

INFLUENCIA DE LA ECONOMÍA NORTEAMERICANA EN LAS EXPORTACIONES Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO

INFLUENCE OF THE NORTH AMERICAN ECONOMY ON EXPORTS AND ECONOMIC GROWTH IN MEXICO

Marly Cedillo-Martínez, Miguel Á. Martínez-Damián*

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230. (angel01@colpos.mx)

RESUMEN

Una de las transformaciones más notables de la economía mexicana surgió con la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), el cual buscaba impulsar las exportaciones para promover el crecimiento de la economía interna y sus sectores productivos. A casi 20 años de su implementación, aun no existe evidencia contundente que confirme esta premisa, por lo que el trabajo que se presenta trata de examinar si el comportamiento de las exportaciones enviadas a Estados Unidos influye en el crecimiento económico en México y si dicho comportamiento está ligado a perturbaciones aleatorias de la economía estadounidense. Para ello se utilizó la metodología de descomposición de componentes no observables de series de tiempo y, particularmente, la aplicación del Filtro de Hodrick-Prescott. Los resultados muestran que las exportaciones están relacionadas con el PIB mexicano y, por lo tanto, el impacto que generan es significativo. Respecto al patrón de comportamiento de las exportaciones, este permanece casi inalterable ante cambios de la economía estadounidense.

Palabras clave: aleatoriedad, componentes, filtro, perturbación, serie.

INTRODUCCION

México ha pasado por diversos cambios estructurales que han transformado sus actividades económicas y sus relaciones comerciales, pasando de una economía cerrada a una abierta. Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), la relación bilateral México-Estados Unidos se ha dado en un contexto de gran dinamismo en materia comercial.

ABSTRACT

One of the most notable transformations of Mexican economy arose with the signing of the North American Free Trade Agreement (NAFTA), which sought to foster exports to promote the growth of the domestic economy and its productive sectors. After almost 20 years since its implementation, there is still no convincing evidence that confirms this premise, which is why this study attempts to examine whether the behavior of exports sent to the United States has an influence on the economic growth in Mexico and if this behavior is connected to random disturbances of the United States economy. For this purpose, the methodology used was decomposition of non-observable components of time series and, in particular, the application of the Hodrick-Prescott Filter. The results show that the exports are related to the Mexican GDP and, therefore, the impact that they generate is significant. Concerning the behavior of exports, it remains almost unchangeable in face of changes in the US economy.

Key words: randomness, components, filter, disturbance, series.

INTRODUCTION

Mexico has undergone various structural changes that have transformed its economic activities and its commercial relationships, going from a closed economy to an open one. With the enforcement of the North American Free Trade Agreement (NAFTA), the Mexico-United States bilateral relationship has developed within a context of great dynamism in commercial terms.

Because of its geographic location and economic potential, the United States is Mexico's main commercial partner at the global scale. Just in the period of 1995 to 2012, Mexican exports to this country increased in 341.52 % and the imports

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: marzo, 2014. Aprobado: agosto, 2017.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 15: 295-309. 2018.

Por su ubicación geográfica y potencial económico, Estados Unidos es el principal socio comercial de México a nivel mundial. Tan solo en el periodo de 1995 a 2012, las exportaciones mexicanas hacia ese país se incrementaron en 341.52 % y las importaciones en 243.88 % (INEGI, Banco de Información Económica; SE. Subsecretaría de Comercio Exterior).

De enero a septiembre de 2013, 78.24% de las exportaciones mexicanas tuvieron como destino Estados Unidos y solo 20 %, aproximadamente, tiene como destino otros países, a pesar del número de acuerdos comerciales que México tiene pactados. El comportamiento de las exportaciones enviadas a Estados Unidos oscila entre 77 y 92 % (INEGI, Banco de Información Económica; SE. Subsecretaría de Comercio Exterior) de participación en las exportaciones totales; por su parte, el comportamiento en valor de las exportaciones creció a una tasa media anual de 7.6 % para las totales y 6.8 % para las realizadas a Estados Unidos.

Las exportaciones por manufacturas son el principal producto enviado a Estados Unidos, seguido de las petroleras, agropecuarias y extractivas. Del porcentaje registrado de enero a septiembre de 2013, 64.59 % de participación corresponde a manufacturas, 10.34 % es por exportaciones petroleras, y 2.32 % y 0.96 % por productos agrícolas y extractivas, respectivamente.

Uno de los principales temas en el ámbito académico y político del comercio internacional ha sido promocionar al sector exportador para impulsar un mayor crecimiento de las economías en desarrollo. Diversos estudios¹ han tratado de responder a ese cuestionamiento, tratando de explicar dicha relación bajo distintas perspectivas y aplicación de técnicas econométricas entre las que destacan: estudios de sección cruzada, funciones de producción neoclásicas y ecuaciones simultáneas, así como series temporales de causalidad y cointegración.

Donoso y Martín (2009) realizan un trabajo que refleja los principales estudios empíricos que contrastan la hipótesis de las exportaciones como motor de crecimiento en una economía bajo dos tipos de metodologías: estudios de sección cruzada y series temporales. Los estudios de sección cruzada muestran evidencia de que las exportaciones promueven el crecimiento económico en los países bajo estudio y que este depende del nivel de desarrollo o renta. Bajo este planteamiento se encuentran los trabajos de Krueger (1980), Tyler (1981) y Feder (1982), entre otros.

Chow (1987), Ramírez (2005), Balaguer y Cantavella-Jordá (2001 y 2004) utilizan series de tiempo de

in 243.88 % (INEGI, Banco de Información Económica; SE. Subsecretaría de Comercio Exterior).

From January to September 2013, 78.24 % of the Mexican exports were destined to the United States and only 20 %, approximately, were destined to other countries, despite the number of trade agreements that Mexico has signed. The behavior of exports sent to the US ranges between 77 and 92 % (INEGI, Banco de Información Económica; SE. Subsecretaría de Comercio Exterior) of participation in total exports; in their part, the behavior in value of exports grew at a mean annual rate of 7.6 % for the total and 6.8 % for those towards the United States.

Exports by manufacturers are the main product sent to the United States, followed by the oil, agriculture and livestock, and extractive activities. From the percentage reported in January to September, 2013, 64.59 % of the participation corresponds to manufacturers, 10.34 % to oil exports, and 2.32 % and 0.96 % to agricultural and extractive products, respectively.

One of the main issues in the academic and political scope of international trade has been promoting the exporting sector to drive a greater growth of developing economies. Various studies¹ have attempted to respond to this questioning, trying to explain this relation under different perspectives and the application of econometric techniques, among which the following stand out: crossed section studies, neoclassic production functions and simultaneous equations, as well as temporal series of causality and cointegration.

Donoso and Martín (2009) perform a study that reflects the main empirical studies that contrast the hypothesis of exports as motor for growth in an economy, under two types of methodologies: crossed section studies and temporal series. The crossed section studies show evidence that the exports promote economic growth in the countries under study, and that it depends on the level of development or rent. Under this approach, there are studies by Krueger (1980), Tyler (1981) and Feder (1982), among others.

Chow (1987), Ramírez (2005), Balaguer and Cantavella-Jordá (2001 and 2004) use time series of causality, cointegration and error correction models, obtaining results that are far from being similar, even when they analyze the same countries and use similar samples.

causalidad, cointegración y modelos de corrección de error, y obtienen resultados que distan de ser semejantes, aun cuando analizan los mismos países y emplean muestras similares.

De los estudios realizados para México destaca el realizado por Thornton (1996) para el periodo de 1895-1992, quien encuentra que las exportaciones tienen una relación de causalidad en el sentido de Granger² hacia el producto interno bruto mexicano. Cuadros (2000) analiza el impacto de apertura comercial de 1983-1997 encontrando tras la aplicación de un vector autorregresivo y el contraste de causalidad de Granger la ausencia de causalidad entre las distintas categorías de las exportaciones totales, de manufacturas y las exportaciones que excluyen aquellas que se llevan a cabo en el sector de la maquila y crecimiento del producto neto de exportaciones. Dicho autor concluye que no existe una relación de causalidad entre la tasa de crecimiento de las exportaciones y la tasa de crecimiento del producto neto de exportaciones y que, por lo tanto, el impacto positivo de la apertura comercial sobre el crecimiento económico no parece estar relacionado con el incremento en las exportaciones.

Fujii, Candaudap y Gaona (2005) evalúan los efectos en términos de crecimiento económico para la década de los noventa del modelo exportador industrial basado en la producción nacional compartida. Mediante la elaboración de distintos modelos de determinación de las importaciones de bienes intermedios asociados a las exportaciones encuentran que el sector exportador depende fuertemente del exterior en cuanto a abastecimiento de insumos, lo que es indicativo de la debilidad de los encadenamientos hacia atrás entre las empresas exportadoras y las distintas ramas productivas de la economía nacional.

Rodríguez y Venegas (2011) analizan los efectos de las exportaciones en el crecimiento económico en México para 1929-2009, utilizando la prueba de cointegración de Johansen y el análisis de causalidad de Granger. Mediante la estimación de un modelo de corrección de error encuentra la existencia de una relación estable de largo plazo entre las exportaciones y el producto interno bruto real de México, en la cual la dirección de causalidad va de las exportaciones hacia el crecimiento del producto.

En general se puede observar que los resultados encontrados por los estudios antes mencionados distan de ser coincidentes y corroboran que la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico

Of the studies carried out for Mexico, the one by Thornton (1996) for the period of 1895-1992 stands out; he finds that exports have a relation of causality in the sense of Granger² towards the Mexican domestic product. Cuadros (2000) analyzes the impact of trade openness from 1983 to 1997, finding after the application of an autoregressive vector and Granger's causality contrast the absence of causality between the different categories of the total exports, of manufacturers, and of exports that include those performed in the maquila sector and the growth of net exports product. This author concludes that there is not a causality relation between the growth rate of exports and the net product growth rate of exports and that, therefore, the positive impact of trade openness on economic growth does not seem to be related to the increase in exports.

Fujii, Candaudap and Gaona (2005) evaluate the effects in terms of economic growth for the decade of the 1990s of the industrial export model based on shared national production. Through the elaboration of different determination models of the imports of intermediate goods associated to exports, they find that the exporting sector depends strongly on the exterior in terms of input supply, which indicates there is weakness in the backward links among exporting companies and the different productive branches of the national economy.

Rodríguez and Venegas (2011) analyze the effects of exports on Mexico's economic growth for 1929-2009, using Johansen's cointegration test and Granger's causality analysis. Through the estimation of an error correction model, the existence of a long-term stable relationship is found between the exports and the real gross domestic product of Mexico, where the causality direction goes from exports towards product growth.

In general, it can be observed that the results found by the studies mentioned before are far from coinciding and they corroborate that the relation between exports and economic growth of a country is more complex and unstable. In this sense, and taking NAFTA and Mexico's trade policy as starting point, this study uses a methodology based on the decomposition of time series to determine: first, whether there is a positive and significant relation between exports and Mexico's Gross Domestic Product; and, second, to verify whether the

de un país es más compleja e inestable. En este sentido, y tomando como punto de partida el TLCAN y la política comercial de México, el trabajo que se presenta utiliza la metodología basada en la descomposición de series de tiempo para determinar en primer lugar, si existe una relación positiva y significativa entre las exportaciones y el Producto Interno Bruto de México y segundo, comprobar si la economía mexicana responde ante perturbaciones positivas o negativas de la economía estadounidense.

La hipótesis bajo la cual se guía el trabajo es que el comportamiento de las exportaciones y crecimiento económico de México están correlacionados con las variaciones de la economía estadounidense debido a dos factores. En primer término, porque la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte se dio en el contexto de impulsar el crecimiento económico a través del sector exportador y, más específicamente, por el efecto de expansión que se esperaría hacia las actividades internas productoras. En segundo lugar, debido a la estrecha relación comercial que se tiene actualmente con Estados Unidos, siendo el principal destino de las exportaciones mexicanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como se ha señalado, el objetivo es determinar las posibles relaciones entre PIB de México, PIB de Estados Unidos y Exportaciones enviadas a ese país. La información que se utilizó para el periodo de análisis de 1995.I-2013.III es una base conformada por estas variables con periodicidad trimestral.

La serie del PIB mexicano se tomó del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); las exportaciones enviadas a Estados Unidos se obtuvieron de la Secretaría de Economía (SE); finalmente, el PIB de Estados Unidos proviene del *Bureau of Economic Analysis*. Para convertir a pesos las series de las exportaciones y el PIB estadounidense se utilizó el tipo de cambio reportado por el Banco de México para el periodo de estudio.

En el estudio de datos ordenados en el tiempo se puede definir una serie de tiempo como un registro de las características de una variable a intervalos de tiempo fijos. Las series de tiempo exhiben comportamientos que no son observables directamente y que, por tanto, no pueden ser obtenidos mediante las técnicas y métodos econométricos convencionales. Para realizar inferencias, muchas veces es útil descomponer una

Mexican economy responds to positive or negative disturbances of the United States economy.

The hypothesis by which this study is guided is that the behavior of exports and economic growth in Mexico is correlated with the variations in the United States economy due to two factors. Firstly, because the signing of the North American Free Trade Agreement took place within the context of fostering economic growth through the exporting sector and, more specifically, as a result of the expansion effect that would be expected towards domestic productive activities. Secondly, due to the close commercial relation there is currently with the United States, since it is the main destination of Mexican exports.

MATERIALS AND METHODS

As has been pointed out, the objective is to determine the possible relations between Mexico's GDP, the United States GDP, and Exports sent to this country. The information used for the analysis period of 1995.I-2013.III is a database made up of these variables with three-month periodicity.

The series of the Mexican GDP was taken from the National Statistics and Geography Institute (*Instituto Nacional de Estadística y Geografía*, INEGI); the exports sent to the United States were obtained from the Ministry of Economy (*Secretaría de Economía*, SE); finally, the United States GDP comes from the Bureau of Economic Analysis. To convert the exports series and the US GDP into MX pesos, the exchange rate reported by Banco de México for the study period was used.

In the study of data ordered in time, a time series can be defined as a record of the characteristics of a variable at fixed intervals of time. The time series exhibit behaviors that are not directly observable and which, therefore, cannot be obtained through conventional econometric techniques and methods. To carry out inferences, many times it is useful to decompose a time series into its principal components: seasonality, trend, cycle and irregularity, which can be done with the Hodrick and Prescott filter, which if used appropriately is superior to alternative methods (Pedregal and Young, 2001).

Seasonality (E) exhibits a repetitive pattern of duration equal to one year. It is influenced by institutional, climate and technical factors that evolve gradually in the long term.

serie de tiempo en sus principales componentes: estacionalidad, tendencia, ciclo e irregularidad, lo que se puede hacer con el filtro de Hodrick y Prescott, que apropiadamente empleado es superior a métodos alternativos (Pedregal y Young, 2001).

La estacionalidad (E_t) exhibe un patrón repetitivo de duración igual al año. Está influenciado por factores institucionales, climáticos y técnicos que evolucionan de forma suave en el largo plazo.

La tendencia (T_t) representa la evolución o comportamiento de la serie en el largo plazo. Suele asociarse con los determinantes del crecimiento económico (tecnología, capital físico, cualificación de la mano de obra).

El ciclo (C_t) son movimientos oscilatorios en torno a la tendencia y su duración varía entre los dos y ocho años. La irregularidad (I_t) o movimientos esporádicos no siguen un patrón determinado.

Con base en los componentes descritos anteriormente, Meza (2012) considera que algunos autores han sugerido que la variable que se va a predecir $Y(t)$ puede ser resultado de la aplicación de las siguientes relaciones:

- Esquema aditivo: $Y(t) = E(t) + T(t) + C(t) + I(t)$
- Esquema multiplicativo: $Y(t) = E(t) \times T(t) \times C(t) \times I(t)$
- Esquema mixto: $Y(t) = E(t) \times T(t) \times C(t) + I(t)$

Partiendo de la inobservabilidad de los componentes se hace necesario especificar cada uno en función de la naturaleza, periodicidad de los datos y necesidades de la investigación. Guerrero (2011) menciona que una forma sencilla de representar el comportamiento de una serie es mediante el modelo de componentes no observables que, aunque no se observen por separado, están presentes en el fenómeno de estudio. En este sentido, un elemento que siempre estará presente y que de hecho justifica el análisis estadístico es el componente aleatorio, el cual contiene la volatilidad de la serie, es decir, la porción impredecible.

En la literatura econométrica existe un conjunto de técnicas para la descomposición de series temporales entre las cuales se encuentra la metodología del Filtro de Hodrick-Prescott.

Un filtro es cualquier procedimiento llevado a cabo sobre una serie de tiempo original para obtener una nueva serie, cuya magnitud está libre de algún efecto específico que dificultaría la correcta interpretación de

Trend (T_t) represents the evolution or behavior of the series in the long term. It is usually associated to the determinants of economic growth (technology, physical capital, qualification of the workforce).

Cycle (C_t) is oscillatory movements around the trend and their duration varies between two and eight years. Irregularity (I_t) or sporadic movements do not follow a specific pattern.

Based on the components described before, Meza (2012) considers that some authors have suggested that the variable that will be predicted $Y(t)$ can be the result of the application of the following relations:

- Additive scheme: $Y(t) = E(t) + T(t) + C(t) + I(t)$
- Multiplicative scheme: $Y(t) = E(t) \times T(t) \times C(t) \times I(t)$
- Mixed scheme: $Y(t) = E(t) \times T(t) \times C(t) + I(t)$

Starting from the unobservability of the components, it becomes necessary to specify each one in function of nature, periodicity of the data, and needs of the research. Guerrero (2011) mentions that a simple way of representing the behavior of a series is through the model of unobservable components, which, even when not observed separately are present in the study phenomenon. In this sense, an element which will always be present and which in fact justifies the statistical analysis is the random component, which has the volatility of the series, that is, the unpredictable portion.

In the econometric literature, there is a set of techniques for the decomposition of temporal series, among which there is the methodology of the Hodrick-Prescott Filter.

A filter is any procedure carried out on an original time series to obtain a new series, whose magnitude is free from a specific effect that will make the correct interpretation of their values difficult. The Hodrick-Prescott Filter does not require the construction of a statistical model; it is enough to suggest a relation in form of a model with the unobservable components.

According to this method, the series that have a periodicity of more than one year do not require deseasonalizing; therefore, the series to be used $\{Y_t\}_{t=1}^N$ will be considered as the sum of the two components: one of trend, T_t , and one cyclic C_t :

$$Y_t = T_t + C_t \text{ for } t = 1, 2, 3, \dots, N$$

sus valores. El Filtro de Hodrick-Prescott no requiere de la construcción de un modelo estadístico; basta con plantear una relación en forma de modelo con los componentes no observables.

De acuerdo con este método, las series que tienen una periodicidad mayor a un año no requieren desestacionalizarse; por lo tanto, las series a utilizar $\{Y_t\}_{t=1}^N$ se consideraran como la suma de dos componentes: uno de tendencia, T_t y uno cíclico C_t :

$$Y_t = T_t + C_t \text{ para } t=1, 2, 3, \dots, N$$

donde Y_t es la variable observada en el tiempo t ; T_t es el componente de tendencia; C_t es el componente cíclico.

El cíclico C_t representa a las desviaciones desde el de tendencia T_t ; esto es:

$$C_t = Y_t - T_t$$

Por lo que el irregular I_t no es más que:

$$I_t = Y_t - T_t - C_t$$

Para determinar el componente de tendencia T_t , Hodrick y Prescott (1997) plantearon el siguiente problema de minimización:

$$\text{Min}_{T_t} \left\{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})]^2 \right\}$$

Lo que es equivalente a:

$$\text{Min}_{T_t} \left\{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2})]^2 \right\}$$

El primer término de la ecuación corresponde a la suma de cuadrados de las desviaciones $(Y_t - T_t)$. El segundo es un múltiplo λ de la suma de cuadrados de la segunda diferencia del componente de tendencia (T_t) .

La constante λ es el parámetro de castigo o suavidad con el que se controla la aceleración del componente de tendencia, es decir, las variaciones en su tasa de crecimiento y se elige de acuerdo con la periodicidad de los datos. El parámetro lambda (λ) debe

where Y_t is the variable observed at time t ; T_t is the trend component; C_t is the cyclic component.

The cyclic C_t represents the deviations from the trend T_t ; that is:

$$C_t = Y_t - T_t$$

So the irregular I_t is no more than:

$$I_t = Y_t - T_t - C_t$$

To determine the trend component T_t , Hodrick and Prescott (1997) suggested the following minimization problem:

$$\text{Min}_{T_t} \left\{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})]^2 \right\}$$

Which is equivalent to:

$$\text{Min}_{T_t} \left\{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2})]^2 \right\}$$

The first term of the equation corresponds to the sum of squares of the deviations $(Y_t - T_t)$. The second is a multiple λ of the sum of squares of the second difference of the trend component (T_t) .

The constant λ is the parameter of punishment or softness with which the acceleration of the trend component is controlled; that is, the variations in its growth rate, and it is chosen according to the periodicity of the data. The lambda parameter (λ) must be positive for the existence of a minimum to be guaranteed when obtaining the second derivate.

It represents the importance attributed to the degree of adjustment in relation to the degree of softness. If λ tends to 0, the trend is softer. If $\lambda=0$, the trend component (T_t) is equal to the original series of time. Instead, if λ tends to the infinite the softness is maximized, so that the values of the trend follow the behavior dictated by the equation:

$$T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2} = 0$$

which corresponds to a straight line.

ser positivo para que se garantice la existencia de un mínimo al obtener la segunda derivada.

Representa la importancia que se atribuye al grado de ajuste en relación con el grado de suavidad. Si λ tiende a 0, la tendencia es más suave. Si $\lambda=0$, resulta que el componente de tendencia (T_t) es igual a la serie de tiempo original. En cambio, si λ tiende al infinito la suavidad se maximiza, de manera tal que los valores de la tendencia siguen el comportamiento dictado por la ecuación:

$$T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2} = 0$$

que corresponde a una línea recta.

Hodrick y Prescott eligieron el valor de λ , en el supuesto de que el componente cíclico ($Y_t - T_t$) y la segunda diferencia de la tendencia ($T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2}$) fueran variables independientes distribuidas, normales con media cero y varianzas σ_I^2 y σ_T^2 , respectivamente, entonces:

$$\lambda = \frac{\sigma_I^2}{\sigma_T^2}$$

Para series con datos trimestrales obtuvieron un valor de $\lambda=1600$, para series de tiempo con datos mensuales sugieren utilizar un valor de $\lambda=14400$, y para series de tiempo con datos anuales sugieren un valor de $\lambda=100$.

Por tanto, el componente de tendencia según Almendra-Arao y González Estrada (2006) puede estimarse resolviendo el siguiente problema de minimización:

$$\text{Min}_{T_t} \left\{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2})]^2 \right\}$$

$$s.a: Y_t = T_t + I_t$$

Usando $L^m T_t = T_{t-m}$, $m \in Z$, entonces:

$$(1-L)^2 T_t = (1-2L+L^2) T_t = T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2} = (T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})$$

El problema se transforma en:

Hodrick and Prescott chose the value of λ , with the assumption that the cyclic component ($Y_t - T_t$) and the second difference of the trend ($T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2}$) were independent variables, distributed, normal and with zero mean and variances σ_I^2 and σ_T^2 , respectively, then:

$$\lambda = \frac{\sigma_I^2}{\sigma_T^2}$$

For series with trimester data, they obtained a value of $\lambda=1600$, for time series with monthly data suggesting the use of a value of $\lambda=14400$, and for time series with annual data which suggest a value of $\lambda=100$.

Therefore, the trend component according to Almendra-Arao and González Estrada (2006) can be estimated by solving the following minimization problem:

$$\text{Min}_{T_t} \left\{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2})]^2 \right\}$$

$$s.a: Y_t = T_t + I_t$$

Using $L^m T_t = T_{t-m}$, $m \in Z$, then:

$$(1-L)^2 T_t = (1-2L+L^2) T_t = T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2} = (T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})$$

The problem is transformed into:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^N \left\{ (Y_t - T_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(1-L)^2 T_t]^2 \right\} \right\}$$

If it is defined as $\nabla = 1-L$:

It implies that: $\nabla^2 T_t = (1-L)^2 T_t$

Therefore, the minimization problem becomes:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^N \left\{ (Y_t - T_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [\nabla^2 T_t]^2 \right\} \right\}$$

Obtaining the conditions of first order:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^N \left\{ (Y_t - T_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(1-L)^2 T_t]^2 \right\} \right\}$$

Si se define $\nabla = 1 - L$:

Implica que: $\nabla^2 T_t = (1-L)^2 T_t$

Por tanto, el problema de minimización se convierte en:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^N \left\{ (Y_t - T_t)^2 \right\} + \lambda \sum_{t=3}^N [\nabla^2 T_t]^2 \right\}$$

Obteniendo las condiciones de primer orden:

$$2(Y_t - T_t)(-1) + 2\lambda \nabla^2 T_{t+2}(1) + 2\lambda \nabla^2 T_{t+1}(-2) + 2\lambda \nabla^2 T_t(1) = 0$$

Lo cual es equivalente a:

$$\begin{aligned} (T_t - Y_t) + \lambda(\nabla^2 T_{t+2} - 2\nabla^2 T_{t+1} + \nabla^2 T_t) &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (T_{t+2} - 2T_{t+1} + T_t) &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 T_{t+2} &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 \nabla^2 L^{-2} T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1-L)^2 L^{-2} T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1-2L+L^2) L^{-2} T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (L^{-2} - 2L^{-1} + 1) T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1-L^{-1})^2 T_t &= 0 \\ Y_t = [1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2] T_t \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$T_t = \frac{Y_t}{1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2}$$

El Filtro de Hodrick-Prescott para obtener la componente secular o de tendencia es:

$$\frac{Y_t}{1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2}$$

Siguiendo la metodología propuesta por Hodrick-Prescott (1997) y Almendra-Arao y González Estrada (2006), el procedimiento para la obtención de las posibles relaciones entre PIB mexicano, exportaciones enviadas a Estados Unidos y PIB estadounidense es el siguiente:

$$2(Y_t - T_t)(-1) + 2\lambda \nabla^2 T_{t+2}(1) + 2\lambda \nabla^2 T_{t+1}(-2) + 2\lambda \nabla^2 T_t(1) = 0$$

Which is equivalent to:

$$\begin{aligned} (T_t - Y_t) + \lambda(\nabla^2 T_{t+2} - 2\nabla^2 T_{t+1} + \nabla^2 T_t) &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (T_{t+2} - 2T_{t+1} + T_t) &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 T_{t+2} &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 \nabla^2 L^{-2} T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1-L)^2 L^{-2} T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1-2L+L^2) L^{-2} T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (L^{-2} - 2L^{-1} + 1) T_t &= 0 \\ T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1-L^{-1})^2 T_t &= 0 \\ Y_t = [1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2] T_t \end{aligned}$$

Therefore:

$$T_t = \frac{Y_t}{1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2}$$

The Hodrick-Prescott Filter to obtain the secular or trend component is:

$$\frac{Y_t}{1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2}$$

Following the methodology proposed by Hodrick-Prescott (1997) and Almendra-Arao and González Estrada (2006), the procedure to obtain the possible relations between the Mexican GDP, exports sent to the United States, and the United States GDP is the following:

- 1) Having the series to be used in the same unit of measure.
- 2) If the data have a periodicity of less than one year, the series needs to be deseasonalized. The most frequently used adjustment method is the X12-ARIMA model.
- 3) Obtaining the trend component by using the Hodrick-Prescott Filter.
- 4) Obtaining the irregular component that results from subtracting from the original series the secular trend and the cyclic component.
- 5) Obtaining the correlation matrix between the irregular components of the series.

- 1) Tener las series a utilizar en la misma unidad de medida.
- 2) Si los datos tienen periodicidad menor a un año se tiene que desestacionalizar la serie. El método de ajuste más utilizado es el modelo X12-ARIMA.
- 3) Obtención de la componente de tendencia con la utilización del Filtro de Hodrick-Prescott.
- 4) Obtención de la componente irregular que resulta de restar a la serie original la tendencia secular y el componente cíclico.
- 5) Obtención de la matriz de correlación entre los componentes irregulares de las series.

El valor de λ elegido para una serie trimestral es de 1600. El software con el cual se analizaron los datos fue el paquete estadístico SAS. Las Figuras 1 y 2 muestran el comportamiento de las exportaciones en relación con el PIB de México y PIB de EE. UU.

El patrón de comportamiento de las exportaciones no sigue al del PIB mexicano, ya que en periodos de crecimiento de las exportaciones el PIB mexicano decrece. Esto se evidencia mejor a partir de 2000, en el que los picos de la serie de las exportaciones difieren con respecto a los que presenta el PIB de México (Figura 1).

El caso contrario se muestra en la Figura 2, donde las exportaciones mexicanas enviadas a Estados Unidos siguen un comportamiento similar al del PIB estadounidense, lo cual evidencia la estrecha relación existente entre las dos variables de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El periodo de observación basado en la incorporación del TLCAN fue de 1995-2013.I. Se descompusieron las series obteniéndose para cada una de ellas el componente de tendencia y el componente irregular.

En la Figura 3 se presenta el Producto Interno Bruto (PIB) observado y su componente irregular. En la Figura 4 se presentan las exportaciones enviadas a Estados Unidos y su componente irregular y finalmente en la Figura 5 se tiene al PIB de Estados Unidos y su componente irregular para el periodo de 1995-2013.III.

Como se observa en las Figuras 3, 4 y 5 se ha extraído el componente irregular y pareciera que dichas series filtradas se mueven y retornan a valores promedio constantes a lo largo del tiempo.

The value of λ chosen for a trimester series is 1600. The software with which the data were analyzed was the statistical SAS package. Figures 1 and 2 show the behavior of the exports in relation to Mexico's GDP and the United States GDP.

The pattern of behavior of the exports does not follow the Mexican GDP, since in growth periods of the exports, the Mexican GDP decreases. This is evidenced better since 2000, when the peaks of the series of exports differ compared to what Mexico's GDP presents (Figure 1).

The contrary case is shown in Figure 2, where the Mexican exports sent to the United States follow a similar behavior to the United States GDP, which evidences the close relationship between the two study variables.

RESULTS AND DISCUSSION

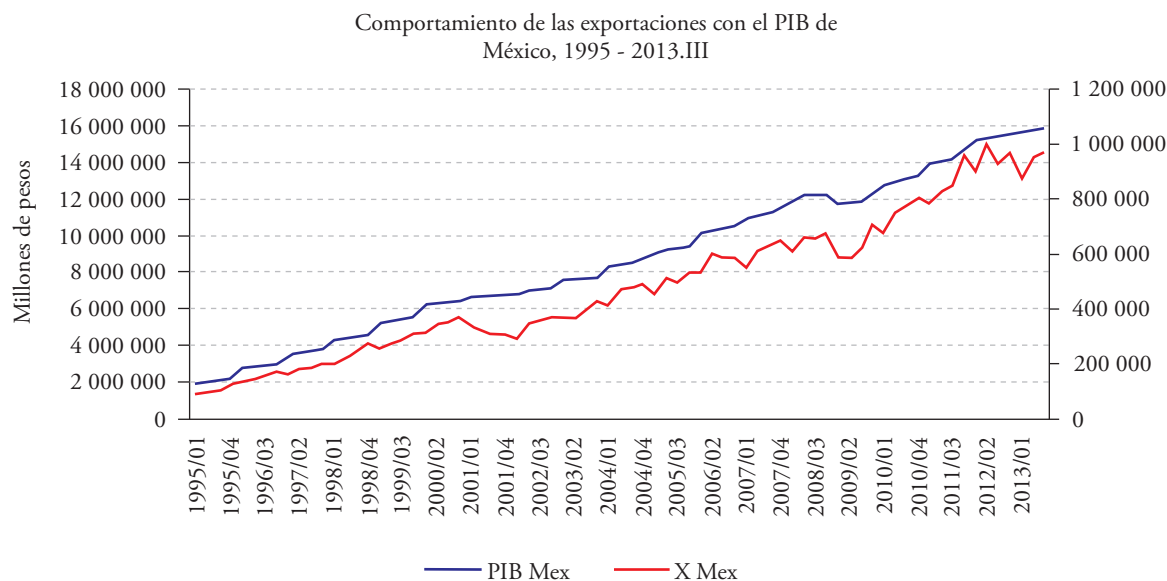
The observation period based on the incorporation of NAFTA was 1995-2013.I. The series were decomposed, obtaining for each of them the trend component and the irregular component.

Figure 3 presents the Gross Domestic Product (GDP) observed and its irregular component. The exports sent to the United States are presented in Figure 4, and their irregular component. And, finally, Figure 5 shows the United States GDP and its irregular component for the period of 1995-2013. III.

As observed in Figures 3, 4 and 5, the irregular component has been extracted and it seems that these filtered series move and return to constant average values throughout time.

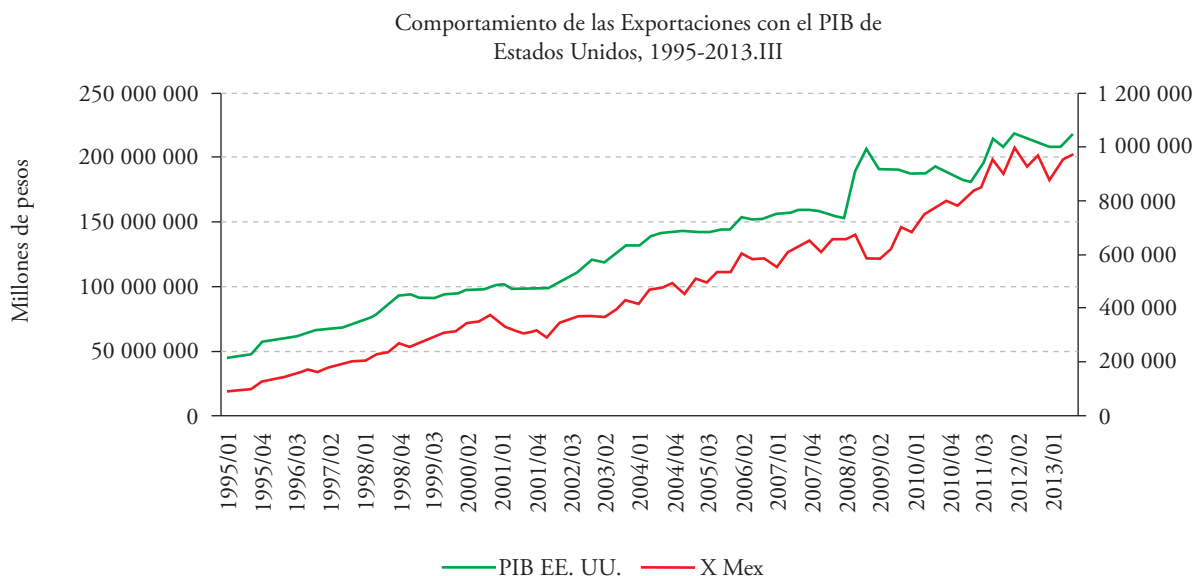
The strength and sense of the existing relation between two variables was determined through the correlation coefficient: the larger the value of the coefficient is, the stronger is the relation between the variables and can take on positive or negative values, depending on the value of each observation compared to the average observed. The correlation matrix shows the following values (Table 1):

The correlation between the irregular components of Mexico's GDP and the exports sent to the United States is positive, which implies that when increasing one variable, the other also increases. The same happens for the United States exports and GDP. This is the contrary case concerning the relation of the irregular components of each country's GDP.



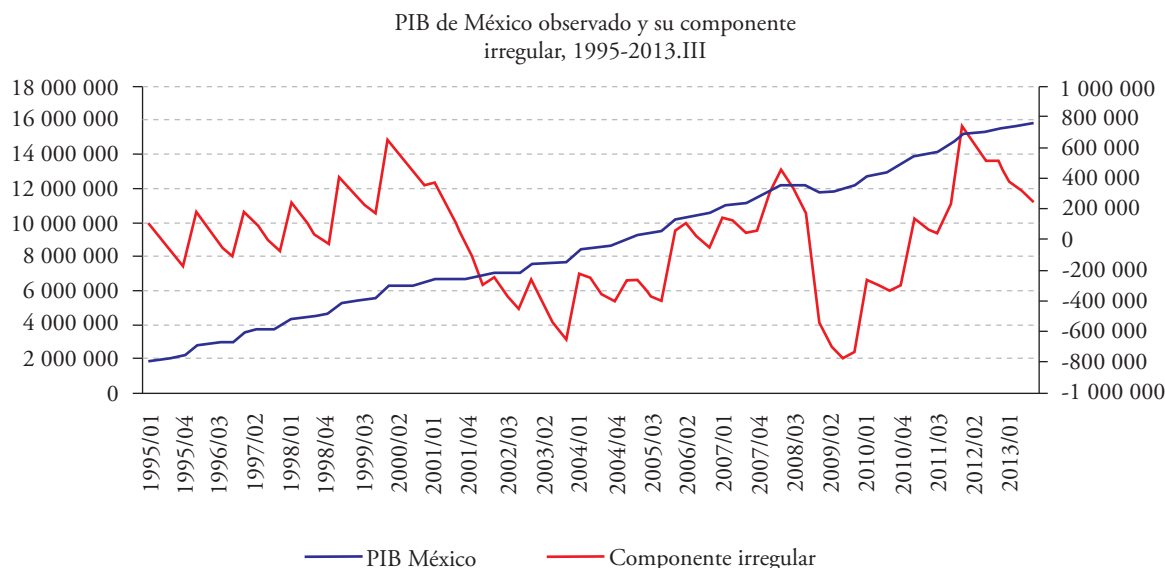
Fuente: elaboración propia con datos de (INEGI, Banco de Información Económica; SE, Subsecretaría de Comercio Exterior). ♦ Source: Authors' elaboration with data from: INEGI, Banco de Información Económica; SE, Subsecretaría de Comercio Exterior.

Figura 1. Comportamiento de las Exportaciones enviadas a Estados Unidos y el PIB mexicano.
Figure 1. Behavior of the exports sent to the United States and the Mexican GDP.



Fuente: elaboración propia con datos de (INEGI, Banco de Información Económica; SE, Subsecretaría de Comercio Exterior). ♦ Source: Authors' elaboration with data from: INEGI, Banco de Información Económica; SE, Subsecretaría de Comercio Exterior.

Figura 2. Comportamiento de las Exportaciones enviadas a Estados Unidos y el PIB estadounidense.
Figure 2. Behavior of the Exports sent to the United States and the United States GDP.



Fuente: elaboración propia con datos de la salida de SAS. ♦ Source: Authors' elaboration with exit data from SAS.

Figura 3. Comportamiento del PIB de México observado y su componente irregular.
Figure 3. Behavior of Mexico's GDP observed and its irregular component.

La fuerza y el sentido de la relación existente entre dos variables se determinó a través del coeficiente de correlación: mientras más grande sea el valor del coeficiente, más fuerte es la relación entre las variables y puede tomar valores positivos o negativos, dependiendo del valor de cada observación con respecto al promedio observado. La matriz de correlación muestra los siguientes valores (Cuadro 1):

La correlación entre los componentes irregulares del PIB de México y de las exportaciones enviadas a Estados Unidos es positiva, lo que implica que al aumentar una variable, la otra también se incrementa. Lo mismo sucede para las exportaciones y PIB estadounidense. Caso contrario respecto a la relación de los componentes irregulares del PIB de cada país.

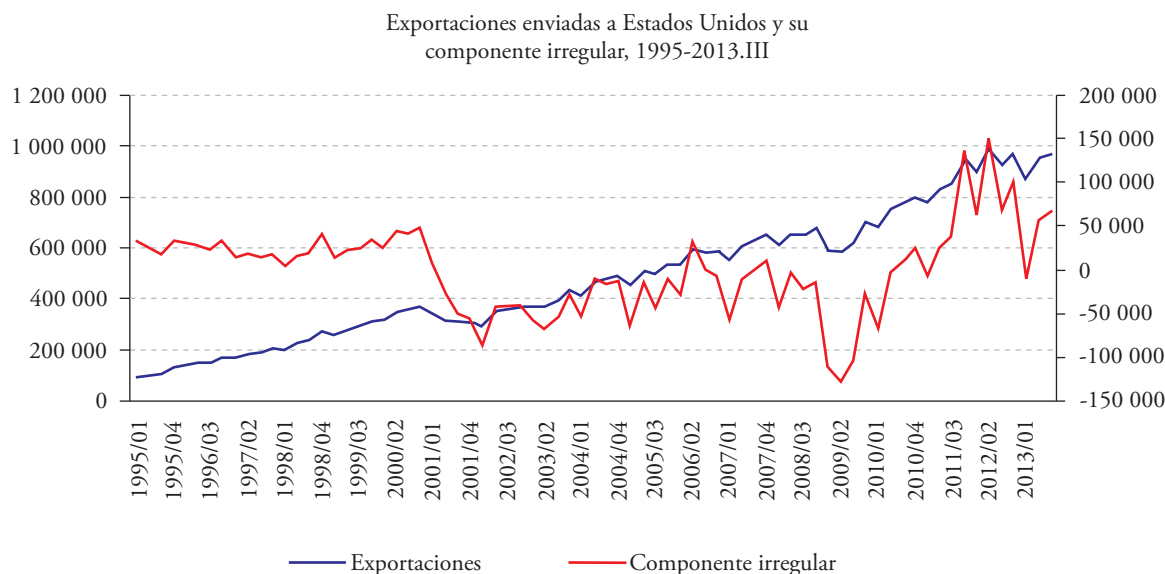
En términos de proporción de variabilidad compartida o explicada determinada por el coeficiente de determinación r_{xy}^2 , la proporción de varianza compartida entre el PIB de México y las exportaciones enviadas a Estados Unidos es de 0.4528, mientras que la variabilidad entre exportaciones mexicanas y el PIB estadounidense es de 0.0075.

Torres (2000) realizó un estudio de la relación entre exportaciones y el PIB mexicano para el periodo de 1980-1997, y señala que las exportaciones parecieran ser contracíclicas, lo cual sugiere que la actividad económica (PIB) no es la fuerza que predomina

In terms of the proportion of shared or explained variability determined by the coefficient of determination r_{xy}^2 , the proportion of variance shared between Mexico's GDP and the exports sent to the United States is 0.4528, while the variability between Mexican exports and the United States GDP is 0.0075.

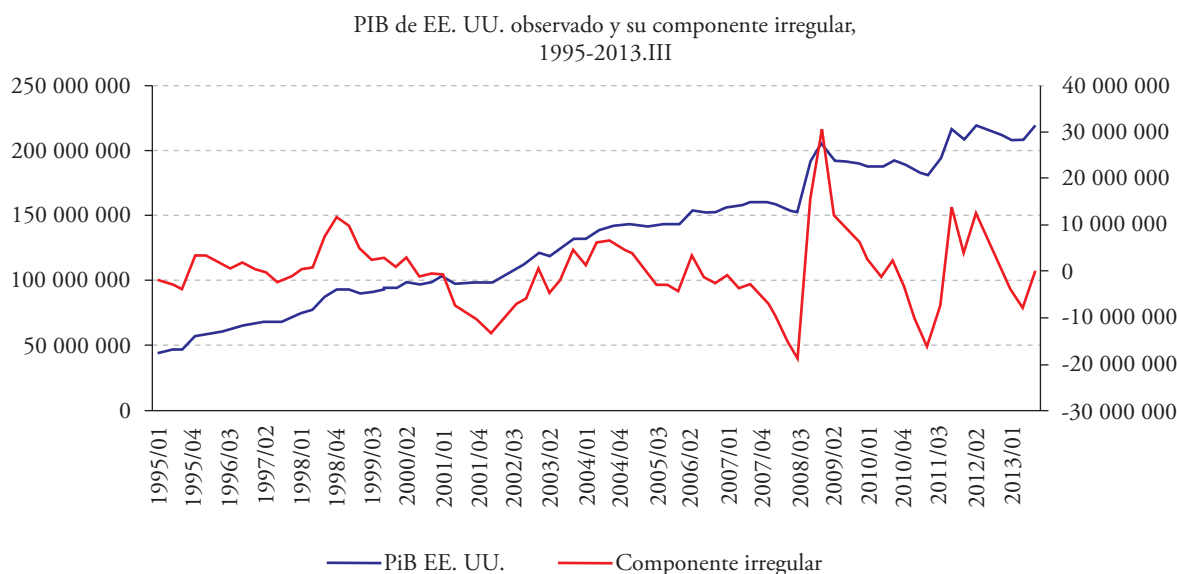
Torres (2000) performed a study of the relation between exports and the Mexican GDP for the period of 1980-1997, and points out that the exports seem to be countercyclic, which suggests that the economic activity (GDP) is not the force that predominates over this variable. Concerning the relation between the economic cycles of Mexico and the United States, he states that this relation becomes less clear since 1987.

Almendra (2007) analyzes the cyclic fluctuations of the Mexican economy and shows that the cycle of exports is countercyclic and that it is also ahead by three trimesters with regards to the GDP cycle. Cuadra (2008) makes a description of the main stylized facts of the Mexican economic cycle and concludes, same as Almendra, that exports show a countercyclic pattern. The author also points out that for the period of 1999-2006 a high degree of synchronization was present between the economic cycles of Mexico and the United States.



Fuente: elaboración propia con datos de la salida de SAS. ♦ Source: Authors' elaboration with exit data from SAS.

Figura 4. Comportamiento de las Exportaciones enviadas a Estados Unidos y su componente irregular.
Figure 4. Behavior of the Exports sent to the United States and its irregular component.



Fuente: elaboración propia con datos de la salida de SAS. ♦ Source: Authors' elaboration with exit data from SAS.

Figura 5. Comportamiento del PIB de Estados Unidos observado y su componente irregular.
Figure 5. Behavior of the United States GDP observed and its irregular component.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de los Componentes Irregulares.
Table 1. Coefficients of correlation of the Irregular Components.

Variables	Coeficientes de correlación de Pearson (r_{xy})		
	Comp. Irregular del PIB de México	Comp. Irregular de las Exportaciones	Comp. Irregular del PIB de Estados Unidos
PIB México	1.00000	0.67295	-0.14462
Valores irregulares de suavizado		<0.0001	0.1814
Exportaciones	0.67295	1.00000	0.08683
Valores irregulares de suavizado	<0.0001		0.4239
PIB de Estados Unidos	-0.14462	0.08683	1.00000
Valores irregulares de suavizado	0.1814	0.4239	

Fuente: elaboración propia con base en la salida de SAS. ♦ Source: Authors' elaboration with exit data from SAS.

sobre esta variable. Respecto a la relación entre los ciclos económicos de México y de los Estados Unidos señala que dicha relación se hace menos clara a partir de 1987.

Almendra (2007) analiza las fluctuaciones cíclicas de la economía mexicana y muestra que el ciclo de las exportaciones es contracíclico y que además está adelantado cinco trimestres con respecto al ciclo del PIB. Cuadra (2008) hace una descripción de los principales hechos estilizados del ciclo económico en México y concluye, al igual que Almendra, que las exportaciones muestran un patrón contracíclico. Señala además que para el periodo de 1999-2006 se presentó un elevado grado de sincronización entre los ciclos económicos de México y los de Estados Unidos.

De lo expuesto se deriva que el coeficiente de correlación encontrado entre las exportaciones y el PIB mexicano da una idea de la existencia de alguna relación positiva entre los componentes irregulares de estas variables, al reflejar que cuando una aumenta la otra responde en sentido directo. Por otra parte, se puede destacar que no existe un grado de incidencia como tal que pudiera corroborar al menos en cuestión de la correlación encontrada que los choques económicos de Estados Unidos puedan afectar al sector exportador y, por ende, a la economía mexicana.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos dan la pauta para las siguientes conclusiones:

La primera es en torno a la relación existente entre el PIB de México y las exportaciones enviadas a Estados Unidos, lo cual implica que cualquier perturbación

We can derive from this that the coefficient of correlation found between exports and the Mexican GDP gives an idea of the existence of some positive relation between the irregular components of these variables, since they reflect that when one increases the other responds in a direct sense. On the other hand, it can be highlighted that there is no degree of incidence as such that could corroborate, at least in terms of the correlation found, that economic shocks in the United States can affect the exporting sector and, therefore, the Mexican economy.

CONCLUSIONS

The results obtained allow the following conclusions:

The first is about the relationship there is between Mexico's GDP and the exports sent to the United States, which implies that any disturbance that happens in the exporting sector will have an influence on the Mexican GDP. The magnitude will depend, among other things, on the participation that they have in generating the GDP, as well as the composition and dragging effect towards the other productive sectors. In this case, the average participation for the study period of exports in the Mexican GDP is 5.36 %; and, second:

Given the trade relation between exports and the United States economy shown at the beginning of the study, anyone would think that the ups and downs in that country would be reflected automatically in the behavior of exports. However, the coefficient of correlation found indicates that this sector is scarcely vulnerable to any shock in that economy, which leads

ocurrida en el sector exportador tendrá influencia en el PIB mexicano. La magnitud dependerá, entre otras cosas, de la participación que tengan en la generación del PIB, así como de la composición y el efecto arrastre hacia los demás sectores productivos. En este caso, la participación promedio para el periodo de estudio de las exportaciones en el PIB mexicano es de 5.36 %; y, segundo:

Dada la relación comercial entre las exportaciones y la economía norteamericana mostrada al inicio del estudio cualquiera pensaría que los altibajos de dicho país se verían reflejados automáticamente en el comportamiento de las exportaciones y, sin embargo, el coeficiente de correlación encontrado indica que este sector es escasamente vulnerable a cualquier shock de dicha economía, lo que nos lleva a concluir para este periodo, que la demanda de Estados Unidos por exportaciones mexicanas es poco variable en el tiempo y, por lo tanto, el crecimiento económico de México a través de las exportaciones no está influenciado por la economía norteamericana.

NOTAS

¹Ver estudios de: Gershon Feder. On Exports and Economic Growth. Journal of development Economics 12. North-Holland Publishing Company. World Bank, Washington, DC 20433, USA. March 1982; Vicente Donoso Y Victor Martín. Exportaciones y Crecimiento Económico: El caso de España. Instituto Complutense de Estudios Internacionales. Serie de Economía Internacional, DT-EI-04-05. Septiembre 2004; Cuadros Ramos. A. M. Exportaciones y Crecimiento Económico: Un análisis de causalidad para México. El Colegio de México A.C. Estudios Económicos, vol.15, No.001, 2000.

²Se dice que una variable Y2 causa en el sentido de Granger a Y1, si el predictor de Y1 construido de sus propios valores pasados puede ser mejorado cuando se incluyen los valores pasados de Y2 en su predicción, (Granger, 1969). ♦ It is said that a variable Y2 causes Y1 in the Granger sense, if the predictor of Y1 built from its own past values can be improved when the past values of Y2 are included in its prediction (Granger, 1969).

LITERATURA CITADA

Almendra Arao, Genaro. 2007. Las Fluctuaciones Cíclicas de la Economía Mexicana. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. México. 114 p.

us to conclude that for this period the demand in the United States for Mexican exports is scarcely variable in time, and, therefore, Mexico's economic growth through exports is not influenced by the United States economy.

— End of the English version —

-
- Almendra-Arao, y A. González Estrada. 2008. Soluciones explícitas para el Filtro estadístico Hodrick-Precott. *In: Revista mexicana de Economía agrícola y de los Recursos Naturales*. Universidad Autónoma Chapingo. Volumen 1, Núm. 1, México.
- Balaguer J., and Manuel Cantavella-Jordá. 2001. Examining the export-led growth hypothesis for Spain in the last century. *Applied Economic Letters*. Vol 8. Num 10.
- Balaguer J., and Manuel Cantavella-Jordá. 2004. Structural change in exports and economic growth: cointegration and causality analysis for Spain (1961-2000). *Applied Economics*, vol 36 num 5.
- Cuadra, Gabriel. 2008. Hechos Estilizados del Ciclo Económico en México: En: Documentos de Investigación. Banco de México. Núm. 14, México.
- Cuadros R. Ana M. 2000. Exportaciones y Crecimiento Económico: Un análisis de causalidad para México. *Estudios Económicos*, El Colegio de México A.C. vol.15, No.001, 37-64.
- Chow, P. C. Y. 1987. Causality between export growth and industrial development: Empirical evidence from the NICs. *Journal of Development Economics*. vol. 26, num. 1, 55-63.
- Donoso y Martín. 2004. Exportaciones y Crecimiento Económico: El caso de España. *In: Serie Economía Internacional*. Madrid España. Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Septiembre.
- Donoso y Martín. 2009. Exportaciones y crecimiento económico: estudios empíricos. *In: Serie Economía Internacional*. Madrid España. Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Mayo.
- Feder, G. 1982. On exports and economic growth. *Journal of Development Economics*. Vol. 12, Issue no. 1-2, pp: 59-73.
- Guerrero Guzmán, Víctor Manuel. 2011. Medición de la Tendencia y el Ciclo de una serie de tiempo económica, desde una perspectiva estadística. En: Realidad, Datos y Espacio, *Revista Internacional de Estadística y Geografía*. INEGI. Volumen 2, Núm.2, México.
- Granger, C. W. J. 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. 37 (3): 424-438.
- Hodrick R. J., and E. C. Prescott. 1997. Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 29, No. 1. pp: 1-16.
- Fujii, Candaup y Gaona. 2005. Exportaciones, Industria Maquiladora y Crecimiento Económico en México a partir de la década de los noventa. *In: Investigación Económica*. Núm. 254, D.F. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

- INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística e Informática). Banco de Información Económica. Indicadores de Coyuntura. Balanza Comercial de México. www.inegi.com.mx. Página consultada: 1 de Agosto 2014.
- Krueger, A. 1980. Trade policy as an input to development. *American Economic Review*, vol. 70, No. 2.
- Meza Carvajalino, Carlos Arturo. 2012. *Econometría de Series de Tiempo: elementos y fundamentos*, Editorial Académica Española, Alemania.
- Pedregal D. J., and P. C. Young. 2001. Some comments on the use and abuse of the Hodrick Prescott filter. *Review on Economic Cycles*, Vol. 2, No. 1.
- Ramírez, Javier. 2005. La economía mexicana y el sector externo: Tendencias y Cointegración. *In: Estudios Económicos de Desarrollo Internacional*. Volumen 5, Núm. 22, México.
- Rodríguez y Venegas. 2011. Efecto de las exportaciones en el crecimiento económico de México: Un análisis de cointegración, 1929-2009. En *EconoQuantum*. Volumen 7, Núm. 2, Zapopan. Universidad de Guadalajara.
- SE (Secretaría de Economía). Subsecretaría de Comercio Exterior. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/336605/Anual-Exporta-dic2014.pdf>. página consultada: 1 de Septiembre del 2014.
- Torres García, Alberto. 2000. Estabilidad en variables nominales y el ciclo económico: El caso de México. *In: Documentos de Investigación*, Banco de México. Núm. 3.
- Tyler W. G. 1981. Growth and export expansion in developing countries: Some empirical evidence. *Journal of Development Economics*, 1981, vol. 9, num. 1, 121-130.