

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



**EFECTO DE LAS RECESIONES SOBRE EL
PRODUCTO POTENCIAL DE MÉXICO**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA

LUIS GABRIEL HERNÁNDEZ ROMÁN

DIRECTOR DE LA TESINA

DR. FRANCISCO ALEJANDRO VILLAGÓMEZ AMEZCUA MANJARREZ

MÉXICO, D.F. JUNIO 2015

Agradecimientos

Primeramente quiero agradecer a mis padres quienes gracias a su esfuerzo he logrado un éxito más en mi formación académica. También agradezco a mis hermanos por su apoyo en todo momento.

Por otra parte, expreso mi más profundo agradecimiento al Dr. Alejandro Villagómez por permitirme trabajar con él y aceptar dirigir este trabajo. Gracias profesor por el tiempo que se tomó en leer mis avances, por sus asesorías y por la disponibilidad para aclarar dudas.

Finalmente, quiero agradecer al Dr. Daniel Ventosa, lector de mi tesina, por sus asesorías en la parte econométrica de este trabajo y por sus valiosos comentarios para mejorar la calidad de este trabajo. Sin olvidar al Dr. Arturo Antón, profesor del seminario de titulación, por sus correcciones en el desarrollo de la tesina.

Contenido

1	Introducción	1
2	Revisión de la literatura	4
3	Metodología y datos utilizados	11
3.1	Definición de producto potencial	11
3.2	El filtro HP	13
3.3	El filtro de St-Amant y van Norden (SAVN)	15
3.4	Quiebres estructurales	16
3.4.1	Prueba de Kapetanios	16
3.4.2	Prueba de Bai-Perron	18
3.5	Datos utilizados	21
4	Estimaciones y análisis de resultados	25
4.1	Estimaciones con el filtro HP y SAVN	25
4.2	Identificación de quiebres estructurales	26
4.2.1	Resultados de la prueba de Kapetanios	27
4.2.2	Resultados de la prueba de Bai-Perron	28
4.3	Ciclos económicos en México	29
4.4	Cuantificación del efecto de las recesiones sobre el PIB potencial	34

4.4.1	Efectos de las recesiones de la década de 1980 sobre el producto potencial de México	36
4.4.2	Efectos de la Gran Recesión sobre el producto potencial de México	38
5	Conclusiones	40
A	Estimaciones del PIB potencial en Matlab	43
B	Estimaciones de quiebres estructurales	46
	Referencias	47

Capítulo 1

Introducción

En la teoría económica neoclásica contemporánea (Romer, 2006) se acepta que el PIB observado de una economía evoluciona en torno a su producto potencial, que corresponde a lo que resulta de la eficiente utilización de los factores productivos y, por tanto, es neutral sobre la inflación. Una caída en la demanda agregada causa una recesión, en la cual el PIB cae por debajo de su producto potencial. Mientras libros de texto de teoría macroeconómica sugieren que una recesión es seguida por un periodo de recuperación donde el PIB regresa a su nivel potencial, y el potencial en sí mismo no es afectado significativamente por la recesión, recientes investigaciones de Cerra y Saxena (2008), Haltmaier (2012) y Ball (2014) sugieren que las profundas recesiones tienen grandes efectos persistentes sobre el PIB.

Ball (2014) encuentra que para economías desarrolladas, el nivel de su PIB no ha regresado a la tendencia que estaba siguiendo antes de la Gran Recesión; un ejemplo de esto se muestra en la figura (1.1). El autor sugiere que el PIB típicamente no regresa a la tendencia que seguía antes de una recesión, especialmente en recesiones profundas. En su artículo estudia los efectos de la Gran Recesión en 23 países de la OCDE y encuentra que para esta muestra, la pérdida promedio (medida por el tamaño de la economía) es de 8.4%. Para apreciar el tamaño de esta pérdida, se pone como ejemplo a Alemania, país

que representa el 8.2% de la economía agregada. El daño total de la Gran Recesión es un poco mayor a la pérdida que se obtendría si toda la economía de Alemania desapareciera. Además, encuentra que la pérdida del producto potencial respecto a la tendencia que seguía antes de la recesión ha sido de la misma magnitud que la caída del PIB observado.

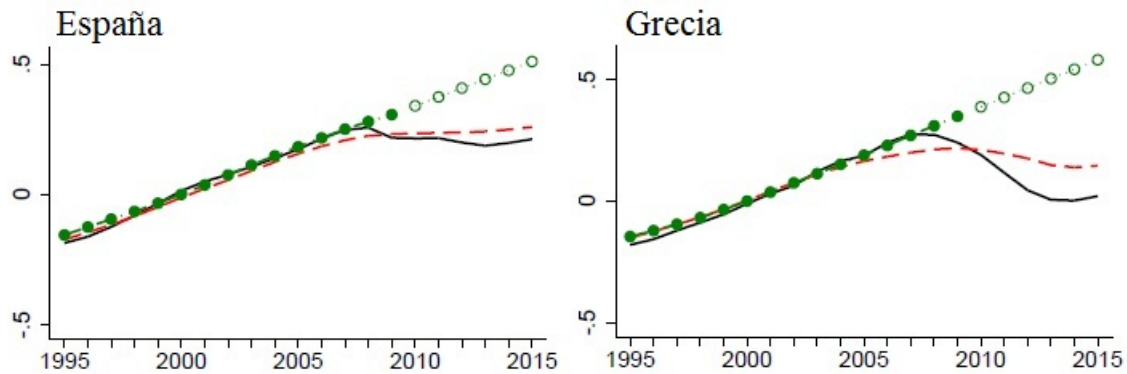


Figura 1.1: PIB observado y producto potencial de España y Grecia. La línea sólida muestra el PIB observado, mientras que la línea punteada muestra el producto potencial. La tendencia que hubiera seguido el producto potencial si no hubiera sucedido la Gran Recesión se muestra con los círculos no coloreados (Ball, 2014).

El crecimiento del PIB de México ha sido muy desigual desde la década de 1970. Después de que la economía mexicana alcanzara la tasa de crecimiento más alta de su historia moderna (8.4%) entre 1978 y 1981, entre 1982 y 1988 mantuvo una evolución prácticamente nula (0.3% anual). Bergoing et al. (2002) señalan que para México (al igual que para el resto de Latinoamérica), la década de 1980 fue una década perdida. De acuerdo a Acevedo (2009), en términos de actividad económica, las recesiones de 1995 y 1982 fueron en ese orden las más profundas y severas en la historia reciente de México. En la de 1995 el valor real del PIB se contrajo en 10.3% en dos trimestres, es decir, se redujo a un ritmo anualizado de 19.6%. En la crisis de 1982 (evento que duró cinco trimestres) el PIB disminuyó en 7.2% y cayó a un ritmo anualizado de 4.9%. Si bien, la

recesión de 1986-1988 fue menos severa que las mencionadas, es la segunda más larga.

Este trabajo está motivado por los estudios recientes que se han hecho a economías desarrolladas y nos preguntamos cuáles han sido los efectos de las recesiones sobre el PIB de México, en particular, del producto potencial. México es una economía emergente y en este trabajo se estudia qué comportamiento ha experimentado su producto potencial ante las recesiones. Tal y como lo hacen Haltmaier (2012) y Ball (2014), los efectos de las recesiones sobre el producto potencial pueden ser medidos comparando estimaciones actuales del producto potencial respecto al camino que éste estaba siguiendo antes de una recesión. Dado que estas investigaciones son recientes, no se ha realizado un trabajo similar para el caso de México en cuanto a la cuantificación del daño causado por recesiones. Este trabajo hace una contribución en esta dirección.

Capítulo 2

Revisión de la literatura

A continuación se da una descripción de los artículos que motivan nuestro trabajo. Cerra y Saxena (2008) observan que la crisis Asiática dejó pérdidas permanentes en el PIB de seis países Asiáticos, y que las guerras civiles causan efectos negativos sobre el PIB de la economía [ver figura (2.1)]. Los autores documentan el comportamiento del PIB ante crisis financieras y políticas de una muestra de 190 países —África, Asia, países industrializados, América Latina, Medio Oriente, y países en transición—. Para esto, analizan formalmente el impacto de choques políticos y financieros sobre el PIB, construyen indicadores cualitativos de crisis financieras y políticas y estiman las funciones impulso-respuesta resultantes de los choques.

Los autores encuentran que las funciones impulso-respuesta muestran que menos del 1% de las pérdidas más profundas del PIB se recuperan en un periodo de 10 años ante crisis bancarias y crisis políticas. Cabe decir que estos autores se enfocan solamente en los daños causados sobre el PIB observado y no sobre el producto potencial.

Para este fin, el autor proyecta de manera lineal la trayectoria que habría seguido el producto potencial si la recesión identificada no hubiera sucedido. Además, con un ejercicio econométrico determina si las características de las recesiones —profundidad, longitud, sincronización entre países, y si incluyen crisis financieras o no— pueden ex-

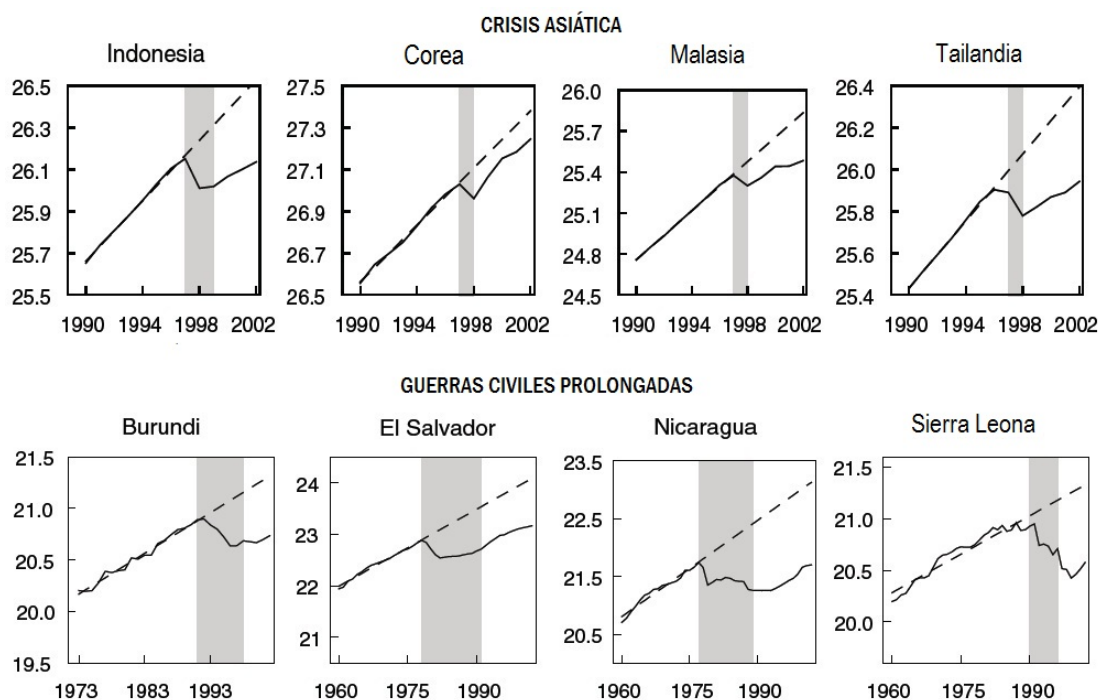


Figura 2.1: Comportamiento del PIB ante la crisis Asiática y Guerras Civiles prolongadas (Cerra y Saxena, 2008).

plicar la pérdida acumulativa en el nivel del producto potencial de los cuatro años posteriores al comienzo de una recesión. El principal resultado es que la profundidad de una recesión tiene efectos importantes en la pérdida del producto potencial para economías desarrolladas, mientras que la longitud es importante para economías emergentes. El autor concluye que la Gran Recesión pudo haber disminuido el producto potencial en 3% para economías avanzadas, pero parece haber tenido poco efecto sobre economías emergentes.

Este autor argumenta que estos efectos ocurren porque una recesión reduce el producto potencial de una economía. Hay un número de razones por las cuales la tasa de crecimiento del producto potencial puede caer durante una recesión:

- La inversión se reduce, lo cual provoca una disminución en el acervo de capital.
- La productividad puede verse afectada, pues es probable que las firmas inviertan

menos recursos en innovación cuando la demanda disminuye en lugar de crecer.

- Efectos sobre las tasas de equilibrio de empleo.

Algunos economistas usan el término *histéresis* para estos efectos de las recesiones, y la reciente recesión de 2008-2009 ha confirmado la doctrina de histéresis.

Por su parte, como se mencionó en su momento, Ball (2014) estima los efectos a largo plazo de la Gran Recesión sobre el producto potencial de 23 países de la OCDE. El autor menciona el procedimiento que utiliza para cuantificar el daño causado por la Gran Recesión para el caso de Estados Unidos [ver figura (2.2)]: utilizando series anuales del PIB real (y) y del producto potencial (y^*) de las perspectivas económicas de la OCDE, estima el producto potencial que la economía habría seguido si la recesión de 2008-2009 no hubiera sucedido (y^{**}). Observando que el cambio en y^* es casi constante del año 2000-2009, para obtener y^{**} , extrapola en forma de línea recta la serie de y^* del periodo mencionado. De aquí obtiene diferencias porcentuales entre y^* y y^{**} para el año 2013. Posteriormente, este procedimiento se aplica a cada país de la muestra.

El autor encuentra que las pérdidas de producto potencial varían desde casi nada en Australia y Suiza hasta más de 30% en Grecia, Hungría e Irlanda; la pérdida promedio, medida por el tamaño de la economía, es 8.4%. Concluye que la mayoría de los países analizados han experimentado fuertes efectos de histéresis.

Para aplicar este procedimiento al caso de México, es necesario estimar el producto potencial de la economía a partir de series del PIB real. En esta dirección, varios trabajos se han hecho para estimar no sólo el producto potencial de México, sino también la brecha del producto y la caracterización de sus ciclos económicos. Entre los más relevantes, están los trabajos de DeSerres et al. (1995); Faal (2005); Pastor y Villagómez (2005); Loría, Ramos y de Jesús (2008); Acevedo (2009); y Loría y Salas (2014). Conocer el producto potencial y la brecha del producto en una economía permite principalmente identificar la fase del ciclo en que se encuentra la actividad productiva (recesión o expansión) y, por

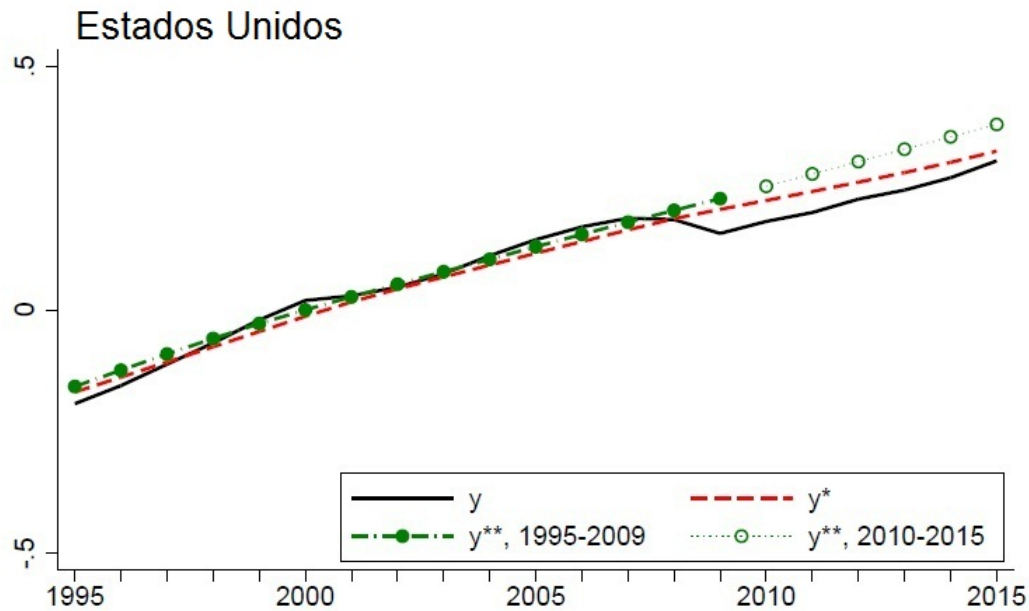


Figura 2.2: Procedimiento de Ball (2014) para el caso de Estados Unidos.

lo tanto, deducir si el impulso de una política será pro-cíclico o contra-cíclico.

Dado que el producto potencial es un concepto teórico no observable, éste tiene que estimarse. Existe una amplia variedad de metodologías para la estimación del producto potencial; Cerra y Saxena (2000), por ejemplo, documentan las estimaciones del producto potencial de Suecia utilizando siete métodos distintos, y mencionan las ventajas y desventajas que presenta cada uno de estos.

En los documentos revisados para el caso de México, DeSerres et al. (1995) hacen uso del método de vectores autorregresivos (VAR) estructurales para calcular el producto potencial de México; incluyen tres tipos de choques a la producción: de oferta, de demanda y a los precios del petróleo; encuentran que los choques a los precios del petróleo son una variable importante al momento de explicar las fluctuaciones de la economía mexicana.

Faal (2005) discute sobre los determinantes del crecimiento de México y sus marcadas diferencias durante los periodos 1960-1979 y 1980-2003. Menciona que México registró un crecimiento notable entre 1960-1979. Sin embargo, después de la crisis de 1982 hubo

una disminución dramática en la tasa de crecimiento del PIB y de la Productividad Total de los Factores (tfp, por sus siglas en Inglés). Menciona que las Reformas Estructurales implementadas a finales de la década de los 80 y principios de los 90 proporcionaron un ímpetu para la recuperación en la tasa de crecimiento de la tfp, aunque fue relativamente modesto.

Pastor y Villagómez (2005) utilizan un filtro HP y un modelo VAR para estimar el producto potencial de México; encuentran que ambos modelos producen los mismos sentidos en la brecha del producto (excepto al final de la muestra), aunque con magnitudes más pronunciadas con el método VAR. Los autores argumentan que las diferencias en el sentido de la brecha del producto para datos más recientes se debe al problema de estimación al final de la muestra que presenta el filtro HP. Además, para el periodo analizado, los autores comparan sus resultados obtenidos con los del FMI y de la SHCP, y encuentran que sus estimaciones son similares a la del FMI, mientras que las reportadas por la SHCP están por encima de sus cálculos.

Loría, Ramos y de Jesús (2008) utilizan modelos estructurales de series de tiempo para calcular el producto potencial de México, su estacionalidad, su brecha y los ciclos económicos de corto plazo. Encuentran que el crecimiento potencial ha variado notablemente para dos periodos claramente definidos: 2.1% (1980.4-1994.4) y 3.7% (1995.4-2006.4). Además, observan que desde el año 2000 la economía mexicana tiene un crecimiento más estable.

Acevedo (2009) utiliza una función de producción tipo Cobb-Douglas y un filtro de Kalman para calcular el producto potencial de México, ello bajo tres comportamientos distintos de la productividad total de los factores. También hace uso de un filtro HP para complementar sus resultados obtenidos con los otros métodos. Encuentra que durante 2006-2007, la capacidad de crecimiento potencial de la economía mexicana se ubicó entre 3.7% y 4.3%. Asimismo, caracteriza los ciclos económicos de México y fecha sus fases recesivas y expansivas. Entre 1980 y 2007 las recesiones y expansiones de México

tuvieron una longitud promedio de 7.0 y 13.3 trimestres, respectivamente; es decir, las recesiones económicas en el país fueron 121.1% más largas que las de Estados Unidos, y las expansiones 46.8% más cortas.

Por su parte, Loría y Salas (2014) con el procedimiento X-12-ARIMA y el filtro HP corregido al final de la muestra, identifican los ciclos de crecimiento y calculan el crecimiento del producto potencial de México para el periodo 1980.1-2013.4. Encuentran que existen seis ciclos; su duración varía entre 15 y 22 trimestres; y que la amplitud de los ciclos como proporción del producto potencial varía en un rango de 4.46% a -6.48%.

Tomando en consideración los trabajos anteriores, se opta por trabajar con un filtro HP¹ y su versión modificada (filtro SAVN), ya que estos métodos nos permite trabajar con la serie completa del PIB real, a diferencia del método de función de producción que, aplicado al caso de México, limita el número de datos referentes al producto potencial dada la restricción de otros datos del cual se deriva. En el siguiente capítulo se dará una explicación detallada de cada método.

Por otra parte, para cuantificar el daño causado por las recesiones, se podría seguir el procedimiento de Haltmaier (2012) comparando el crecimiento promedio del producto potencial de los cuatro años posteriores a una recesión con el crecimiento promedio que se seguía dos años antes de la recesión. Sin embargo, para el caso de México, si nos remitimos a las recesiones de 1982 y 1985, encontraríamos que tales cambios en la tasa de crecimiento del producto potencial son marginales. Así pues, dado este cambio marginal, se podría estudiar el efecto de ambas recesiones sobre el producto potencial. Un método que nos permite ver cuántas recesiones tomar en conjunto es la identificación de cambios estructurales de series de tiempo.

Como mencionan Li y Zhou (2006), recurrir a la literatura de cambios estructurales es de considerable importancia en el análisis de series de tiempo macroeconómicas. Como

¹Esto se hace debido a que es muy común en la literatura aplicar el filtro HP para el estudio de los ciclos económicos [Ahumada y Garegnani (1999); Cerra y Saxena (2000); Pastor y Villagómez (2005); Auditoría Superior de la Federación (2013)].

es bien sabido, los cambios estructurales en este tipo de series corresponden a ocurrencias de recesiones y cambios institucionales y de política, entre otras. Así, en este trabajo, se identifican las fechas de los quiebres² y se aplica el procedimiento de Ball (2014) para realizar la cuantificación del daño causado por las recesiones. Dentro de los métodos que existen para identificar quiebres estructurales, se utilizan las pruebas de Bai y Perron (1998, 2003) y de Kapetanios (2005), ya que tienen la ventaja de identificar las fechas de los quiebres automáticamente sin necesidad de proponerlas.

Finalmente, la distribución de este trabajo es la siguiente: en el capítulo 3 se da un bosquejo teórico sobre el producto potencial y las metodologías que se utilizarán para estimarlo; así como los principios bajo los cuales trabajan las pruebas de Bai-Perron y de Kapetanios. En el capítulo 4 se analizan los resultados de las estimaciones y se cuantifica el daño causado por las recesiones sobre el producto potencial; por último, en el capítulo 5 se muestran las conclusiones obtenidas en este trabajo.

²En este trabajo se habla de cambios y quiebres estructurales indistintamente.

Capítulo 3

Metodología y datos utilizados

3.1 Definición de producto potencial

En la macroeconomía contemporánea conocer el producto potencial y por tanto, la brecha del producto¹, es de gran utilidad para la formulación de políticas económicas consistentes. Sin embargo, debido a que el producto potencial no es observable, es necesario estimarlo.

De acuerdo a Scacciavinalli y Swagel (1999), el producto potencial tiene dos acepciones teóricas. Desde el enfoque keynesiano, este concepto se refiere al producto que una economía obtendría si utilizara plenamente la dotación de sus factores productivos en un entorno de inflación estable. Por su parte, la concepción neoclásica considera que el potencial y la brecha del producto están determinados exógenamente por las perturbaciones estocásticas que sufre la oferta de bienes y servicios. Así, bajo este enfoque, la medición del producto potencial radica en sustraer de la serie del PIB su componente permanente.

En el cuadro 3.1 se muestran las metodologías que se han desarrollado para estimar

¹La brecha del producto está definida como el producto observado menos el producto potencial relativo al producto potencial.

el producto potencial. En la primera sección se muestra los instrumentos estadísticos con los que se intenta descomponer la serie del PIB en sus elementos permanentes (de tendencia) y cíclico, mientras que en la segunda sección se muestra los métodos fundamentados por la teoría económica enfocándose a cuantificar las relaciones funcionales que existen entre variables relevantes. El elemento de tendencia se interpreta como una buena aproximación del producto potencial. Respecto a la sustracción de la componente permanente, Canova (2007) menciona otra clasificación que es el de métodos híbridos, que es una combinación de las dos concepciones ya mencionadas.

Cuadro 3.1: Métodos para estimar el producto potencial.

Métodos estadísticos
Beveridge y Nelson
Baxter y King
Hodrick y Prescott
St-Amant y van Norden
Métodos fundamentados por la teoría económica
Funciones de producción
Vectores Autoregresivos estructurales
Modelos de demanda
Métodos híbridos
Función de producción
St-Amant y van Norden

Como mencionan Cerra y Saxena (2000), la definición y estimación de los componentes de tendencia y cíclicos del PIB dan surgimiento a cuestiones teóricas y empíricas, las cuales reflejan la controversia que existe sobre el origen de las fluctuaciones económicas. En este trabajo se opta por trabajar con la concepción estadística, en particular con el

filtro HP y su versión modificada. El filtro HP ha sido una técnica muy utilizada en la investigación para estudiar ciclos económicos debido al criterio de optimalidad del cual se puede derivar, y la variedad de software para estimarlo.

3.2 El filtro HP

Como menciona Enders (2004), una serie de tiempo cualquiera digamos y_t , se representa como

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \psi_t + \varepsilon_t,$$

para $t = 1, \dots, T$ y $\varepsilon_t \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_\varepsilon^2)$, donde:

1. La *tendencia*, μ_t , representa la evolución subyacente o secular de una serie,
2. La *estacionalidad*, γ_t , recoge la ocurrencia periódica de fenómenos que se producen en su evolución,
3. El *ciclo*, ψ_t , representa las oscilaciones alrededor de la tendencia, y
4. Las *innovaciones*, ε_t , son los movimientos erráticos que no siguen un patrón determinado.

Ahora, el marco conceptual presentado por Hodrick y Prescott (1997) puede resumirse como sigue

$$y_t = g_t + c_t, \text{ para todo } t = 1, \dots, T, \quad (3.1)$$

donde y_t es una serie de tiempo dada que puede expresarse como la suma de dos componentes, a saber, la componente de tendencia g_t y la componente cíclica c_t .²

La componente de tendencia se determina al resolver el siguiente problema,

$$\min_{\{g_t\}_{t=1}^T} \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2, \quad (3.2)$$

²Note como el filtro no considera la estacionalidad de la serie.

en donde la mecánica del filtro está diseñada para minimizar la varianza del componente cíclico sujeto a una penalización sobre las variaciones que tenga la segunda diferencia del componente permanente,³ en otras palabras, se castigan los cambios que sufra la pendiente de la tendencia.

El parámetro λ es un número positivo el cual penaliza la variabilidad en la componente de tendencia: entre más grande sea este valor, más suave será g_t . En el caso en que $\lambda \rightarrow \infty$, la primera diferencia $\Delta g_t = g_t - g_{t-1}$ tiende a una constante y la solución del problema a un problema de ajuste por mínimos cuadrados de una tendencia lineal.⁴ Por el contrario, cuando $\lambda \rightarrow 0$, el potencial resultante replica exactamente el PIB observado.

En el marco del trabajo original, para dar un valor al parámetro de suavidad λ se asume un modelo de probabilidad en el cual $c_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_c^2)$ y $\Delta^2 g_t = \varepsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_g^2)$. Entonces dadas las observaciones, el valor esperado de g_t es la solución al problema dado por (3.2) cuando $\lambda^{1/2} = \sigma_c^2 / \sigma_g^2$. Suponer que $\Delta^2 g_t$ es ruido blanco significa que la serie de la componente de tendencia es integrada de orden 2, I(2).

Así, los autores sugieren que para datos trimestrales $\lambda = 1600$, para datos mensuales $\lambda = 14400$, y para datos anuales $\lambda = 100$. Sin embargo, reconocen las restricciones impuestas por estos supuestos. De este método surge la desventaja de identificar un valor adecuado de λ para una determinada economía. Otra desventaja de este filtro es que sufre de una pérdida considerable de la exactitud al final de la muestra, es decir, hay un sesgo al final de ésta. Este problema es particularmente severo cuando la atención es puesta en datos más recientes de la muestra en un esfuerzo de sacar conclusiones para implementación de política y hacer proyecciones en un futuro inmediato. Para remediar parcialmente este problema, St-Amant y van Norden (1997) proponen un ajuste al filtro HP. Esto se analiza en la siguiente sección.

³La segunda diferencia se expresa como $\Delta^2 g_t = (g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})$.

⁴La cantidad y_t expresa el logaritmo natural del PIB observado en el tiempo t , por lo cual, la cantidad Δg_t expresa una tasa de crecimiento.

3.3 El filtro de St-Amant y van Norden (SAVN)

Antón (2010) evalúa en qué medida el filtro de St-Amant y van Norden (1997), que es una versión modificada del filtro HP, puede aminorar el problema al final de la muestra que presenta este filtro con datos para México.

El autor menciona la intuición sobre el modo en que trabaja el filtro SAVN: como se mencionó en su momento, el filtro HP resuelve el problema entre el tamaño de las desviaciones respecto a la tendencia y la suavidad de ésta; ante un choque positivo y temporal, el filtro cambia la tendencia significativamente, pues esto implica aumentar la tendencia antes del choque y disminuirla después. Sin embargo, al final de la muestra no existe dicho problema pues la suavidad de la tendencia no es un objetivo a considerar bajo el filtro HP. Esto implica que la tendencia responda más a choques transitorios hacia el final de la muestra que hacia la mitad de la muestra.

Para remediar parcialmente este problema, St-Amant y van Norden (1997) agregan un término extra al problema dado por (3.2) el cual penaliza que la tendencia responda relativamente más a los choques transitorios en los últimos datos de la muestra. Dicho lo anterior, el problema de optimización del filtro HP se expresa como

$$\min_{\{g_t\}_{t=1}^T} \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 + \lambda_{ss} \sum_{t=T-j}^T (\Delta g_t - u_{ss}), \quad (3.3)$$

donde, en el último término, u_{ss} es una constante igual a la tasa de crecimiento de la serie en el largo plazo, y $\lambda_{ss} \geq 0$ es el castigo que se le da a las desviaciones de la tasa de crecimiento de la tendencia respecto a su valor de largo plazo. Este término permite suavizar la tendencia en los últimos j periodos de la muestra.⁵

⁵Para ver cómo el problema de optimización de los filtros HP y SAVN se resuelve en forma matricial, vea el Apéndice A.

3.4 Quiebres estructurales

En este trabajo se desea conocer cuál ha sido el cambio en la tendencia del producto potencial de México y en particular, cómo ha variado su tasa de crecimiento. Una pregunta que resulta de interés en este trabajo es sobre la presencia de cambios estructurales en la media de la serie de la tasa de crecimiento del producto potencial.

Para responder a esta pregunta, recurrimos a dos pruebas que identifican cambios estructurales: la prueba de Bai y Perron (1998, 2003) y la prueba de Kapetanios (2005). La ventaja de ambas pruebas es que identifican los quiebres automáticamente. Un punto importante es que para poder aplicar la prueba de Bai-Perron sobre la serie de interés, es necesario que ésta sea estacionaria, de lo contrario, la inferencia realizada con esta prueba sería espuria. A continuación se muestran los principios de cada prueba.

3.4.1 Prueba de Kapetanios

Kapetanios (2005) proporciona pruebas para evaluar la hipótesis nula de raíz unitaria contra la hipótesis alternativa de la ocurrencia de un número no específico de quiebres el cual puede ser mayor que 2 pero menor que el número máximo m de quiebres permitidos. El modelo que el autor especifica es el siguiente,

$$y_t = \mu_0 + \mu_1 t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \phi_i DU_{i,t} + \sum_{i=1}^m \psi_i DT_{i,t} + \epsilon_t. \quad (3.4)$$

$1 - \gamma(L)$ tiene todas sus raíces fuera del círculo unitario, donde $\gamma(L) = \gamma_1 L + \dots + \gamma_k L^k$.

La matriz estimada de covarianzas del vector $(\Delta y_{t-1}, \dots, \Delta y_{t-k})$ se denota por Σ . $DU_{i,t}$ y $DT_{i,t}$ son el intercepto y variables dummy del quiebre, respectivamente, definidos por

$$DU_{i,t} = 1(t > T_{b,i}), \quad DT_{i,t} = 1(t > T_{b,i})(t - T_{b,i}),$$

donde $T_{b,i} + 1$ denota las fechas del i -ésimo rompimiento estructural y $1(\cdot)$ es la función indicadora que toma el valor de 1 si el argumento de la función es verdadero y 0 en otro caso.

Para construir su estadístico, el autor define las siguientes hipótesis alternativas:

$$H_i : \alpha < 1, \phi_{i+1} = \dots = \phi_m = \psi_{i+1} = \dots = \psi_m = 0, i = 1, \dots, m - 1,$$

y $H_m : \alpha < 1$. Como es costumbre, la hipótesis nula $\alpha = 1, \mu_1 = \phi_1 = \dots = \mu_m = \phi_m = \psi_1 = \dots = \psi_m = 0$ se denota por H_0 . El objetivo es construir un estadístico de H_0 contra $\bigcup_{i=1}^m H_i$. Se denota a los conjuntos de todas las posibles particiones para un número dado de quiebres por $\mathcal{T}_i, i = 1, \dots, m$ y su unión por \mathcal{T} . El autor procede a construir su prueba siguiendo un proceso secuencial dado por Bai y Perron (1998):

1. Para un número máximo de quiebres, digamos m , comience buscando un solo quiebre y conserve los estadísticos- t de la hipótesis $\alpha = 1$ para todas las posibles particiones sobre la muestra. Denote al conjunto de todas las posibles particiones como \mathcal{T}_1^a . También, denote al conjunto de estadísticos- t por τ^1 .
2. Elija la fecha del quiebre asociada con la suma mínima de residuales al cuadrado (SSR).
3. Imponiendo la fecha estimada del quiebre sobre la muestra, comience buscando el siguiente quiebre sobre todas las posibles particiones en las submuestras resultantes. Denote al conjunto de todas las posibles particiones como \mathcal{T}_2^a . Obtenga el conjunto de estadísticos- t de la hipótesis $\alpha = 1$ sobre todas las posibles particiones y denote esto con τ^2 . Con τ^2 y τ^1 obtenga $\tau_1^2 = \tau^1 \cup \tau^2$.
4. Elija el quiebre con la mínima SSR como el siguiente quiebre estimado.
5. Repita los paso 3 y 4 hasta que los m quiebres hayan sido estimados. Denote al

conjunto resultante de todas las posibles particiones como \mathcal{T}_i^a , $i = 3, \dots, m$.

6. Adopte como el estadístico de prueba, τ_{\min}^m , al mínimo estadístico- t sobre el conjunto $\tau_1^m = \tau^1 \cup \tau^2 \dots \cup \tau^m$.

En este proceso se impone un parámetro trimming, ε , distinto de cero en la identificación de cada quiebre. Por otra parte, considere los siguientes tres casos. En el primero, asuma que $\psi_1 = \dots = \psi_m = 0$ bajo ambas, la hipótesis nula y la alternativa y denote este caso con A. En el segundo, asuma lo mismo para ϕ_1, \dots, ϕ_m y denote este caso con B. En el tercero, considere el modelo general (3.4) bajo la alternativa y denote este caso con C. El autor reporta valores críticos de la prueba para los casos, A, B y C hasta para $m = 5$ y $\varepsilon = 0.05$.

3.4.2 Prueba de Bai-Perron

El enfoque propuesto por Bai y Perron (1998) considera múltiples cambios estructurales en un modelo de regresión lineal estimado por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), donde tratan las fechas de los quiebres como variables desconocidas a estimar.

Los autores consideran un modelo de regresión múltiple con m quiebres:

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t, \quad t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j, \quad (3.5)$$

para $j = 1, \dots, m+1$ y se usa la convención $T_0 = 0$ y $T_{m+1} = T$. En este modelo, y_t es la variable independiente observable, x_t ($p \times 1$) y z_t ($q \times 1$) son vectores de covariables, y β y δ_j son los vectores correspondientes de coeficientes; u_t es la perturbación. Los índices (T_1, \dots, T_m) , o los puntos de quiebre, son explícitamente tratados como desconocidos. El objetivo es estimar los coeficientes desconocidos de la regresión junto con los puntos de quiebre cuando se dispone de T observaciones sobre (y_t, x_t, z_t) . Así, se desea estimar los coeficientes $(\beta, \delta_1, \dots, \delta_{m+1}, T_1, \dots, T_m)$, asumiendo que $\delta_i \neq \delta_{i+1}$ ($1 \leq k \leq m$).

Para cada partición- m (T_1, \dots, T_m) denotada con $\{T_j\}$, los estimadores por MCO de β y δ_j se obtienen al resolver el problema

$$\min \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{t=T_{i-1}+1}^{T_i} (y_t - x'_t \beta + z'_t \delta_i)^2. \quad (3.6)$$

Para llevar a cabo análisis asintótico, es necesario imponer algunas restricciones sobre los posibles valores de las fechas de los quiebres. Para esto, sea $\lambda_i = T_i/T$, $i = 1, \dots, m$, y defina el siguiente conjunto para algún $\epsilon > 0$, un parámetro *trimming* que impone una longitud mínima h para un segmento, es decir, $\epsilon = h/T$, $\Lambda_\epsilon = \{(\lambda_1, \dots, \lambda_m) : |\lambda_{i+1} - \lambda_i| \geq \epsilon, \lambda_1 \geq \epsilon, \lambda_m \leq 1 - \epsilon\}$.

Sean $\hat{\beta}(\{T_j\})$ y $\hat{\delta}(\{T_j\})$ los estimadores resultantes. Sustituyéndolos en la función objetivo y denotando a la suma resultante de residuales al cuadrado como $S_T(T_1, \dots, T_m)$, los estimadores de los puntos de quiebre $(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m)$ son tales que

$$(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m) = \operatorname{argmin}_{(\lambda_1, \dots, \lambda_m) \in \Lambda_\epsilon} S_T(T_1, \dots, T_m),$$

donde la estimación se lleva a cabo sobre todas las particiones (T_1, \dots, T_m) tal que $T_i - T_{i-1} \geq h$. Así, los estimadores de los puntos de quiebre son minimizadores globales de la función objetivo. Finalmente, los parámetros estimados de la regresión son los estimadores MCO asociados en la partición- m $\{T_j\}$, es decir, $\hat{\beta} = \hat{\beta}(\{T_j\})$ y $\hat{\delta} = \hat{\delta}(\{T_j\})$.

En lo que sigue, las pruebas son formuladas tal que se permite correlación serial en los errores, diferentes distribuciones en los datos y en los errores entre los segmentos o imposición de una estructura común.

Prueba de no-quiebres contra algún número fijo de quiebres

Los autores consideran una prueba del tipo $\sup F$ que considera como hipótesis nula la no-existencia de quiebres en la serie ($m = 0$) contra una hipótesis alternativa de un número fijo de quiebres ($m = k$). Sea R una matriz convencional tal que $(R\delta)' =$

$(\delta'_1 - \delta'_2, \dots, \delta'_k - \delta'_{k+1})$. Defina

$$F_T(\lambda_1, \dots, \lambda_k; q) = \frac{1}{T} \left(\frac{T - (k+1)q - p}{kq} \right) \hat{\delta}' R' (R \hat{V}(\hat{\delta}) R')^{-1} R \hat{\delta}, \quad (3.7)$$

donde, en la versión menos restringida, $\hat{V}(\hat{\delta})$ es un estimador de la matriz de covarianzas de $\hat{\delta}$ robusto a correlación serial y heteroscedasticidad. Así, el estadístico es

$$\sup F_T(k; q) = F_T(\hat{\lambda}_1, \dots, \hat{\lambda}_k; q), \quad (3.8)$$

donde $(\hat{\lambda}_1, \dots, \hat{\lambda}_k)$ minimiza la suma global de residuales al cuadrado bajo el trimming especificado, el cual es equivalente a maximizar el estadístico- F asumiendo errores esféricos. Esto es equivalente asintóticamente, a maximizar el estadístico- F (3.7) pues las fechas de los quiebres son consistentes aun en presencia de correlación serial.

Prueba del doble-máximo

Dado que no se desea pre-especificar un número particular de quiebres para hacer inferencia, los autores introducen dos pruebas para la hipótesis nula de no existencia de quiebres contra la hipótesis alternativa de un número desconocido de quiebres dada una cota superior M . Estas son llamadas las pruebas del doble-máximo.

La primera es una versión igualmente-ponderada definida por

$$UD \max F_T(M, q) = \max_{1 \leq m \leq M} F_T(\hat{\lambda}_1, \dots, \hat{\lambda}_k; q), \quad (3.9)$$

donde $\hat{\lambda}_j = \hat{T}_j/T$ son los estimadores de los puntos de quiebre.

La segunda prueba aplica pesos a las pruebas individuales tal que los p -values sean iguales a lo largo de los valores de m . La prueba está definida por

$$WD \max F_T(M, q) = \max_{1 \leq m \leq M} \frac{c(q, \alpha, 1)}{c(q, \alpha, m)} \sup_{(\lambda_1, \dots, \lambda_m) \in \Lambda_\epsilon} F(\lambda_1, \dots, \lambda_k; q), \quad (3.10)$$

donde $c(q, \alpha, m)$ es el valor crítico asintótico de la prueba $F_T(\hat{\lambda}_1, \dots, \hat{\lambda}_k; q)$ para un nivel de significancia α . Los pesos se definen como $a_1 = 1$ y $a_m = c(q, \alpha, 1)/c(q, \alpha, m)$ para $m > 1$.

Bai y Perron (1998) proporcionan valores críticos para $M = 5$ y $\epsilon = 0.05$, mientras que Bai y Perron (2003) dan valores adicionales para $\epsilon = 0.10$ ($M = 5$), 0.15 ($M = 5$), 0.20 ($M = 3$) y 0.25 ($M = 2$).

Prueba de ℓ vs. $\ell + 1$ quiebres

Se propone una prueba para ℓ vs. $\ell + 1$ quiebres dada por $\sup F_T(\ell + 1|\ell)$. La prueba recurre a la aplicación de $(\ell + 1)$ pruebas de hipótesis nula de no existencia de cambio estructural vs. la hipótesis alternativa de un solo cambio. Se aplica a cada segmento que contiene las observaciones $\hat{T}_{i-1} + 1$ hasta \hat{T}_i ($i = 1, \dots, \ell + 1$) usando la convención $\hat{T}_0 = 0$ y $\hat{T}_{\ell+1} = T$. Se concluye a favor de un modelo con $\ell + 1$ quiebres si el valor máximo de $\sup F_T(1; q)$ (sobre todos los segmentos donde se incluye un quiebre adicional) es suficientemente grande. Así, la fecha del quiebre es la que está asociada con este valor máximo.

3.5 Datos utilizados

Las series trimestrales del valor real del PIB se obtienen del Banco de Información Económica del INEGI, en donde se publican tres series con años base: 1993 (1980.1-2007.4), 2003 (1993.1-2013.1) y 2008 (1993.1-2014.4). Esto crea una dificultad para la medición histórica del desempeño de la economía mexicana a partir de estas series.⁶

⁶En 2013, el INEGI efectuó un cambio metodológico para actualizar el año base de 2003 a 2008, debido a que la economía mundial ya no correspondía a las condiciones que prevalecieron cuando se presentó el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 1993, fundamentalmente por los cambios estructurales derivados de la globalización económica. Establecer 2008 como un año base determinó que los crecimientos reales del PIB fueran distintos a los considerados con el año base 2003, lo cual influye en la estimación del producto potencial [Auditoría Superior de la Federación (2013)].

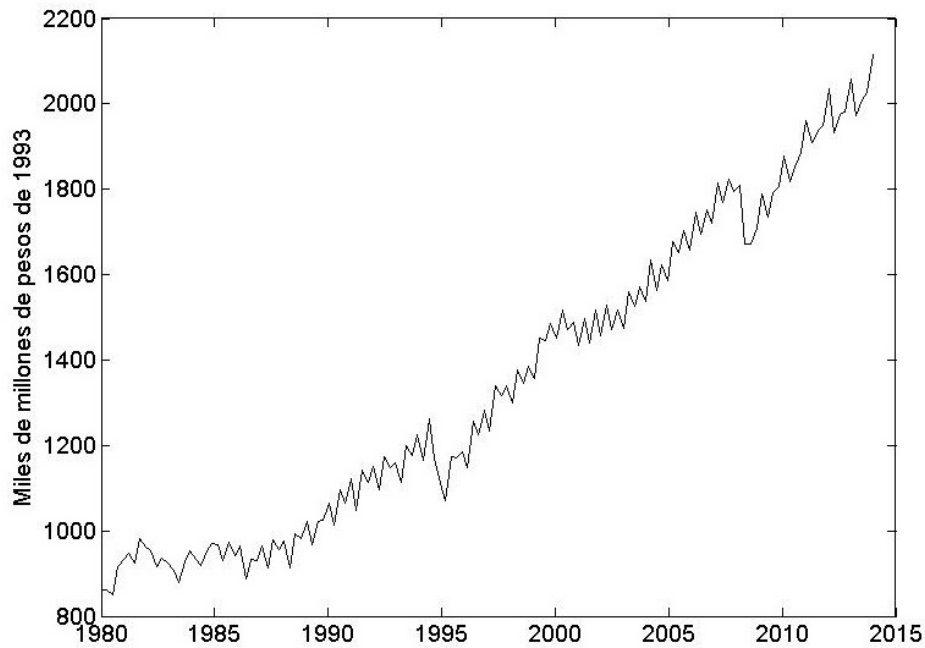


Figura 3.1: Evolución (trimestral) del PIB real de México en el periodo 1980-2014.

FUENTE: Elaboración propia.

Así, ante la ausencia de una serie oficial completa, la serie del PIB real (1980.1-2014.4 a precios de 1993) puede obtenerse mediante el método de extrapolación que considera el empalme de valores del PIB real de segmentos de la serie que tiene distintos años base y se corre una regresión lineal sobre estos valores. El coeficiente de correlación entre las tasas de crecimiento de las series con bases 1993 y 2003 es de 0.77, mientras que para las series con bases 1993 y 2008 es de 0.87. Por lo tanto, se decide tomar las series con bases 1993 y 2008 para construir la serie completa del PIB real. En el empalme se consideran los valores del PIB real de ambas series para el periodo 1993.1-2007.4 y se corre una regresión por MCO sobre éstos valores (los valores del PIB real con año base 2008 se eligen como regresores). Con la ecuación de regresión obtenida, se proyecta la serie del PIB real con año base 1993 para hallar los valores que comprenden el periodo 2008.1-2014.4. En la figura (3.1) se muestra la evolución del PIB real de México con la serie obtenida.

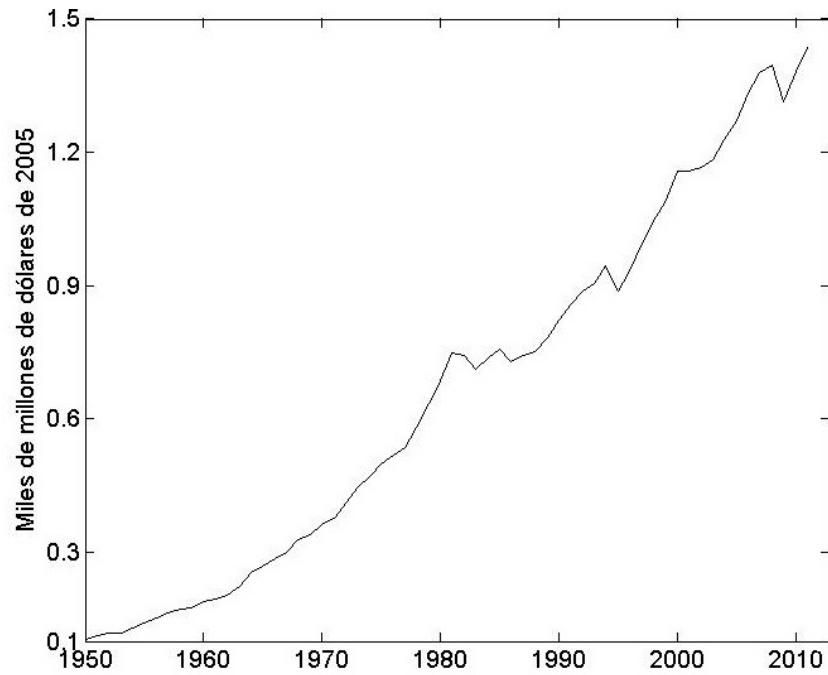


Figura 3.2: Evolución (anual) del PIB real de México en el periodo 1950-2011. FUENTE: Elaboración propia.

Como fuente adicional, la serie anual del PIB de México a precios constantes se reporta en los agregados monetarios del sistema Federal Reserve Economic Data (FRED) del Federal Reserve Bank of St. Louis. La serie se reporta a precios de 2005 en dólares y abarca el periodo de 1950-2011.⁷ En la figura (3.2) se muestra la evolución del PIB real de México con los datos de este sistema.

Al calcular las tasas de crecimiento anuales del PIB con la serie construida con los datos del INEGI y al compararla con las tasas que se obtienen de la serie del sistema FRED, se encuentra que la correlación de las tasas de crecimiento durante el periodo 1980-2011 es de 0.81.

Por otra parte, respecto al parámetro de suavidad, λ , Marcet y Ravn (2004) argumentan que las características de los ciclos económicos son distintas entre países, por

⁷Feenstra, Inklaar, y Timmer (2013) describen el proceso sobre cómo se construyen las series reportadas en el sistema FRED.

lo que en principio resulta inapropiado utilizar el mismo parámetro de suavidad que el que usualmente se usa para los datos trimestrales de Estado Unidos ($\lambda = 1600$). Antón (2010) aplica el método de estos autores a los datos de México y encuentra que el parámetro bajo el periodo de estudio es de $\lambda = 1096$.

Capítulo 4

Estimaciones y análisis de resultados

4.1 Estimaciones con el filtro HP y SAVN

Se trabaja con la serie anual del PIB real de México del sistema FRED en logaritmos y se estima el producto potencial utilizando un filtro HP con $\lambda = 100$. De la serie obtenida se calcula la tasa de crecimiento del producto potencial. En la figura (4.1) se muestra la serie obtenida con el filtro HP y la evolución de su tasa de crecimiento.

Por otra parte, también se utiliza la serie trimestral del INEGI del PIB real de México desestacionalizada¹ en logaritmos y se estima el producto potencial utilizando un filtro HP con $\lambda = 1600$. Para obtener la misma serie con el filtro SAVN, se utiliza un valor de suavidad $\lambda = \lambda_{ss} = 1096$ y $u_{ss} = 2.5\%$, que es la tasa promedio de crecimiento del PIB durante el periodo analizado. Con las series obtenidas con ambos filtros, se obtiene la evolución de la tasa de crecimiento del producto potencial. Esto se muestra en la figura (4.2).

¹Se utilizó el instrumento X-11-ARIMA integrado en el paquete EViews 8.0 para desestacionalizar la serie del PIB.

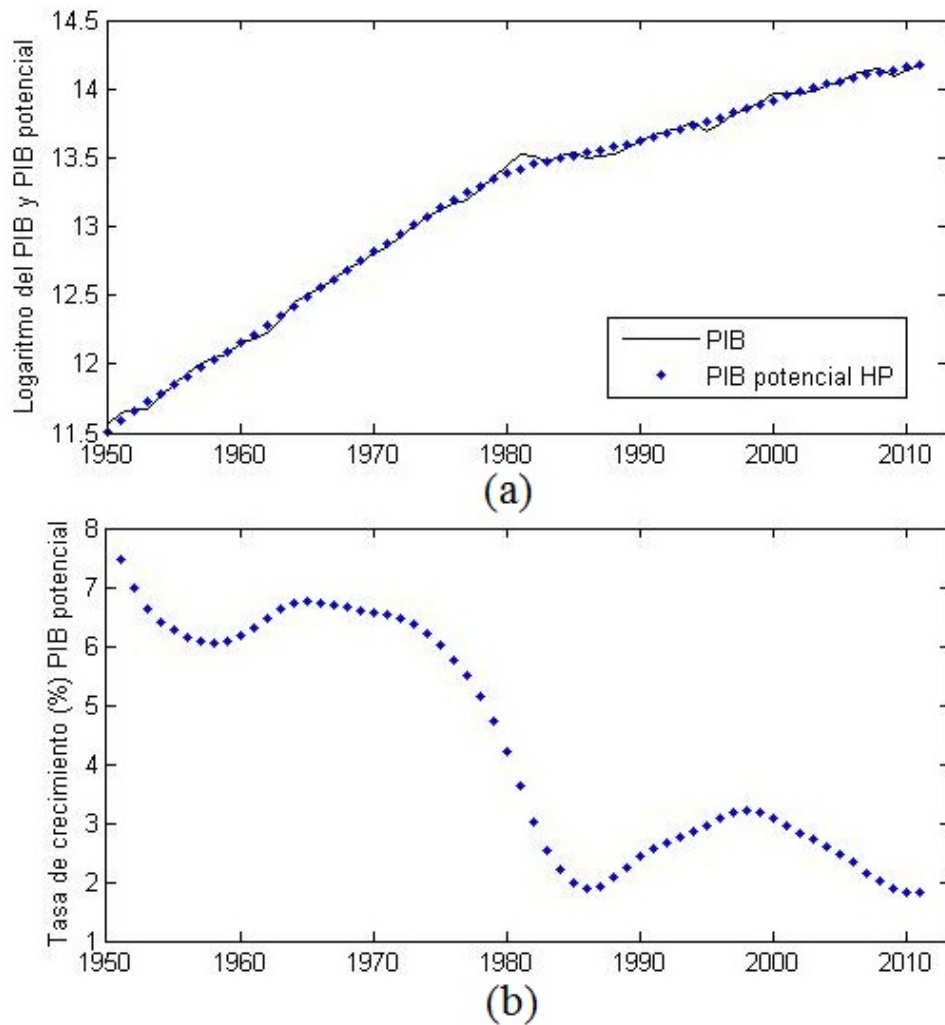


Figura 4.1: (a) Estimación del producto potencial con un filtro HP. (b) Evolución de la tasa de crecimiento del producto potencial de México. FUENTE: Elaboración propia.

4.2 Identificación de quiebres estructurales

Dado que deseamos estudiar la presencia de cambios estructurales en la media de la serie de la tasa de crecimiento del producto potencial de México, las pruebas son aplicadas a la serie resultante de aplicar primeras diferencias a la serie (en logaritmos) del producto potencial. En este caso, las primeras diferencias de ésta serie identifican a la tasa de crecimiento del producto potencial.

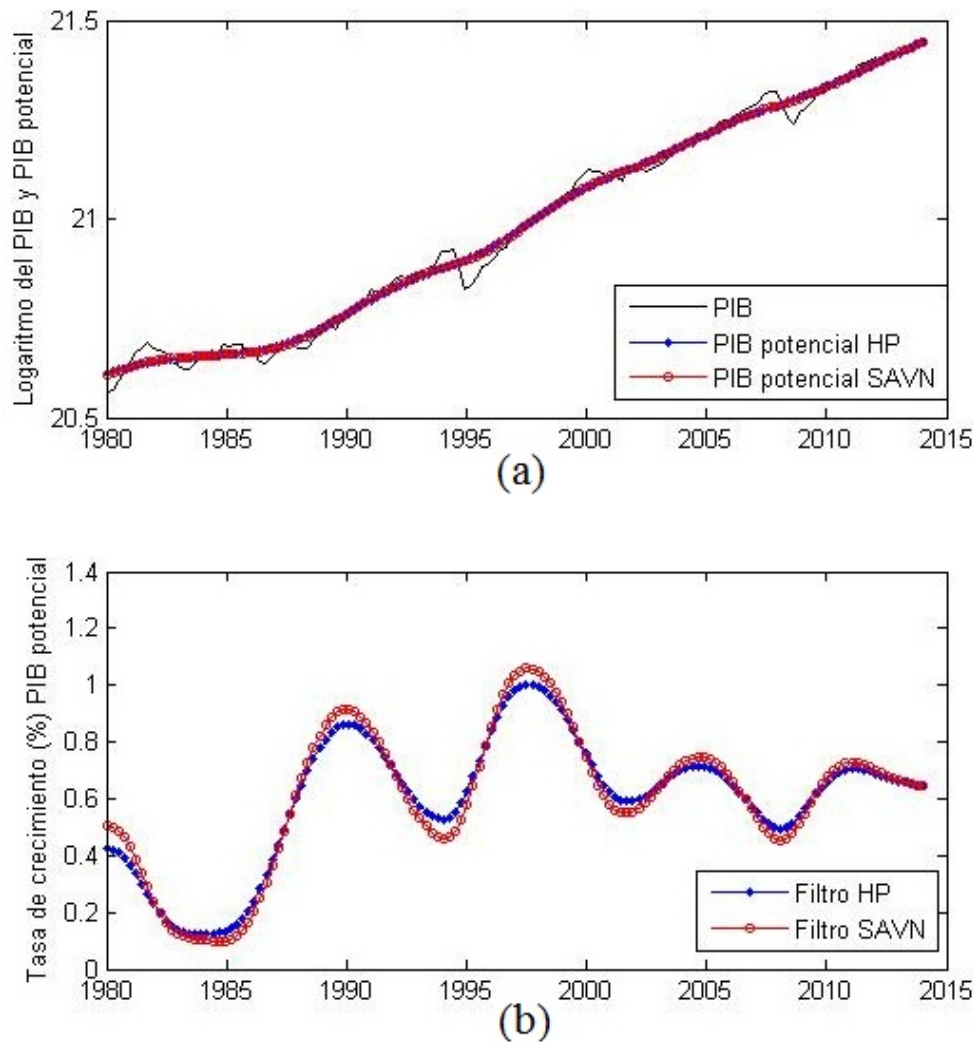


Figura 4.2: (a) Estimación del producto potencial con los filtros HP y SAVN. (b) Evolución de la tasa de crecimiento del producto potencial de México. FUENTE: Elaboración propia.

4.2.1 Resultados de la prueba de Kapetanios

Para aplicar esta prueba a las series de interés², se utiliza el criterio de información de Schwarz para determinar el número de rezagos para controlar la autocorrelación. Para la serie trimestral se permite un número de rezagos y de quiebres igual a tres y se utiliza

²El código MATLAB de esta prueba se encuentra disponible en la siguiente liga: [dl.dropbox.com/u/1307356/FH/Kapetanios.zip](https://www.dropbox.com/u/1307356/FH/Kapetanios.zip).

un número de observaciones entre quiebres igual a veinticinco. Para la serie anual se permite un solo rezago y cinco quiebres, y se utiliza un número de observaciones igual a 9 entre quiebres (tomar estos valores entre los segmentos de los quiebres corresponde a un trimming de 0.15). La regresión auxiliar en esta prueba corresponde al modelo que emplea intercepto y variables dummy de nivel. Los resultados de la prueba se muestran en el cuadro (4.1).

Cuadro 4.1: Cambios estructurales en la tasa de crecimiento del PIB potencial.

Serie	Método	Fechas de los quiebres
Trimestral (1980-2014)	Filtro HP	1987.2, 1994.2, 2008.1
	Filtro SAVN	1987.2, 1994.3, 2008.2
Anual (1950-2011)	Filtro HP	1959, 1969, 1980, 1990, 2000

Todas las pruebas son significativas para un nivel de significancia del 5%, así que hay evidencia para rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria en favor de la alternativa [vea el Apéndice B para ver el resultado de las pruebas]. Para complementar estos resultados se aplica también la Prueba de Bai-Perron, la cual es robusta a correlación serial y heteroscedasticidad.³

4.2.2 Resultados de la prueba de Bai-Perron

Se aplica la prueba⁴ con una constante como regresor ($z_t = \{1\}$) y se permite correlación serial. Se permite hasta un máximo de 5 quiebres y se usa un parámetro trimming de 0.15, por lo que cada segmento tiene *al menos* 20 observaciones. Se permite también correlación serial en los errores y diferentes varianzas de los residuales a lo largo de los segmentos. Los resultados se presentan en el cuadro (4.2).

³El rechazar la hipótesis nula en la prueba de Kapetanios significa que la serie es estacionaria y, por lo tanto, no se realiza inferencia espuria al aplicar la prueba de Bai-Perron.

⁴La prueba está integrada en el paquete Eviews 8.0.

Cuadro 4.2: Cambios estructurales en la tasa de crecimiento del PIB potencial.

Serie	Método	Fechas de los quiebres
Trimestral (1980-2014)	Filtro HP	1987.4, 1996.1, 2001.1
	Filtro SAVN	1987.4, 1996.1, 2001.1
Anual (1950-2011)	Filtro HP	1963, 1972, 1981, 1993, 2003

Todas las pruebas son significativas para un nivel de significancia del 5%. En el caso de las series trimestrales, la prueba mostró que obtenemos pruebas significativas para 3, 4 y 5 quiebres permitidos. Sin embargo, para el caso de 3 quiebres, la prueba es altamente significativa y, por lo tanto, se toma ésta en consideración. Es curioso ver que las fechas de los quiebres correspondientes a los filtros HP y SAVN coinciden.

Similarmente para la serie anual, la prueba mostró que obtenemos pruebas significativas para 1 hasta 5 quiebres permitidos. Sin embargo, para el caso de 5 quiebres, la prueba es altamente significativa y, por lo tanto, se toma ésta en consideración [vea el Apéndice B para ver el resultado de las pruebas].

4.3 Ciclos económicos en México

En esta sección se caracterizan los ciclos económicos en México a través de dos metodologías: la regla empírica dada por Burns y Mitchell (1946) y la técnica de puntos de giro.⁵

La primera es una regla para determinar la fecha de inicio de las fases recesivas, la cual consiste en establecer el principio de éstas en el momento en que el PIB registra dos variaciones negativas en forma consecutiva. La técnica de puntos de giro se refiere a la identificación de picos y valles en la brecha del producto [ver figura (4.3)]. Este método permite evaluar la duración del ciclo económico e identifica el comienzo de una recesión

⁵Dado que el objetivo de este trabajo no es estudiar exhaustivamente los ciclos económicos en México, se considera que tomar en cuenta estos dos métodos es suficiente. Para un estudio más completo de ésto, refiérase a Antón (2011).

considerando un pico al siguiente valle y viceversa para el caso de una expansión.

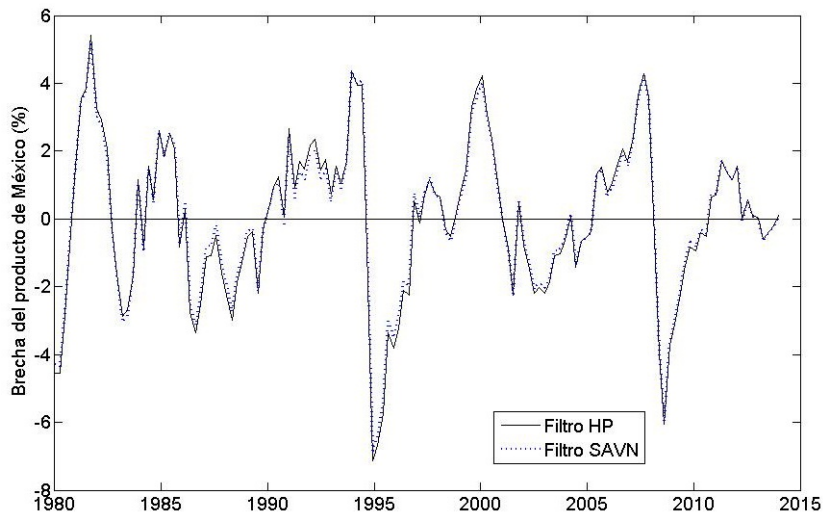


Figura 4.3: Brecha del producto de México estimada con los filtros HP y SAVN para el periodo (trimestral) de 1980-2014. FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro (4.3) se muestran los ciclos económicos en México utilizando ambos métodos.⁶ Para complementar nuestros resultados, también se anexan la fechas que reporta el Economic Cycle Research Institute (ECRI), el cual basa su cronología de ciclos en la tradición del NBER. Como es bien sabido en el análisis de ciclos económicos, el uso de diferentes métodos para la estimación del producto potencial puede generar distintas cronologías del ciclo económico. En nuestros resultados puede observarse que si bien hay discrepancias en la cronología, éstas son del orden de trimestres.

Es interesante ver que las fechas de los quiebres que encuentran las pruebas de cambios estructurales coinciden con o incluyen dentro de cada segmento las fechas de las recesiones que ha experimentado el país (para la serie de datos trimestrales). Los quiebres identificados en la serie anual del PIB y la caracterización de los ciclos económicos en México con la serie trimestral nos permiten ver que la evolución de la economía mexicana durante las últimas cuatro décadas muestra importantes diferencias.

⁶En el caso de la identificación de picos y valles en la brecha del producto, las fechas obtenidas con los filtros HP y SAVN son las mismas.

Cuadro 4.3: Ciclos económicos en México, 1980-2014.

Brecha del producto	Regla empírica	ECRI	Duración (promedio)
1981.4/1983.1	1982.1/1983.2	1982M3/1983M7	5
1985.3/1986.2	1986.1/1988.3	1985M10/1986M11	6
1992.3/1993.2	1992.4/1993.2	1992M10/1993M10	3
1994.4/1995.3	1995.1/1995.3	1994M11/1995M7	3
2000.3/2003.3	2000.4/2003.4	2000M8/2003M8	13
2008.2/2009.2	2008.3/2009.3	2008M4/2009M5	4

A continuación, se destacan algunos de los sucesos más importantes que condujeron a cambios en el crecimiento del país [Villagómez (2008)].

Durante la década de 1960, conocida como del desarrollo estabilizador, se registra la mayor tasa promedio de crecimiento real del PIB, en los últimos cuarenta años junto con una de las más bajas inflaciones registradas en nuestro país. Al iniciar la década de 1970, la política económica da un giro sustancial al plantearse un papel más activo del Estado en el proceso de crecimiento económico. Durante la primera mitad, conocida como la fase del desarrollo compartido, se mantiene una alta tasa real promedio de crecimiento económico, pero con una gran variabilidad por lo que a este periodo también se le conoce como el de una economía de *pare – arranque*. Es justo señalar que durante estos años el entorno internacional también sufrió modificaciones importantes que provocaron condiciones no tan favorables como en el pasado. Cabe destacar el aumento en el precio del petróleo, cuando nuestro país era un importador neto, así como una creciente fase de inestabilidad en los mercados cambiarios internacionales. En México, la inflación inició una fase ascendente, lo que contribuyó a una mayor incertidumbre en las decisiones de inversionistas y consumidores. El déficit en cuenta corriente continuó aumentando, por lo que la deuda externa casi se triplicó. Este periodo concluye con la devaluación de la

moneda después de más de veinte años de estabilidad.

Durante la segunda mitad de esa década, el descubrimiento de importantes reservas petroleras en nuestro país, aunado a las condiciones extremadamente favorables en el mercado mundial de este producto, permitió reactivar el crecimiento económico, para mantener nuevamente una tasa promedio real superior a 6% anual. Este sexenio se conoció como el periodo de la *administración de la abundancia*. Sin embargo, eventos adversos de origen externo, en particular una caída en el precio internacional del petróleo, junto con un endurecimiento en las condiciones de los mercados externos de capital, condujeron a una importante crisis en 1982. Durante la mayor parte de la década de 1980, la economía mexicana observó un comportamiento recesivo e inestable. El año de 1982 marcó el inicio de una de las crisis más acentuadas y prolongadas en nuestra historia. La retirada del país de los mercados internacionales voluntarios de capital, una tasa promedio de crecimiento real prácticamente nula y tasas inflacionarias superiores a 80% anual, en promedio, caracterizaron gran parte de este periodo.

Con la entrada en funciones del gobierno de Salinas, a finales de 1988, se inicia una nueva fase caracterizada por un ambicioso programa de reajuste de la economía y de reestructuración, destacando los procesos de apertura comercial y de liberalización financiera. En conjunto, estas medidas permitieron que la economía recobrarla la senda de crecimiento a partir de 1989. En cuanto a la apertura comercial, se continuó con la eliminación de restricciones a las importaciones y se iniciaron negociaciones para la firma de un acuerdo comercial con Estados Unidos y Canadá (TLCAN). Entre 1989 y 1994 el PIB real creció a una tasa promedio superior a 3.5%, la tasa de inflación se redujo de manera drástica. A finales de 1994 la sobrevaluación del peso, la magnitud del déficit en cuenta corriente y una serie de eventos políticos condujeron a la crisis del peso en diciembre y a la abrupta suspensión de este proceso de crecimiento.

El siguiente periodo cubre desde los años posteriores a la crisis del peso, en 1995, hasta el año 2000. El impacto de esta crisis fue profundo; se observa una importante

contracción en la actividad económica y un sustancial aumento en la inflación y el desempleo. Durante ese año se adoptaron nuevamente políticas restrictivas, fiscales y monetarias, que enfocan los esfuerzos en el combate a la inflación y a la inestabilidad del tipo de cambio. Para 1995, el PIB real se redujo en más de 6%, la inflación anual había llegado casi a 52% y las tasas de interés (Cetes a 28 días) superaban 40%. A partir de 1996 se inicia un proceso de recuperación del crecimiento, y es a partir de 1998 cuando nuevamente se enfrentan problemas en el marco de las crisis financieras en Asia y Rusia, y el desplome del precio del petróleo en los mercados internacionales. Las medidas adoptadas por el gobierno permitieron una relativamente rápida recuperación; el crecimiento real promedio del PIB en esos años fue de 3.5%. Finalmente, durante el año 2000 la economía mexicana observa un importante dinamismo al crecer 6.9% en términos reales.

La evolución de la economía durante la administración de Fox muestra dos periodos contrastantes. Durante los primeros años el comportamiento económico fue poco afortunado, por lo que el promedio de crecimiento real para el periodo 2001-2002 no fue mayor a 0.3% anual. Por un lado, la economía mundial, y en particular la norteamericana, entran en una fase recesiva, lo que afecta significativamente al sector exportador, el cual se había mantenido como el principal motor de crecimiento desde la segunda parte de la década de 1990. Por otro lado, a partir de 2003 la economía mexicana muestra una recuperación impulsada por un mayor dinamismo en los mercados externos, pero en buena medida por el sustancial aumento en el precio del petróleo, lo que significó un importante ingreso de recursos externos.

Por otra parte, durante los dos primeros años en la administración de Calderón, la tasa de crecimiento fue de 2.3%, que estuvo por debajo de la tasa promedio del sexenio anterior (Heath, 2010). Para el cuarto trimestre de 2008, Estados Unidos entró en una profunda fase recesiva provocando que la economía mexicana también entrara en recesión. Aunque la economía mexicana comenzó a recuperarse en Mayo de 2009, la tasa real del PIB cayó en un 6.5%, un poco más que el registrado en 1995.

4.4 Cuantificación del efecto de las recesiones sobre el PIB potencial

Basados en las fechas que nos reportan las pruebas anteriores, se calcula la tasa de crecimiento promedio del producto potencial de México en los periodos definidos por los quiebres. Los resultados se muestran en el cuadro (4.4) para la serie anual y en el cuadro (4.5) para las series trimestrales.

Cuadro 4.4: Tasa anual promedio (%) del PIB potencial.

KAPETANIOS	HP	BAI-PERRON	HP
1951/1959	6.45	1951/1963	6.43
1960/1969	6.57	1964/1972	6.63
1970/1980	5.76	1973/1981	5.27
1981/1990	2.39	1982/1993	2.35
1991/2000	2.95	1994/2003	3.00
2001/2011	2.32	2004/2011	2.13

Cuadro 4.5: Tasa trimestral promedio (%) del PIB potencial.

KAPETANIOS	HP	KAPETANIOS	SAVN	BAI-PERRON	HP	SAVN
1980.2/1987.2	0.23 (0.90)	1980.2/1987.2	0.23 (0.91)	1980.2/1987.4	0.24 (0.90)	0.24 (0.91)
1987.3/1994.2	0.69 (2.76)	1987.3/1994.3	0.69 (2.81)	1988.1/1996.1	0.69 (2.67)	0.68 (2.67)
1994.3/2008.1	0.72 (2.89)	1994.4/2008.2	0.72 (2.89)	1996.2/2001.1	0.89 (3.56)	0.91 (3.67)
2008.2/2014.4	0.62 (2.50)	2008.3/2014.4	0.63 (2.50)	2001.2/2014.4	0.63 (2.53)	0.63 (2.52)

Los números entre paréntesis indican las tasas *anuales* promedio durante ese periodo.

El cuadro (4.4) nos permite ver el cambio drástico que hay en la media de la tasa del producto potencial al comenzar la década de 1980 siendo éste de -58% (Kapetanios) y -55% (Bai-Perron) respecto a la tasa promedio de la década de 1970. De ahí en

adelante, la tasa promedio del producto potencial no se ha podido recuperar y ha sido en promedio de 2.5%.

Por otra parte, el cuadro (4.5) nos permite ver que el crecimiento de la tasa del producto potencial durante el periodo 1980.2-1987.2 (el cual engloba las recesiones de 1982 y 1985) es un tercio, en promedio, de la tasa promedio del periodo 1988-2014. A nivel anual, la tasa promedio de 1982-1987 fue de 0.3%, es decir, el crecimiento fue prácticamente nulo.

A nivel trimestral de las series de tiempo, las pruebas identifican que hubo un cambio estructural en la tendencia del producto potencial a partir de 1988, muy probablemente como consecuencia de las reformas estructurales que se aplicaron entre 1989 y 1994.

La recesión de 1995 fue muy corta (tres trimestres) que, al coincidir con la puesta en operación del Tratado de Libre Comercio de America del Norte (TLCAN), condujo a que la economía mexicana alcanzara la mayor tasa (del PIB) hacia el año 2000. Esto también afectó positivamente al producto potencial; de acuerdo a la prueba de Bai-Perron, la tasa promedio (0.89%) durante el periodo 1996.2-2001.1 creció en un 28% respecto a la tasa (0.69%) del periodo 1988.1-1996.1, mientras que la prueba de Kapetanios indica que durante el periodo 1994.3-2008.1 la tasa promedio (0.72%) creció en un 5% respecto a la tasa promedio (0.69%) del periodo 1987.3-1994.2. Si bien los periodos tomados son distintos, ambas pruebas indican un cambio positivo en la tasa del producto potencial después de la crisis de 1995. Estos resultados nos llevan a pensar que la implementación de reformas estructurales y de acuerdos políticos e institucionales importantes tienen un efecto positivo, no sólo en el PIB observado, sino también en el producto potencial.

Observe que con la prueba de Bai-Perron, encontramos que la tasa promedio volvió a disminuir a partir del año 2001 en un 30% respecto a la tasa promedio del periodo 1996.2-2001.1. La fase recesiva de la economía mundial en 2001 afectó no sólo al PIB observado, sino también al producto potencial de México.

Bergoing et al. (2002) analizan las posibles explicaciones por las cuales Chile se

recuperó más rápido que México de las severas crisis económicas que ambas economías experimentaron al comienzo de la década de 1980. A través de un modelo de crecimiento calibrado, los autores encuentran que la diferencia crucial entre los dos países fue la implementación de reformas en Chile durante la década de 1970. Esto refuerza nuestros resultados si consideramos que la pérdida del producto potencial respecto a la tendencia que seguía antes de una recesión ha sido de la misma magnitud que la caída del PIB observado.

4.4.1 Efectos de las recesiones de la década de 1980 sobre el producto potencial de México

En esta sección, nos basamos en los resultados de la serie anual del sistema FRED [ver cuadro (4.4)]. Aplicamos el procedimiento de Ball (2014) para estudiar el efecto de las recesiones (1982 y 1985) de la década de 1980 sobre el producto potencial de México. Observe que, con la prueba de Kapetanios, la tasa promedio durante el periodo 1970-1980 es de 5.76%, mientras que para el periodo 1981-1990 es de 2.39%. Con la prueba de Bai-Perron, la tasa promedio durante el periodo 1973-1981 es de 5.27%, mientras que para el periodo 1982-1993 es de 2.35%. Si las recesiones de 1982 y 1985 no hubieran sucedido, podemos suponer, como Ball (2014) lo hace, que en el periodo 1981-1990 (Kapetanios) o 1982-1993 (Bai-Perron) se tendría la misma tasa de crecimiento, 5.76% (Kapetanios) o 5.27% (Bai-Perron) de la década de 1970. Con esto en mente, se puede extrapolar la serie del producto potencial a partir del periodo 1981 (Kapetanios) o 1982 (Bai-Perron) con las tasas de 5.76% o 5.27%, respectivamente, y comparar los valores obtenidos de la extrapolación con los valores *verdaderos* que se encontraron con el filtro HP.

Este procedimiento se muestra en la figura (4.4) para el caso de la prueba de Bai-Perron [compare con las figuras (1.1) y (2.2)]. Recuerde que el logaritmo de la series del PIB (Y), del producto potencial (Y^*) y del producto potencial extrapolado (Y^{**}) se

denotan con y , y^* y y^{**} , respectivamente.

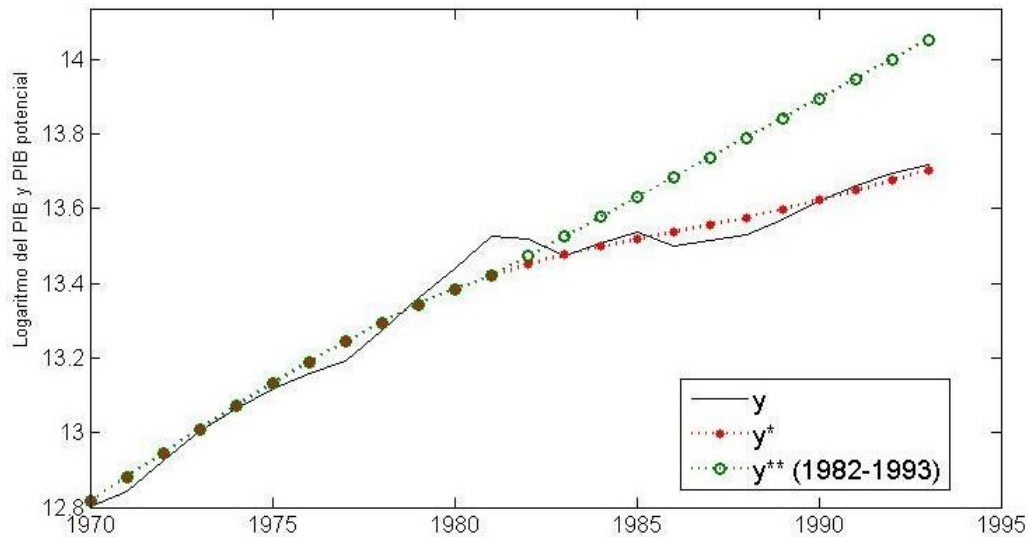


Figura 4.4: Efectos de las recesiones de la década de 1980 sobre el producto potencial de México. FUENTE: Elaboración propia.

En 1993, para el caso de la prueba de Bai-Perron, la diferencia anual entre y^{**} y y^* es de 0.34. La diferencia entre los niveles Y^{**} y Y^* respecto a Y^{**} es de 29%. En 1990, para el caso de la prueba de Kapetanios, la diferencia anual entre y^{**} y y^* es de 0.31. La diferencia entre los niveles Y^{**} y Y^* respecto a Y^{**} es de 27%.

Estas cantidades muestran el gran impacto que tuvieron las recesiones de 1982 y 1985 sobre el producto potencial de México (pérdidas de casi 30%) después de 10 años, en promedio, de que ocurriera la primera recesión (1982). Estos resultados son comparables con los daños que la Gran Recesión ha causado sobre países como Grecia, Hungría e Irlanda, donde la pérdida del producto potencial ha sido superior al 30% (Ball, 2014).⁷

⁷De hecho, el daño de la Gran Recesión sobre el producto potencial de estos países es aún mayor que el daño causado por las recesiones de los 80 sobre el producto potencial de México, pues ha ocasionado éstas pérdidas en un periodo de 5 años.

4.4.2 Efectos de la Gran Recesión sobre el producto potencial de México

Para concluir esta sección, se hace un ejercicio similar al anterior para estudiar el efecto de la Gran Recesión sobre el producto potencial de México en 2013 con los resultados dados en el cuadro (4.5) que identifica la prueba de Kapetanios. Observe que la tasa promedio *anual* durante el periodo 1994-2008 es de 2.89%, mientras que para el periodo 2009-2014 es de 2.50%. En términos anuales, los filtros HP y SAVN reportan las mismas tasas en los periodos de interés. Si la Gran Recesión no hubiera sucedido, podemos suponer que en el periodo 2009-2014 se tendría la misma tasa de crecimiento, 2.89%. Con esto en mente, se puede extrapolar la serie del producto potencial (1994-2008) a partir del periodo 2009 hasta 2014 con la tasa de 2.89% y comparar los valores obtenidos de la extrapolación con los valores *verdaderos* que se encontraron con los filtros HP y SAVN. Este procedimiento se muestra en la figura (4.5) con datos del filtro SAVN.

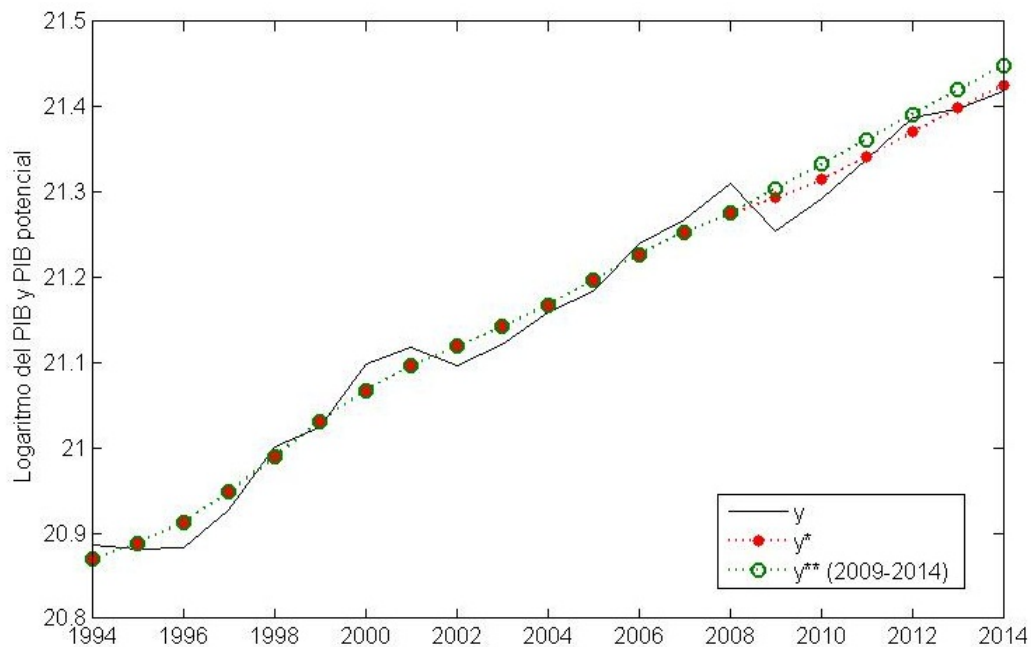


Figura 4.5: Efectos de la Gran Recesión sobre el producto potencial de México. FUENTE: Elaboración propia.

En 2013, la diferencia *anual* entre y^{**} y y^* es de 0.020 (HP) y 0.021 (SAVN). La diferencia entre los niveles Y^{**} y Y^* respecto a Y^{**} es de 2.04% (HP) y 2.09% (SAVN).

Realizando el mismo ejercicio, Ball (2014) reporta que para series anuales de Estados Unidos, en 2013, la diferencia entre y^{**} y y^* fue de 0.048, mientras que la diferencia entre los niveles Y^{**} y Y^* respecto a Y^{**} fue de 4.7%.

Estas cantidades nos dicen que la Gran Recesión causó más de doble de daño en Estados Unidos (4.7%) que en México ($\sim 2\%$). Estos resultados están de acuerdo con las conclusiones de Haltmaier (2012) en que la Gran Recesión disminuyó, en promedio, 3% el producto potencial para economías avanzadas, mientras que para economías emergentes tuvo poco efecto. Ball (2014) por su parte, encuentra que para la muestra de 23 países de la OCDE que analiza, la pérdida promedio fue de 8.4%.

Capítulo 5

Conclusiones

En este trabajo se ha estudiado el efecto de las recesiones sobre el producto potencial de México utilizando dos series del PIB real: la serie del sistema FRED que comprende el periodo (anual) de 1950 a 2011 y la serie construida con datos del INEGI que comprende el periodo (trimestral) de 1980 a 2014. Con estas series se obtuvo el producto potencial utilizando dos métodos, el filtro HP con parámetro $\lambda = 1600$ y su versión modificada (filtro SAVN) con $\lambda = 1096$.

Una de las preguntas de interés en este trabajo fue responder cómo ha sido el cambio en la tendencia del producto potencial de México. Para este fin, se recurrió a las pruebas de cambios estructurales de series de tiempo, en particular, se hizo uso de las pruebas de Kapetanios y de Bai-Perron para investigar la presencia de quiebres estructurales en la media de la tasa de crecimiento del producto potencial. Las pruebas identificaron quiebres que coinciden con la fecha de inicio de las recesiones (1995, 2001 y 2008) y, por lo tanto, otras recesiones están incluidas en los segmentos que definen los quiebres (1982, 1985 y 1992).

Para la serie anual se encontró con el filtro HP que la tasa de crecimiento del producto potencial en el periodo 1981-1990 fue de 2.39% (Kapetanios), mientras que la tasa de crecimiento en el periodo 1982-1993 fue de 2.35% (Bai-Perron). Estas tasas disminuyeron

drásticamente respecto a la tasa promedio (5.5%) que seguía el producto potencial en la década de 1970, teniendo así cambios de -58% (Kapetanios) y -55% (Bai-Perron). A partir de la década de 1980 hasta la fecha, la tasa de crecimiento promedio del producto potencial ha sido de 2.5%. Esto quiere decir que estamos arrastrando los efectos de las recesiones de la década de 1980, en la cual la economía mexicana tuvo un periodo de crecimiento prácticamente nulo (0.3% anual promedio) durante 1982-1987.

Sin embargo, con la serie trimestral se encontró que a partir de 1988 hubo un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento del producto potencial debido muy probablemente a las reformas estructurales que se implementaron entre 1989 y 1994. Más aún, en 1995 la tasa volvió a crecer debido a la entrada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN); de acuerdo a la prueba de Bai-Perron, la tasa trimestral (anual) promedio 0.89% (3.56%) durante el periodo 1996.2-2001.1 creció en un 28% respecto a la tasa 0.69% (2.67%) del periodo 1988.1-1996.1, mientras que la prueba de Kapetanios indica que durante el periodo 1994.3-2008.1 la tasa promedio 0.72% (2.89%) creció en un 5% respecto a la tasa promedio 0.69% (2.76%) del periodo 1987.3-1994.2. A pesar de que los periodos tomados son distintos, ambas pruebas encuentran que el implementar reformas estructurales tiene un efecto positivo no sólo sobre el PIB observado, sino también sobre el producto potencial. Estos crecimientos, sin embargo, son modestos en comparación con la disminución que sufrió la tasa del producto potencial en la década de 1980. En esta parte, los resultados obtenidos con los filtros HP y SAVN son muy similares.

Por otra parte, realizando un ejercicio similar al de Ball (2014) con la serie anual aplicado al caso de México, se encontró que las recesiones (de 1982 y de 1985) de la década de 1980 tuvieron fuertes efectos sobre el producto potencial. Para 1993 (Bai-Perron) y 1990 (Kapetanios) las pérdidas fueron de 29% y 27%, respectivamente. Estos resultados son comparables con los daños que la Gran Recesión ha causado sobre países como Grecia, Hungría e Irlanda, donde la pérdida del producto potencial ha sido superior

al 30%.

Análogamente, estudiando los efectos de la Gran Recesión con la serie del INEGI, se encontró que ésta tuvo poco efecto sobre el producto potencial de México causando en 2013 una disminución de 2.04% (HP) y 2.09% (SAVN). Para el mismo año, se encuentra que la Gran Recesión causó más del doble de daño en Estados Unidos (-4.7%) que en México ($\sim -2\%$). Este resultado está de acuerdo con el de Haltmaier (2012) en que la Gran Recesión tuvo poco efecto sobre economías emergentes, mientras que para economías avanzadas sí lo tuvo.

Esto nos hace pensar que a diferencia de economías avanzadas donde la profundidad de la recesión tiene un fuerte impacto sobre el producto potencial, la duración junto con la profundidad de una recesión, en el caso de México, tiene efectos permanentes sobre el producto potencial. Esto se ve reflejado en el periodo de 1982-1987 en el cual la crisis de 1982-1983 es, después de la de 1995, una de las más severas que ha experimentado el país junto con la recesión de 1985-1988 que si bien es menos severa, es la segunda más larga.

Apéndice A

Estimaciones del PIB potencial en Matlab

El problema de optimización del filtro HP (3.2) en forma matricial se expresa como

$$\min_G [(Y - G)'(Y - G) + \lambda G' K' K G],$$

donde $Y_{T \times 1} = (y_1, \dots, y_T)'$, $G_{T \times 1} = (g_1, \dots, g_T)'$, y

$$K_{(T-2) \times T} = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Recurriendo al cálculo vectorial, la condición de primer orden es $-2[(Y - G) + \lambda K' K G] = 0$, de la cual se desprende la solución:

$$G_{HP} = (I_T + \lambda K' K)^{-1} Y,$$

donde I_T representa a la matriz identidad.

Análogamente, el problema de optimización del filtro SAVN (3.3) en forma matricial se expresa como

$$\min_G [(Y - G)'(Y - G) + \lambda G'K'KG + \lambda_{ss}(GL^j - u_{ss}M^j)],$$

donde $L_{T \times 1}^j = (0, 0, \dots, 0, \underbrace{-1}_{T-j}, 0, \dots, 0, 1)'$ y $M_{T \times 1}^j = (0, 0, \dots, 0, \underbrace{1}_{T-j}, 1, \dots, 1, 1)'$. Recuerde que λ_{ss} permite suavizar los últimos j periodos de la muestra. Recurriendo al cálculo vectorial, la condición de primer orden es $-2(Y - G) + 2\lambda K'KG + \lambda_{ss}L^j = 0$, de la cual se desprende la solución:

$$G_{SAVN} = \frac{1}{2}(I_T + \lambda K'K)^{-1}(2Y - \lambda_{ss}L^j).$$

Lo anterior se puede programar en MATLAB para obtener los vectores G_{HP} y G_{SAVN} .

Un código propuesto se muestra a continuación:

```
% -----
% Estimación del PIB potencial por los métodos:
% Filtro HP y Filtro SAVN
% -----
clear all
%Se manda a llamar el vector Y (T x 1) de la serie real del PIB
Y=xlsread('D:\basematlab.xlsx', 'Hoja1', 'B1:B140');

%Se define el número de datos
T=length(Y);

%Construcción de la matriz K [(T-2) x T]
K=zeros(T-2,T);
for i=1:T-2
    K(i,i)=1;
    K(i,i+1)=-2;
    K(i,i+2)=1;
end
```



```
K;

I=eye(T); %Se define la matriz identidad de tamaño T x T

n=1600; %Valor de Lambda para el filtro HP
n=1096; %Valor de Lambda para el filtro SAVN

%Estimación del PIB potencial con el filtro HP
X=I+n*K'*K;
Ghp=inv(X)*Y; % Solución de filtro HP

%Estimación del PIB potencial con el filtro SAVN
%Últimos j periodos a suavizar
i=7;
j=T-i;

%Construcción de la matriz L
L=zeros(T,1);
L(j)=-1;
L(T)=1;
L;

X1=I+n1*K'*K;
Gsavn=.5*inv(X1)*(2*Y-n1*L); % Solución de filtro SAVN

%Para guardar las estimaciones en archivos Excel de cada filtro
xlswrite('D:\pibpothp.xlsx',Ghp);
xlswrite('D:\pibpotsavn.xlsx',Gsavn);

%Gráfico del PIB y del PIB potencial por filtro HP y SAVN
f=linspace(1980,2014,T);
plot(f,Y,'k',f,Ghp,'r:',f,Gsavn,'b.')
title('PIB y PIB potencial en pesos de 1993')
legend('PIB','PIB potencial HP (1600)','SAVN (1096)')
```

Apéndice B

Estimaciones de quiebres estructurales

Prueba de Kapetanios				
	Filtro	Prueba		Quiebres
Serie anual	HP	Bound=9	tstat: -7.1224	1959
		Mmax=5	BreaksDT: [61x5 double]	1969
		Kmax=1	BreaksDU: [61x5 double]	1980
		Mod=2	Lambda: [5x1 double]	1990
		Level=2	Des: 'Ho rejected'	2000
Serie trimestral	HP	Bound=25	tstat: -7.0635	
		Mmax=3	BreaksDT: [139x3 double]	1987.2
		Kmax=3	BreaksDU: [139x3 double]	1994.2
		Mod=2	Lambda: [3x1 double]	2008.1
		Level=2	Des: 'Ho rejected'	
Serie trimestral	SAVN	Bound=25	tstat: -7.4168	
		Mmax=3	BreaksDT: [139x3 double]	1987.2
		Kmax=3	BreaksDU: [139x3 double]	1994.3
		Mod=2	Lambda: [3x1 double]	2008.2
		Level=2	Des: 'Ho rejected'	

Bound: # observaciones entre quiebres Mmax: # quiebres (máx. 5)

Kmax: # rezagos (mín. 1) Mod: 2 → DU y DT Level: significancia [2] 5%

Prueba de Bai-Perron para la serie trimestral con los filtros HP y SAVN

Quiebres	Estadístico-F	Est.-F escalado	Est.-F Ponderado	Valor Crítico (VC)
1	2.79	2.79	2.79	8.58
2	3.13	3.13	3.72	7.22
3*	19.96	19.96	28.73	5.96
4*	12.70	12.70	21.84	4.99
5*	7.32	7.32	16.07	3.91
Est. UDMax 19.96			Est. UDMax (VC) 8.88	
Est. WDMax 28.73			Est. WDMax (VC) 9.91	

*Significativo al nivel 0.05, Trimming 0.15

**Valores críticos Bai-Perron (Econometric Journal, 2003)

Fechas estimadas de los quiebres

1	1987.4
2	1988.1, 2001.1
3	1987.4, 1996.1, 2001.1
4	1987.4, 1996.1, 2001.1, 2010.1
5	1987.4, 1996.1, 2001.1, 2005.1, 2010.1

Prueba de Bai-Perron para la serie anual del sistema FRED

Quiebres	Estadístico-F	Est.-F escalado	Est.F- Ponderado	Valor Crítico (VC)
1*	35.67	35.67	35.67	8.58
2*	68.35	68.35	81.22	7.22
3*	197.65	197.65	284.48	5.96
4*	278.56	278.56	478.97	4.99
5*	6236.22	6236.22	13684.60	3.91
Est. UDMax 6626.22			Est. UDMax (VC) 8.88	
Est. WDMax 13648.60			Est. WDMax (VC) 9.91	

*Significativo al nivel 0.05, Trimming 0.15

**Valores críticos Bai-Perron (Econometric Journal, 2003)

Fechas estimadas de los quiebres

1	1980
2	1972, 1981
3	1972, 1981, 2003
4	1972, 1981, 1993, 2003
5	1963, 1972, 1981, 1993, 2003

Referencias

- [1] Acevedo F. Ernesto (2009), "PIB Potencial y productividad total de los factores. Recesiones y expansiones de México." *Economía Mexicana NUEVA ÉPOCA*, Vol. XVIII, pp. 175-218.
- [2] Ahumada Hildegart y Ma. Lorena Garegnani (1999), "Hodrick-Prescott Filter in Practice." *Económica*, La Plata. Vol. XLV, No. 3.
- [3] Antón S. Arturo (2010), "El problema al final de la muestra en la estimación de la brecha del producto." *Economía Mexicana NUEVA ÉPOCA*, vol. XIX, pp. 5-29.
- [4] Antón S. Arturo (2011), "El ciclo económico en México: características y perspectivas." *INEGI Vol. 2 (2)*, pp. 32-49.
- [5] Auditoría Superior de la Federación (2013), "Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Producto Interno Bruto Potencial." Estudio: 1213, GB-039.
- [6] Bai Jushan y Pierre Perron (1998), "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes." *Econometrica* 66(1), pp. 47-48.
- [7] Bai Jushan y Pierre Perron (2003), "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models." *Journal of Applied Econometrics* (18), pp. 1-22.
- [8] Ball Laurence M. (2014), "Long-Term Damage from the Great Recession in OECD Countries." NBER Working Paper No. 20185.

- [9] Bergoeing Raphael, Patrick J. Kehoe, Timothy J. Kehoe, y Raimundo Soto (2002), "A decade Lost and Found: Mexico and Chile in the 1980." *Review of Economics Dynamics*, 5(1), pp. 166-205.
- [10] Burns Arthur F. y Wesley C. Mitchell (1946), "Measuring Business Cycles." Nueva York: National Bureau of Economic Research.
- [11] Canova Fabio (2007), "Methods for Applied Macroeconomic Research." Princeton University Press.
- [12] Cerra Valerie y Sweta Chaman Saxena (2000), "Alternative Methods for Estimating Potential Output and the Output Gap: An application to Sweden." IMF Working Paper, WP/00/59.
- [13] Cerra Valerie y Sweta Chaman Saxena (2008), "Growth Dynamics: The Myth of Economic Recovery." *American Economic Review*, 98:1, pp. 439-457.
- [14] DeSerres Alain, Alain Guay y Pierre St-Amant (1995), "Estimating and Projecting Potential Output using Structural VAR Methodology: The case of the Mexican Economy." Bank of Canada, Working Paper 95-2.
- [15] Enders Walter (2004), "Applied Econometric Time Series." 2da. Ed., John Wiley & Sons, Inc.
- [16] Faal Ebrima (2005), "GDP Growth, Potential Output, and Output Gaps in Mexico." IMF Working Paper, WP/05/93.
- [17] Feenstra Robert C., Robert Inklaar, y Marcel Timmer (2013), "The Next Generation of the Penn World Table." NBER Working Paper No. 19255.
- [18] Haltmaier Jane (2012), "Do Recessions affect Potential Output?" International Finance Discussion Paper No. 1066, Federal Reserve Board.

- [19] Heath Jonathan (2010), "The Sexenio Curse Revisted: A New Look at Mexico's Recurring Crises." INEGI.
- [20] Hodrick Robert J. y Edward C. Prescott (1997), "Post-War U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation." *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), pp. 1-16.
- [21] Kapetanios George (2005), "Unit root testing against the alternative hypothesis of up to m structural breaks." *Journal of Time Series Analysis*, 26(1), pp. 123-133.
- [22] Li Zinai y Jian Zhou (2006), "Analysis on structural changes in the macroeconomic data series with the empirical evidence from China." *Frontiers of Economics in China* (1), Issue 2, pp. 155-170.
- [23] Loría Eduardo, Manuel G. Ramos, y Leobardo de Jesús (2008), "Producto Potencial y Ciclos económicos en México, 1980.1-2006.4." *Estudios Económicos*, 23(1), pp. 25-47.
- [24] Loría Eduardo y Emmanuel Salas (2014), "Ciclos, Crecimiento económico y Crisis en México, 1980.1-2013.4." *Estudios Económicos*, 29(2), pp. 131-161.
- [25] Marcet Albert y Morten O. Ravn (2004), "The H-P Filter in Cross Country Comparisons." CEPR Discussion Paper, 4244.
- [26] Pastor Jerónimo y Alejandro Villagómez (2005), "La Brecha de Producción y el Producto Potencial: Una Estimación Preliminar para México." Documento de Trabajo, División de Economía, CIDE.
- [27] Romer David (2006), "Advanced Macroeconomics", 2da. Ed., Mc Graw Hill.
- [28] Scacciavillani Fabio y Phillip Swagel (1999), "Measures of Potential Output: An application to Israel." IMF Working Paper, WP/99/96.

- [29] St-Amant Pierre y Simon van Norden (1997), "Measurement of the Output Gap: A discussion of Recent Research at the Bank of Canada." Technical Report No. 79, Bank of Canada.
- [30] Villagómez Alejandro (2008), "El ahorro en México desde 1960. Estructura, evolución y determinación." CIDE.