

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA  
UNAN – LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**



**Tesis para optar al título de Licenciado en Economía  
Tema: Pronóstico del PIB Trimestral de Nicaragua del I-IV: 2019**

**Elaborado por:**

Br. Ronaldo René Ramírez Otero  
Br. Oswaldo Josué Urtado Aguilera  
Br. Julio César Orellana López.

**Tutor:**

M.Sc. Yader Alberto Avilés Peralta

**Asesor**

Lic. Víctor José Espinoza Hernández.

**Marzo, 2020**

**“A la Libertad por la Universidad”**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de la carrera y permitirnos llegar hasta este momento en nuestras vidas, a nuestras familias por todo el esfuerzo para brindarnos una profesión y convertirnos en personas de bien, inculcándonos valores día a día y brindarnos su apoyo.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma nos ayudaron a crecer como personas y como profesionales.

Br. Oswaldo Josué Urtado Aguilera

Br. Julio Cesar Orellana López

Br. Ronaldo René Ramírez Otero

## **DEDICATORIA**

A Dos, a la familia, a todos los que nos apoyaron desde el inicio hasta el final de esta etapa, a los que nos cedieron su tiempo, a los que quitamos tantos instantes y a los que sueñan junto a nosotros con ser grandes personas en el futuro.

Br. Oswaldo Josué Urtado Aguilera

Br. Julio Cesar Orellana López

Br. Ronaldo René Ramírez Otero

## ÍNDICE GENERAL

I. Introducción .....	1
II. Antecedentes .....	3
III. Justificación .....	5
IV. Planteamiento del problema .....	7
V. Hipótesis.....	8
VI. Objetivos.....	9
6.1 Objetivo General .....	9
6.2 Objetivos Específicos .....	9
VII. Marco Teórico.....	10
7.1 Marco conceptual.....	10
7.1.1. Producto Interno Bruto (PIB).....	10
7.2 Definiciones econométricas .....	10
7.2.1 Econometría .....	10
7.2.2 Modelos econométricos .....	11
7.2.3 Series de tiempo.....	11
7.2.4 Estacionalidad .....	12
7.2.5 Estacionariedad en sentido estricto o fuerte .....	12
7.2.6 Estacionariedad en sentido débil .....	12
7.2.7 Proceso gaussiano de ruido blanco .....	13
7.3 Teoría econométrica .....	13
7.3.1 Modelos ARIMA.....	13
7.3.2 Modelo de Suavizamiento Exponencial .....	15
7.3.3 Suavizamiento Exponencial Doble: Método de Holt.....	16
7.3.4 Suavizamiento Exponencial Triple: Método de Holt-Winters .....	18
VIII. Diseño Metodológico .....	20
8.1 Enfoque de estudio .....	20
8.2 Alcance del estudio .....	20
8.3 Diseño del estudio.....	20
8.4 Temporalidad del estudio .....	20
8.5 Fuentes y procesamiento de la información .....	21
8.6 Metodología econométrica .....	21

8.6.1 Método ARIMA y SARIMA .....	21
8.6.2 Método de Holt .....	23
8.6.3 Método de Holt-Winters .....	23
8.7 Operacionalización de la variable.....	24
IX. Resultados y discusión .....	25
9.1 Evolución del PIB Trimestral de Nicaragua .....	25
Índices estacionales .....	26
9.2 Modelo SARIMA.....	30
9.2.1 Elección del Modelo Econométrico .....	31
9.2.2 Modelo econométrico SARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1).....	32
9.2.3 Validación del modelo econométrico.....	33
9.3 Modelo de Holt Winter.....	37
9.3.1 Modelo Holt Winter Aditivo.....	38
9.3.2 Modelo Holt-Winters Multiplicative .....	39
9.4 Elección de modelo para el mejor pronostico.....	44
X Conclusiones .....	45
X Referencias .....	46
XI Anexos .....	49



## I. Introducción

A lo largo del tiempo, los estudios detallados del comportamiento de distintas variables macroeconómicas como el Producto Interno Bruto (PIB), ha sido de gran utilidad para la economía de cualquier país al momento de tomar decisiones o mejor aún, optar por nuevas políticas económicas (Harmath & Castillo, 2015). El indicador más amplio de la actividad económica agregada, así como el más conocido y utilizado para los estudios sobre el crecimiento económico de un país, es el PIB (Abel & Bernanke, 2004).

El PIB es uno de los indicadores económicos más utilizados en la producción de un país, es decir, es el principal determinante para establecer el nivel de riqueza de un país tal como destacan Samuelson y Nordhaus (2013). La importancia de éste radica en la notable habilidad de brindar un panorama general del estado de la economía de la misma manera que un satélite en el espacio puede vigilar el clima en todo un continente.

Harmath (2015) hace mención a Mankiw y Taylor (2007) quienes consideran el PIB real como un indicador monetario de las realizaciones globales de la economía, pues integra las producciones intersectoriales del aparato productivo del país, siendo así el mejor estándar de medición de las condiciones económicas nacionales (pág. 135).

El crecimiento económico es uno de los temas de mayor énfasis dentro de una economía, debido a que es la razón primordial en el proceso dinámico que entraña un cambio continuo en la estructura sectorial de un país, constituyéndose como el objetivo principal del diseño de las políticas económicas, además permite el surgimiento de teorías económicas con la finalidad de explicar cuáles son las variables determinantes del incremento de los niveles de producción en un país.



La Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2018) arguyó que la carencia de datos de corto plazo a nivel regional es un problema a resolver, pues se necesita conocer el PIB trimestral de América Latina y el Caribe (ALC) para dar seguimiento a la actividad económica, elaborar proyecciones de corto plazo y para la toma de decisiones en la región.

Nicaragua a lo largo del último decenio mostró recuperaciones ante disturbios económicos. Para el año 2014 el PIB logró incrementar en 4.7 por ciento con respecto al año anterior, y su crecimiento en América Latina se mantuvo en el promedio gracias a la implementación de políticas macroeconómicas, fiscales y monetarias.

Las instituciones económicas como el Banco Mundial (BM), y Fondo Monetario Internacional (FMI) pronosticaron que la economía mundial para el año 2018 y 2019, experimentaría un crecimiento en menos del 3.7 por ciento. En el caso de Nicaragua, el FMI redujo la tasa de crecimiento económico desde una subida de 4.7 por ciento hasta una caída de -4.0 por ciento en 2018 y proyectó otra caída de 1 por ciento para 2019. Para 2018 y 2019, el FMI también proyectó, en el mismo orden, un PIB per cápita promedio anual de US\$2,126.57 y US\$2,141.38 (Avendaño N. , 2018).

En esta investigación tiene el propósito de pronosticar el comportamiento del PIB real Trimestral para la economía de Nicaragua durante el período I-IV:2019, a través de los métodos econométricos: *ARIMA*, *SARIMA*, *HOLT*, *HOLT WINTER*.



## II. Antecedentes

Es importante para la economía realizar pronósticos de alta calidad de la actividad económica, ya que podría facilitar el proceso de toma de decisiones de política económica y el fortalecimiento del proceso de formación de expectativas de los agentes.

Klein y Coutiño (2004) presentan un método para estimar el PIB trimestral real y sus principales componentes, en anticipación a su publicación oficial. La técnica combina información de alta frecuencia, ecuaciones de series de tiempo y análisis de regresión. La metodología propuesta se basa en la estimación del PIB trimestral a través de tres enfoques independientes: producción, gasto, y componentes principales, es decir, utiliza un enfoque similar al de las cuentas nacionales para la determinación de la producción de bienes y servicios de demanda final en una economía abierta. El modelo resultante constituye un sistema de relaciones puramente econométrico y que funciona sin la intervención subjetiva del economista en la determinación de supuestos arbitrarios o condiciones iniciales. Esta metodología permite anticipar el PIB del trimestre corriente utilizando información mensual de indicadores económicos.

Capistrán y López (2010) analizan los pronósticos de inflación, tipo de cambio, tasa de interés y crecimiento del PIB para horizontes de corto plazo contenidos en la Encuesta sobre Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado que recaba mensualmente el Banco de México. El estudio se enfoca en el pronóstico de consenso para el periodo de enero de 1995 a abril de 2008. Se examina la eficiencia en el uso de información, así como el desempeño relativo de los pronósticos de la encuesta utilizando como referencia pronósticos sencillos de series de tiempo, macroeconómicos y financieros.

Rodríguez (2014) evalúa la utilidad de modelos de frecuencia mixta para pronosticar la tasa de crecimiento trimestral del PIB real de Costa Rica. Se



estiman modelos bridge y MiDaS con diferentes longitudes de rezago usando información del Índice Mensual de la Actividad Económica IMAE y se calculan pronósticos (horizontes de 0-4 trimestres) que se comparan entre sí, con los de modelos ARIMA y con combinaciones de pronósticos.

En el estudio de Harmath y Linárez (2015) se estimó el PIB trimestral de Venezuela a través del modelo ARIMA reflejando un buen ajuste a los datos estudiados” (pág. 134). Mendieta (2017) realizó un ejercicio de proyección del PIB de Nicaragua en tiempo pseudoreal utilizando datos de frecuencia mixta. El objetivo de esto es proveer un esquema de proyecciones de corto plazo para el PIB de Nicaragua, el cual fácilmente puede ser ampliado para las demás variables de las cuentas nacionales.

El centro de estudios de las finanzas públicas CEFP (2018) empleó un modelo ARIMA para la estimación del PIB trimestral (México) de corto plazo, en la cual se cumplen satisfactoriamente las pruebas estadísticas empleadas habitualmente para este tipo de análisis”. De igual forma sugieren que el modelo ARIMA para la estimación de datos trimestrales, es una metodología óptima para la estimación a corto plazo, gracias al cumplimiento satisfactorio de las pruebas estadísticas empleadas habitualmente para este tipo de análisis (CEFP, 2019).



### III. Justificación

De todos los conceptos de economía, el indicador más importante es el PIB, que mide el valor total de los bienes y servicios producidos en un país. Los datos del PIB permiten al presidente, al parlamento y al banco central saber si la economía está contrayéndose o expandiéndose, si necesita un impulso o debe controlarse algo y si amenaza una grave recesión o una grave inflación (Samuelson & Nordhaus, 2001). Cuando los economistas quieren averiguar el nivel de desarrollo económico de un país, observan su PIB per cápita.

La información que brinda el indicador macroeconómico PIB es como faros que ayudan a las autoridades económicas a llevar a la economía por el camino que permite alcanzar los objetivos del país. Sin indicadores de los agregados económicos como el PIB, las autoridades económicas se encontrarán a la deriva en un mar de datos desordenados (Samuelson & Nordhaus, 2001).

Aunque parezca que el PIB un concepto misterioso, se encuentra realmente entre los grandes inventos del siglo veinte. De la misma manera que un satélite permite visualizar desde un espacio la situación meteorológica de todo un continente (Samuelson & Nordhaus, 2001). Sin duda, la teoría del crecimiento económico es la rama de la economía de mayor importancia y la que debería ser objeto de mayor atención entre los investigadores económicos (Martin, 1998).

La variable macroeconómica más importante es el PIB, mide tanto la producción total de bienes y servicios de un país como su renta total (N.Gregory Mankiw, 2014). Para apreciar su importancia, basta con echar una rápida ojeada a los datos internacionales: los países que tienen un elevado nivel de PIB per cápita, en comparación con los más pobres, tienen de todo, desde niños mejor nutridos hasta más ordenadores por hogar. Es importante mencionar que el hecho de que el PIB sea alto no significa que todos los ciudadanos de un país sean felices, pero



es, sin duda, la mejor receta que pueden ofrecer los macroeconomistas para alcanzar la felicidad.

Este estudio realiza un pronóstico del PIB trimestral para Nicaragua debido a la importancia en información que genera. Además, se espera promover investigaciones de este tipo aplicada a otras variables macroeconómicas.



#### **IV. Planteamiento del problema**

Nicaragua mantuvo un buen ritmo de crecimiento de 4.7 y 4.5 por ciento en 2016 y 2017, respectivamente. Pero, debido a la crisis sociopolítica que el país experimentó en abril de 2018, la economía se contrajo un 3.8 por ciento en 2018 y se contraería a -5.0 por ciento en 2019; este pronóstico está sujeto a cambios (BM, 2018). Nicaragua, ha dejado atrás la senda de la tasa de crecimiento económico de los últimos ocho años, cuando este indicador registró un mínimo de 4.4 por ciento en 2010 y un máximo de 6.5 por ciento en 2012.

Avendaño (2018).pronosticó una de caída del PIB Real de Nicaragua en junio 2018 del -3.5 por ciento y coincide bastante con las previsiones del FMI, -4.0 por ciento, del Banco Mundial, -3.8 por ciento, y The Economist, 3.4 por ciento. Fuera de este escenario macroeconómico del país, el Banco Central de Nicaragua mantuvo una tasa de crecimiento positiva esperada de 1.0 por ciento.

El FMI (2018) proyectó una contracción de 4.0 por ciento en la economía de Nicaragua en 2018 y otra leve contracción de 1.0 por ciento en 2019. El BCN continúa manteniendo una expectativa de crecimiento de 1.0 por ciento en este año. A pesar de las turbulencias económicas globales, Nicaragua se ha destacado por mantener niveles de crecimiento superiores al promedio de América Latina y el Caribe (BM, 2019). En base a lo que se plantea anteriormente:

**¿Cuál será el comportamiento del PIB Trimestral en Nicaragua del I-IV: 2019?**



## **V. Hipótesis**

### **Ho: Hipótesis Nula**

El PIB tendrá un comportamiento creciente durante el primer al cuarto trimestre del año 2019.

### **Ha: Hipótesis Alternativa**

El PIB tendrá un comportamiento decreciente durante el primer al tercer trimestre del año 2019, al cuarto trimestre del mismo será creciente.



## **VI. Objetivos**

### **6.1 Objetivo General**

- Pronosticar el PIB Trimestral de Nicaragua para el periodo I-IV: 2019.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Describir la evolución del PIB Trimestral de Nicaragua durante el periodo 2006: I-2018: IV
- Estimar modelos estadísticos de series de tiempo univariadas que se ajusten al conjunto de datos de la variable del PIB Trimestral
- Comparar la precisión de pronóstico entre los diferentes modelos estimados utilizando MAPE.



## **VII. Marco Teórico**

En esta sección se presentan las bases teóricas esenciales para una mejor comprensión del análisis de series de tiempo univariados.

### **7.1 Marco conceptual**

#### **7.1.1. Producto Interno Bruto (PIB)**

El PIB es el valor a precios de mercado de la producción de bienes y servicios finales dentro del territorio nacional durante un período de tiempo. El PIB es utilizado como una medida indicativa de la riqueza generada por un país durante un período de tiempo (un año, un trimestre, u otra medida de tiempo); sin embargo, no mide la riqueza total con que cuenta el país. También se usa para comparar el nivel de bienestar entre países. En principio un mayor PIB induce a pensar en un mayor bienestar, no obstante, para tratar de reflejar de mejor manera el bienestar debe ser relacionado con la población del país, de esta manera se obtiene una medida de PIB por habitante, lo que se conoce como PIB per cápita (BCN, 2004).

### **7.2 Definiciones econométricas**

#### **7.2.1 Econometría**

La econometría, resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la economía, consiste en la aplicación de la estadística matemática a los datos económicos para dar soporte empírico a los modelos construidos por la economía matemática y obtener resultados numéricos (Gujarati & Porter, 2010).



### **7.2.2 Modelos econométricos**

Un modelo es un conjunto de ecuaciones matemáticas, en el que se expresa una variable, llamada dependiente, como función lineal de una o más variables, llamadas explicativas. En modelos de este tipo se supone que, si existen relaciones causales entre las variables dependientes y las explicativas, éstas van en una sola dirección: de las variables explicativas a la variable dependiente.

### **7.2.3 Series de tiempo**

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones sobre los valores de una variable en diferentes momentos, tal información debe recopilarse en intervalos regulares (Gujarati & Porter, 2010) es decir de forma diaria, semanal, mensual, trimestral, anual, quinquenal, o decenal.

Una característica fundamental de los datos de series de tiempo, que las hace más difíciles de analizar, es que rara vez, si acaso, puede suponerse que las observaciones económicas sean independientes en el tiempo. La mayor parte de las series de tiempo económicas y otras series de tiempo están relacionadas, a menudo fuertemente, con sus historias recientes (Wooldridge, 2010).

Si bien los datos de series de tiempo se utilizan mucho en estudios econométricos, presentan algunos problemas especiales, la mayor parte del trabajo empírico con datos de series de tiempo supone que éstas son estacionarias (Gujarati & Porter, 2010).

Una serie de tiempo es estacionario, de manera informal, si sus características (por ejemplo, media, varianza y covarianza) son invariantes respecto del tiempo; es decir, no cambian en relación con el tiempo. Si no es así, tenemos una serie de tiempo no estacionaria (Gujarati & Porter, 2010). El proceso de eliminar el componente estacional de una serie de tiempo se conoce como des



estacionalización o ajuste estacional, y la serie de tiempo así obtenida se denomina serie de tiempo desestacionalizada o ajustada por estacionalidad.

#### **7.2.4 Estacionalidad**

Son los movimientos de una variable que ocurren reiteradamente durante una frecuencia homogénea en el tiempo, para series de tiempo cuya periodicidad es diaria, semanal, mensual, trimestral o semestral (Gujarati & Porter, 2010).

#### **7.2.5 Estacionariedad en sentido estricto o fuerte**

Su distribución de probabilidad es invariante respecto al tiempo. Es decir que es en sentido fuerte si las funciones de distribución conjunta (no sólo la esperanza, las varianzas o las covarianzas, sino las funciones de distribución completas), son constantes o dicho con más propiedad, son invariantes con respecto a un desplazamiento en el tiempo (variación de  $t$ ) (Greene, 1998).

#### **7.2.6 Estacionariedad en sentido débil**

Un proceso es débilmente estacionario si:

Las esperanzas matemáticas de las variables aleatorias no dependen del tiempo, es decir son constantes.

$$E[Y_t] = E[Y_{t+m}] \quad \forall m$$

Las varianzas tampoco dependen del tiempo (y son finitas).

$$\text{Var}[Y_t] = \text{Var}[Y_{t+m}] \neq \infty \quad \forall m$$



Las covarianzas entre dos variables aleatorias del proceso correspondientes a períodos distintos de tiempo (distintos valores de t) sólo dependen del lapso de tiempo transcurrido entre ellas:

$$Cov(Y_t, Y_s) = Cov(Y_{t+m}, Y_{s+m}) \quad \forall m$$

### 7.2.7 Proceso gaussiano de ruido blanco

Es denotado por  $u_t \sim IIDN(0, \sigma^2)$ ; es decir el término error  $u_t$  está independiente e idénticamente distribuido como una distribución normal con media cero y varianza constante (Gujarati & Porter, 2010).

## 7.3 Teoría econométrica

### 7.3.1 Modelos ARIMA

La metodología SARIMA (p, d, q) (P, D, Q), se caracteriza por la construcción de modelos ateóricos, dado que la variable dependiente es explicada por valores rezagados de sí misma y por los términos de error estocásticos, tanto en su forma regular como estacional. Se utiliza para pronosticar series temporales de periodicidad menor a un año que presenten un factor estacional marcado, debido a que en este tipo de series no solo hay que modelizar el componente regular, sino también la componente estacional.

En su forma más general esta es la ecuación del modelo SARIMA (p,d,q) (P,D,Q):

$$\hat{Y}_t = c + \hat{\phi}_1 \hat{Y}_{t-1} + \dots + \hat{\phi}_p \hat{Y}_{t-p} + \hat{\Phi}_1 \hat{Y}_{t-s} + \dots + \hat{\Phi}_p \hat{Y}_{t-ps} + \hat{\epsilon}_t - \hat{\phi}_1 \hat{\epsilon}_{t-1} - \dots - \hat{\phi}_q \hat{\epsilon}_{t-q} - \hat{\Theta}_1 \hat{\epsilon}_{t-s} - \dots - \hat{\Theta}_Q \hat{\epsilon}_{t-Qs}$$

Las letras minúsculas (p, d, q) modelizan el componente regular, donde “p” denota el número de términos autorregresivos (AR), “d” el orden de diferenciación regular



para hacer la serie estacionaria y “q” el número de términos de promedios móviles (MA). En cambio las mayúsculas se relacionan con el componente estacional así: “P” es el orden del procesos autorregresivos estacionales (SAR), “D” el orden de diferenciación estacional y “Q” el orden de la media móvil estacional (SMA). Para poder aplicar la metodología se debe contar con una serie de tiempo estacionaria (Gujarati & Porter, 2010).

Se verifica la estacionariedad y presencia del componente estacional mediante un correlograma de la serie. Si la serie no es estacionaria y presenta componente estacional, se debe proceder a la aplicación de las diferencias estacional y regular, con el fin de que la serie alcance la condición de estacionariedad (Pindick & Rubinfeld, 2001). Posteriormente se verifica esta condición mediante el test Dickey Fuller Aumentado, contrastando la existencia de raíz unitaria. Si no hay raíz unitaria la serie es estacionaria (Gujarati & Porter, 2010).

### **Paso 1. Identificación.**

Se encuentran los valores apropiados de  $(p,d,q)$  y  $(P,D,Q)_{12}$  a partir de los correlogramas de la FAC y FACP (Gujarati & Porter, 2010).

### **Paso 2. Estimación.**

Una vez seleccionados los ordenes  $(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$  del modelo SARIMA, se procede a estimar el modelo tentativo (Gujarati & Porter, 2010).

### **Paso 3. Examen de diagnóstico.**

Se valida el modelo mediante las siguientes pruebas: contraste de hipótesis de los parámetros, test de correlación del estadístico Q desarrollado por Box y Pierce, y se escoge el modelo con los valores de Criterio de Información de Bayesiano y Schwarz más pequeños (Gujarati & Porter, 2010).



#### **Paso 4. Pronóstico**

Se realiza el pronóstico de corto plazo con el modelo SARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)$  (Gujarati & Porter, 2010).

#### **Paso 5. Validación de la predicción.**

Se valida la predicción con los indicadores del error de pronóstico y una gráfica que compara los valores observados y proyectados de la variable (Gujarati & Porter, 2010).

### **7.3.2 Modelo de Suavizamiento Exponencial**

En esencia son métodos para ajustar una curva apropiada a datos históricos de una determinada serie de tiempo. Existen diversos tipos, como el de *suavizamiento exponencial simple*, el *método lineal de Holt* y el *método de Holt-Winters*, así como sus variaciones (Gujarati D. N., 2010).

El suavizamiento exponencial emplea un promedio ponderado de la serie de tiempo pasada como pronóstico; es un caso especial del método de promedios móviles ponderados en el cual sólo se selecciona un peso o factor de ponderación: el de la observación más reciente. En la práctica comenzamos haciendo que  $F_1$ , el primer valor de la serie de valores uniformados, sea igual a  $Y_1$ , que es el primer valor real de la serie. El modelo básico de suavizamiento exponencial es el siguiente:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) * F_t$$

Donde:



$F_{t+1}$  = pronóstico de la serie de tiempo para el período  $t+1$

$Y_t$  = valor real de la serie de tiempo en el período  $t$

$F_t$  = pronóstico de la serie de tiempo para el período  $t$

$\alpha$  = constante de suavizamiento,  $0 \leq \alpha \leq 1$

En base a lo anterior, el pronóstico para el período dos se calcula de la siguiente manera:

$$F_2 = \alpha Y_1 + (1 - \alpha)F_1$$

$$F_2 = \alpha Y_1 + (1 - \alpha)Y_1$$

$$F_2 = Y_1$$

Como se observa, el pronóstico para el período 2 con suavizamiento exponencial es igual al valor real de la serie de tiempo en el período uno. Para el período 3, se tiene que:

$$F_3 = \alpha Y_1 + (1 - \alpha)F_2$$

$$F_3 = \alpha Y_1 + (1 - \alpha)Y_1$$

Para el período 4 se tiene:

$$F_4 = \alpha Y_3 + (1 - \alpha) F_3 = \alpha Y_3 + (1 - \alpha) [\alpha Y_2 + (1 - \alpha) Y_1]$$

$$F_4 = \alpha Y_3 + \alpha(1 - \alpha)Y_2 + (1 - \alpha)^2 Y_1$$

### 7.3.3 Suavizamiento Exponencial Doble: Método de Holt

Charles Holt en 1957 desarrolló este modelo de tendencias lineales que evolucionan en una serie de tiempo y puede usarse para generar pronósticos (López, 2016).



El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda que presentan una tendencia, al menos localmente, y un patrón estacional constante, en el que se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente (López, 2016).

El método de suavización exponencial doble o método de Holt usa tres ecuaciones fundamentales:

**Pronóstico del Periodo t:**

$$\hat{X}_t = \hat{X}'_{t+} + T_t$$

**La serie suavizada exponencialmente (primera suavización)**

$$\hat{X}'_t = \alpha(\hat{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha)(\hat{X}'_{t-1} + T_{t-1})]$$

**El estimado de la tendencia**

$$T_t = \beta (\hat{X}'_t - \hat{X}_{t-1}) + [(1 - \beta) (T_{t-1})]$$

$\hat{X}_t$  = Pronóstico del Periodo

$\hat{X}_{t-1}$  = Pronóstico del Periodo t-1

$\hat{X}'_t$  = Suavización Exponencial del Periodo t

$\hat{X}'_{t-1}$  = Suavización Exponencial del Periodo t-1

$T_t$  = Tendencial del Periodo t



$T_{t-1}$  = Tendencia del Periodo t-1

$\alpha$  = Coeficiente de Suavización (entre 0,0 y 1,0)

$\beta$  = Coeficiente de Suavización para la Tendencia (entre 0,0 y 1,0)

### 7.3.4 Suavizamiento Exponencial Triple: Método de Holt-Winters

Winters (1960) extendió el método de Holt para tratar con datos estacionales. En honor a ambos, usualmente es conocido como el método de Holt-Winters.

Este método se basa en tres ecuaciones de suavizamiento, una para el nivel, una para la tendencia y una para la estacionalidad; y una ecuación de pronóstico. Además, dependiendo de cómo es tratada la componente estacional existen dos variaciones de este método, ya sea multiplicativo o aditivo.

Las ecuaciones que componen el método de Holt-Winters en su versión multiplicativa son las siguientes:

$$l_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta (l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{(l_{t-1} + b_{t-1}) + (1 - \gamma) S_{t-m}}$$

$$\hat{y}_{t+h|t} = (l_t + b_t h) S_{t-m+h}$$

Donde  $l_t$  representa el nivel de la serie y es la misma que para el método de Holt, pero a diferencia de la última los valores de  $y_t$  son presentados como un radio del índice estacional,  $S_t$ , de la misma temporada para el año anterior. La ecuación estacional,  $s_t$ , representa los índices estacionales y es una ponderación de  $y_t$  entre su valor estimado,  $y_t$ , y el valor ponderado del índice estacional  $m$  periodos atrás



en el tiempo.  $\hat{y}_{t+h|t}$  es el pronóstico para  $h$  periodos adelante dado un conjunto de datos hasta el tiempo  $t$ . Las constantes  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son los parámetros de suavizamiento para el nivel, la tendencia y la estacionalidad respectivamente, los cuales usualmente están restringidos a estar entre cero y uno.

De lo anterior, se puede deducir que:

$$y_t = (I_{t-1} + b_{t-1}) S_{t-m} + w_t$$

$$I_t = I_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \frac{w_t}{S_{t-m}}$$

$$b_t = b_{t-1} + \beta \frac{w_t}{S_{t-m}}$$

$$S_t = S_{t-m} + \gamma \frac{w_t}{(I_{t-1} + b_{t-1})}$$

donde  $y_t$  es la ecuación de medida y, las ultimas 3 ecuaciones son de transición respectivamente, para el modelo de corrección de errores correspondiente al método multiplicativo de Holt-Winters.

Por otra parte, y de manera general, el método aditivo es similar al método multiplicativo. Particularmente, la ecuación de tendencia es la misma que la del método multiplicativo y por extensión a la del método de Holt. Sin embargo, para las demás ecuaciones la diferencia principal se encuentra en las operaciones con los índices estacionales, donde estos se añaden y sustraen en vez de tomar productos o radios.



## **VIII. Diseño Metodológico**

### **8.1 Enfoque de estudio**

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

### **8.2 Alcance del estudio**

De acuerdo a la teoría metodológica, esta investigación es de tipo descriptivo ya que, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población (Hernández et. al. 2010). Por lo tanto, en esta investigación trata de explicar las características fundamentales del objeto de estudio (PIB) y su descripción detallada de las partes.

### **8.3 Diseño del estudio**

Es no experimental, debido a que dicha investigación se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos (Hernández et. al. 2010).

### **8.4 Temporalidad del estudio**

El estudio es longitudinal ya que se hace en un tiempo prolongado observando la evolución del PIB real trimestral durante el periodo 2006:1-2018:4.



## **8.5 Fuentes y procesamiento de la información**

Los materiales usados para la realización de la investigación fueron datos oficiales del BCN, artículos científicos, libros, revistas y navegación web.

Para los análisis cuantitativos se utilizó el paquete estadístico de Gretl versión 1.9.12, R-estudio, así como también se hizo uso de la paquetería de Office, Microsoft Word 2010 para la edición del trabajo y Excel 2010 para el procesamiento de los datos.

## **8.6 Metodología econométrica**

### **8.6.1 Método ARIMA y SARIMA**

Se realizó mediante el uso de los modelos de series temporales, aplicando la metodología de box-Jenkins, con la finalidad de encontrar el modelo más adecuado para pronosticar. Se realizó en cuatro fases:

#### **Fase I. Identificación**

Esta fase consistió en realizar las transformaciones necesarias a la serie para encontrar el modelo ARIMA que mejor se ajustara al conjunto de Datos.

Luego de aplicarle a la serie las transformaciones necesarias, se identificó, mediante los gráficos de correlación simple parcial, el orden  $p$  y  $q$  del modelo tentativo en el que la serie se vuelva estacionaria, la prueba de ruido blanco, prueba de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) y la prueba de comparación de Índice de Akaike y Hanna-Quinn en los modelos para luego proceder a la estimación de sus parámetros en la fase II.



## **Fase 2. Estimación**

Una vez identificado el modelo tentativo, se procedió a estimar los parámetros y comprobar que estos fueran significativos diferentes de cero. La estimación de los parámetros se realizó utilizando el módulo de series temporales

## **Fase 3. Examen de diagnóstico**

En esta fase se procede a validar el modelo, es decir a comprobar que los residuos sean de ruido blanco para posteriormente la realización de estimaciones. La serie residuos debe cumplir los siguientes supuestos:

- Una media igual a cero que se comprueba calculando los descriptivo y graficando la serie mediante un histograma.
- Prueba de correlación de datos donde se grafican la correlación simple y parcial para la serie.
- Homogeneidad de la varianza donde el modelo se valida, mediante las siguientes pruebas: contraste de hipótesis de los parámetros, test de correlación del estadístico Q desarrollado por Box y Pierce, y se escoge el modelo con los valores de Criterio de Información de Bayesiano y Schwartz más pequeños.

## **Fase 4. Pronóstico**

Una vez la validación del modelo, se procede a realizar las predicciones para los trimestres del año 2019

## **Paso 5. Validación de la predicción.**



Se valida la predicción con los indicadores del error de pronóstico y una gráfica que compara los valores observados y proyectados de la variable PIB.

### **8.6.2 Método de Holt**

Antes de la elaboración de este método, la serie tiene que presentar una tendencia y un patrón estacional constante, para eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos. Para realizar este método utilizaremos dos parámetros, uno para el nivel ( $\alpha$ ) y otro para la tendencia ( $\beta$ ). Posteriormente se procede a calcular las 3 ecuaciones fundamentales (pronóstico del periodo, primera suavización y el estimado de la tendencia).

### **8.6.3 Método de Holt-Winters**

Este método es una extensión del Método de Holt, se diferencia en que además de considerar el nivel y la tendencia, se toma en cuenta la parte estacional de la variable. Para esta serie de tiempo se utiliza el modelo multiplicativo, debido a que el patrón estacional depende del tamaño de los datos. Posteriormente se determina los indicadores de nivel, tendencia y estacionalidad, luego será necesario probar o calibrar los índices de suavización Alfa, Beta y Gamma, y por último pronosticar y evaluar el funcionamiento del modelo propuesto



## 8.7 Operacionalización de la variable

**Tabla 1 Operacionalización de la variable.**

Variable	Definición	Tip	Unidad de medida
PIB	Es el valor a precios de mercado de la producción corriente de bienes y servicios finales dentro del territorio nacional durante un período de tiempo.	Cuantitativa	Millones de córdobas

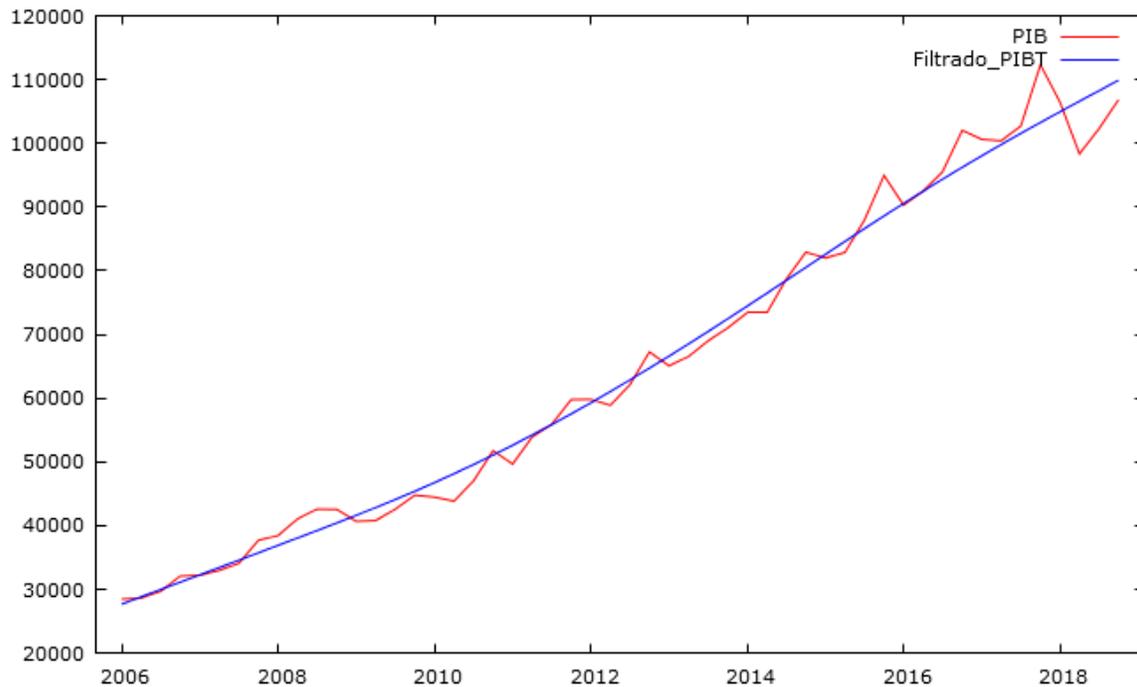
Fuente: Elaboración propia.



## IX. Resultados y discusión

### 9.1 Evolución del PIB Trimestral de Nicaragua

Gráfico 1. Evolución del PIB Trimestral de Nicaragua



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 1 se muestra la evolución del PIB Trimestral 2006-2018, en el cual se nota un comportamiento creciente con una tasa de crecimiento promedio del 3.0 por ciento, en otras palabras, la tendencia ha sido positiva, resaltando puntos altos como en el año 2008, que a pesar de la crisis financiera que se enfrentaba en ese momento la economía nicaragüense, logró mantener su tasa de crecimiento económico inalterada de 3.2 por ciento. En el año 2018 se observa el mayor declive de todo el periodo a causa de una serie de acontecimientos sociopolíticos que redujeron el PIB en -3.8 por ciento que frenó el promedio logrado de 5.1 por ciento entre 2010 y el 2018 (BCN, 2018).

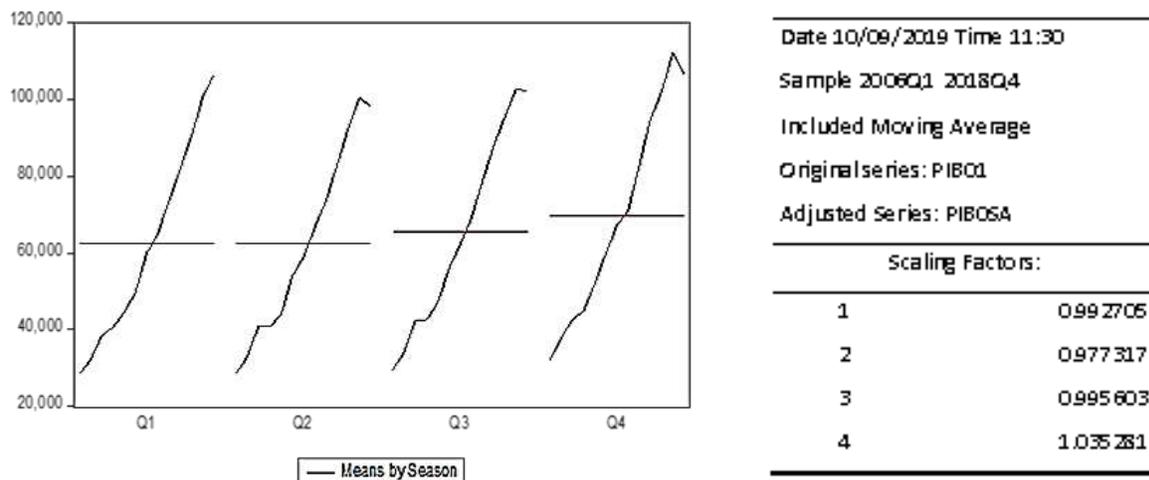


A pesar de las turbulencias económicas globales, Nicaragua se ha destacado por mantener niveles de crecimiento superiores al promedio de América latina y el caribe. Ahora bien, las previsiones del primer al tercer trimestre del 2018, muestra un declive con expectativas de recuperación para el cuarto trimestre del mismo año.

### Índices estacionales

En la Figura 1 se muestra un índice estacional de 1.03 en el cuarto trimestre dentro de la serie, lo que significa que en promedio el PIB en ese trimestre es 3.0 por ciento mayor respecto a su tendencia. Como se observa, según los cuatros trimestres de cada año promediados de todo el periodo, efectivamente el cuarto trimestre es un poco mayor.

**Figura 1 Estacionalidad por trimestre**



Fuente: Elaboración Propia.

Aplicando la Prueba de Raíz Unitaria en Nivel, por medio del DICKEY-FULLER Aumentado (ADF) a la serie PIB Trimestral, nos muestra un t-estadístico de -3.510740 con una prueba de valores críticos del 5.0 por ciento, respectivamente un valor probabilístico de 0.4657, que conduce a la conclusión que la probabilidad



de equivocarse si rechazamos la hipótesis nula es mayor de lo que estamos dispuesto a permitir, luego no se rechaza, en otras palabras la serie tiene Raíz Unitaria, luego no es estacionaria debido a  $0.4657 > 0.05$ .

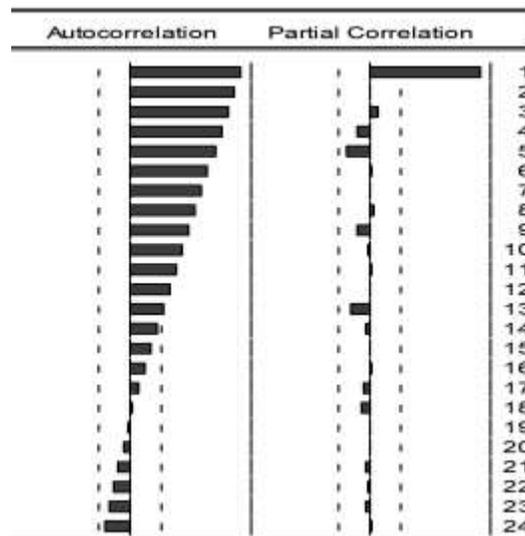
**Figura 2 Prueba estadística de Dickey-Fuller a nivel**

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.223506	0.4657
Test critical values:		
1% level	-4.170583	
5% level	-3.510740	
10% level	-3.185512	

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 2, se concluye que la serie, no es estacionaria puesto que los coeficientes de autocorrelación son muy altos y disminuyen de modo muy lento hacia cero, conforme se prolongaba el rezago.

**Gráfico 2 Correlación de la variable PIB**

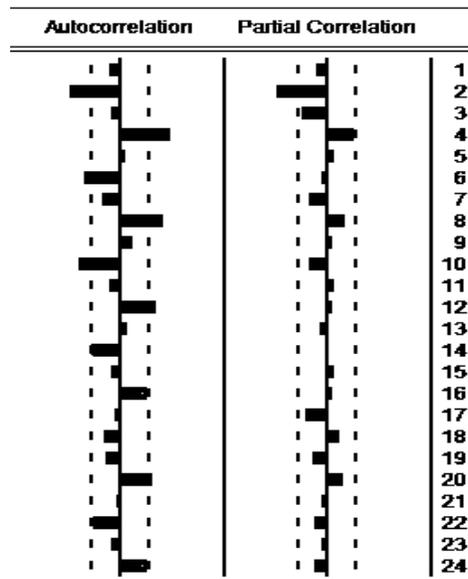


Fuente: Elaboración Propia



A partir de estas primeras pruebas se prosigue a transformar la serie para convertirla en estacionaria aplicando diferencias, lo cual esta serie necesitó de segundas diferencias, realizando la prueba de Raíz unitaria con esta modificación, se concluye que es estacionaria, dando un valor probabilístico de 0.0000 menor que el 5.0 por ciento, es decir que podemos rechazar la Hipótesis Nula, por lo cual la serie no tiene raíz unitaria y es estacional en este nivel. El Gráfico 4 y la Figura 4 fueron realizados con las diferencias necesarias para convertir la serie en estacional.

**Gráfico 3 Correlación de la serie en primeras diferencias**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 3 Prueba de Dickey-Fuller en segundas diferencias de la serie PIB trimestral**

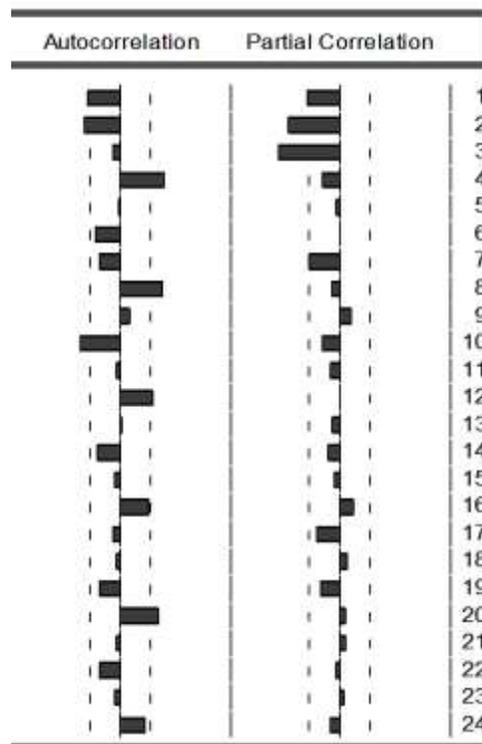
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.005463	0.2836
Test critical values:		
1% level	-3.577723	
5% level	-2.925169	
10% level	-2.600658	

Fuente: Elaboración propia



La serie de tiempo PIB Trimestral requiere de segundas diferencias, realizando la prueba de Raíz unitaria con esta modificación, se concluye que es estacionaria, dando un valor probabilístico de 0.0000 (Figura 4) menor que el 5.0 por ciento, es decir que podemos rechazar la Hipótesis Nula, por lo cual la serie no tiene raíz unitaria y es estacional en este nivel.

**Gráfico 4 Correlación de la serie en segundas diferencias**



Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4 Prueba de Dickey-Fuller en segundas diferencias de la serie PIB trimestral.**

		t-Statistic	Prob.*	
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>				
		-7.756357	0.0000	
<b>Test critical values:</b>				
1% level		-2.616203		
5% level		-1.948140		
10% level		-1.612320		
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(SERIES02(-1),2)	-4.981420	0.642237	-7.756357	0.0000
D(SERIES02(-1),3)	2.831218	0.511598	5.534064	0.0000
D(SERIES02(-2),3)	1.534473	0.360042	4.261933	0.0001
D(SERIES02(-3),3)	0.390406	0.183527	2.127234	0.0393
R-squared	0.897346	Mean dependent var	-0.791842	
Adjusted R-squared	0.890013	S.D. dependent var	7838.432	
S.E. of regression	2599.558	Akaike info criterion	18.64701	
Sum squared resid	2.84E+08	Schwarz criterion	18.80602	
Log likelihood	-424.8813	Hannan-Quinn criter.	18.70658	
Durbin-Watson stat	1.916159			

Fuente: Elaboración Propia

En este nivel tanto el intercepto como la tendencia no son significativos, por lo tanto, se realiza esta prueba sin estos, dando como resultado un Durbin Watson óptimo de 1.9161.

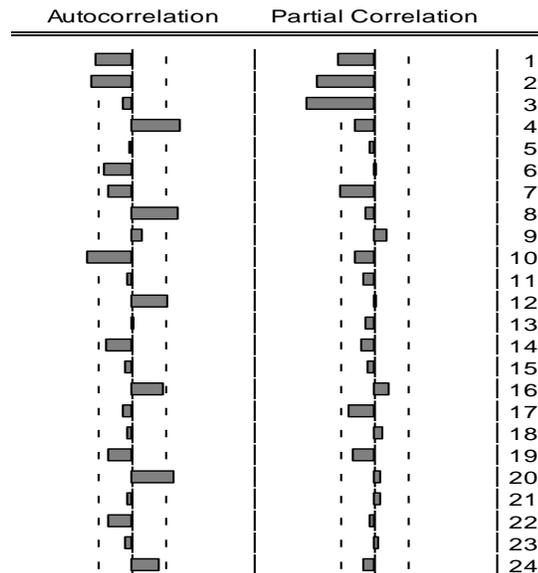
Se concluye con las pruebas antes realizadas que el Modelo ARIMA no puede realizar un pronóstico adecuado a la serie de tiempo PIB Trimestral, porque no presenta estacionariedad en media, por lo tanto, se procede a generalizar este modelo, es decir, a realizar un modelo SARIMA.

## 9.2 Modelo SARIMA

A partir de la segunda diferencia de la serie PIB Trimestral nos muestra un probabilístico de 0.00001 por lo cual rechazamos la Hipótesis Nula, esto quiere decir que No tiene Raíz Unitaria y es estacionaria en este nivel. En el Gráfico 5 podemos ver las FAC y FACP de la serie en segundas diferencias.



**Gráfico 5 Prueba de correlación de la variable PIB.**



Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente con el test Dickey Fuller Aumentado se verificó que la serie ahora si era estacionaria al rechazarse la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria.

### 9.2.1 Elección del Modelo Econométrico

De acuerdo con las pruebas antes realizadas y la prueba del MAPE, el modelo SARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1), es seleccionado como el modelo con mejor ajuste para explicar el PIB Trimestral para los periodos posteriores.

En la Tabla 2 se puede apreciar los errores porcentuales absolutos medios de los diferentes modelos a estimar de los cuales se escoge el MAPE de menor valor para realizar los pronósticos de interés.



**Tabla 2 Selección de modelo econométrico a través de la prueba de MAPE**

Modelo	MAPE
Sarima (1,0,0) (0,1,1) <sub>4</sub>	2.214401
<b>Sarima (0,1,0) (0,1,1)<sub>4</sub></b>	<b>2.089068</b>
Sarima (2,0,1) (2,0,2) <sub>4</sub>	2.450838

Fuente: Elaboración Propia.

El modelo a estimar óptimo tiene un MAPE de 2.08 el cual corresponde al modelo SARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1)

### 9.2.2 Modelo econométrico SARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1)

**Figura 5.** Modelo SARIMA, usando las observaciones 2006:1-2018:4 (T = 47)  
Variable dependiente: (1-L) (1-Ls) PIBT Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

Model Information:						
Series: PIBT						
ARIMA(0,1,0)(0,1,1)[4]						
Box Cox transformation: lambda= 0						
Coefficients:						
sma1	-0.925					
s.e.	0.2714					
sigma^2 estimated as 0.0009335: log likelihood=94.47						
AIC=-184.95	AICc=-184.68	BIC=-181.25				
Error measures:						
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	
Training set	-451.6706	2130.594	1399.486	-0.5371249	2.089068	
	MASE	ACF1				
Training set	0.215629	-0.02938065				

Fuente: Elaboración propia.



El modelo econométrico ARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1) muestra un MAPE de 2.08 con criterio Akaike de -184.68 y un BIC de 181.25. En la prueba de correlación se ve el modelo está bien ajustado con presencia de ruido blanco en donde ninguna observación de sale de su límite.

### 9.2.3 Validación del modelo econométrico

**Figura 6 distribución de los residuos del modelo SARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1)**

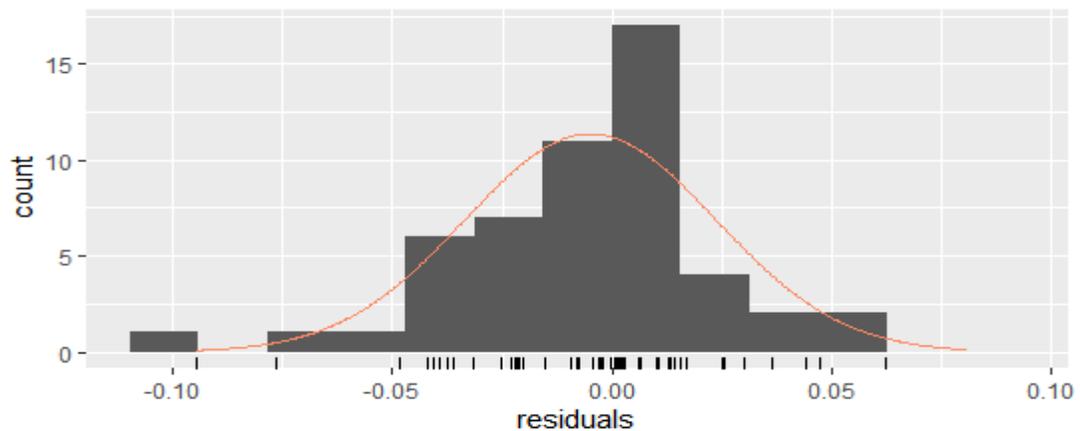


Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 6 se puede observar el comportamiento de los residuos del modelo a estimar, el cual presentan residuos identificados e independientes distribuidos como la distribución normal con media cero y varianza constante. Este es un criterio para la validación del modelo que vamos a realizar.



**Figura 7 Normalidad de los residuos del modelo SARIMA (0, 1, 0) (0, 1, 1)**



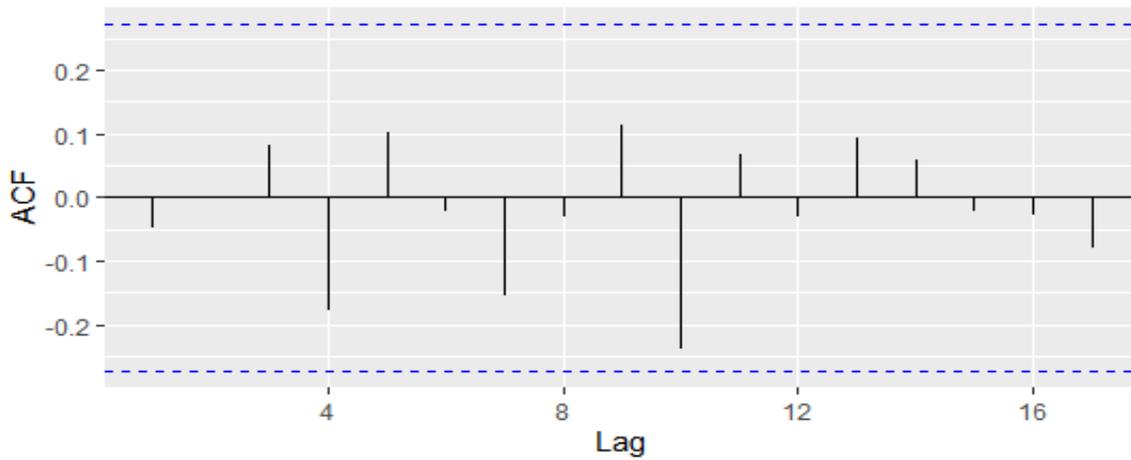
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 se sustenta lo que anteriormente afirmamos en relación el comportamiento de los residuos. La campana es de forma leptocúrtica mostrando ruido blanco en los residuos. Es decir, con media cero, varianza constante y covarianza cero, lo cual nos permite cumplir con la propiedad necesaria para realizar el pronóstico de interés.



**Figura 8 Correlograma de los residuos del modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1) con presencia de ruido blanco.**

En la Figura 8 se puede observar el comportamiento de los residuos con características de ruido blanco, el cual es una propiedad necesaria para realizar pronósticos en la cual los residuos están distribuidos e identificados con distribución normal: media cero y varianza constante, covarianza cero.

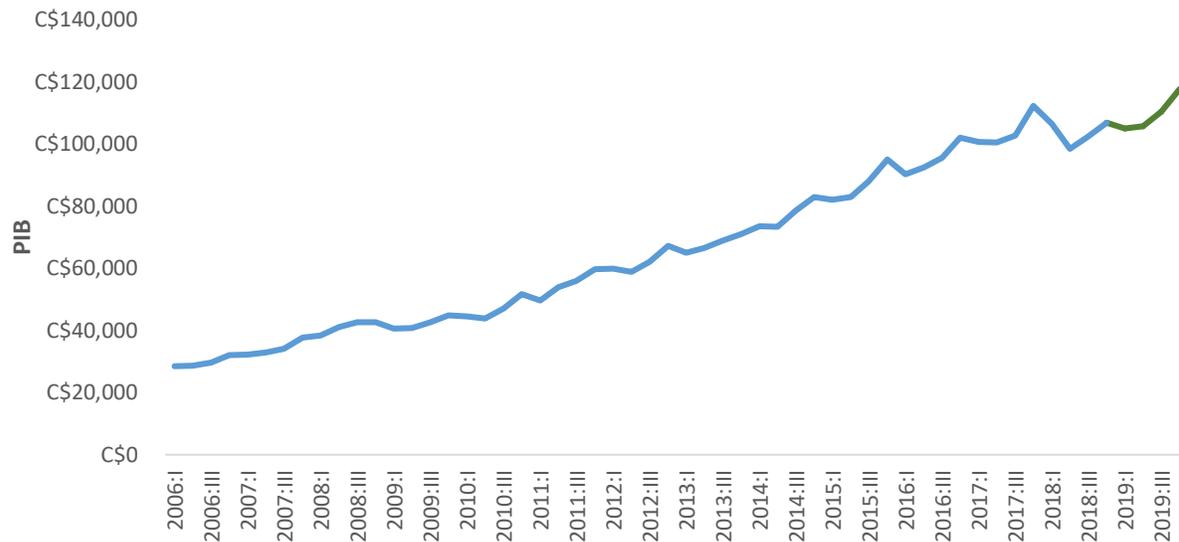


Fuente: Elaboración Propia.



### 9.2.4 Pronóstico

**Gráfico 6: Pronostico del PIB para el periodo 2019:01-2019:04**



**Fuente:** Elaboración propia con datos del BCN.

**Tabla 3 Valores del pronóstico del PIB Trimestral en Nicaragua.**

Observaciones	PIB	predicción	Desv Típica	Intervalo de 95%
2019:01	Indefinido	C\$104,948	1.028650758	(98,486.52, 110,018.85)
2019:02	Indefinido	C\$105,675	1.038470544	(96,585.61, 112,959.31)
2019:03	Indefinido	C\$110,362	1.050144738	(97,827.79, 118,510.51)
2019:04	Indefinido	C\$117,609	1.05812344	(101,497.86,196,659.41)

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de pronósticos del PIB para el periodo I:2019: IV:2019 muestran para el primer trimestre del 2019 un total de 104,948 Millones de Córdobas con un coeficiente de variación de un 4.8%, para el segundo trimestre se espera generar un total de 105,675 Millones de Córdobas con un coeficiente de variación en relación a su media de un 6.8%, para el tercer trimestre un total de 110,362

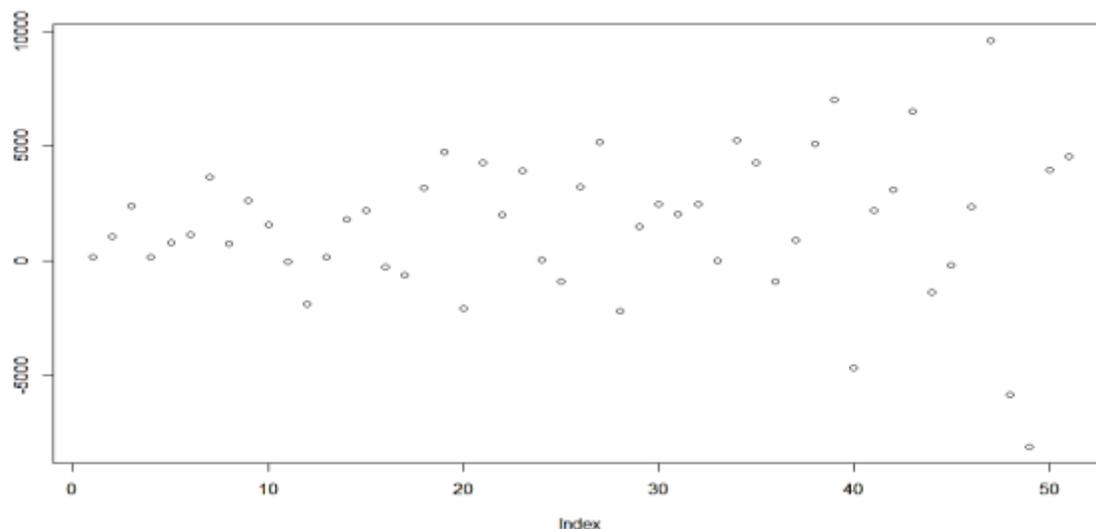


Millones de Córdobas con un respectivo coeficiente de variación de un 11.32%, mientras tanto para el último trimestre se espera un recuperación económica con un total de 117,609 Millones de Córdobas con un coeficiente de variación alrededor de su media de un 13.6%. Todas las observaciones especificadas se estimaron con un nivel de confianza de un 95% y un 5% de significancia.

### 9.3 Modelo de Holt Winter

En la metodología Holt Winter existen 2 tipos de modelos en los que se puede observar que los datos tienen componentes de tendencia y de estacionalidad. Por esta razón se aplica el método de Holt-Winters ya que este método de suavizamiento exponencial toma en cuenta las dos componentes.

**Gráfico 7. Dispersión sobre la varianza a lo largo del tiempo de la serie PIB trimestral.**



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 7 se aprecia la varianza de la serie de la variable PIB real, la cual nos indicara si es constante o variante a lo largo del tiempo. La varianza, a medida que avanza el tiempo muestra un comportamiento creciente, por lo tanto, nos indica el método a utilizar es el “Multiplicativo”, según Holt Winter.



### 9.3.1 Modelo Holt Winter Aditivo

**Figura 9 Forecast method: Holt-Winters' additive method**

```

Forecast method: Holt-Winters' additive method
Model Information:
Holt-Winters' additive method
Call:
hw(y = PIBT, seasonal = "additive")
Smoothing parameters:
  alpha = 0.6979
  beta  = 1e-04
  gamma = 0.302
Initial states:
  l = 26.7991
  b = 1.4039
  s = 1.1279 -0.3211 -0.5734 -0.2334
sigma: 2.4368
      AIC      AICc      BIC
307.4088 311.6945 324.9700

Error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE
Training set 0.05550575 2.241522 1.617627 -0.0828812 2.508704
              MASE      ACF1
Training set 0.2492396 0.1112725

```

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes de los parámetros de Suavizamiento Exponencial Triple, se presentan en la Figura 9 para el Modelo Holt-Winters por medio del Método



Aditivo. El parámetro de tendencia,  $\beta$ , es casi igual a cero, indicando que esta sigue un comportamiento casi fijo entre periodos consecutivos.

### 9.3.2 Modelo Holt-Winters Multiplicative

**Figura 10 Forecast method: Holt-Winters' multiplicative method**

```

Forecast method: Holt-Winters' multiplicative method
Model Information:
Holt-Winters' multiplicative method
Call:
hw (y = PIBT, seasonal = "multiplicative")
Smoothing parameters:
  alpha = 0.7225
  beta  = 0.1391
  gamma = 1e-04
Initial states:
  l = 25968.9672
  b = 1430.7096
  s = 1.0394 0.9935 0.9712 0.9959
sigma: 0.0325
  AIC      AICc      BIC
1002.497 1006.783 1020.058
Error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE
Training set -150.6245 1914.719 1339.199 -0.1595336 2.055699
              MASE      ACF1
Training set 0.2063402 0.103625

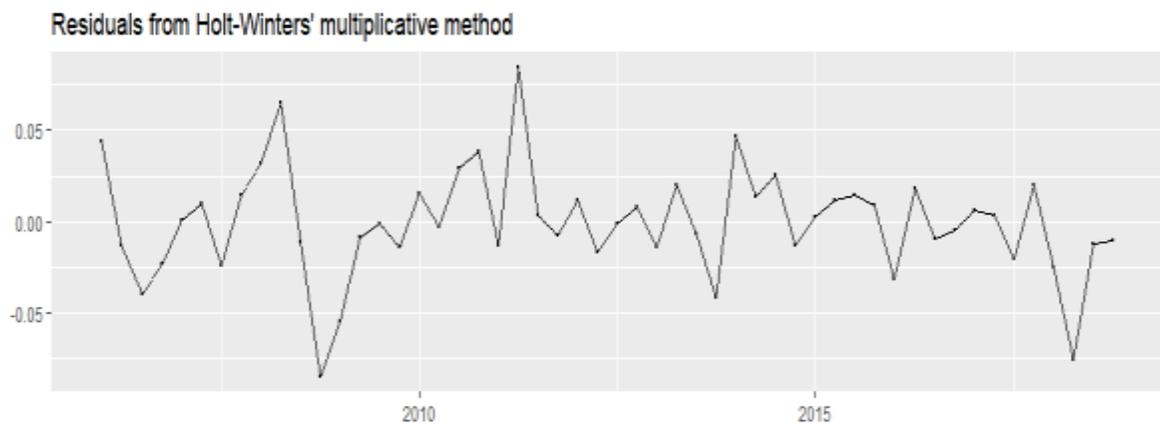
```

Fuente: Elaboración propia.



En el caso del Modelo Holt-Winters por medio del método Multiplicativo, siendo este el más adecuado para la serie de tiempo PIB Trimestral, porque los datos de la serie de tiempo aumentan con tendencia y estacionalidad. El parámetro de estacionalidad,  $\gamma$ , es casi igual a cero, indicando que esta asume un patrón casi fijo.

**Figura 11 Distribución de los residuos del modelo Holt Winter**

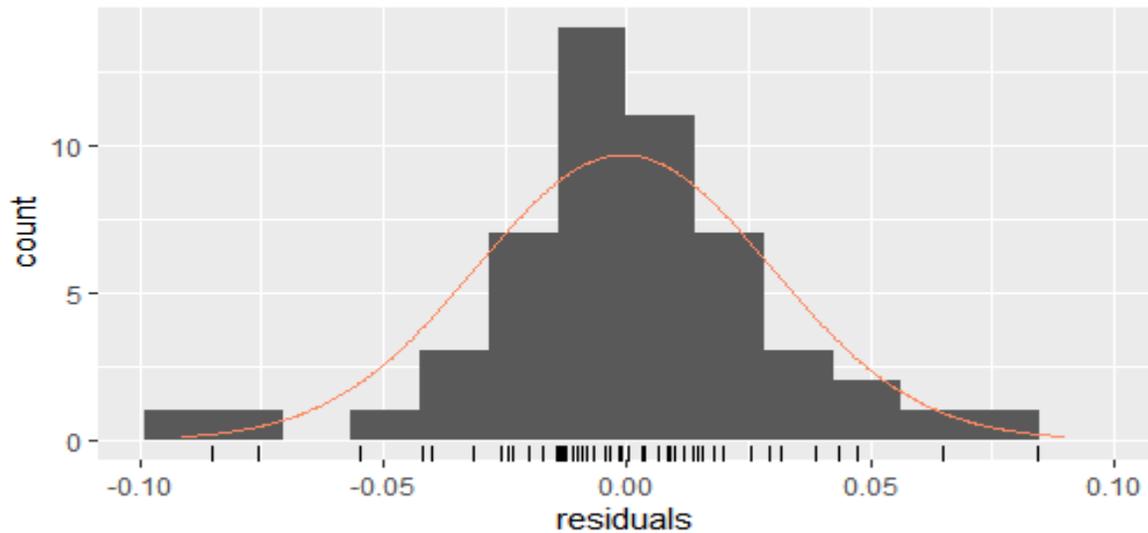


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 11 se puede observar el comportamiento de los residuos del modelo a estimar, el cual presentan residuos identificados e independientes distribuidos como la distribución normal con media cero y varianza constante. Este es un criterio para la validación del modelo que se va a realizar. Los residuos permanecen dentro del nivel de significancia.



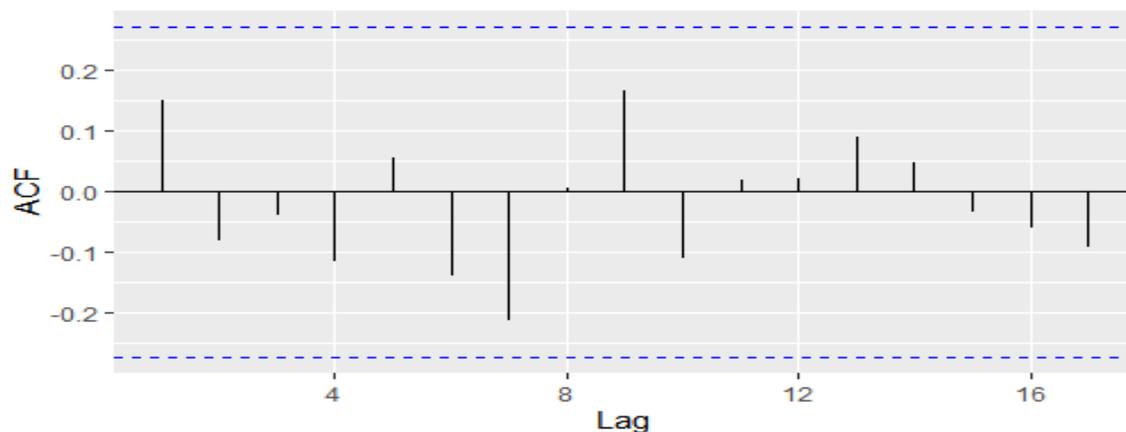
**Figura 12 Normalidad de los residuos del modelo Holt Winter**



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 12 podemos sustentar lo que anteriormente afirmamos en relación el comportamiento de los residuos. La campana es de forma leptocúrtica mostrando ruido blanco en los residuos. Es decir, con media cero, varianza constante y covarianza cero. Lo cual nos permite cumplir con la propiedad necesaria para realizar el pronóstico de interés.

**Figura 13 Correlograma de los residuos del modelo Holt Winter con presencia de ruido blanco.**

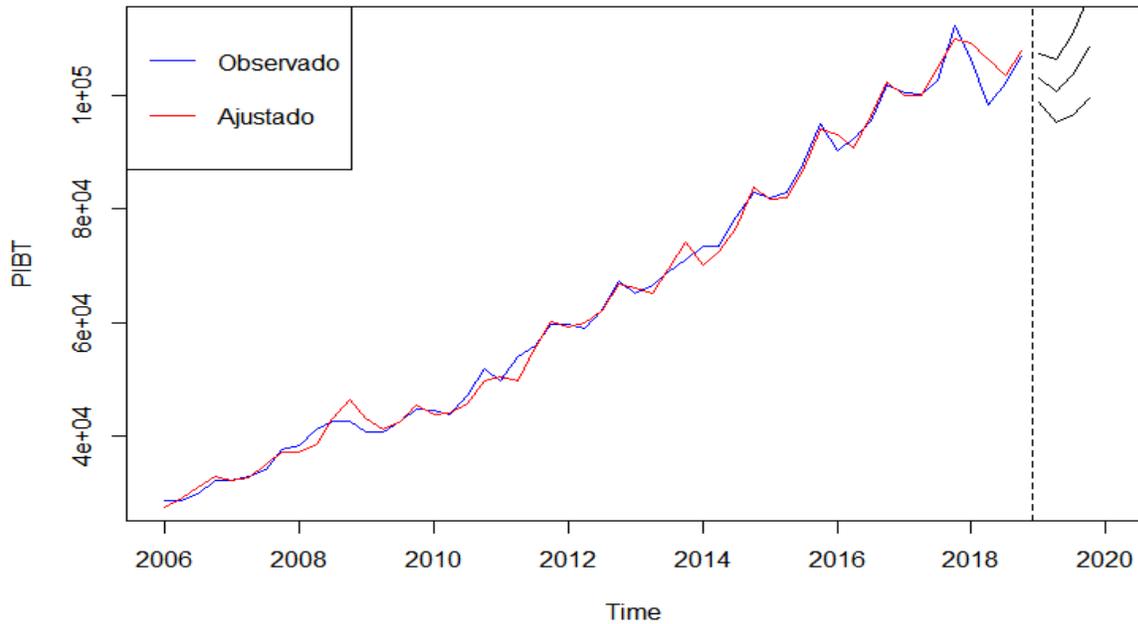


Fuente: Elaboración Propia



En la Figura 13 se muestra el correlograma y se puede observar el comportamiento de los residuos con propiedad de ruido blanco, el cual es una propiedad necesaria para realizar pronósticos.

**Gráfico 8 del modelo Holt Winter su estimada y observada.**

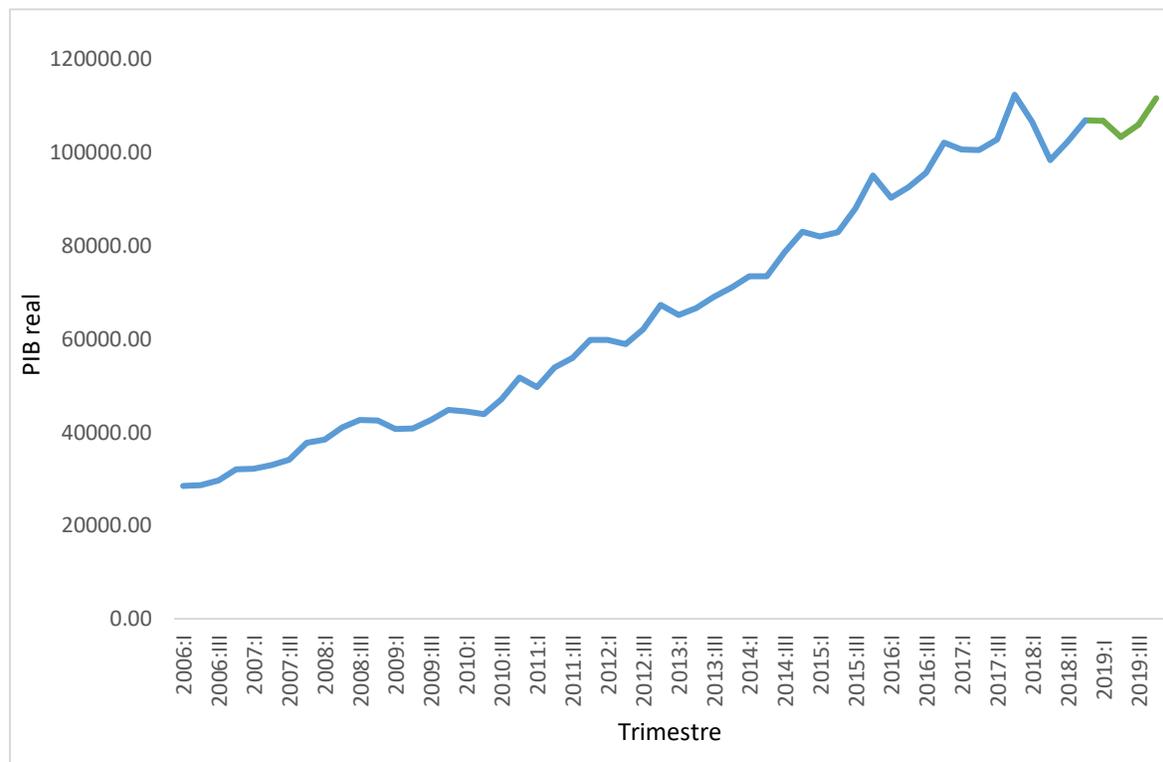


Fuente: Elaboración Propia.

En el Gráfico 8 se puede apreciar que el PIB estimado durante el periodo de estudio se ajusta a los datos observados. Las previsiones del primer al tercer trimestre, muestra una caída con expectativas de recuperación para el cuarto trimestre del mismo año.



**Gráfico 9 Pronostico del PIB en el periodo 2019:01-2019:04 del modelo Holt Winter**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4 valores del pronóstico en el periodo 2019:01-2019:04 del modelo Holt-Winter**

Observaciones	PIB	predicción	Desv Típica	Intervalo de 95%
2019:01:00	Indefinido	<b>C\$103,021</b>	1.0458475	(96466.87, 109575.4)
2019:02:00	Indefinido	<b>C\$100,840</b>	1.05874956	(92382.72, 109296.4)
2019:03:00	Indefinido	<b>C\$103,519</b>	1.06859748	(92645.39, 114393.2)
2019:04:00	Indefinido	<b>C\$108,700</b>	1.06487598	(94869.48, 122531.3)

Fuente: Elaboración propia.



En la Tabla 4 se presentan por medio del método de Holt Winter los valores de pronósticos del PIB para el periodo I:2019: IV:2019. El primer trimestre del 2019 se proyecta un total de 103,021 Millones de Córdoba con un coeficiente de variación de un 6.3%; para el segundo trimestre se espera generar un total de 100,840 Millones de Córdoba con un coeficiente de variación en relación a su media de un 8.3%; para el tercer trimestre se espera un total de 103,519 Millones de Córdoba con un respectivo coeficiente de variación de un 10.5%; mientras tanto para el último trimestre el cual se espera un recuperación económica con un total de 108,700 Millones de USD con un coeficiente de variación alrededor de su media de un 12.7%.

Todas las observaciones especificadas se estimaron con un nivel de confianza de un 95% y un 5% de significancia.

#### 9.4 Elección de modelo para el mejor pronóstico

**Tabla 5 Comparación de MAPE de los modelos SARIMA, HOLT WINTER aditivo y multiplicativo.**

Modelo	MAPE
SARIMA (0,1,0)(0,1,1)	2.089068
Holt Winter (Aditivo)	2.508704
Holt Winter (Multiplicativo)	2.055699

Elaboración propia.

En la Tabla 5 se puede apreciar los errores porcentuales absolutos medios de los diferentes modelos a estimar de los cuales se escogerá el MAPE de menor valor para realizar los pronósticos de interés. El modelo óptimo es el de 2.05 el cual corresponde al Holt Winter (Multiplicativo).



## X Conclusiones

1. La serie “PIB Real” refleja un comportamiento fluctuante moderado y, a su vez, ciertos declives significativos precisamente para los años 2009 y 2018, pero con una tendencia creciente positiva a lo largo del periodo de estudio. La razón por los declives sucedido en respectivos años, es debido a la crisis financiera internacional para 2008 y disturbios sociopolíticos que el país ha experimentado desde abril de 2018. A pesar de las turbulencias económicas globales, Nicaragua se ha destacado por mantener niveles de crecimiento superiores al promedio de América Latina y El Caribe.
2. Se identificó un “SARIMA” de orden  $(0, 1, 0) (0, 1, 1)$  el cual fue seleccionado como el modelo con mejor ajuste para pronosticar el PIB Trimestral para los periodos indicados. Además, se consideró el Modelo Holt-Winters por medio del método multiplicativo, siendo este el más adecuado para el pronóstico, porque los datos de la serie aumentan con tendencia y estacionalidad. El parámetro de estacionalidad,  $\gamma$ , es casi igual a cero, indicando que esta asume un patrón casi fijo. Los parámetros estimados son: (alpha: 0.7225), beta (0.1391), gamma ( $1e-04$ ).
3. Los modelos óptimos a estimar presentan errores porcentuales medios absolutos (MAPE) mínimos en relación a los posibles modelos de pronósticos, los cuales son los siguientes: SARIMA  $(0,1,0) (0,1,1)$  con un respectivo MAPE 2.0890068, y “Holt Winter multiplicativo con un MAPE (2.0.55699) con  $\alpha=0.7225$   $\beta=0.1391$   $\gamma =1e-04$ . Por consiguiente, el modelo de mayor precisión en base al indicador MAPE; es el Holt Winter Multiplicativo.
4. El pronóstico del PIB real, presenta una caída del primer al segundo trimestre 2019; de 103,021 a 100,840 millones de córdobas, a su vez, a partir del tercer trimestre comienza la recuperación de la actividad económica con 103,519 a C\$108,700 millones de córdobas del cuarto trimestre. Se rechaza la hipótesis nula de este estudio.



## X Referencias

- Abel, A. B., & Bernanke, B. S. (2004). *Macroeconomía* (Cuarta ed.). Madrid.
- Álvarez, R. (2013). *Fundamentos de Econometría Intermedia: teoría y aplicaciones*. Bogotá: Uniandes.
- Avendaño, N. (2018). Riesgos altos para Nicaragua en el corto plazo.
- Banco Central de Nicaragua . (2004). *Notas Metodológicas BCN*. Managua. Obtenido de <https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/metodologias/documentos/notas/I-Produccion.pdf>
- Banco Mundial. (4 de Abril de 2019). Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/country/nicaragua/overview>
- BCN. (2018). *Informe Anual 2018*. Managua. Obtenido de [https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/informe\\_anual/Informe%20Anual%202018.pdf](https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/informe_anual/Informe%20Anual%202018.pdf)
- Bernanke, B. S., & Andews B, A. (2004). *Macroeconomía* (Cuarta ed.). Madrid, Europa.
- Capistrán, C., & López Moctezuma, G. (2010). LAS EXPECTATIVAS MACROECONÓMICAS. Una evaluación de pronósticos de corto plazo. *El trimestre económico*, 312. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-718X2010000200275&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2010000200275&lang=es)
- CEFP. (2019). *Evolución y Perspectivas del producto interno bruto (2019 y 2020)*. MEXICO.
- Centro de Estudios de las finanzas Públicas. (2018). *Evolución y Perspectivas del Producto interno Bruto (2018-2019)*. Mexico.
- CEPAL. (2013). *"Proyecciones de corto plazo para el PIB: indicadores tipo "nowcast"*,.
- CEPAL. (2018). *"Una propuesta de estimación del PIB Trimestral de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile.
- El centro de estudios de las finanzas públicas. (2018 ). *Evolución y perspectivas del producto interno bruto (PIB) 2018 Y 2019*. Mexico.
- Greene, W. (1998). *Análisis econométrico*. Madrid: Pretince-Hall.
- Gregory Mankiw, N. (2012). *Principios de Economía* (Sexta ed.).
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *ECONOMETRÍA*. México, D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.



- Harmath, P., & Linárez, Castillo, M. J. (2015). *Modelización del Producto interno Bruto en Venezuela*.
- Hernández Sampiere, R., Collado, C., & Lucio Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F: McGraw-Hill.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- Linárez Castillo, M. J., & Harmath, P. (2015). *Modelización del producto Interno Bruto en Venezuela*. Venezuela.
- López, B. S. (2016). *INGENIERIAINDUSTRIALONLINE.COM* . Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>
- Mankiw, G. (2014). *Macroeconomía* (Octava ed.). Massachusetts, Estados Unidos: Antoni Bosch editor, S.A.
- Martin, S. (1998). *Apuntes de Crecimiento Económico* (2 ed.).
- Mendieta Alvarado, W. A. (2017). *Esquema de proyecciones de corto plazo del PIB*. Documento de Trabajo, Banco Central de Nicaragua BCN, Managua. Obtenido de [https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-51\\_Esquema\\_de\\_proyecciones\\_de\\_corto\\_plazo.pdf](https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-51_Esquema_de_proyecciones_de_corto_plazo.pdf)
- N.Gregory Mankiw. (2014). *Macroeconomía* (8 ed.). (A. Bosch, Ed.)
- Nestór Avendaño. (2018). FMI: La Economía de Nicaragua.
- Nestór Avendaño. (Octubre de 2018). Riesgos muy altos para Nicaragua en el Corto plazo. *Blog Nestor Avendaño*.
- Pindick, R., & Rubinfeld, R. (2001). *Econometría modelos y pronósticos*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- R. Klein, L., & Coutiño, A. (2004). Enfoque metodológico para un modelo de pronósticos de alta frecuencia para la economía mexicana. *Investigación Económica*, 58. Obtenido de [https://www.jstor.org/stable/42779560?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/42779560?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Rodríguez Vargas, A. (2014). Pronóstico del crecimiento trimestral de Costa Rica. *Revistas de Ciencias Económicas*, 226. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5001156>
- Sala-i-Martin. (1998). *Apuntes de crecimiento Económico* (2 Edición ed.).



Sampiere. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). Mexico D.F, Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Samuelson, P. (2013). *Economía* (décimo octava ed.). McGraw-Hill.

Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2001). *Macroeconomía*. España.

Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la Econometría. Un Enfoque Moderno* (Cuarta ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.



## XI Anexos

Tabla 4. PIB Real en el periodo de 2006: I a 2018-IV

2006:I	28474.18	2012:III	62081.52
2006:II	28617.20	2012:IV	67249.19
2006:III	29678.74	2013:I	65053.15
2006:IV	32067.59	2013:II	66528.93
2007:I	32204.05	2013:III	68971.42
2007:II	32962.35	2013:IV	70976.33
2007:III	34085.20	2014:I	73425.48
2007:IV	37698.58	2014:II	73414.86
2008:I	38420.83	2014:III	78653.34
2008:II	41051.01	2014:IV	82909.44
2008:III	42586.62	2015:I	81981.31
2008:IV	42543.92	2015:II	82856.90
2009:I	40652.67	2015:III	87926.45
2009:II	40792.70	2015:IV	94942.63
2009:III	42575.71	2016:I	90264.82
2009:IV	44770.23	2016:II	92461.31
2010:I	44467.57	2016:III	95526.34
2010:II	43836.24	2016:IV	102008.31
2010:III	47004.03	2017:I	100600.24
2010:IV	51744.80	2017:II	100395.08
2011:I	49639.05	2017:III	102715.85
2011:II	53898.66	2017:IV	112301.64
2011:III	55877.62	2018:I	106458.37
2011:IV	59766.88	2018:II	98336.80
2012:I	59799.71	2018:III	102288.94
2012:II	58863.45	2018:IV	106826.48

Fuente: Elaboración propia con datos del BCN.