

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÍNIMO DE LA SERIE DE TIEMPO EN EL PRONÓSTICO DEL PIB TRIMESTRAL EN MÉXICO

Juan Ruiz-Ramírez¹
Jerónimo Jiménez Juan²,
Gabriela Eréndira Hernández-Rodríguez³
Oscar González Muñoz⁴

RESUMEN

El modelo ARIMA es útil en el pronóstico del Producto Interno Bruto (PIB) el cual es sensible al tamaño de la serie de tiempo y al desconocerse su tamaño de muestra óptimo, se realizó la determinación del tamaño mínimo de la serie de tiempo en el pronóstico del PIB trimestral en México. Para ello, se utilizó el PIB del primer trimestre del 1993 al último trimestre del 2011 y con el software E-Views y el modelo ARIMA (3,1,2) se realizó el pronóstico del PIB del primer trimestre de 2012.

Posteriormente, se pronóstico el resultado esperado, eliminando el dato más antiguo y el siguiente menos antiguo y así sucesivamente. Estos pronósticos con diferentes tamaños de muestras difieren del PIB real en 1 o 2%. Con los valores de cada pronóstico se calculó el coeficiente de variación (CV) y se obtuvo el modelo de regresión y el tamaño de muestra; así como también el tamaño mínimo de la serie de tiempo que fue de 13 datos, menor al que requiere el modelo ARIMA y el software Tramo-SEAT. Por lo que se concluye que la determinación del tamaño mínimo para la serie de tiempo del PIB trimestral en México, proporciona resultados precisos y confiables.

¹ Dr. en Ciencias y Académico de la Facultad de Economía de la Universidad Veracruzana. Av. Xalapa s/n, esq. Manuel Ávila Camacho, 91020, Xalapa, Veracruz, México. Correo electrónico: jruizuv@gmail.com

² Lic. en Economía. Universidad Veracruzana. Correo electrónico: jero_0078@hotmail.com

³ Lic. en Economía, Académica de la Facultad de Economía y Estudiante del Doctorado en Finanzas Públicas de la Universidad Veracruzana. Correo electrónico: gabyerendira@yahoo.com.mx

⁴ Doctor en Finanzas Públicas y Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Veracruzana. Correo electrónico: oscargomu@yahoo.com

Palabras Clave: *Tamaño de muestra óptimo, pronóstico, PIB, modelo ARIMA, coeficiente de variación, modelo de regresión.*

ABSTRACT

The model ARIMA is useful in the forecast of the gross domestic product (GDP); this data shows sensitive to the size of the time series and the unknown optimal sample size, was performed to determine the minimum size of the time series in forecasting quarterly GDP in Mexico. For it, there was used the series of the first quarter of 1993 to the last quarter of 2011 and with the software E-Views and the model ARIMA (3,1,2) carried out the forecast of the GDP of the first quarter of 2012.

Subsequently, the expected outcome was eliminating the oldest data and the next less old and so on. These forecasts with different sizes of show differ from the royal GDP in 1 or 2 %. With the values of every forecast there was calculated the coefficient of variation (CV) and decided in model of regression with the size of sample and there was obtained that the minimal size of series of time is 13 observations, less from whom it asks the model ARIMA and the software Tramo-SEAT. So, this paper concludes, that the determination of the ideal size for the series of time of the quarterly GDP in Mexico, provides precise and reliable results.

Key Words: *Minimal size of sample, forecast, GDP, ARIMA model, the coefficient of variation, regression model.*

I. IMPORTANCIA DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE LA SERIE DE TIEMPO

Un pronóstico es un estimado cuantitativo (o conjunto de estimados) acerca de la verosimilitud de eventos futuros, que se elabora con base en información pasada y actual (Pindyck y Rubinfeld, 1998: 211).

El pronóstico de una variable económica permite predecir anticipadamente una serie de resultados posibles con el objeto de tomar decisiones en cuanto a la planeación en diversos campos de la economía, empresa o país. En años recientes, el alcance de los pronósticos se ha expandido más allá de sus aspectos técnicos, abarcando un conjunto más amplio de problemas de planificación, toma de decisiones y administración (Makridakis y Wheelwright, 2004: 7); para ello se debe reducir y acotar el campo de variación del comportamiento futuro de las variables que se analizan, lo que exige la intervención de los modelos estadísticos y econométricos que sean apropiados para analizar la serie de tiempo de la variable económica (Psaradakis y Sola, 2003:271; García, 2007: 4; Capistrán y López-Moctezuma, 2008:1).

Para hacer pronósticos precisos y confiables de variables económicas, se puede utilizar la econometría, la cual tiene las herramientas necesarias que se pueden obtener a través de softwares estadísticos, tales como STATA, STATISTICA (McCallum, 1999: 1291-1292), Eviews (Rodríguez, 2001), TRAMO/SEATS (Kikut *et al.*, 2002) y SPSS (Gómez *et al.*, 2007), entre otros.

Un pronóstico se puede realizar con sólo dos datos, y al graficarlos y trazar una línea recta, se tendrá su pronóstico, sin embargo ¿qué tan confiable es ese pronóstico?. Se han realizado muchos trabajos de pronósticos a través de series de tiempo y cada analista usa diferente número de observaciones por ejemplo Fajardo (2003) hace un pronóstico del consumo de energía utilizando un modelo ARIMA tomando 156 observaciones comprendidas en un periodo de 1989 al 2002 medidas mensualmente, de la misma manera Guerrero (2009) utiliza para su análisis una serie de tiempo de tamaño 468 para calcular los caudales del río Ramis a través de un modelo ARIMA. Se han realizado otros trabajos donde se consideran series de tiempo que emplean como mínimo 50 datos cumpliendo con ello la recomendación de la metodología de Box-Jenkins.

Actualmente existe un interés creciente en la predicción de variables importantes para toda la economía de un país. Es por ello que se ha desarrollado mucho trabajo en la evaluación de métodos para hacer esta clase de pronósticos económicos, llamados pronósticos macroeconómicos. Por tal motivo, es importante mejorar los métodos para realizar pronósticos que se enfoquen en mediciones generales del funcionamiento económico de un país (Hanke y Wichern, 2009: 3).

La importancia de evaluar la precisión o rapidez con que se pueda conocer el dato futuro del PIB trimestral, depende de su utilidad para incluirse en la estimación de otro indicador (Cristóbal y Martínez, 2009:7), como ocurre con los índice de productividad sectorial, del trabajo, tasa de crecimiento, tasa de inflación, de inversión, tasa de ahorro, índice de precios al consumidor, entre otros mas (De Alba, 1990:360). Es por ello que su pronóstico permite conocer anticipadamente la información antes que se publique por las fuentes oficiales de México, como ocurre también en Estados Unidos y España, lo cual repercute en la toma de decisiones socioeconómicas de cada país (Klein y Coutiño, 2004:48). La predicción es una parte importante del análisis econométrico, y para algunas personas constituye el área más importante (Gujarati, 2004: 809).

Todos los análisis de series de tiempo utilizan diferentes tamaños de estas, y cada una obtiene resultados variados. El modelo Autorregresivo Integral de Medias Móviles (ARIMA), el cual es el más utilizado en el pronóstico del PIB y esta metodología requiere que la serie de tiempo contenga al menos 50 datos (Box y Jenkins, 1976) por otro lado, el software TRAMO-SEAT requiere utilizar como mínimo 30 datos para analizarlos con el modelo ARIMA (Kikut *et al.*, 2002). Es importante mencionar lo que indica Mellis (1991) con respecto a "... El desarrollo de las técnicas ARIMA han contribuido indirectamente al facilitar la predicción a corto plazo, al oscurecer la frontera entre señal y predicción".

1.1. Planteamiento del problema

Al realizar un pronóstico univariado de serie de tiempo no siempre se trabaja con el mismo número de datos, entonces se desconoce el tamaño óptimo para obtener resultados confiables y precisos. Un problema importante se presenta

en economía, donde es común emplear series de tiempo con muestras pequeñas (Harvey, 1999: 31).

Los modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA) para su funcionamiento requieren el uso de una serie de tiempo. Este tipo de modelos son sensibles a cambios en los tamaños de estas series, es decir sus resultados responden a cambios en el número de datos con los que cuente una serie de tiempo; es por ello que se requiere determinar el tamaño mínimo de la serie de tiempo que presente un pronóstico más confiable y preciso.

Una idea es la de Box y Jenkins (1976), quienes argumentan que es recomendable usar una serie de tiempo de mínimo 50 datos para un modelo ARIMA, sin embargo, en la economía usualmente son ocupadas las muestras pequeñas.

Actualmente es de vital importancia un pronóstico confiable para la economía de un país, ya que el PIB es uno de los principales indicadores que muestra el poder económico de una nación (Vázquez, 2003: 2; Cabrera *et al.* 2005: 68). Por tal razón es necesario tener las bases adecuadas para poder hacer un pronóstico el cual tenga una mayor precisión posible.

1.2. Hipótesis

Existe un tamaño de muestra de una serie de tiempo menor al que sugiere la metodología de Box-Jenkins que permita obtener un pronóstico más preciso y confiable del PIB trimestral de México.

1.3. Objetivo de la investigación

Determinar el tamaño mínimo de la serie de tiempo que permita obtener el pronóstico preciso y confiable del PIB trimestral en México.

1.4. Justificación

Los modelos univariados de series de tiempo son de los métodos más precisos para realizar pronósticos, y por lo tanto los modelos ARIMA permiten obtener buenos resultados para un pronóstico, principalmente cuando se trabaja con el tamaño adecuado de una serie de tiempo, debido a que una serie de tiempo suficientemente grande produce resultados confiables y si es pequeña, se tienen problemas con los métodos cuantitativos empleados y provoca que los

resultados no sean confiables (Vázquez, 2003:2). Por esta razón es importante determinar el tamaño óptimo para poder realizar su análisis.

Para hacer un pronóstico confiable en función al tamaño de muestra de la serie de tiempo, se tiene que considerar. a). El valor económico de las predicciones y b). El costo económico correspondiente a la obtención de los datos y equilibrar entre estos aspectos. Así que a veces un tamaño de muestra es un exceso bruto y a veces es insuficiente.

El Producto Interno Bruto usualmente en México se pronostica de una manera trimestral y de acuerdo con Ruiz, Hernández y Arce (2011), la confiabilidad del pronóstico del PIB es confiable sólo al pronosticar el periodo inmediato al último trimestre conocido “a corto plazo”, es decir, solo será confiable el primer periodo a pronosticar, los demás pronósticos realizados a largo plazo, tendrán un margen de error mayor y por tal razón existe cierta incertidumbre sobre la precisión de su pronóstico. Por lo antes mencionado, se requiere determinar el tamaño de muestra mínimo de la serie de tiempo del PIB trimestral en México.

2. MÉTODO DE PRONÓSTICO DEL PIB TRIMESTRAL

La serie de tiempo del Producto Interno Bruto trimestral a precios reales se obtuvo del INEGI, del periodo que comprende del primer trimestre del 1993 al último trimestre del 2011 dicha serie de presenta en el cuadro 1 (Anexo).

Con la metodología de Box-Jenkins, se realizó el modelo ARIMA con el software Eviews (Rodríguez, 2001) y posteriormente con un tamaño de muestra que consistió de 76 datos, se realizó el pronóstico para el primer trimestre del 2012.

Una vez identificado el modelo ARIMA se obtuvo el pronóstico para diferentes tamaños de series de tiempo y se evaluó la precisión del PIB pronosticado con respecto con el dato real del primer trimestre del 2012.

En el modelo ARIMA (p,d,q) , el parámetro p representa el orden de la parte autorregresiva, d indica el número de diferenciaciones y q indica el orden de la parte de medias móvil.

El modelo ARIMA se representa de la siguiente forma:

$$Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + \dots + \varphi_{p+d} Z_{p-d} + u_t - \theta_1 u_{t-1} - \dots - \theta_q u_{t-q}$$

Para determinar los diferentes tamaños de muestra de la serie de tiempo, se consideró la serie de tiempo completa del periodo del primer trimestre del 1993 al último trimestre del 2011 y en este caso y en los siguientes, siempre se realizó el pronóstico del primer trimestre del 2012 con el mismo modelo ARIMA; es por ello posteriormente se eliminó el dato más antiguo (primer trimestre del 1993) y posteriormente se eliminó siguiente dato más antiguo (segundo trimestre del 1993) y así sucesivamente se fue eliminando el siguiente dato más antiguo hasta que el pronóstico ya era muy alejado del dato real. Posteriormente se utilizó el coeficiente de variación para determinar el tamaño adecuado de serie de tiempo que proporcionó un pronóstico más preciso.

En la figura 1 se procedió a identificar el modelo ARIMA en base a que la serie se volvió estacionaria al emplear el logaritmo natural del PIB trimestral y al aplicarle la primera diferenciación, se obtuvo que presentaba menor varianza, además de que la Función de autocorrelación muestral (FAM) y a la Función de autocorrelación parcial (FAP) se graficaron con el software EVIEWS 7 y se obtuvo que el modelo es del tipo ARIMA de orden (3, 1, 2), el cual cumple con los supuestos de varianza constante en los residuos, independencia de los residuos, normalidad de los residuos, observaciones aberrantes, el modelo es parsimonioso, el modelo es admisible, estacionario, invertible, y el modelo es estable.

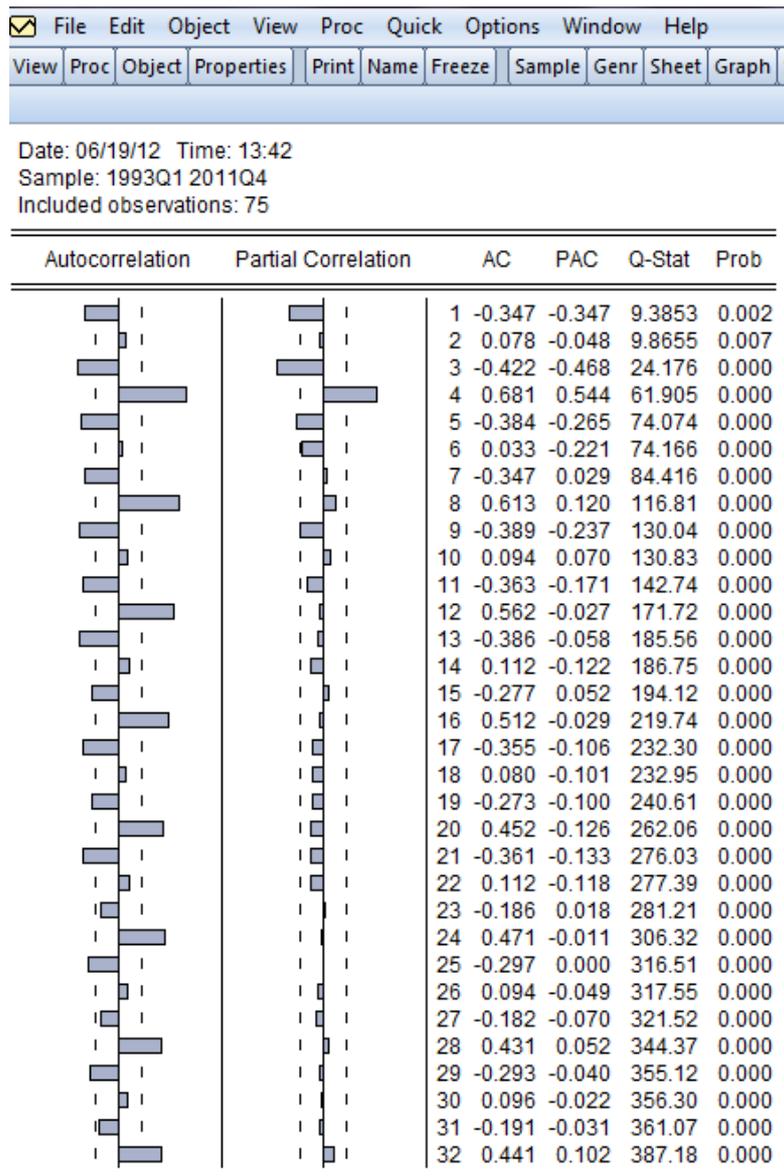


Figura 1. Función de autocorrelación muestral y función de autocorrelación parcial del PIB trimestral en México.

3. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE LA SERIE DE TIEMPO

En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos de los pronósticos realizados para el primer trimestre del 2012 para cada tamaño de serie de tiempo a partir de el modelo ARIMA (3,1,2) el cual es similar al obtenido con otra serie de tiempo del PIB trimestral en México, obtenido por Ruiz, Hernández y Arce (2011).

Equation: ECUACION Workfile: TESIS EIEWS PIB::Untitled\									
View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: DLOG(PIB)									
Method: Least Squares									
Date: 06/28/12 Time: 22:20									
Sample (adjusted): 1994Q1 2011Q4									
Included observations: 72 after adjustments									
Convergence achieved after 30 iterations									
MA Backcast: 1993Q3 1993Q4									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
C	0.006092	0.001781	3.420093	0.0011					
AR(3)	-0.589730	0.104759	-5.629420	0.0000					
MA(2)	-0.236845	0.126617	-1.870567	0.0656					
R-squared	0.237656	Mean dependent var	0.006254						
Adjusted R-squared	0.215559	S.D. dependent var	0.035202						
S.E. of regression	0.031178	Akaike info criterion	-4.057447						
Sum squared resid	0.067072	Schwarz criterion	-3.962586						
Log likelihood	149.0681	Hannan-Quinn criter.	-4.019682						
F-statistic	10.75514	Durbin-Watson stat	2.004393						
Prob(F-statistic)	0.000086								
Inverted AR Roots	.42-.73i	.42+.73i	-.84						
Inverted MA Roots	.49	-.49							

Figura 2. Estimación de los parámetros del modelo ARIMA (3, 1,2) obtenidos de la serie de tiempo del periodo 1993-1 a 2011-4, del PIB trimestral de México.

Fuente: Elaboración propia con datos de la serie de tiempo del periodo 1993-1 a 2011-4.

Ajuste del modelo:

$$Z_t = 0.006092 - 0.58973Z_{t-1} - 0.236845Z_{t-2}$$

En el cuadro 2 se muestra el pronóstico del PIB obtenido en base a determinados tamaños de serie de tiempo, la prueba se hizo primero con la serie original que tiene 76 observaciones y posteriormente al eliminar el dato más antiguo, y así sucesivamente hasta tener una serie de tamaño 7, también se pronosticaron valores para el tamaño 6 pero estos ya estaban muy alejados del PIB real primer trimestre del 2012 a comparar y para series más pequeñas ya no se pudo obtener el pronóstico en el software Eviews.

Cuadro 2. Pronóstico del PIB para diferentes tamaños de serie de tiempo.

n	Pronóstico	N	Pronóstico	n	Pronóstico	n	Pronóstico
76	9388522	58	9370874	40	9347951	22	8889083
75	9391734	57	9357597	39	9355578	21	8929902
74	9387114	56	9356722	38	9353299	20	8973004
73	9385467	55	9366021	37	9350871	19	8994496
72	9393542	54	9354399	36	9352485	18	9202822
71	9425813	53	9342886	35	9355484	17	9126639
70	9427341	52	9342090	34	9343709	16	9119974
69	9422668	51	9339083	33	9338370	15	9408692
68	9427586	50	9328093	32	9322097	14	9408763
67	9424847	49	9324073	31	9346601	13	9455448
66	9415592	48	9322384	30	9335517	12	9461204
65	9409465	47	9336359	29	9317481	11	9587269
64	9391891	46	9333861	28	9311216	10	9306496
63	9403735	45	9331311	27	9295456	9	9420000
62	9385167	44	9324516	26	9266311	8	9509135
61	9367575	43	9344915	25	9241314	7	9410021
60	9373506	42	9354174	24	8868061		
59	9375464	41	9353558	23	8870048		

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2012.

Para evaluar la precisión de los valores pronosticados con diferentes tamaños de la serie de tiempo del PIB trimestral, se multiplicó por 100 y se dividió con el Dato real del PIB trimestral de México correspondiente al primer trimestre del 2012, el cual fue de 9209,366 (en millones de pesos) y de esta manera se obtuvo que la precisión fluctuó entre el 96.29394% y el 104.1035%, y el valor promedio fue de 101.2253%, lo cual indica que en promedio se obtuvo una precisión que se excedió del 1.2253% del PIB real.

Una vez obtenidos los pronósticos para cada tamaño de serie de tiempo del periodo pronosticado se procedió a determinar el tamaño de la serie de tiempo que mayor precisión y confiabilidad obtuvo, esto se hizo a través del coeficiente de variación representado mediante la fórmula siguiente:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

S = representa la desviación estándar de las observaciones de la serie de tiempo.

\bar{X} = media de las observaciones de la serie de tiempo.

3.1. Cálculo del tamaño mínimo de la serie de tiempo

Ruiz, Peña y Uriza (1985), explican que "... Al considerar que el CV es una función del tamaño de muestra, cuya grafica debe de ser monótona decreciente, el procedimiento para determinar dicho tamaño fue una modificación del método propuesto por Federer en 1955 el cual consiste en que una vez calculados todos los CV correspondientes para cada tamaño de serie de tiempo n, se ajusta un modelo de regresión de la forma:

$$CV = b_0 + b_1n + b_{11}n^2$$

Una vez calculados los coeficientes de variación a cada tamaño de la serie de tiempo, se calcula la diferencia entre los tamaños de serie de tiempo, para ello, se resta al CV de la serie más grande el CV de la serie con una observación menos y así sucesivamente".

Antes de realizar en análisis de regresión, primero se graficaron las diferencias de los coeficientes de variación correspondientes al CV con 76 datos con respecto al de 75, y éste con el de 74 datos y así sucesivamente, para observar el comportamiento de estos, como se muestra en la figura 3.

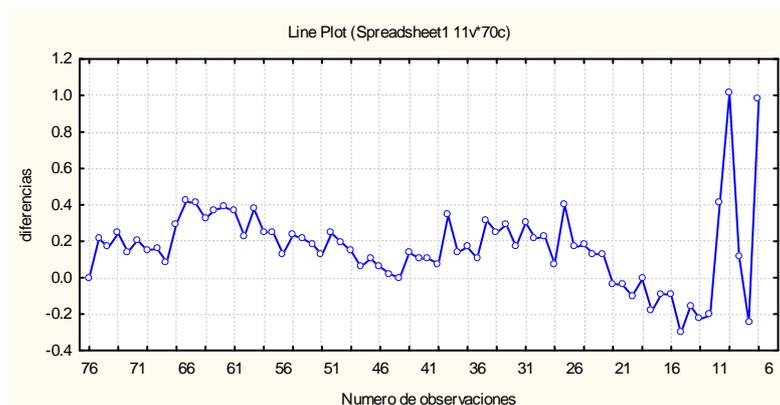


Figura 3. Diferencias entre los coeficientes de variación (CV) de los tamaños de muestra del PIB trimestral pronosticado.

En la figura 3 se representan las diferencias del CV con respecto a los diferentes tamaños de la serie de tiempo, como se puede apreciar a partir del tamaño 13 aproximadamente, donde se nota que la diferencia ya es muy grande y los tamaños más pequeños no son útiles en este estudio, por tal

razón se eliminaron los 12 datos más antiguos y se decidió trabajar con las series de tiempo, a partir del tamaño de la serie del trimestre 13 al 76. Es por ello que la serie de tiempo, utilizó 64 observaciones solamente, descartando los 12 datos más antiguos del PIB trimestral.

En el cuadro 3 se presentan las estadísticas descriptivas del pronóstico del modelo ARIMA (3,1,2), al emplear tamaños de muestra de 13 hasta 76 del PIB trimestral.

Cuadro 3. Estadística descriptiva y explicación del modelo ARIMA (3,1,2).

	n	Media	Intervalo de Confianza		Desviación estándar
			-95%	+95%	
Pronóstico	64	9310322	9275229	9345416	140490.5
confiabilidad	64	101	101	101	1.5
Error	64	1	1	1	1.5

Como se puede observar en los 64 pronósticos realizados para cada tamaño de serie de tiempo que va desde el tamaño 76 hasta el tamaño 13, se obtuvo que existe una precisión muy cercana al 100% la cual se presenta en el intervalo de confianza del 95%, donde solo excede del 1%, lo cual es aceptable. También se puede observar que el error presentado dentro de este intervalo de confianza es similar a la precisión y dado su bajo resultado no presenta algún problema.

Con el software *STATISTICA 7.0* se realizó la regresión del modelo mostrado anteriormente tomando como variable independiente al CV y como variables independientes n y n^2 , el cual se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Regresión del Coeficiente de Variación con n y n^2 .

	Beta	Err.Std.	B	Err.Std.	t(61)	p-level
Intercept			3.787549	0.328129	11.54285	0.000000
n	-0.031172	0.090768	-0.005599	0.016302	-0.34343	0.732456
n²	1.022231	0.090768	0.002028	0.000180	11.26203	0.000000

R= .99159860

R²= .98326778

Esta es la representación de la regresión de los datos tomando el CV como variable dependiente y n y n^2 como variables independientes de acuerdo a lo que propuso Federer en 1955.

En este modelo de regresión el valor de R^2 es igual a 0.98 lo cual es muy cercano a 1 y esto indica que el modelo explica a los datos en un 98%.

En cuadro 4 se aprecian los valores estimados de β_1 y β_2 , así como el valor de probabilidad (**p**) y teniendo en cuenta que el valor de **p** es mayor al nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$) del β correspondiente para **n** y entonces solo se realizó el modelo de regresión con variable independiente n^2 (cuadro 5).

Cuadro 5. Regresión del Coeficiente de Variación y n^2

	Beta	Err.Std.	B	Err.Std.	t(62)	p-level
Intercept			3.679584	0.093345	39.41917	0.000000
n²	0.991582	0.016444	0.001967	0.000033	60.30153	0.000000

R= .99158228

R²= .98323542

Una vez realizada la regresión se graficaron los valores estimados o predichos del CV y los valores de n^2 , como se muestra en la figura 4.

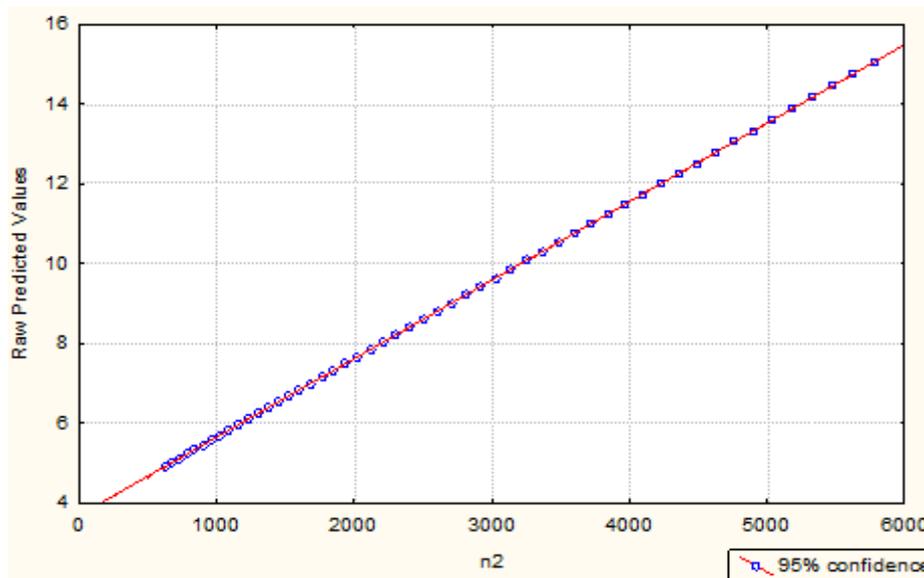


Figura 4. Representación de los valores estimados del CV y los valores de n^2 .

El modelo obtenido es:

$$\hat{CV} = 3.679584 + 0.00197n^2$$

$$R^2 = .98323542$$

En la figura 5 se aprecia que todos los valores de CV están localizados en la recta con un 95% de confiabilidad.

Al considerar los resultados obtenidos en la determinación de un tamaño de muestra para pronosticar el PIB trimestral en México en el periodo de analizado, se recomienda para esta serie de tiempo, emplear mínimo los 13 datos mas actuales del PIB trimestral en México. El resultado obtenido es menor al propuesto por la metodología de Box y Jenkins, el cual es de 50, así también, a los 30 datos que requiere el software Tramo-SEAT.

Por último, Mateos y Gaytán (2008) indican que "... Por otra parte, los modelos ARIMA o filtros estadísticos permiten obtener una medida tendencial contemporánea, pero tienen el inconveniente de que dependen del tamaño de muestra y que el resultado tendencial obtenido para el periodo corriente puede cambiar con la incorporación de nuevas observaciones".

4. CONCLUSIONES

Después de haber realizado este trabajo se aprecia la importancia de los pronósticos económicos y más aun los que son realizados a través de métodos univariados de series de tiempo.

Al ser sensibles los modelos de series de tiempo ARIMA a los cambios en el número de observaciones que se tengan, es por ello que sus resultados están en función de estos, por lo que se concluye que el tamaño de muestra mínimo de la serie de tiempo, permite pronosticar de manera precisa y confiable el PIB trimestral en México.

Tras haber empleado el modelo ARIMA(3,1,2) y el método de regresión para determinar el tamaño de muestra mínimo, se obtuvo que el tamaño de la serie de tiempo es menor a los tamaños propuesto por la metodología de Box y Jenkins y el requerido por el software Tramo-SEAT.

REFERENCIAS

1. Box George E., Jenkins Gwilym M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day, INC. Oakland, Calif. USA.
2. Cabrera, Adame Carlos Javier; Gutiérrez Lara Abelardo Aníbal y Miguel Rubén Antonio (2005). *Introducción a los indicadores económicos y sociales de México*. Facultad de Economía. UNAM. 260 p.
3. Capistrán, Carlos y López-Moctezuma, Gabriel. (2008). *Las Expectativas macroeconómicas de los especialistas: Una evaluación de pronósticos de corto plazo en México*. Banco de México, documentos de investigación, No. 2008-11.
4. Cristóbal Cristóbal, Alfredo y Martínez Marín Pilar. (2009). *El estimador avance del PIB trimestral. Rapidez vs precisión*. Índice, 34, 6-7. Consultado el 11 de Noviembre del 2012 en: <http://www.revistaindice.com/numero34/>.
5. De Alba, Enrique (1990). *Estimación del PIB trimestral para México (1967-1975)*. Estudios económicos, 5(2), 359-370.
6. Fajardo Ortiz, Eddy J. (2003). *Modelos de series de tiempo para analizar y predecir el comportamiento del consumo total de energía eléctrica (KW/h) mensual en la ciudad de Medellín*. Consultado el 7 de Noviembre del 2012

<http://procesosestocasticos.files.wordpress.com/2011/06/trabajo-final.pdf>.

7. García del Hoyo, Juan J. (2007). *Predicción y economía empresarial. Apuntes del curso "Predicción empresarial"*. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad de Huelva. Consultado el 25 de Agosto del 2012 en http://www.uhu.es/45132/ficheros_datos/Tema1wd.pdf.
8. Gómez A., B., C. Sebrango R. y G. Pérez. 2007. *Aplicación de las series de tiempo estructuradas a un proceso industrial para contribuir a la reducción de variabilidad. Consultado el 25 de agosto del 2012* <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/573/57319955011.pdf>.
9. Gujarati, Damodar N. (2004). *Econometría*. (Cuarta edición), McGraw-Hill, Inc. New York, 972 p.
10. Hanke, John E. y Wichern, Dean W. (2009). *Pronósticos en los negocios*. México: Prentice Hall.
11. Harvey, A.C: 1999. *The econometrics analysis of time series*. MIT press edition. Fourth printing. USA.
12. INEGI. (2012), *Sistemas de cuentas nacionales*. consultado el 21 de octubre de 2012 en:
http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/IndicadoresEconomicos/IndMacroeconomicos/printbto.pdf
13. Kikut V., A.C., E. Muñoz S., y J.C. Quirós S. (2002). *Aspectos conceptuales sobre series de tiempo -Nociones básicas*. Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica. Nota Técnica (DIE/02-2002-NT).
14. Klein, Laurence R. y Coutiño, Alfredo (2004). *Enfoque metodológico para un modelo de pronósticos de alta frecuencia para la economía mexicana. Investigación económica*, 63(259), 47-58.
15. Makridakis y Wheelrigh. (2004). *Métodos de pronósticos*. México: Limusa.
16. Mateos, Calixto y Gaytan, Alejandro. (1998). *Medidas alternativas de la inflación*. Documento de investigación No. 1802, Banco de México.
17. McCallum, B. (1999). *A carnival of stats. Science*, 284, 1291-1292.
18. Mellis, F. (1991), *La estimación del ritmo de variación en series económicas*, Estadística Española, 33, 126.
19. Psaradakis, Zacharias y Sola, Martin. (2003). *On detrending and cyclical asymmetry*. *Journal of applied econometrics*, 18(3), 271-289.

20. Pindyck, Robert S. y Rubinfeld, Daniel L. (1998). *Econometría, Modelos y Pronósticos*. México: McGraw Hill.
21. Rodríguez, Rodríguez, C. (2001). *Modelos Box-Jenkins Aplicación de su metodología a la producción de azúcar en Cuba*. Economía y desarrollo, 128 (1), 170.
22. Ruiz Ramírez, Juan; Rodríguez Peña, Manuel A. Uriza Ávila, Daniel A. (1985). *Determinación de los tamaños de muestra en parcelas con experimentas de piña*. Agricultura técnica en México, 11(2):158-163.
23. Vázquez Paganini, Alejandro. (2003). *Estimaciones mensuales del PBI mediante el filtro de Kalman: Evidencia de Uruguay*. Instituto de Matemáticas y Estadística, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Consultado el 01 de agosto de 2012 en: <http://www.fing.edu.uy/iie/ense/asign/tes/materiales/monografias/estimacionPBI.pdf>.
24. Vergara Saturno, Lucio E. (2009). *Análisis de series de tiempo de caudales del río Ramis*. Universidad Agraria La Molina. Consultado el 12 de Noviembre del 2012 en <http://es.scribd.com/doc/85571983/Analisis-de-Series-de-Tiempo-de-Caudales-ARIMA>

Anexo: Base de datos de la serie de tiempo trimestral del PIB de México a precios reales en el periodo 1993-2011.

Cuadro1. Base de datos del PIB en millones de pesos a precios reales, periodo 1993-2011.

Periodo	PIB	Periodo	PIB	Periodo	PIB	Periodo	PIB
1993-1	5,732,746	1997-4	6,898,432	2002-3	7,517,032	2007-2	8,799,089
1993-2	5,802,801	1998-1	6,665,227	2002-4	7,670,057	2007-3	8,859,749
1993-3	5,857,838	1998-2	6,779,735	2003-1	7,367,054	2007-4	9,077,677
1993-4	6,092,879	1998-3	6,891,651	2003-2	7,539,709	2008-1	8,677,733
1994-1	5,896,049	1998-4	7,072,200	2003-3	7,535,288	2008-2	9,014,134
1994-2	6,138,930	1999-1	6,833,076	2003-4	7,781,159	2008-3	8,978,335
1994-3	6,153,162	1999-2	6,997,209	2004-1	7,620,240	2008-4	8,989,917
1994-4	6,424,823	1999-3	7,148,246	2004-2	7,823,406	2009-1	8,053,822
1995-1	5,826,003	1999-4	7,410,151	2004-3	7,871,312	2009-2	8,164,738
1995-2	5,600,037	2000-1	7,298,852	2004-4	8,133,328	2009-3	8,502,983
1995-3	5,691,934	2000-2	7,467,037	2005-1	7,773,366	2009-4	8,815,394
1995-4	5,962,216	2000-3	7,604,284	2005-2	8,117,394	2010-1	8,429,360
1996-1	5,891,226	2000-4	7,711,444	2005-3	8,141,690	2010-2	8,802,580
1996-2	5,955,682	2001-1	7,310,622	2005-4	8,423,889	2010-3	8,957,077
1996-3	6,073,486	2001-2	7,424,985	2006-1	8,251,804	2010-4	9,203,308
1996-4	6,427,559	2001-3	7,483,060	2006-2	8,546,680	2011-1	8,801,936
1997-1	6,152,807	2001-4	7,576,346	2006-3	8,563,585	2011-2	9,074,248
1997-2	6,492,761	2002-1	7,110,693	2006-4	8,765,821	2011-3	9,342,215
1997-3	6,569,860	2002-2	7,523,676	2007-1	8,504,029	2011-4	9,557,984

Fuente: INEGI (2012). Sistema de Cuentas Nacionales de México.