

# CORRELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CÍCLICA MANUFACTURERA DE MÉXICO Y EUA COMPROBADA CON EL ANÁLISIS ESPECTRAL

Mario Gómez Aguirre\*  
Ivonne Dalila Gómez Cabrera\*\*

## Resumen

Con el objetivo de determinar el grado de correlación antes y después del TLCAN entre la producción manufacturera de México y EUA, el presente trabajo muestra, por medio del análisis espectral, que el filtro Hodrick-Prescott no produce ciclos espurios para estas series durante el período 1980-2001. Los resultados sugieren que la integración entre la producción de México y EUA es fuerte y que ha crecido a partir de la puesta en vigor TLCAN. Sin embargo, la mayor integración se explica por la producción maquiladora de México.

## Abstrac

Aiming to determine the degree of correlation between Mexico's and United States' manufacture industry before and after NAFTA, and using spectral analysis techniques, this study reveals that the Hodrick-Prescott filter does not produce spurious cycles between these series through the period 1980-2001. The results achieved suggest that the integration of Mexico's and United States' production levels is strong and has grew after NAFTA. Higher levels of integration are however explained by the maquila industry of México.

**Palabras clave:** Correlación, ciclos económicos, análisis espectral, filtro Hodrick Prescott, TLCAN.

**Key words:** Correlation, business cycles, spectral analysis, Hodrick Prescott filter, NAFTA.

---

\* Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

\*\* Profesora de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)

## Introducción

Los ciclos económicos han adquirido mayor alcance al transmitirse entre economías a través del comercio. Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, se ha intensificado el intercambio comercial entre México y Estados Unidos de América (EUA). Sin embargo, no es claro si una mayor integración comercial da como resultado una mayor sincronización entre los ciclos económicos de ambos países. Por un lado, Frankel y Rose (1998) argumentan que la integración comercial hace más estrecha la relación entre los sectores productivos de las dos economías, por lo que las perturbaciones económicas experimentadas en un país se transmiten a su socio comercial con mayor rapidez. Así, una relación comercial más estrecha intensifica la sincronización entre sus ciclos económicos. Por otro lado, Eichengreen (1992), Kenen (1969) y Krugman (1993) argumentan que si la intensificación del comercio propicia que cada país se especialice en diferentes sectores productivos, entonces una perturbación que afecte a un sector específico no tendrá el mismo efecto sobre las dos economías, por lo tanto la integración comercial propicia una menor sincronización entre los ciclos económicos de ambos países.

El caso específico de México y EUA es interesante, ya que son países diferentes en tamaño y dotaciones de recursos pero con lazos comerciales fuertes. Por una parte, bajo el argumento de Imbs (2001), es poco probable que las estructuras sectoriales sean un factor determinante de los movimientos conjuntos entre la economía mexicana y la de EUA, puesto que la composición sectorial del PIB difiere más entre estas dos economías que entre un grupo de países industrializados, debido a sus distintas dotaciones de factores. Por lo tanto (a menos que el intercambio comercial sea meramente intra-industrial), sería lógico esperar un menor grado de sincronización entre países como México, y EUA. Por otra parte, según Cuevas (2003), un contra argumento es que el tamaño de ambos países difiere enormemente y una perturbación relativamente pequeña sobre la demanda en la economía de EUA puede generar un impacto de gran magnitud en México.

Adicionalmente, puede darse el caso de que los ciclos en realidad no estén integrados y que la alta correlación sea sólo el reflejo de la dependencia de la industria maquiladora y manufactura de México de la evolución de la economía de EUA. Gran parte de la actividad económica relacionada con el comercio entre EUA y México, como la producción de las maquiladoras, no parece relacionada con el TLCAN. Lo cuál es importante ya que si la producción de las maquiladoras y el intercambio comercial dependieran directamente del TLCAN, las implicaciones para modelar el impacto del Tratado serían muy diferentes si éste no influyera en gran parte del intercambio comercial entre EUA y México. Por ejemplo, si se determinara que la actividad de las maquiladoras fue afectada por el TLCAN, tal vez los estimados del impacto del Tratado en el intercambio comercial entre México y los Estados Unidos deberían excluir los datos relacionados con las maquiladoras.

Por lo anterior, en la presente investigación se trata de dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el grado de correlación entre la producción cíclica manufacturera mexicana y la de EUA?, ¿Ha cambiado la relación de la producción cíclica manufacturera de EUA y México a partir del TLCAN? Y ¿Cambian los resultados si se incluye o no la producción maquiladora mexicana? Específicamente, se plantean cuatro objetivos. Primero, estimar el componente cíclico de la producción manufacturera mediante el filtro Hodrick-Prescott. Segundo, comprobar mediante el análisis espectral que los ciclos encontrados en la producción manufacturera de México y EUA no son espurios. Tercero, estimar el grado, sentido y dirección de correlación entre el comportamiento cíclico de la producción manufacturera de EUA con el de la producción manufacturera de México. Y cuarto, evaluar si la correlación entre ambos componentes cíclicos sufrió cambios significativos a raíz del TLCAN.

Existe una amplia bibliografía sobre los ciclos económicos internacionales y el movimiento conjunto del crecimiento económico entre países. Sin embargo, la mayoría de ésta estudia la integración de los ciclos económicos entre países industrializados, de tal manera que la literatura que incluye comparaciones entre países en desarrollo e industrializados es más escasa. Y existen aún menos estudios para países latinoamericanos. En general, los estudios para el caso particular de México y EUA, han

abordado aspectos fundamentales para definir la relación entre los ciclos económicos de ambos países. Sin embargo, los resultados son mixtos y poco concluyentes por lo que aún existen dudas acerca del impacto que el TLCAN ha traído para la sincronización de los ciclos económicos de ambos países, las cuales tratarán de resolverse en el presente trabajo.

### **Variables y sub-períodos analizados**

En esta investigación se considera adecuado utilizar el índice del volumen de actividad manufacturera como base para obtener los ciclos económicos de México y EUA. En el caso mexicano, adicionalmente, se desagrega la producción manufacturera por división industrial para identificar las industrias que tienen una mayor correlación con el ciclo de EUA. Las razones para no considerar el PIB como el indicador del ciclo económico son las siguientes:

Agénor *et al*, (2000) argumentan que el sector industrial manufacturero aunque no ha representado más de la cuarta parte del PIB total, se corresponde con la producción del sector de bienes comerciables, y en ese sentido, estaría más relacionado con shocks, tanto exógenos como inducidos por la política económica al ciclo económico. De tal forma, que el uso del PIB como indicador del ciclo para los países en desarrollo puede ser problemático por dos razones. Primera, la participación de la agricultura en el PIB puede afectar los resultados debido a que su comportamiento depende más de condiciones climáticas que de factores cíclicos. Segunda, los problemas para medir el comportamiento del sector servicios y las actividades informales puede introducir un sesgo adicional.

Por otra parte, Torres (2002) argumenta que al considerarse el comportamiento del producto total de EUA (información agregada), no es fácil identificar la relación con la economía mexicana dada la diferencia de tamaño de ambas economías (el PIB de México representa aproximadamente el 5% del de EUA), y que adicionalmente el comercio que EUA realiza con México representa una proporción muy pequeña del total de la actividad económica en dicho país.

Las definiciones de las variables utilizadas son las siguientes: MANEUA= indicador del ciclo económico de EUA dado por el Índice de

Producción Manufacturera<sup>1</sup>. MAQMEX= Indicador de la Producción Maquiladora de México<sup>2</sup>. MANMEX= Índice del volumen de Producción Manufacturera total de México. Las estadísticas oficiales descomponen el sector manufacturero en nueve divisiones<sup>3</sup>. I= Índice de producción de las industrias de Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco. II= Índice de producción de las industrias de Textiles, Prendas de Vestir e Industria del Cuero. III= Índice de producción de las industrias de la Madera y Productos de Madera. IV= Índice de producción de las industrias del Papel, Productos de Papel, Imprentas y Editoriales. V= Índice de producción de las industrias de Sustancias Químicas, Derivados del Petróleo, Productos de Caucho y Plástico. VI= Índice de producción de las industrias de Productos de Minerales no Metálicos, excepto Derivados del Petróleo y Carbón. VII= Índice de producción de las industrias Metálicas Básicas. VIII= Índice de producción de las industrias de Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo.

Las series tienen periodicidad mensual, y la muestra abarca de enero de 1980 a marzo de 2001. Las series han sido desestacionalizadas cuando ha sido necesario (MAQMEX) con el filtro X-11 aditivo<sup>4</sup> y están presentadas en logaritmos<sup>5</sup>, para que las fluctuaciones cíclicas estén expresadas como desviaciones de la tendencia, y representen el porcentaje por arriba o por debajo de dicha tendencia. Se utilizaron números índices base 1993, ya que permiten cuantificar en un sólo número adimensional información heterogénea, y se pueden establecer comparaciones respecto a ese año.

La muestra se dividió en tres sub-períodos con el fin de evaluar los cambios que ocurrieron en los diferentes períodos:

- 1) De 1980:01 a 1985:12, período en el que México todavía era una economía cerrada al comercio exterior, aún cuando el proceso de liberalización se inició tímidamente a finales de 1983.
- 2) De 1986:01 a 1993:12, período en el cual México ya era parte del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), pero aún no había entrado en vigor el TLCAN.

---

<sup>1</sup> El número índice fue construido con base en el valor agregado manufacturero en millones de dólares, deflactado para 1994.

<sup>2</sup> Disponible sólo de 1993 en adelante.

<sup>3</sup> La división IX se ha omitido en la presente investigación, ya que corresponde a las industrias que no están incluidas en la contabilidad de las primeras ocho, lo cual no permite identificar a que tipo de industria específicamente pertenece la producción de la división IX.

<sup>4</sup> Todos los cálculos han sido realizados con el paquete E-Views, versión 3.1.

<sup>5</sup> De aquí en adelante cuando se haga referencia a una variable, se refiere a su logaritmo.

- 3) De 1994:01 a 2001:03, en el cual México ya era parte del TLCAN, y adicionalmente, se decidió incorporar un cuarto sub-período de 1997:01 a 2001:03 con el objetivo de eliminar los efectos de la crisis mexicana de 1994-1996 provocada por la devaluación, y con ello, poder analizar exclusivamente los efectos posteriores al TLCAN. Sin embargo, estos resultados deben ser tomados con reserva por dos razones: de 1997 a 2001 existe un número limitado de observaciones y realmente no se pueden distinguir los cambios en las correlaciones que son atribuidos al TLCAN de los que no lo son.

### Filtro Hodrick-Prescott (HP) y descomposición de las series en ciclo-tendencia

Lucas (1977) definió las regularidades empíricas del ciclo económico como “los movimientos<sup>6</sup> comunes de las desviaciones, con respecto a una tendencia, de las distintas series de tiempo agregadas”, en tanto que el ciclo lo entendió como “los movimientos en torno a la tendencia del producto nacional bruto”. Para Lucas, el aspecto más importante del ciclo es el movimiento común de los agregados económicos. Esta visión ha tenido gran influencia y aceptación entre los investigadores del tema para analizar el grado de co-movimiento o sincronización de los ciclos económicos de diferentes países. Adicionalmente, hay un consenso sobre la definición de los ciclos con período de duración entre 6 y 32 trimestres (18 y 96 meses) sugerida por los procedimientos y resultados de los investigadores del NBER como Burns y Mitchel (1946).

De acuerdo con Hodrick y Prescott (1997), si el conocimiento *a priori* acerca de una serie fuera suficientemente fuerte, tal que se pudiera modelar el componente de crecimiento como un componente determinístico (posiblemente condicionado a datos exógenos) más un componente cíclico y un proceso estocástico, (es decir,  $Y_t = g_t + c_t + u_t$ , donde  $g_t$  es el componente de crecimiento,  $c_t$  es el componente cíclico y  $u_t$  es el componente estocástico o aleatorio propio de las series de tiempo), entonces estimar el componente cíclico sería posible mediante el análisis moderno

<sup>6</sup> Esos movimientos no exhiben uniformidad ni de período ni de amplitud.

de series de tiempo. Sin embargo, el conocimiento *a priori* no es de esta variedad, tal que esos poderosos métodos no son aplicables. El conocimiento *a priori* es sólo que el componente de crecimiento varía “suavemente” en el tiempo.

Así, la estructura conceptual de Hodrick y Prescott es que una serie de tiempo dada  $Y_t$ , es la suma de un componente de crecimiento  $g_t$  y un componente cíclico  $c_t$  (es decir,  $Y_t = g_t + c_t$ ), para  $t=1, \dots, T$ . El componente estocástico ( $u_t$ ) queda incluido en el componente cíclico, pero es de magnitud relativamente pequeña, por lo que no afecta el resultado final. Con tal estructura de las series de tiempo, el filtro HP queda definido de la siguiente manera:

$$\underset{\{g_t\}_{t=1}^T}{\text{Min}} \left\{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\}$$

donde  $c_t = Y_t - g_t$  es conocido como el “componente cíclico” de la serie. Si los datos son expresados en logaritmos naturales, el cambio en el componente de crecimiento  $g_t - g_{t-1}$ , corresponde a una tasa de crecimiento.

Hodrick y Prescott definen al parámetro  $\lambda$  como un número positivo que penaliza la variabilidad en el componente de crecimiento de la serie. Cuánto más grande sea el valor de  $\lambda$ , más suave es la solución. Para datos de una periodicidad diferente a la anual, usualmente el filtro HP se ajusta modificando el parámetro de suavizamiento, multiplicándolo ya sea por el cuadrado de la razón de la frecuencia de las observaciones o simplemente por la razón de la frecuencia de las observaciones, lo cual implica, en el primer caso, un valor de  $\lambda = 14.400$  para datos mensuales.

Una de las principales críticas al filtro HP es la que hacen Harvey y Jaeger (1993), quienes muestran que la eliminación de tendencias con el filtro HP de manera mecánica o sin tomar en cuenta las características estadísticas de las series de tiempo, puede conducir a reportar comportamientos cíclicos espurios que son difíciles de detectar, pues no se tiene el dato real del componente que se está estimando.

Cogley y Nason (1995) analizan los efectos del filtro HP sobre las series de tiempo estacionarias en tendencia (TS) y estacionarias en diferencias (DS), y argumentan que la aplicación del filtro HP a series

dominadas por ciclos de bajas frecuencias, da como resultado, la extracción de componentes cíclicos que no capturan una importante fracción de la varianza contenida en las frecuencias de ciclos<sup>7</sup> económicos de la serie original, y puede inducir a inferir propiedades dinámicas espurias. Dado que la principal crítica que se le hace al filtro HP, es que el componente “cíclico” que genera no es un componente que corresponda a lo que “teóricamente” se conoce como ciclos económicos, es recomendable hablar de desviaciones de la tendencia de largo plazo observada, más que de ciclos o componentes cíclicos.

Las gráficas 1, 2 y 3 muestran tanto las series originales como las tendencias generadas por el filtro HP del índice de la producción manufacturera de EUA y de la producción manufacturera y maquiladora de México, respectivamente<sup>8</sup>.

Ya realizada la descomposición de las series, se obtienen los componentes cíclicos o desviaciones de la tendencia de largo plazo como la diferencia entre la serie observada y la tendencia estimada para todas las variables utilizadas. Debido a que se están estudiando los componentes cíclicos de las series, en lo sucesivo cuando se mencione una serie se refiere a su componente cíclico. A continuación, se presentan los componentes cíclicos.

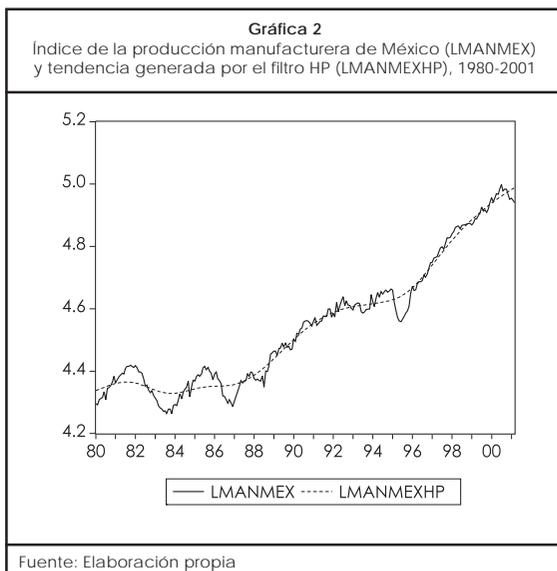
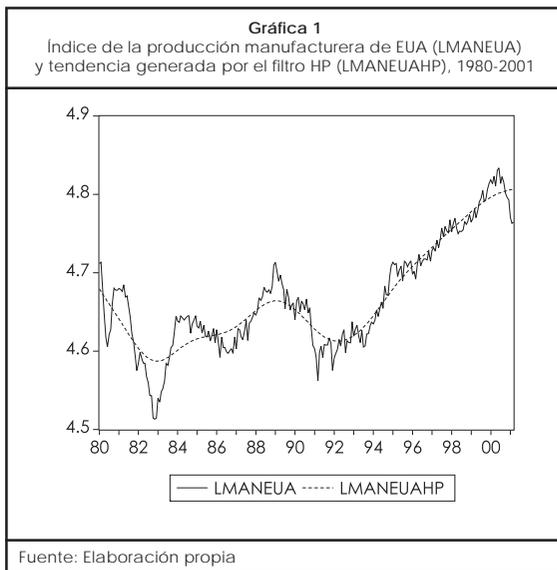
La gráfica 4 relaciona la producción manufacturera (cíclica) de EUA con la de México, la cual muestra una relación muy cercana y en el mismo sentido entre los componentes cíclicos de la producción manufacturera de ambos países. Esto quiere decir, que cuando la producción manufacturera cíclica de EUA se encuentra por encima de su tendencia, también la producción de México se encuentra por encima de su tendencia.

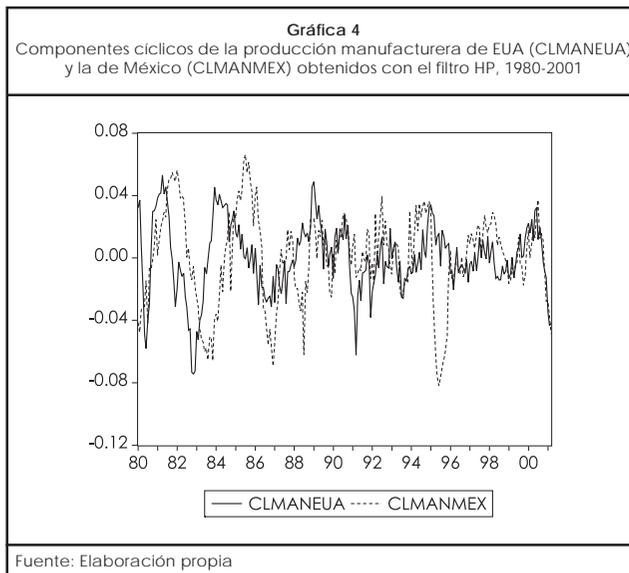
Por su parte, la gráfica 5 relaciona los ciclos de la producción manufacturera de EUA con la producción maquiladora de México. Se observa que, a partir de 1997 existe una mayor integración entre ambas series, de tal forma que, cuando la producción maquiladora de México está por encima de su tendencia de largo plazo, también lo hace la producción manufacturera de EUA.

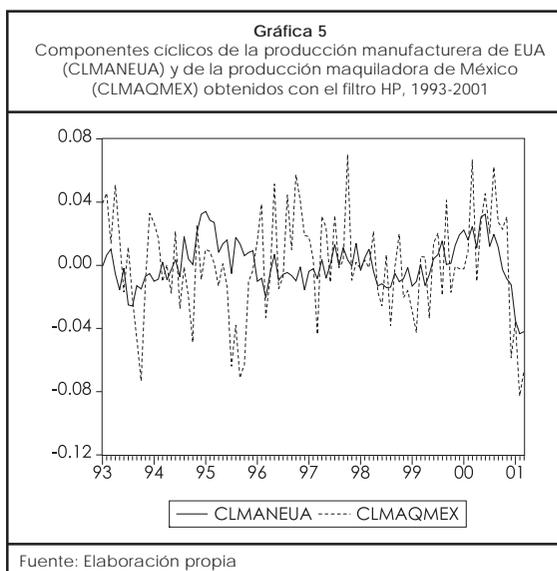
---

<sup>7</sup> Entre 18 y 96 meses.

<sup>8</sup> Las gráficas para las series de las ocho divisiones industriales no se consideraron relevantes para efectos de interpretación y análisis.





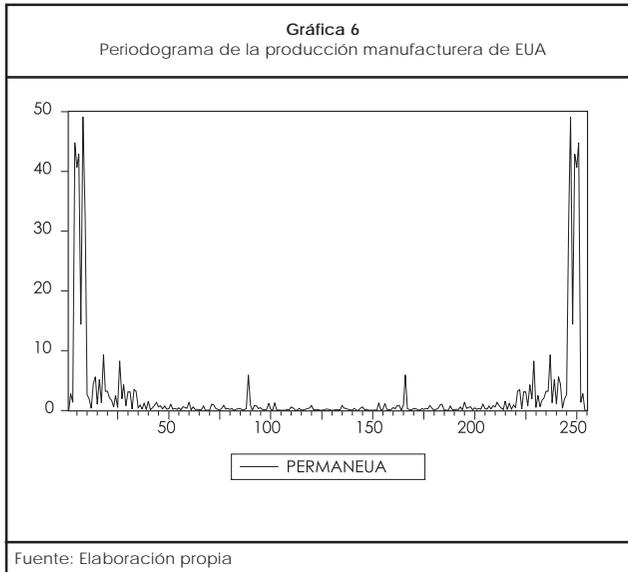


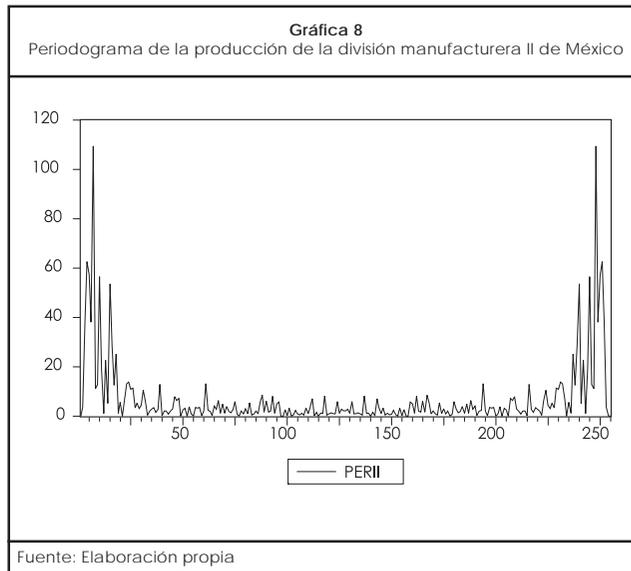
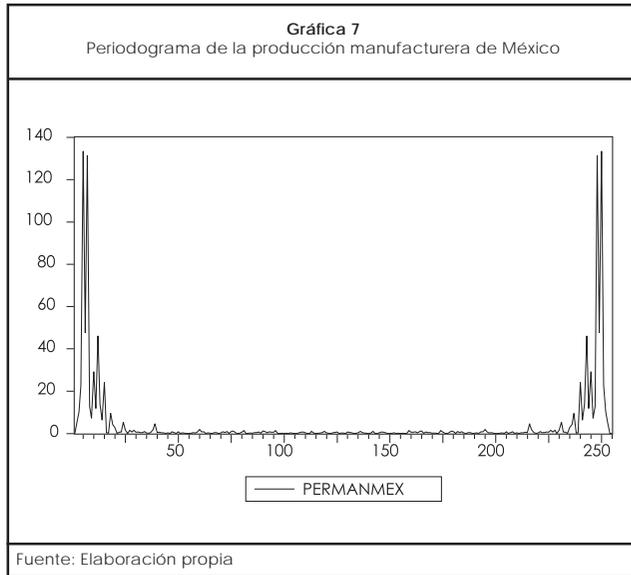
### Análisis espectral de las series según Granger

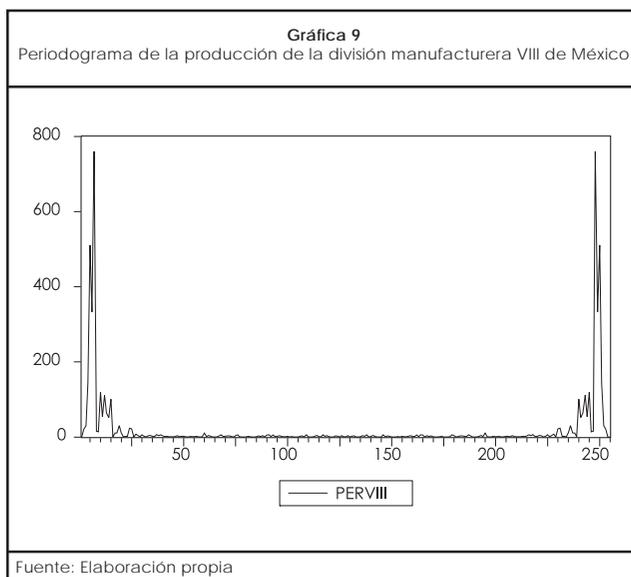
El filtro HP tiene aspectos cuestionados. El principal, es su aplicación a series que estén dominadas por su componente de largo plazo, o por ciclos de frecuencia cero. Pero si las series están dominadas por frecuencias que correspondan a la duración de los ciclos económicos (entre 18 y 96 meses), el filtro HP es adecuado y los resultados obtenidos son robustos. Para conocer la frecuencia dominante de las series utilizadas, en la presente investigación, se realizó el análisis espectral de las series, que es presentado a continuación.

Según Granger (1977), el poder espectral registra la contribución de los componentes de una serie, correspondientes a una banda de frecuencia dada, a la varianza total del proceso. Si una banda contribuye con una alta proporción a la varianza total puede ser considerada como relevante, comparada con una banda que contribuye con un menor monto de la varianza. De acuerdo con Hamilton (1994), la herramienta econométrica para realizar el análisis espectral es el periodograma muestral, que captura la proporción de la varianza muestral de que puede ser atribuida a ciclos de diferentes frecuencias.

Para evitar que los picos se encuentren en altas frecuencias (ciclos de corta duración que, más que ciclos, son pequeñas desviaciones de la tendencia) es necesario desestacionalizar la serie, y para evitar las bajas frecuencias (ciclos largos o componente de largo plazo) se deben utilizar tasas de crecimiento para eliminar tendencias o bien series estacionarias obtenidas con métodos alternativos, por ello se aplican los periodogramas a los componentes cíclicos obtenidos mediante el filtro HP. A continuación, se presentan algunas gráficas correspondientes al presente análisis.







Para interpretar los periodogramas, según Hamilton (1994), es más conveniente pensar en términos del período de una función cíclica que en términos de su frecuencia. Si la frecuencia de un ciclo es  $w$ , el período del ciclo es  $\frac{2\pi}{w}$ . Tal que, una frecuencia de  $w_j = \frac{2\pi j}{T}$  corresponde a un período de  $2 \frac{\pi}{w_j} = \frac{T}{j}$ .

En el presente caso, el tamaño de la muestra es  $T=255$  observaciones, y el primer pico en las gráficas se presenta alrededor de  $j=5$ . Esto corresponde a un ciclo con un período de  $255/5 = 51$  meses o alrededor de  $4$  y  $1/4$  años. Dada la definición del ciclo considerada y los datos de recesiones económicas, este periodo de tiempo es considerado como una frecuencia de ciclos económicos, y el área bajo esta curva puede ser vista como cuánto de la variabilidad en las tasas de crecimiento mensuales, es debido a las recesiones económicas. Lo más importante que hay que destacar, es que la forma espectral de las series no está dominada por la frecuencia cero, es decir, por el componente de largo plazo. Por lo tanto, se puede decir, que sí hay ciclos económicos distinguibles en las presentes series y que el uso del filtro HP no genera ciclos espurios.

## Análisis de correlación mediante la metodología de Kydland y Prescott

En el análisis adoptado por Kydland y Prescott (1990), para obtener el grado de co-movimiento de dos series, se procede de la siguiente forma: se analiza el grado de co-movimiento entre el indicador del ciclo  $c_t$  y los componentes cíclicos de cada variable  $Y_t$ , mediante el coeficiente de correlación  $\rho(t-j)$  para  $j$  igual a  $0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm 15$ <sup>9</sup>, donde  $j$  representa un rezago si es positivo y un adelanto si es negativo. En particular, se analizan dos aspectos: la dirección de los co-movimientos y la correlación del tiempo entre los co-movimientos.

El sentido de co-movimiento o co-variabilidad entre el indicador del ciclo  $x_2$  y el componente cíclico de cada variable  $Y_t$  se realiza mediante el coeficiente de correlación  $\rho(t-j)$ , para  $j$  igual a  $(0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm 15)$ . Cuando la correlación contemporánea para  $j=0$  de la variable  $Y_t$  cambia en la misma dirección que el indicador del ciclo ( $\rho(t-j) > 0$ ), se dice que la variable es pro-cíclica; cuando el cambio ocurre en dirección contraria ( $\rho(t-j) < 0$ ), se dice que es contra-cíclica, y cuando el coeficiente de correlación es cercano a cero, se dice que es no correlacionado. Una variable pro-cíclica, indica que cuando la producción se encuentra por encima de su tendencia, la variable en cuestión también se encuentra por arriba de su tendencia. Análogamente, una variable contra cíclica señala que, cuando la producción está por encima de su tendencia, la variable tenderá a estar por debajo de su tendencia.

En el análisis de correlación, el objetivo principal es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables; es decir, el análisis de correlación no se interesa por estimar o predecir el valor promedio de una variable sobre la base de valores fijos de otras variables. En el análisis de correlación, se tratan a las dos variables de forma simétrica, es decir, no hay distinción entre la variable dependiente y las explicativas; por lo tanto, el análisis de correlación no implica causalidad alguna entre las variables. La mayor parte de la teoría de correlación está basada en el supuesto de aleatoriedad<sup>10</sup> de las dos variables analizadas.

<sup>9</sup> Se ha optado aquí por 15 adelantos y rezagos, dado que las series son mensuales y de producción, por lo que, no reaccionan inmediatamente pero tampoco tardan más de año y medio en hacerlo.

<sup>10</sup> Una variable aleatoria o estocástica es un proceso que permite errores. No son variables con valores fijos (en muestras repetidas).

Para la interpretación de los coeficientes de correlación (contemporánea ( $j=0$ )), de acuerdo con Agénor *et al.* (2000), se considera que el ciclo de EUA tiene una fuerte correlación contemporánea con el ciclo de México si  $0.26 \leq |p(t-j)| < 1$ , débil correlación contemporánea si  $0.13 < |p(t-j)| < 0.26$  y no correlacionado contemporáneamente con el ciclo si  $0 < |p(t-j)| < 0.13$ . El criterio de Agénor coincide con la significancia estadística considerada por Avella *et al.* (2003), la cual está dada por una distancia, con respecto al cero, superior a dos desviaciones estándar de las series. Para ello, en el presente caso se consideró la serie con mayor variabilidad en el período completo, que fue la de la división VIII con 6.34%. Lo cual indica que las correlaciones son estadísticamente significativas a partir de 0.1267 ó 0.13.

| Cuadro 1<br>Desviaciones estándar de los componentes cíclicos y correlaciones contemporáneas entre México y EUA generadas con el filtro HP, 1980-2001 |                          |           |           |           |           |   |           |           |           |           |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variable  | Desviación estándar en % |           |           |           |           | Correlaciones contemporáneas con la producción manufacturera de EUA |           |           |           |           |
|   | 1980-2001                | 1980-1985 | 1986-1993 | 1994-2001 | 1997-2001 | 1980-2001   | 1980-1985 | 1986-1993 | 1994-2001 | 1997-2001 |
| MANEUA  | 2.28                     | 3.28      | 1.92      | 1.50      | 1.56      |   |           |           |           |           |
| MANMEX  | 2.97                     | 3.81      | 2.36      | 2.80      | 1.75      | 0.1949  | 0.1334    | 0.3526    | 0.1516    | 0.6107    |
| MAQMEX  | 3.22*                    |           |           | 3.15      | 3.18      | 0.3448*   |           |           | 0.3575    | 0.6552    |
| I   | 2.20                     | 2.12      | 2.77      | 1.45      | 1.24      | 0.0368  | -0.2177   | 0.2340    | 0.1778    | 0.1687    |
| II  | 3.72                     | 3.80      | 3.27      | 4.13      | 2.51      | 0.0094  | -0.0446   | 0.0580    | 0.0435    | 0.5788    |
| III   | 5.49                     | 5.48      | 5.98      | 4.96      | 4.16      | -0.0258   | -0.1228   | 0.0313    | 0.0537    | -0.0088   |
| IV  | 4.45                     | 4.96      | 4.64      | 3.74      | 2.86      | 0.0946  | 0.1550    | -0.0169   | 0.1334    | 0.3446    |
| V   | 2.50                     | 2.79      | 2.41      | 2.32      | 2.01      | 0.1878  | 0.1222    | 0.2205    | 0.2755    | 0.5058    |
| VI  | 3.92                     | 3.96      | 3.33      | 4.46      | 1.75      | 0.1526  | 0.1818    | 0.1929    | 0.0845    | 0.3884    |
| VII   | 5.07                     | 5.98      | 5.59      | 3.41      | 3.26      | 0.3899  | 0.5943    | 0.3000    | -0.0130   | 0.3818    |
| VIII  | 6.34                     | 8.41      | 5.07      | 5.55      | 2.58      | 0.2101  | 0.1636    | 0.3986    | 0.0789    | 0.4806    |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el filtro HP (cuadro 1), las series con menor variabilidad en el período completo son: la producción manufacturera de EUA, la producción manufacturera de México y la producción de las divisiones industriales I y V, con un valor menor a 3%. Las series con mayor variabilidad para el mismo periodo son: la producción de la división VIII con más de 6% y la III con 5.5%.

Analizando por periodos, se observa que para todas las divisiones manufactureras, la variabilidad disminuyó después del TLCAN<sup>11</sup>. En la

<sup>11</sup> Para la industria maquiladora mexicana no se puede realizar la comparación antes y después del TLCAN, dado que la disponibilidad de datos en la base de INEGI para el índice de producción de la industria maquiladora es a partir de 1993.

división industrial que más disminuyó fue la VII con más de dos puntos porcentuales, mientras que la que menos disminuyó fue la variabilidad de las manufacturas de EUA y la de la división V.

Con respecto al grado de asociación con la producción cíclica manufacturera de EUA, se observa que para el período completo, las manufacturas de México y las divisiones V, VI y VIII tienen una asociación débil con EUA, mientras que las divisiones I, II, III y IV no la presentan de ningún tipo. Esto no ocurre con la producción maquiladora y la división VII, ya que están fuertemente correlacionadas con EUA.

Para el período pre-TLCAN, las manufacturas de México y las divisiones VII y VIII tienen una asociación fuerte con EUA, mientras que las divisiones I, V y VI están débilmente correlacionadas, contrario a lo que muestran las divisiones II, III y IV, al no presentar ninguna de las dos asociaciones anteriores. Para el período post-TLCAN, la correlación con EUA es fuerte y positiva para todas las divisiones excepto para la III que no está correlacionada, y para la I que lo está débilmente.

Todas las divisiones manufactureras de México han incrementado su co-variabilidad con EUA excepto las divisiones I y III. Las variables mexicanas que más incrementaron su grado de correlación con EUA son la producción manufacturera total (ya que antes del TLCAN era de 0.3526 y después del TLCAN pasó a ser de 0.6107), y la división II (la cual pasó de presentar un valor de 0.058 a uno de 0.5788).

La correlación cruzada entre los co-movimientos de las variables indica que si  $|p(t-j)|^{12}$  alcanza su valor máximo para un  $j>0$  (rezago), el componente cíclico de  $Y_t$  se mueve antes que el de  $x_t$ , es decir,  $Y_t$  antecede a  $x_t$  por  $j$  períodos. Análogamente, si la variable  $Y_t$  considerada, cambia después que el indicador del ciclo  $x_t$ , se dice que sigue al ciclo; esto es,  $Y_t$  sigue al ciclo por  $j$  períodos, si  $|p(t-j)|$  alcanza su valor máximo para un  $j<0$  (adelanto). Finalmente, cuando la variable  $Y_t$  y el indicador del ciclo  $x_t$ , se mueven al mismo tiempo, se considera que  $Y_t$  es contemporáneo al ciclo del producto (y  $|p(t-j)|$  alcanza su valor máximo para  $j=0$ ). El cálculo se realizó entre el componente cíclico de EUA y cada uno de los componentes cíclicos de México, generados con los tres filtros, con una estructura de rezagos y adelantos de 15 meses.

<sup>12</sup> El valor absoluto máximo del conjunto de coeficientes de correlación.

| <b>Cuadro 2</b>   |                  |                  |                  |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Correlación cruzada de la producción manufacturera de EUA<br>con la producción manufacturera y maquiladora mexicana |                  |                  |                  |
|   | <b>1980-2001</b> | <b>1986-1993</b> | <b>1997-2001</b> |
| <b>Man</b>  | Sigue            | Contem           | Contemp          |
| <b>Maq</b>  | Contem           |                  | Contemp          |
| <b>I</b>  | Sigue            | Sigue            | Antecede         |
| <b>II</b>   | Sigue            | Sigue            | Contemp          |
| <b>III</b>  | Antecede         | Antecede         | Sigue            |
| <b>IV</b>   | Sigue            | Antecede         | Sigue            |
| <b>V</b>  | Sigue            | Antecede         | Contemp          |
| <b>VI</b>   | Sigue            | Antecede         | Sigue            |
| <b>VII</b>  | Antecede         | Antecede         | Sigue            |
| <b>VIII</b>   | Sigue            | Antecede         | Sigue            |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados muestran que las manufacturas de México siguen durante todo el período a la producción manufacturera de EUA, mientras que, de 1986 a 1993 se movían contemporáneamente, ya para el período 1997-2001 antecede al ciclo de EUA, es decir, la variable mexicana se mueve antes que la de EUA. Las maquilas, tienen un desplazamiento contemporáneo con EUA, tanto en el período de 1993 a 2001 como de 1997 a 2001. Este resultado puede ser debido a que las industrias maquiladoras establecidas en México tienen sus plantas matrices en EUA, y por ello, su producción está perfectamente coordinada con la de EUA.

La división I sigue en el período completo a EUA, pero para el período 97-01 antecede a EUA, y para el período 1986-1993, los resultados no son concluyentes o consistentes. La división III, antecede en el período completo, sin embargo, tanto antes como después del TLCAN, esta división se movía después que EUA. Estas divisiones de nuevo sólo son un punto de comparación, ya que su correlación contemporánea con EUA no es significativa. Por su parte, la división II tiene el mismo comportamiento que el de las maquilas en el período 1997-2001; es decir, la producción de esta división se mueve contemporáneamente con la producción manufacturera de EUA, mientras que para el período completo, y antes del TLCAN, esta división seguía a la de EUA. Esto indica que después del TLCAN esta división ha ido disminuyendo su tiempo de respuesta ante los cambios en EUA, hasta que finalmente se ha coordinado al momento cero con EUA.

La división IV, durante el período completo y antes del TLCAN, antecede a la producción de EUA, pero después del TLCAN la sigue. La V

por su parte, la sigue en el período completo pero antes del TLCAN lo antecedía, sin embargo, para el último sub-período los resultados nos son concluyentes. La división VI sigue al ciclo tanto para el período completo como después del TLCAN, mientras que antes lo antecedía. La división VII, durante el período completo es contemporánea, para el período antes del TLCAN lo antecedía y para el período 97-01 lo sigue. Finalmente la VIII, sigue al ciclo durante el período completo, pero antes y después del TLCAN lo antecede, una vez más como resultado de que las industrias maquiladoras dependen directamente de la producción de EUA.

Dada la diferencia de tamaño entre la economía mexicana y la de EUA y dada también la dependencia histórica económica de México, uno espera que el ciclo económico de México siga al de EUA, es decir, que un aumento o disminución de la producción manufacturera de EUA sea seguido por un aumento o disminución de la economía Mexicana meses después. En este sentido, en general los resultados para el período completo son congruentes, es decir, seis de las diez divisiones manufactureras, siguen al ciclo de EUA, dos son contemporáneas y sólo dos lo anteceden. Sin embargo, las divisiones que lo anteceden no tienen una correlación contemporánea significativa con EUA.

Resulta lógico que la producción maquiladora no tenga un cambio de fase o desplazamiento de tiempo con la producción de EUA, sino que se mueva contemporáneamente, dada la condición de dependencia directa de estas plantas mexicanas de la economía de EUA.

La producción manufacturera de México, de ser contemporánea al ciclo de EUA antes del TLCAN pasa a antecederlo después del TLCAN, por lo que, se puede concluir que disminuye el tiempo de respuesta de la producción manufacturera mexicana a la producción manufacturera de EUA después del TLCAN, hasta el punto de que México llega a reaccionar antes que EUA.

## Conclusiones

En la presente investigación se utilizó la nueva estructura de sincronización de los ciclos económicos, para realizar un análisis empírico de las correlaciones entre los ciclos de México y EUA. Primeramente, se obtuvo el componente cíclico de la producción manufacturera de México y EUA mediante el filtro Hodrick-Prescott. Después se estimó el grado, sentido y dirección de correlación entre el comportamiento cíclico de la producción manufacturera de EUA con el de la producción manufacturera de México por división de actividad económica e industria maquiladora. También se ha evaluado si la correlación cruzada entre ambos componentes cíclicos sufrió cambios significativos a raíz del TLCAN. Adicionalmente, se realizó un análisis impulso-respuesta para contrastarlo con el de correlaciones.

Los resultados muestran que la variabilidad de todas las variables manufactureras, disminuyó después del TLCAN, y que son pro- cíclicas al ciclo de EUA. Además, se concluye que sí existe una fuerte correlación de los componentes cíclicos de la producción manufacturera de EUA y México, y de acuerdo con el filtro HP, esa correlación ha aumentado después de 1997, lo cual puede ser causado por la entrada en vigor del TLCAN. Sin embargo, no se puede hablar de una sincronización entre los ciclos económicos de ambas economías, dado que la elevada correlación parece estar inducida por la relación directa de la producción maquiladora con el ciclo de EUA, cuyo indicador y el de las divisiones manufactureras II y VIII con alto componente maquilador, son los que presentan mayor asociación contemporánea con la producción de EUA (aparte de la división V correspondiente a los productos derivados del petróleo), sobre todo después del TLCAN.

El resto de divisiones manufactureras, asociadas más a condiciones domésticas y con bajo componente maquilador, tienen débil o nula correlación con el ciclo de EUA. Los resultados son robustos, al menos a partir de dos de los tres filtros usados para eliminar tendencias. Además, el análisis de correlación coincide, en términos generales, con el análisis de impulso-respuesta. Adicionalmente, se verificó que el filtro HP no genera ciclos espurios mediante el análisis espectral de las series.

Los resultados también indican que la producción manufacturera de México sigue o responde positivamente con incrementos por encima de su tendencia, a perturbaciones positivas en la producción manufacturera de EUA. Por esta razón, sí se puede hablar de un orden de movimiento, más no de causalidad, entre los ciclos económicos de ambos países. Algunos autores (Torres y Vela (2002) y Mejía (2003)) han encontrado que el orden de desplazamiento es inverso, es decir, que la producción cíclica de México reacciona antes que la de EUA, en la presente investigación se sugiere que esa situación puede ser atribuida a la producción maquiladora mexicana y su condición de dependencia directa de EUA. El mecanismo es el siguiente: ante una expectativa de crisis en EUA, las plantas matrices ubicadas allá toman la decisión de disminuir la producción mexicana, adelantándose así a la crisis estadounidense.

Una mayor sincronización de la producción manufacturera de México y EUA, implica que las fluctuaciones económicas de México pueden provenir de EUA y que la producción y el empleo de México están subordinados a las fases del ciclo de EUA. De esta manera, para los sectores mexicanos con alta correlación con el ciclo de EUA, la política económica interna sería ineficaz para eliminar las fluctuaciones. Sin embargo, una vez identificada la fuente de dichas fluctuaciones, pueden ser aminoradas por medio de una previsión de los cambios de fase del ciclo estadounidense y por la implementación de políticas internas similares a las de aquel país, aunque esto sea desfavorable desde el punto de vista de la autonomía de la política económica mexicana.

La mayor correlación es favorable desde el punto de vista de la variabilidad de la economía mexicana, ya que EUA es un país desarrollado con una economía estable, o cuando menos no tan variable como la economía mexicana, por lo que es conveniente que la economía mexicana siga el mismo patrón de crecimiento que el de la economía de EUA.

## Referencias

- Agénor, P., Mcdermott, J. y Prasad, E., (2000). "Macroeconomic Fluctuations in Developing Countries: Some Stylized Facts", *The World Bank Economic Review*, Volumen 14, número 2, pp. 251-285.
- Arnold, Lutz G., (2002). *Business Cycles Theory*, Oxford University Press, pp. 164
- Avella G., Mauricio y Fergusson T. Leopoldo, (2003). "Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia", *Banco de la Republica de Colombia*, Diciembre, pp. 78.
- Banco de México. Información Financiera y Económica. Página Web.
- Banco Mundial (2003). *Lecciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte para los países de América Latina y el Caribe*. Junio. Página web.
- Baxter, Marianne, and King, Robert G., (1995). "Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series", *NBER, Working Paper 5022*, pp. 32.
- Cogley, Timothy and Nason, James M., (1995). "Effects of the Hodrick-Prescott filter on trend and difference stationary time series Implicaions for business cycle research", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 19, pp. 253-278.
- Cuevas, A., Messmacher, M. y Werner, A., (2003). "Sincronización Macroeconómica entre México y sus Socios Comerciales del TLCAN", *Documento de Investigación No. 2003-01*, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México, Enero, pp. 123.
- Eichengreen, Barry, (1992). "Should the Maastricht Treaty Be Saved?". Princeton Studies.
- Frankel, A. Jeffrey and Andrew, K. Rose, (1998), "The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria", *The Economic Journal*, 108, Julio, pp. 1009-1025.
- Gabisch, Günter y Lorenz Hans-Walter, (1987). *Business Cycles Theory*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York y London Paris Tokyo, pp. 247.

- Goodwin R. M. (1951). "The Non-linear Accelerator and the Persistence of Business Cycles", *Econometrica*, Vol. 19, pp. 80-97.
- Goodwin R. M. (1967). "Socialism, capitalism and economic growth", *Essays in Economic Dynamics*, pp. 165-170.
- Guay, Alain and St-Amant, Pierre, (1997). "Do the Hodrick-Prescott and Baxter-King Filters Provide a Good Aproximation of Business Cycles?", *Working Paper* No. 53, Bank of Canada, Agosto, pp. 34.
- Gujarati, D. (1997). *Econometría*, McGraw-Hill Interamericana, Tercera edición, Santa fé de Bogotá, Colombia.
- Granger, C.W.J. (1966). "The Typical Spectral Shape of an Economic Variable", *Econometrica*, Vol. 34, No. 1, Enero, pp. 150-161.
- Jarsulik, Mark (1989). "Endogenous credit and endogenous business cycles", *Journal of Post Keynesian Economics*, Otoño, vol. 12, No. 1, pp. 35-48.
- Harvey, A. C. and Jaeger, A. (1993). "Detrending, Stylized Facts and the Business Cycle", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 8, No. 3, Julio-Septiembre, pp. 231-247.
- Hamilton, James D. (1994). *Time Series Analysis*, Princeton University Press, pp. 152-179.
- Hodrick R. y Prescott, E. (1997). "Postwar US Business Cycles: An Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 29, No.1, Febrero, pp. 1-16.
- Iacobucci, Alessandra (2003). "Spectral Analysis for Economic Time Series", OFCE, No. 2003-07, Noviembre, pp. 22.
- Imbs, Jean (2001). "Sectors and the OECD Business Cycle", *London Business School*, Enero, pp. 0-13.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Banco de Información Económica. Página Web.
- Islas, Alejandro (2003). "Introducción al estudio de series de tiempo múltiples", ITAM.
- Kenen, Peter (1969). "The Theory of Optimum Currency Areas: An Eclectic View", en Cuevas (2003).

- Krugman, Paul (1993). "Lessons of Massachusetts for EMU", en Cuevas (2003).
- Kydland, Finn and Prescott, Edward (1990). "Business Cycles: Real Facts and a Monetary Myth", *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Primavera, pp. 18.
- Lucas, R. Jr. (1977). "Understanding Business Cycles", en *The New Classical Macroeconomics III*, pp. 245-267.
- Martín, Ron y Sunley, Peter (1996). "Paul Krugman's Geographical Economics and Its Implications for Regional Development Theory: A Critical Assessment", *Economic Geography*, Vol. 72, No. 3, Julio, pp. 259-292.
- Mejía, Pablo (2003). "Regularidades empíricas en los ciclos económicos de México: producción, inversión, inflación y balanza comercial", *Economía Mexicana*, Nueva Época, vol. XII, núm. 2, segundo semestre, pp. 231-274.
- Perez J. Pedro, Osborn R. Denise y Sensier Marianne (2003). "Business cycle affiliations in the context of European integration", *Colloquium on modern tools for business cycle analysis*, Octubre, pp. 32.
- Pérez López, Alejandro y Schwartz, Moisés J. (1999). "Inflación y Ciclos Económicos", Banco de México, Documento de Investigación, num. 9904 pp. 29.
- Pindyck, R. (2000). *Econometría: Modelos y Pronósticos*. McGraw-Hill, cuarta edición, México.
- Prescott, Edward (1986). "Theory ahead of business cycle measurement", *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Otoño, pp 9-22.
- Pons, Jordi, Pons, Ernest and Suriñach, Jordi (1996). "Stylized Facts of Business Cycles in the OECD Countries", European Regional Science Association, Agosto, pp. 21.
- Süssmuth, Bernd (2003). *Business Cycles in the Contemporary World*, Physica-Varlag Heidelberg New York, pp. 1-32.

- Torres, A. (2000). “Estabilidad en Variables Nominales y el Ciclo Económico: El Caso de México”, *Documento de Investigación No. 2000-03*, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México, Noviembre, pp. 54.
- Torres, Alberto y Vela, Oscar (2002). “Integración Comercial y Coordinación de los Ciclos Económicos de México y los Estados Unidos”, *Documento de Investigación No. 2002-06*, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México, Mayo, pp. 29.
- Tovar Rodríguez, Patricia y Chuy Kon, Alejandro (1999). “Términos de Intercambio y Ciclos Económicos: 1950-1998”, *Estudios Económicos*, Banco Central de Reserva del Perú, pp. 31.
- Urrutia, Carlos (1996). “Notas sobre Crecimiento y Ciclos Económicos”, *Ilades-Georgetown University*, Diciembre.