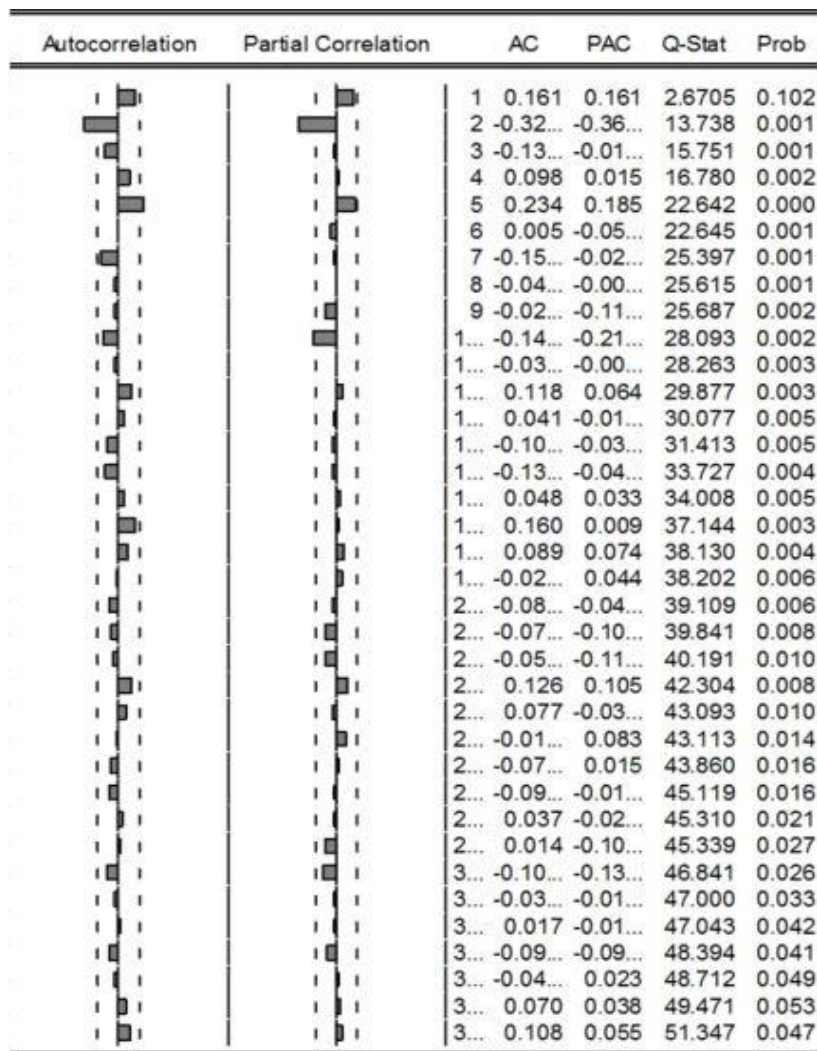
En la tabla 2, se puede observar que ahora para la prueba de Dickey Fuller en su valor de probabilidad es 0.0000 con lo que se tiene que este valor es menor a 0.05, por lo tanto, la prueba en primera diferencia tiene significancia. En efecto, ahora se procede a rechazar la hipótesis nula, y la serie es estacionaria en primera diferencia. El valor de τ en valor absoluto, también es mayor a los valores de los niveles de significancia (1%, 5%, 10%).

5.3. Identificación del modelo

Ahora que se ha transformado la serie de datos en estacionaria, se procede a la identificación del modelo, para este paso por medio de *evIEWS* se obtiene el correlograma de dicha serie donde se realiza con 100 observaciones, el cual se muestra en la Figura 2.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Figura 2. Correlograma de la serie estacionaria en primera diferencia ^{2 3}



Fuente: Elaboración propia en EViews

2. AC = Autocorrelation

3. PAC= Partial correlation

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

El correlograma muestra que hay barras que sobresalen de las bandas (líneas punteadas), entonces, de la función autocorrelación se puede ver que existe un modelo MA(2) y MA(5) y de la función de autocorrelación parcial un AR(2) y un AR(10), con estos datos se

identifica el modelo econométrico que se muestra en la ecuación 12, los resultados se observan en la tabla 3.

$$D(indice) = c + AR(2) + AR(10) + MA(2) + MA(5) \quad (12)$$

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Tabla 3. Estimación modelo serie ARIMA a primera diferencia

Variable Dependiente: D(INDICE)

Método: Máxima probabilidad ARMA (BFGS)

Muestra: 2010M02 2018M05

Observaciones incluidas: 100

Convergencia lograda después de 8 interacciones

Coefficiente de covarianza calculado por un producto externo de gradientes

Variable	Coficiente	Error Estándar	Estadístico t	Prob.
C	0.379744	0.033581	11.30823	0.0000
AR(2)	-0.312857	0.093388	-3.350085	0.0012
AR(10)	-0.20619	0.101507	-2.031301	0.0450
MA(5)	0.236056	0.103014	2.291505	0.0241
SIGMASQ	0.125315	0.014991	8.359102	0.0000
R-cuadrado	0.195731	Variable dependiente media		0.381200
R-cuadrado ajustado	0.161867	D.E. de la var. Dependiente		0.396720
E. estándar de regresión	0.363195	Criterio de info. de Akaike		0.872024
Suma del cuadrado de los residuos	12.531510	Criterio de Schwarz		1.002282
Prob. De registro	-38.601180	Criterio Hannan-Quinn		0.924742
Estadístico F	5.779936	Estad. Durbin-Watson		1.581620
Prob(Estadístico F)	0.000331			
Raices invertidas AR	.78+.27i	.78-.27i	.48-.72i	.48+.72i
	.00-.90i	.00+.90i	-.48-.72i	-.48+.72i
	-.78+.27i	-.78-.27i		
Raices invertidas MA	.61-.44i	.61+.44i	-.23+.71i	-.23-.71i
	-0.75			

Fuente: Elaboración propia en EViews

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

5.4. Verificación de supuestos de ruido blanco, correlación y de heteroscedasticidad

Para realizar la verificación de ruido blanco, se evalúa si los residuos no son significativos en el 5%, para esto se plantean las hipótesis siguientes:

H_0 : *Existe ruido Blanco* (13)

H_1 : *No Existe Ruido Blanco* (14)

El correlograma de los residuos que incluye 100 observaciones se muestra en la figura 3, se puede observar que el valor de probabilidad de la mayoría de los residuos es mayor al 5% del nivel de significancia, por lo tanto, se puede decir que se acepta la hipótesis nula, indicando que la serie de tiempo estacionaria en primera diferencia contiene ruido blanco.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Figura 3. Correlograma ruido blanco modelo estimado serie ARIMA a primera diferencia^{4 5}

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.203	0.203	4.2328	
		2 0.012	-0.030	4.2487	
		3 -0.041	-0.039	4.4234	
		4 -0.042	-0.027	4.6114	0.032
		5 -0.006	0.008	4.6153	0.099
		6 0.015	0.013	4.6399	0.200
		7 -0.107	-0.120	5.8846	0.208
		8 -0.088	-0.045	6.7341	0.241
		9 -0.054	-0.028	7.0661	0.315
		10 0.010	0.020	7.0772	0.421
		11 -0.032	-0.054	7.1928	0.516
		12 0.021	0.031	7.2456	0.612
		13 0.008	0.001	7.2523	0.701
		14 -0.063	-0.080	7.7290	0.737
		15 -0.071	-0.060	8.3298	0.759
		16 0.074	0.095	9.0018	0.773
		17 0.119	0.090	10.749	0.706
		18 0.076	0.015	11.466	0.719
		19 0.001	-0.019	11.466	0.780
		20 -0.140	-0.129	13.958	0.670
		21 -0.096	-0.043	15.156	0.651
		22 -0.075	-0.081	15.884	0.665
		23 0.092	0.128	17.010	0.652
		24 0.041	0.020	17.233	0.697
		25 0.052	0.064	17.605	0.729
		26 0.013	-0.003	17.630	0.777
		27 -0.056	-0.081	18.064	0.800
		28 0.003	0.003	18.066	0.840
		29 -0.027	-0.084	18.168	0.870
		30 -0.128	-0.104	20.565	0.806
		31 -0.103	-0.042	22.131	0.775
		32 -0.076	-0.007	22.999	0.777
		33 -0.121	-0.133	25.230	0.714
		34 -0.023	-0.023	25.315	0.753
		35 0.062	0.024	25.914	0.767
		36 0.116	0.103	28.061	0.712

Fuente: Elaboración propia en EViews

4. AC = Autocorrelation

5. PAC = Partial Correlation

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Para verificar la autocorrelación, también se procede a realizar la prueba de correlogram squared residuals, para probar las siguientes hipótesis:

H_0 : Existe autocorrelación (15)

H_1 : No Existe autocorrelación (16)

Figura 4. Correlograma correlación modelo estimado serie ARIMA a primera diferencia^{6 7}

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.130	0.130	1.7297	0.188
		2	0.051	0.035	2.0023	0.367
		3	-0.071	-0.083	2.5274	0.470
		4	-0.037	-0.020	2.6748	0.614
		5	0.039	0.055	2.8403	0.725
		6	0.084	0.071	3.6093	0.729
		7	-0.042	-0.073	3.7994	0.803
		8	-0.032	-0.022	3.9133	0.865
		9	0.056	0.088	4.2621	0.893
		10	0.021	0.002	4.3133	0.932
		11	-0.043	-0.075	4.5212	0.952
		12	0.096	0.122	5.5956	0.935
		13	-0.033	-0.034	5.7232	0.956
		14	-0.050	-0.074	6.0186	0.966
		15	-0.045	-0.032	6.2665	0.975
		16	-0.042	-0.007	6.4796	0.982
		17	-0.039	-0.035	6.6627	0.988
		18	0.184	0.171	10.896	0.899
		19	-0.015	-0.052	10.926	0.926
		20	-0.024	-0.027	11.000	0.946
		21	-0.028	-0.003	11.100	0.961
		22	0.027	0.048	11.195	0.972
		23	0.040	0.030	11.411	0.979
		24	-0.023	-0.090	11.480	0.985
		25	-0.016	0.034	11.513	0.990
		26	-0.066	-0.026	12.121	0.990
		27	-0.020	-0.054	12.179	0.994
		28	-0.034	-0.043	12.342	0.995
		29	-0.024	0.024	12.426	0.997
		30	0.223	0.215	19.681	0.925
		31	0.114	0.058	21.609	0.895
		32	-0.017	-0.080	21.652	0.916
		33	-0.045	0.008	21.955	0.929
		34	-0.057	-0.007	22.461	0.935
		35	0.030	0.025	22.597	0.948
		36	0.008	-0.079	22.607	0.960

Fuente:
Elaboración
propia en
EViews

6. AC = Autocorrelation

7. PAC = Partial Correlation

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Se puede visualizar de la figura 4, que los valores de probabilidad de los residuos son mayores al 5% de significancia, con lo cual, se acepta la hipótesis y se indica que la serie ARIMA en primera diferencia no contiene autocorrelación.

Para verificar la heteroscedasticidad se ejecuta la prueba de arch

para 13 rezagos, se procede a plantear las hipótesis siguientes:

H_0 : No existe heteroscedasticidad (17)

H_1 : Existe autocorrelación (18)

De acuerdo a los resultados de la tabla 4, se puede indicar que se acepta la hipótesis nula, indicando que no existe heteroscedastidad.

Tabla 4. Resultado de la prueba de ARCH al modelo estimado serie ARIMA a primera Diferencia

Prueba de heteroscedasticidad ARCH

Estadístico F	1.660932	Prob. F(1.97)	0.2005
Obs. *R cuadrado	1.666641	Prob. Chi-cuadrado(1)	0.1967

Ecuación de prueba

Variable dependiente: RESID²

Método: mínimos cuadrados

Muestra (ajustada): 2010M03 2018M05

Observaciones incluidas: 99 después de ajustes

Variable	Coefficiente	Error Estándar	Estadístico t	Prob.
C	0.110375	0.028538	3.867639	0.0002
RESID ² (-1)	0.129606	0.100566	1.288772	0.2005
R-cuadrado	0.016835	Variable dependiente media		0.126568
R-cuadrado ajustado	0.006699	D.E. de la var. Dependiente		0.255808
E. estándar de regresi	0.25495	Criterio de info. de Akaike		0.124494
Suma del cuadrado de los residuos	6.304936	Criterio de Schwarz		0.176921
Prob. De registro	-4.162454	Criterio Hannan-Quinn		0.145706
Estadístico F	1.660932	Estad. Durbin-Watson		1.980393
Prob(Estadístico F)	0.200543			

Fuente: Elaboración propia en EViews

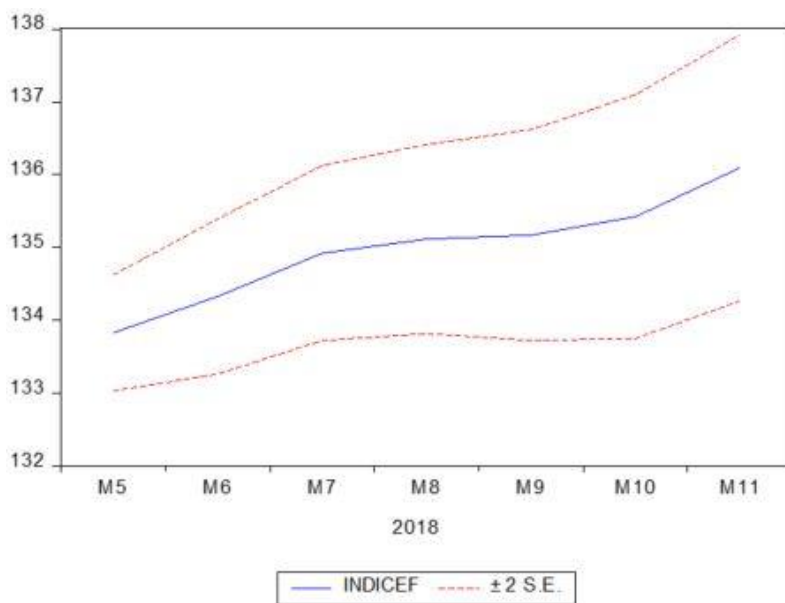
Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

5.5. Estimación de valores de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2018 del IPC de Guatemala

Después de haber comprobado que el modelo es robusto, se procede a utilizarlo para realizar

el pronóstico de los siete meses objetivos, el cual se muestra en la figura 5. En dicha figura, se muestra en color azul el pronóstico del IPC esta gráfica tiene el nombre de INDICEF, y tiene una banda límite (thresholds) que la componen las trazas de color rojo de más menos 2 desviaciones estándares.

Figura 5. Pronóstico IPC de Guatemala modelo ARIMA estacionario



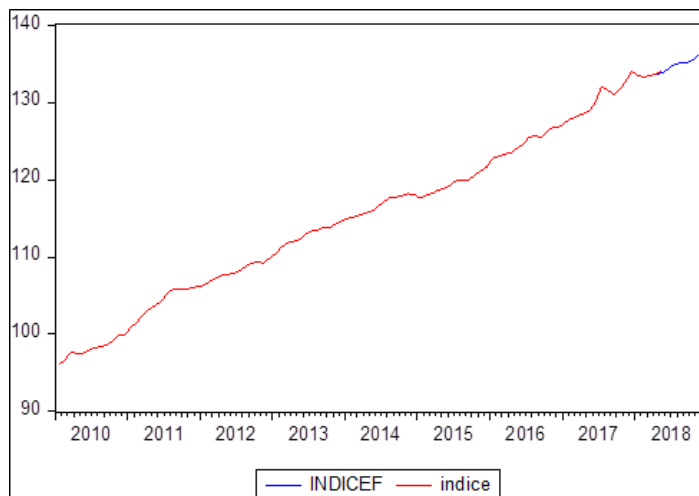
Fuente:
Elaboración
propia en
EViews

En la figura 6, se puede observar la serie del IPC en color rojo (índice) y agregada a ella, la traza de color azul que corresponde al pronóstico del IPC (INDICEF), en con-

junto se puede notar que ambas trazas presentan un movimiento ascendente y volatilidad igual que en la serie original.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

Figura 6. Serie y Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Guatemala modelo ARIMA estacionario



Fuente:
Elaboración
propia en
EViews

Tabla 5. Serie y Pronóstico IPC de Guatemala modelo ARIMA estacionario⁸

Item	Mes Pronóstico	PERIODO	INDICEF (pronóstico)	INDICE REAL
1	Mayo 2018	2018M05	133.826644	134.23
2	Junio 2018	2018M06	134.326327	135.00
3	Julio 2018	2018M07	134.921952	135.48
4	Agosto 2018	2018M08	135.115035	136.08
5	Sep. 2018	2018M09	135.166821	137.35
6	Octubre 2018	2018M10	135.423463	136.95
7	Nov. 2018	2018M11	136.093391	137.13

Fuente: Elaboración propia en EViews

8. INDICE REAL, datos obtenidos del Banco de Guatemala

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

De acuerdo a la figura 5 y observando los valores indicados en la tabla 5, se puede indicar que la capacidad de predicción del modelo es aceptable, hay ciertos datos importantes que no se reflejaron que se importantes en las decisiones, los valores proporcionados están dentro de los rangos de tendencia.

5.6. Modelo para pronóstico de la serie IPC de Guatemala

De acuerdo al modelo ARIMA identificado, se puede decir que la serie para pronosticar el Índice de Precios al Consumidor para Guatemala (IPC), es una serie estacionaria en primera diferencia que contiene un rezago en el periodo dos AR(2), otro en el periodo 10 AR(10) y rezagos de medias móviles en el periodo 5, se puede escribir como la ecuación 19.

$$D(\text{indice}) = c + AR(2) + AR(10) + MA(5) \quad (19)$$

Después de estimar este modelo, la ecuación de Y_t , queda de la siguiente forma:

$$\widehat{IPC}_t = 0.3797 - 0.3128\widehat{IPC}_{t-2} - 0.2062\widehat{IPC}_{t-10} + 0.2360\widehat{\varepsilon}_{t-5} \quad (20)$$

6. Conclusiones

- 6.1. Para el Índice de Precios al Consumidor (IPC) para Guatemala, se pudo comprobar que se puede pronosticar por medio de un modelo ARIMA robusto que realiza las estimaciones necesarias para obtener el mismo movimiento de la serie original.
- 6.2. La serie de datos del IPC, bajo los supuestos del método Box Jenkins, resulto una serie autoregresiva integrada por medias móviles en otras palabras, su transformación en una serie univariada descompuesta en sus componentes muestra la eficiencia de dicho método.
- 6.3. Después de observar el comportamiento de los resultados al aplicar el método Box-Jenkins para modelos ARIMA, es evidente que la ecuación 20 obtenida representa mejor estimación de la serie original, proporcionando pronósticos de forma rápida y sencilla.

Carlos Gabriel Gómez V. ◀ Pronóstico Índice de Precios al Consumidor (IPC) por modelos autorregresivos integrados con medias móviles (ARIMA)

7. Referencias

- Dennis D. Wackerly, W. M. (2010). *Estadística matemática con aplicaciones*. Mexico: Cengage Learning Editores, S.A.
- Hanke, J. E. (2010). *Pronósticos en los negocios*. Mexico: Pearson Educación.
- INE. (31 de Julio de 2021). *Instituto Nacional de Estadística Guatemala*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística Guatemala: <https://www.ine.gob.gt/ine/>
- Kenney, J. a. (1951). *Mathematics of Statistics*. New Jersey: Princeton.
- Mankin, N. G. (2014). *Macroeconomía*. Nueva York, Estados Unidos: Worth Publishers.
- Mauricio, J. A. (2016). *Análisis Univariante de Series Temporales*. Madrid: Universidad Complutense Madrid.
- Parra Rodriguez, F. (s.f.). *Econometría Aplicada II*.
- Sampieri, R. H. (2007). *Fundamentos de la metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Shapiro, S., & Wilk, M. B. (1965). *An analysis of variance test for normality (complete samples)*.
- Walter, E. (2015). *Applied Econometric Time Series*. Alabama: John Wiley & Sons.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría, Un enfoque moderno* (4a. Edición ed.). Mexico: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.