

Producto potencial y brecha del producto en Nicaragua

*Jilber Urbina**

Resumen

En este trabajo se estima el crecimiento potencial de Nicaragua. Los resultados demuestran que tanto el producto potencial como el efectivo, pese a algunas desaceleraciones, evolucionan de forma creciente promediando tasas de crecimiento de 3.38 por ciento de producto efectivo y 3.41 por ciento de producto potencial para el período 2000-2013. Puntualmente, para el año 2013 el crecimiento potencial promedio fue de 4.59 por ciento, además se estimó un valor mínimo de 4.39 por ciento y máximo de 4.80 por ciento. Se determinó que la brecha del producto no es estadísticamente distinta de cero, lo cual implica que la inflación doméstica está determinada por factores distintos a las presiones generadas vía demanda agregada.

Palabras claves: Producto potencial, brecha del producto, crecimiento económico.

Código JEL: C13, E23, E32.

* El autor es investigador principal de la Oficina de Investigaciones Económicas del Banco Central de Nicaragua. Para comentarios comunicarse con el correo del autor: jurbinac@bcn.gob.ni. El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad de su autor y no representa la posición oficial del BCN.

1. Introducción

Durante el período 1980-2013, la estructura productiva nicaragüense experimentó diversos eventos de importancia económica que probablemente alteraron su trayectoria de crecimiento de largo plazo. Entre ellos se destaca la guerra civil de la década de los 80, la estabilización económica con programas de ajuste estructural durante los 90, así como la crisis bancaria y un entorno internacional adverso entre los años 2000-2009.

Todos estos eventos fueron modificando la tendencia de largo plazo del Producto Interno Bruto (PIB) hasta llegar a su valor presente, alrededor de la cual fluctúa el valor del PIB real observado cada año. Dicha tendencia de crecimiento de largo plazo es conocida como producto potencial.

De esta manera, Marconi y Samaniego (1995) distinguen lo que un país puede producir cuando está utilizando plenamente sus recursos productivos, de lo que efectivamente produce. Así, lo que puede producir se denomina producto potencial y lo que realmente produce se conoce con el nombre de producto efectivo^{1/}.

En este sentido el producto potencial es usualmente definido en la literatura como el nivel de producción que podría alcanzarse sin generar presiones inflacionarias al utilizar plenamente la mano de obra (Claus et al., 2000). Por su parte Marconi y Samaniego (1995) afirman que desde el punto de vista teórico, el producto potencial es aquél que correspondería a la expansión del PIB a tasas compatibles con las de equilibrio. Desde la perspectiva de la Banca Central, el producto potencial es típicamente definido como el nivel de producción que es consistente con ausencia de presiones inflacionarias sobre la economía (Clark, 1989). Dicho de otra manera, el producto potencial es el nivel de actividad sostenible de una economía dada su capacidad productiva.

El producto potencial resulta ser una medida importante para los diseñadores de política. Por ejemplo, se puede utilizar para establecer

1/ También denominado producto real u observado.

políticas de manejo de la demanda agregada que permita aminorar el efecto del ciclo económico (Claus et al., 2000). Asimismo, la determinación del producto potencial permite a las autoridades evaluar si el actual nivel de crecimiento responde a factores de carácter permanente o transitorio, es decir, si el aumento observado en las tasas de crecimiento de la economía es un fenómeno de largo plazo, o sólo responde a una expansión cíclica de corto plazo (Backhus y Kehoe, 1992).

De igual forma, el concepto de producto potencial es útil en las finanzas públicas para examinar la relación entre la variación de los ingresos y la del saldo de las cuentas fiscales y establecer límites a las políticas fiscales expansivas orientadas al logro del pleno empleo (Marconi y Samaniego, 1995).

El producto potencial por sí solo es importante para conocer la situación del uso de la capacidad de la economía, sin embargo al combinarlo con el producto efectivo (observado), da origen a la brecha del producto, la cual es un indicador clave para determinar la inflación doméstica futura (Claus et al., 2000). La utilidad de la brecha del producto para los *policymakers* reside en que ésta proporciona el vínculo entre la economía real y la inflación.

Así, de acuerdo con Giorno et al. (1995), la estimación del tamaño y la persistencia de la brecha del producto proporciona, en el corto plazo, información relevante sobre el balance de la oferta y demanda y, sobre todo, de las presiones inflacionarias. En el mediano plazo, la brecha del producto proporciona información útil sobre la capacidad productiva a través de oferta agregada de una economía, además de sugerir cuál sería la senda de crecimiento sostenible del producto y el empleo sin generar presiones inflacionarias.

La importancia de contar con estimaciones confiables del PIB potencial es que permite, tanto la estimación del crecimiento del PIB potencial, como de la brecha del producto. Para la estimación del producto potencial en este trabajo, se utiliza un modelo estadístico de descomposición de series en sus dos componentes relevantes: las fluctuaciones cíclicas y la tendencia

de largo plazo. Para ello se considera que el producto potencial evoluciona según una tendencia de largo plazo y que el producto efectivo fluctúa alrededor de ésta (Claus et al., 2000). De esta manera, se asocian los *shocks* de demanda al producto efectivo, son estos *shocks* los que inciden sobre su evolución fluctuante alrededor de una tendencia estable de largo plazo. Para determinar esta tendencia y la correspondiente fluctuación cíclica se utiliza el filtro de Hodrick-Prescott (Hodrick y Prescott, 1997).

Para dotar de robustez a la estimación basada en filtros, se utilizaron dos métodos adicionales para obtener la tendencia estocástica que se asocia al PIB potencial, los cuales son el filtro de Baxter y King (1999) y el filtro de Christiano y Fitzgerald (2003). A pesar que las técnicas de filtrado son metodológicamente distintas, los resultados obtenidos con cualquiera de ellas es casi invariante en términos medios, lo cual hace que la estimación sea robusta.

Dado que el producto potencial es inobservable, se utiliza una especificación de modelo de componentes no observables y se estima de manera recursiva utilizando el filtro de Kalman. Esta forma de estimación permite descomponer la serie en tres componentes: una tendencia (producto potencial), un componente cíclico (la brecha del producto) y un error aleatorio. El enfoque de componentes no observables se desarrolla según se propone en Kuttner (1994), Apel et al. (1999) y Clark (1989).

Los resultados de este trabajo demuestran que el crecimiento potencial medio para los períodos 2006-2010 y 2011-2013 fue de 2.82 por ciento y 4.43 por ciento, respectivamente. El crecimiento durante 2013 fue alrededor de 4.60 por ciento (media de todas las estimaciones, con valor mínimo de 4.39% y máximo de 4.80%).

El resto de este documento está estructurado de la siguiente manera: en la sección dos se hace una revisión de las metodologías utilizadas en la región para la estimación del crecimiento potencial. A continuación, en la tercera sección se presentan las metodologías utilizadas en este trabajo; los datos y resultados están contenidos en la sección cuarta y la sección quinta corresponde a las consideraciones finales del estudio.

2. Estimación del producto potencial en la región

Dada la importancia que implica el conocimiento del producto potencial para el diseño de políticas públicas, muchos países latinoamericanos han utilizado diversos métodos para estimar el crecimiento del producto potencial y su correspondiente brecha (ver Tabla 1).

Para el caso de República Dominicana, Ramírez (2012) estimó la brecha del producto y el producto potencial con tres metodologías: filtros univariados (Hodrick-Prescott, Baxter-King y Christiano-Fitzgerald), metodología de variables no observables (filtro de Kalman) y metodología de vectores autorregesivos estructurales. Asimismo, utilizando las distintas medidas de brecha del producto, estima una curva de Phillips para evaluar la aplicabilidad de estas medidas en modelos macroeconómicos para el análisis de políticas y pronósticos. El período de análisis fue 1992-2010 durante el cual el crecimiento potencial fue de 5.67 por ciento. En términos más generales, el crecimiento potencial de República Dominicana para dicho período se ubica entre 4.00 y 6.00 por ciento lo cual es coherente con el estudio realizado por Espinal (2009) quien analizó el período 1993-2009 y encontró un crecimiento potencial de 5.68 por ciento .

Por su parte, Catalán y Aquino (2013) estimaron el crecimiento potencial en El Salvador para el período 1970-2012 y utilizaron cuatro filtros univariados (Hodrick-Prescott, Baxter-King, Christiano-Fitzgerald y Corbae-Ouliaris) y una función de producción del tipo Cobb-Douglas con retornos constantes a escala. Esta última modela el producto en términos de la acumulación de factores de producción, siendo éstos el capital, el trabajo y la productividad total de los factores. Los resultados muestran que la economía salvadoreña se ha ubicado por debajo de su crecimiento potencial en un punto porcentual. Adicionalmente se encuentra que el crecimiento económico está sustentado principalmente en la contribución del factor trabajo y en menor medida por el capital, mientras que la productividad es negativa y sigue una trayectoria decreciente. Al combinar los pronósticos de los filtros univariados, los autores encuentran un crecimiento potencial de 2.07 por ciento para el período 2000-2012.

Esquivel y Rojas (2007) por su parte aplicaron una variedad de técnicas para estimar el crecimiento potencial de Costa Rica que van desde filtros univariados (Hodrick-Prescott, Baxter-King, Christiano-Fitzgerald, Kalman), métodos de picos, métodos de tendencia lineal, análisis factorial y función de producción. Los autores obtuvieron estimaciones similares del producto potencial para los diversos métodos utilizados y, por tanto, generan brechas del producto con un comportamiento cíclico semejante. En promedio, la tasa de crecimiento del producto potencial se ubica cerca de 4.50 por ciento para el período 1991-2006.

Johnson (2013) estima el crecimiento del producto potencial para los países centroamericanos y República Dominicana para el período 1994-2011. Dichas estimaciones están basadas en funciones de producción, modelos de cambio de regímenes (*regime switching models*), modelos de espacio de estado (*state-space models*) y filtro Hodrick-Prescott. En su conjunto, se determina que el crecimiento potencial de la región es de 3.80 por ciento, observándose a nivel individual heterogeneidad en las tasas de crecimiento potencial. Tal es el caso de El Salvador, cuya tasa es de alrededor de 2.80 por ciento, mientras que para Panamá y República Dominicana se reportan tasas por encima de 6.00 por ciento.

Particularmente, para el caso de Nicaragua, Johnson (2013) estimó una tasa de crecimiento potencial promedio de 3.80 por ciento para el período 1994-2011, mientras que Ramírez (2012) encuentra una tasa de crecimiento promedio de 3.55 por ciento con valor mínimo de 2.95 por ciento y máximo de 4.08 por ciento. Más allá de estos trabajos no se ha encontrado evidencia sobre la estimación del crecimiento potencial de Nicaragua, de manera que la presente investigación constituye una primera aproximación para determinar el producto potencial nicaragüense para los años más recientes siendo el período de interés de 1980 a 2013.

Tabla 1: Métodos usados en América Latina para estimación del producto potencial

País	FP	KALMAN	SVAR	CP	HP
El Salvador	X	X			X
Costa Rica	X	X	X	X	X
Rep. Dominicana	X	X			X
Argentina	X	X	X	X	X
Brasil	X	X			X
Chile	X	X	X		X
Colombia	X	X	X	X	X
Ecuador	X				X
México					X
Perú					X
Uruguay	X				X
Venezuela	X	X	X	X	X

FP: Función de Producción

KALMAN: Filtro de Kalman

SVAR: VAR estructural

CP: Componentes Principales

HP: Filtro Hodrick Prescott y relacionados (Band-Pass, HP modificado)

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, 2003

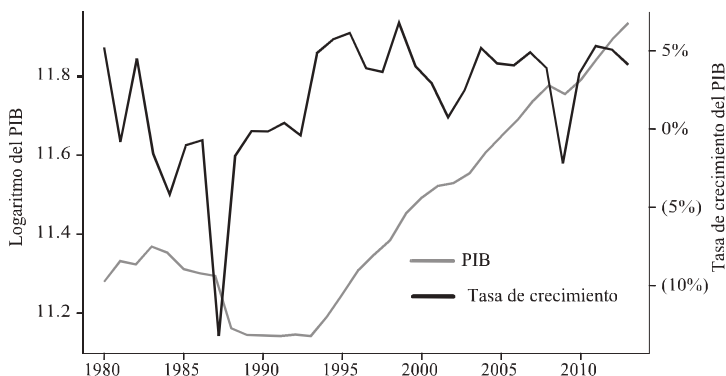
En la Tabla 1 se presenta un resumen de los distintos métodos empleados en algunos países latinoamericanos para la estimación del crecimiento potencial. En ella se aprecia que las técnicas más recurrentes son los filtros univariados, principalmente el de Hodrick-Prescott, por su sencillez y el método basado en función de producción, por proporcionar la contribución de los factores productivos en la constitución del producto. En este trabajo se utilizará una serie de filtros de descomposición de series que complementarán al trabajo de Johnson (2013) en la estimación del producto potencial de Nicaragua.

3. Evolución del Producto Interno Bruto en Nicaragua 1980-2013

El comportamiento histórico del producto real nicaragüense en el período 1980-2013 se caracterizó por la volatilidad acrecentada principalmente en los años 80 y posteriormente, por un proceso de estabilización y crecimiento sostenido a partir de la segunda mitad de los 90, hasta el final de la muestra. Así, para ilustrar lo anterior en el Gráfico 1 se presenta la evolución del PIB real y su tasa de crecimiento.

Según el Gráfico 1, durante la segunda mitad de la década de los 80 se aprecia una tendencia decreciente en el PIB cuyo valor mínimo se alcanzó en 1988 registrando -13.24 por ciento. Por otro lado, a partir de la segunda mitad de la década de los 90 y hasta 2013, se muestra una recuperación de la tendencia que se vuelve creciente y sostenida, con una tasa de crecimiento promedio que se mantuvo alrededor del 4.00 por ciento (período 1995-2013).

Gráfico 1: Logaritmo del PIB real y tasa de crecimiento anual
(período 1980-2013)



Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas FMI y BCN

Particularmente, “una de las características más significativas de la economía nicaragüense durante la década de los 80 fue su pronunciada tendencia recesiva expresada en un decrecimiento sostenido del PIB durante 1983-1990, con un prolongado proceso inflacionario agudizado

desde 1988” (BCN, 1991). Según el Informe Anual del Banco Central de Nicaragua de 1990, el deterioro en el crecimiento económico de estos años se debió a la continua disminución de la base exportadora, a los persistentes desajustes en la balanza de pagos y al proceso hiperinflacionario producto de la monetización del desajuste en las cuentas fiscales (BCN, 1990). Asimismo, la pérdida de infraestructura productiva a causa de la guerra contribuyó a la desaceleración del ritmo de crecimiento económico.

La incertidumbre asociada al ritmo de crecimiento^{2/} de los 80 fue la más alta. Ésta fue 243 veces mayor que la volatilidad de los 90 y 468 veces mayor a la del período 2000-2013. En contraste con lo anterior, a partir de la segunda mitad de los 90 se observa una clara tendencia creciente en la serie de la tasa de variación del PIB real. Asimismo, para 2000-2013 se logra la estabilización en el ritmo de crecimiento, centrándose en una media de 3.38 por ciento con una caída de -2.80 por ciento en el año 2009 debido a la crisis global originada en Estados Unidos. A pesar del decrecimiento experimentado en ese año, la serie regresa a su valor medio y en años sucesivos se ubica en valores cercanos al de la media del período (3.38%).

Así en 2000-2013, si bien se registró mayormente crecimiento estable y de poca volatilidad, también hubo algunas desaceleraciones que serán puntualizadas en los siguientes párrafos. Según cifras oficiales del BCN, durante 2000, 2001 y 2002 se observó una marcada desaceleración en el ritmo de crecimiento de la economía registrando 4.02, 2.92 y 0.75^{3/} por ciento, respectivamente.

La desaceleración en 2000 se debió a que durante el segundo semestre de dicho año tuvo lugar el inicio de la crisis bancaria con la quiebra de dos bancos comerciales (Interbank y Bancafé) y la consecuente pérdida de reservas del Banco Central de Nicaragua (BCN). Pese a estos eventos, la

2/ Se estimó la varianza para los períodos 1980-1989, 1990-1999 y 2000-2013.

3/ Las cifras oficiales discrepan de las reportadas en el Informe Anual 2001 debido a que las primeras se reportan con año de referencia 2006, mientras que en dicho informe anual el año base es 1994. De esta forma, el valor del crecimiento reportado en el Informe Anual 2001 es de 3.00 por ciento. Esta misma nota aplica para todas las cifras de crecimiento tomadas de los informes anuales.

economía cerró con un crecimiento de 4.02 por ciento que comparado con 1999, representó una disminución de 2.78 puntos porcentuales en el ritmo de crecimiento.

Durante 2001 la economía nicaragüense enfrentó tres perturbaciones que afectaron su evolución económica: el desfavorable entorno internacional, la continuación de la crisis bancaria y la incertidumbre derivada del proceso electoral de ese año. La combinación de estos factores provocó una desaceleración en la tasa de crecimiento de la economía que registró 2.92 por ciento al cierre de 2001 (BCN, 2002). Para 2002, ante la continua parálisis del ahorro externo amplificada por el colapso de los precios del café (BCN, 2003) la economía siguió ralentizada con un crecimiento al cierre del año de 0.75 por ciento.

Además del período 2000-2002, también se observó desaceleración en 2009. Según el Informe Anual de 2009 (BCN, 2011), en el primer semestre del año se pronunciaron más los efectos de la recesión mundial sobre la economía nicaragüense cuando los flujos de remesas internacionales, el índice del precio promedio de las exportaciones y la demanda externa presentaron las mayores reducciones. Lo anterior provocó una tasa de variación del producto nacional de -2.80 por ciento.

A partir de 2010 la economía nicaragüense empezó a mostrar signos de recuperación, reflejando tasas de crecimiento superiores al 3.00 por ciento para el período 2010-2013. Particularmente, durante 2013 la economía nicaragüense continuó con su desempeño positivo caracterizado por crecimiento económico y del empleo, precios estables, finanzas públicas y deuda pública sostenible (BCN, 2014).

4. Métodos para la estimación del producto potencial

En esta sección se describen de manera general los cuatro métodos utilizados en este trabajo para la estimación del producto potencial. Dichos métodos corresponden a filtros univaridos (Hodrick-Prescott, Baxter-King y Christiano-Fitzgerald) y componentes no observables (modelo de Clark basado en filtro de Kalman).

Los métodos utilizados en este trabajo fueron seleccionados siguiendo la tradición empírica de los estudios de la región (véase sección 2), además con éstos se trata de robustecer los resultados obtenidos por Johnson (2013). Así, la razón de no haber incluido un enfoque de función de producción en este trabajo es para no redundar, y más bien complementar el trabajo de Johnson (2013).

4.1. Filtro Hodrick-Prescott

El filtro Hodrick-Prescott (HP) parte de la idea de que una serie de tiempo y_t , está compuesta por un componente de crecimiento (tendencia) g_t , y un componente cíclico^{4/} c_t , tal que:

$$y_t = g_t + c_t \quad \text{para } t = 1, 2, \dots, T. \quad (1)$$

Donde el componente g_t sigue una trayectoria suavizada, en tanto que c_t representa las desviaciones de y_t respecto a g_t . Según esta estructuración, Hodrick y Prescott (1997) sugieren optimizar una función tal que permita descomponer y_t en los dos componentes antes mencionados:

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

con $c_t = y_t - g_t$, lo cual indica que el componente cíclico se obtiene de forma residual. El coeficiente λ es llamado parámetro de suavizado y su función es penalizar la variabilidad del componente de crecimiento de la serie (g_t) y determinar cuán suave será la tendencia^{5/}. La expresión anterior puede escribirse de manera más compacta utilizando el operador de retardos L ^{6/},

4/ A lo largo de todo este trabajo se utilizará la notación empleada en Hodrick y Prescott (1997).

5/ Un valor muy pequeño de λ implicaría que la tendencia sería muy similar al valor del producto observado, en cambio, un valor grande, que en el límite tienda a infinito, implica que la tendencia converge al valor medio de la tasa de crecimiento del producto observado (Giorno et al., 1995).

6/ El operador de retardo L se define de la siguiente manera, $L^k y_t = y_{t-k} \forall k \in \mathbb{N}$ de manera que $(1 - L)^2 y_t = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2} = (y_t - y_{t-1}) - (y_{t-1} - y_{t-2})$.

$$\text{Min}_{\{g_t\}_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(1-L)^2 g_t]^2 \right\}. \quad (3)$$

Determinar el valor de λ es crucial para la estimación del componente de tendencia, puesto que el valor de ésta dependerá del valor que tome λ . Un valor de λ igual a cero implica, en términos económicos, que todas las fluctuaciones en el producto real se deben a los *shocks* tecnológicos y la tendencia resultante de aplicar el filtro HP será igual al valor de la serie sin tendencia, $y_t = \sum_{t=1}^T c_t^2$ (Razzak y Dennis, 1996).

La selección del valor para λ ha sido un punto de gran crítica en la literatura empírica (Ravn y Uhlig, 2002; Canova, 1994; Cogley y Nason, 1995; Baxter y King, 1999). Usualmente, en investigaciones aplicadas, se sigue a Hodrick y Prescott (1997) fijando valores de λ en 129600, 1600 y 100 para datos mensuales, trimestrales y anuales, respectivamente. En general, ha habido un acuerdo generalizado para el uso de $\lambda=1600$ para series trimestrales (Ravn y Uhlig, 2002); por el contrario, cuando se trabaja con series anuales no existe tal acuerdo y la literatura sugiere usar una variedad de valores para λ . Por ejemplo, Hodrick y Prescott (1997) y Backhus y Kehoe (1992) sugieren que se use 100, Correia et al. (1992); Cooley y Ohanian (1991) usan 400, Baxter y King (1999) y Hassler et al. (1992) sugieren valores alrededor de 10.

A pesar de este desacuerdo, Ravn y Uhlig (2002) proponen, dentro de un contexto analítico, una manera de ajustar el valor de λ cuando cambia la frecuencia temporal de los datos. Su propuesta se basa en un ajuste de cocientes de varianzas, lo cual conlleva a un valor de $\lambda = 6.25$ para datos anuales. La propuesta de Ravn y Uhlig (2002) es determinar λ a partir de la siguiente ecuación:

$$\lambda_s = s^m \lambda_1, \quad (4)$$

donde:

- λ_s es el valor ajustado de λ .

- s es el cociente entre la frecuencia observada de la serie y la frecuencia de la serie trimestral.

De manera que $s=1/4$ para datos anuales y $s=12/4=3$ para datos mensuales, $s=1$ para datos trimestrales. En este sentido, fijar $m=4$ es una buena elección si se quiere garantizar independencia de la frecuencia temporal de los datos (Ravn y Uhlig, 2002). Usando la ecuación (4) y la información relativa a la frecuencia anual se tiene el valor $\lambda=6.25^{7/}$, el cual será usado en este trabajo.

Con el objetivo de realizar un ejercicio de robustez en la estimación del PIB potencial, se ha considerado utilizar tanto el filtro Baxter-King como el filtro Christiano-Fitzgerald para comparar los resultados obtenidos con el filtro Hodrick-Prescott.

4.2 Filtro Baxter-King

Baxter y King (1999) basan su idea de descomposición de series en el filtrado tipo *band-pass*. Ellos proponen una aproximación lineal al *band-pass* utilizando promedios móviles que producen resultados estacionarios.

El primer requerimiento de Baxter y King (1999) para utilizar su método es contar con una definición precisa de qué es un ciclo económico. Ellos lo definen como fluctuaciones con períodos específicos no menores de 18 meses que resulten en una media móvil de dos colas. El funcionamiento del filtro de Baxter y King supone que ha de ser lineal y actúa eliminando el componente de frecuencia más baja (tendencia) y el de frecuencia más alta (componente irregular) mientras retiene el componente de frecuencia intermedia (el ciclo).

Este filtro también considera como punto de partida la ecuación (1) y supone que el componente g_t tiene poder de predicción sólo en las frecuencias que pertenezcan al intervalo $\{(a,b) \cup (-a,-b)\} \in (-\pi,\pi)$, donde el período de

7/ Para determinar este valor de 6.25, basta con sustituir $m = 4$ y $s = 1/4$, en (4), de manera que se obtiene $\lambda_{\text{anual}} = \left(\frac{1}{4}\right)^4 * 1600 = 6.25$.

oscilación de g_t está acotado entre p_l y p_u , con $2 \leq p_l < p_u < \infty$. Además, a y b se definen como $\frac{2\pi}{p_u}$ y $\frac{2\pi}{p_l}$, respectivamente.

Si se contara con un número infinito de observaciones, el filtro *band-pass* óptimo, $B(L)$, sería:

$$B(L) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} B_j L^j, \quad (5)$$

donde:

- L es el operador de retardos.
- B_j son los pesos asociados a cada L .

Los pesos ideales para el filtro *band-pass* son los que se definen a continuación:

$$B_j = \frac{\sin(jb) - \sin(ja)}{\pi j}, \quad (6)$$

$$B_0 = \frac{b - a}{\pi}. \quad (7)$$

Tal y como se aprecia en (5), este filtro requiere infinitas observaciones para ser óptimo, sin embargo, Baxter y King proponen una aproximación lineal aplicable a un conjunto finito de n datos. La aproximación al *band-pass* propuesta es la siguiente:

$$g_t = \hat{B}(L)y_t = \sum_{j=-n}^n \hat{B}_j y_{t+j} = \hat{B}_0 y_t + \sum_{j=1}^n \hat{B}_j (y_{t-j} + y_{t+j}), \quad (8)$$

donde:

$$\hat{B}_j = B_j - \frac{1}{2n+1} \sum_{j=1}^n B_j. \quad (9)$$

4.3 Filtro Christiano-Fitzgerald

Christiano y Fitzgerald (2003) consideran que un filtro ideal de descomposición de series debe estar acotado entre las bandas de frecuencias de la serie observada (*band-pass*). El supuesto fundamental de su método es que la serie ha sido generada por un proceso de caminata aleatoria, de manera que esto permita brindar una aproximación al filtro “ideal” cuando se dispone de un conjunto finito de observaciones temporales. Al igual que Baxter y King (1999), Christiano y Fitzgerald (2003) intentan desarrollar una aproximación lineal “óptima” al filtro *band-pass*, y asumen también que g_t pertenece al intervalo $\{(a,b) \cup (-a,-b)\} \in (-\pi,\pi)$, con el período de oscilación de g_t acotado entre p_l y p_u , con $2 \leq p_l < p_u < \infty$, además de a y b definidos como $\frac{2\pi}{p_u}$ y $\frac{2\pi}{p_l}$, respectivamente.

Al proponer este filtro, los autores consideran a g_t como el proceso generado por un filtro tipo *band-pass* óptimo, pero no factible^{8/} aplicado a los datos observados y_t . Christiano y Fitzgerald (2003) aproximan g_t utilizando los valores óptimos que minimizan $E(g_t - \hat{g}_t)^2$. Sin embargo, en la realidad no se disponen de series infinitas, de manera que (5) no es factible aunque en teoría sea el filtro óptimo.

Para resolver este inconveniente, los autores proponen la siguiente aproximación:

$$g_t = \hat{B}(L)y_t = \sum_{j=-n_1}^{n_2} \hat{B}_{t,j}y_{t+j}, \quad (10)$$

donde los pesos $\hat{B}_{t,j}$ de la aproximación son el resultado de resolver el siguiente problema de minimización:

$$\hat{B}_{t,j} = \arg \min E\{E(g_t - \hat{g}_t)^2\} \quad (11)$$

8/ La no factibilidad se debe a que este tipo de filtro requieren un número infinito de observaciones para que sea óptimo, por lo que se pretende solamente una aproximación al mismo.

4.4. Modelo de componentes no observados

Como alternativa a los métodos anteriores, se utiliza también el procedimiento de descomposición de series basado en el modelo de Clark (1989), que utiliza el filtro de Kalman como procedimiento recursivo para estimar la tendencia de largo plazo del crecimiento económico. Lo distinto de este método consiste en estructurar un modelo de espacio de estado donde exista una ecuación de medida (con información observable) y una ecuación de transición (contiene los componentes no observables) y que dicho sistema resuelto de forma recursiva proporcione los componentes necesarios para identificar la tendencia de largo plazo del producto y la brecha del producto.

Nuevamente se asume que el (logaritmo del) PIB de Nicaragua evoluciona según (1) como la suma de dos componentes independientes entre sí: el componente tendencial, g_t , de evolución suavizada y el componente cíclico, c_t .

Más a detalle, en la formulación de (1), g_t y c_t no son directamente observados. En vista de ello, se debe crear una estructura de espacio de estado compuesta por una ecuación de medida que vincule las realizaciones observables del PIB con las variables de estado (variables no observables), que en este caso son el PIB potencial y la brecha del producto, denotados por g_t y c_t .

También se debe establecer un sistema de transición que determine la dinámica de las variables de estado (Kim y Nelson, 1999). Para esta finalidad se utiliza el modelo de Clark (1987) que permite escribir la estructura de (1) en términos de espacio de estado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 y_t &= g_t + c_t & \text{para } t = 1, 2, \dots, T. & & (12) \\
 g_t &= z_t + g_{t-1} + v_t \\
 z_t &= g_{t-1} + \omega_t \\
 c_t &= \varphi_1 c_{t-1} + \varphi_2 c_{t-2} + e_t & \text{con } e_t \sim iid N(0, \sigma_e^2),
 \end{aligned}$$

donde:

- y_t es el logaritmo del PIB real.
- g_t es el componente de tendencia estocástica.
- c_t es el componente cíclico.
- v_t, ω_t, e_t son componentes independientes entre sí y además son ruido blanco.

El sistema anterior formaliza la idea de que el PIB es la suma de una tendencia y un componente cíclico, en el que la tendencia aproxima al producto potencial, y el ciclo a la brecha del producto. Asimismo, el sistema indica que el producto potencial evoluciona según una caminata aleatoria con deriva determinística (*random walk with deterministic drift*), en tanto que la brecha evoluciona según un proceso autorregresivo de orden 2, el cual debe ser estable y estacionario en covarianza.

Para que el sistema de espacio de estado sea estimable por medio del filtro de Kalman, se debe reescribir en función de la ecuación de transición y la ecuación de medida, las cuales se presentan a continuación:

$$\beta_t = \bar{\mu} + \mathbf{F}\beta_{t-1} + \mathbf{v}_t \quad \mathbf{v}_t \sim iid N(0, \mathbf{Q}) \quad \text{Ecuación de Transición} \quad (13)$$

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{H}_t\beta_t, \quad \text{Ecuación de Medida,} \quad (14)$$

donde:

- β_t es un vector de dimensión $k \times 1$ que contiene las variables de estado.
- y_t es un vector $n \times 1$ de variables observadas en el instante t .
- H_t es una matriz $n \times k$ que vincula las observaciones de la variable observada y_t con el vector inobservado β_t .
- F es una matriz $k \times k$ que contiene los parámetros de transición.
- $\bar{\mu}$ y v_t son vectores $k \times 1$.
- Q es la matriz de covarianzas de v_t, ω_t, e_t .

En (13) y (14) se muestra, en términos generales, la ecuación de transición y la de medida. De manera específica, se presenta cada una de ellas en forma de matrices con cada elemento que las conforman.

$$\underbrace{\begin{bmatrix} g_t \\ c_t \\ c_{t-1} \\ z_t \end{bmatrix}}_{\beta_t} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \phi_1 & \phi_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_F \underbrace{\begin{bmatrix} g_{t-1} \\ c_{t-1} \\ c_{t-2} \\ z_{t-1} \end{bmatrix}}_{\beta_{t-1}} + \underbrace{\begin{bmatrix} v_t \\ e_t \\ 0 \\ \omega_t \end{bmatrix}}_{v_t} \quad \text{Ec. de Transición (15)}$$

$$y_t = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}}_{H_t} \underbrace{\begin{bmatrix} g_t \\ c_t \\ c_{t-1} \end{bmatrix}}_{\beta_t} \quad \text{Ec. de Medida. (16)}$$

La matriz de covarianzas, Q , tiene la siguiente forma:

$$Q = \begin{bmatrix} \sigma_v^2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \sigma_e^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_\omega^2 \end{bmatrix}$$

5. Estimaciones y resultados

Esta sección presenta los resultados de las estimaciones del producto potencial colocando especial énfasis en el resultado obtenido con el filtro HP. La razón por la cual se destaca este resultado es que, según la Tabla 1, es el método más popular en la región para la estimación del producto potencial y la brecha del producto lo que facilitaría la comparación internacional.

Según lo anterior, para la estimación del producto potencial y la brecha del producto se utilizaron datos anuales de la serie del PIB expresados en

millones de córdobas constantes con año de referencia 2006. Los datos provienen del BCN^{9/} y del Fondo Monetario Internacional (FMI)^{10/}.

La serie utilizada para la estimación del filtro HP está comprendida desde 1980 hasta 2019, resaltando que las observaciones del 2014 al 2019 son pronósticos realizados por el FMI. La incorporación de las observaciones pronosticadas se hace con el objetivo de evitar el problema de sesgo provocado por el fin de muestra que afecta a la estimación de la tendencia. Adicionalmente, se fijó $\lambda=6.25$ como el valor más adecuado para el parámetro de suavizado para la estimación del producto potencial basado en HP.

Al graficar la serie del logaritmo del PIB real y su tasa de variación en el Gráfico 1, se observa que durante la década de los 80 hubo una drástica caída en el nivel de la serie del crecimiento económico nacional, principalmente atribuida a la guerra civil. Sin embargo, el brusco cambio de nivel en la serie no tendría mucho efecto en términos de sesgo sobre la estimación del PIB potencial basado en el filtro HP, puesto que (3) utiliza la información de $t-2$, $t-1$ y t para estimar el valor de la tendencia en t . Es decir, los efectos del sesgo se desvanecen a medida que el período analizado se aleja en el tiempo.

Por lo tanto y para fines de estimación, se consideró incluir los años 80 en la muestra analizada porque permite al valor $\lambda=6.25$ proveer una mejor estimación de la tendencia^{11/}. Johnson (2013), basado en Pedersen (2001, 2002), utilizó $\lambda=181$ debido a que su período de muestra abarcó 1994-2011 y el PIB en dicho período siguió una tendencia lineal, por tal motivo para esa muestra el valor de $\lambda=181$ es el adecuado. Esto no es así para el período analizado en este trabajo pues la inclusión de los años 80 provoca que la

9/ Estadísticas BCN: http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/sector_real/produccion/1-1.htm

10/ Estadísticas FMI: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/01/weodata/index.aspx>

11/ En la sección A.1 se aprecia que a medida que λ se hace cada vez más grande (cuando toma valores mayores o iguales a 80) el ajuste de la tendencia se deteriora al punto de convertirse en una línea recta. Al utilizar el período 1980-2013 y fijar $\lambda=6.25$ se logra un mejor ajuste. Ver más detalles en sección A.1.

tendencia no sea lineal y por ello es el que el valor $\lambda=6.25$, sugerido por Ravn y Uhlig (2002) es el seleccionado.

Los resultados obtenidos para los crecimientos del producto potencial por quinquenios según el filtro HP se muestra en la Tabla 2. En ella se aprecia que a pesar de las fluctuaciones del PIB potencial, éste ha tenido una evolución creciente a partir de la década de los 90.

Tabla 2: PIB potencial basado en el filtro HP por quinquenios con intervalos de confianza (IC) al 95 por ciento

Período	PIB Potencial	IC al 95 por ciento
1981-1985	0.72	[-0.88, 2.33]
1986-1990	-3.40	[-4.92, -2.58]
1991-1995	2.12	[0.37, 3.88]
1996-2000	4.80	[4.40, 5.20]
2001-2005	3.27	[2.63, 3.91]
2006-2010	2.77	[1.87, 3.67]
2011-2013	4.59	[4.26, 4.94]

Fuente: Cálculo propio con base en estadísticas BCN

El pronunciado descenso en el quinquenio de 1986-1990 se puede explicar por el deterioro de la capacidad productiva del país debido al episodio de guerra que se vivía. Posteriormente, se observa un rápido crecimiento en el PIB que se puede relacionar con los programas de ajuste estructural enfocados en la reducción de la inflación y a la mejora de la capacidad productiva del país. El incremento en el PIB potencial ocurrido durante 1996-2000 puede asociarse a la expansión económica provocada por la ayuda internacional posterior al paso del huracán Mitch. Por su parte, en el período 2001-2005, la crisis bancaria provoca una desaceleración del PIB potencial. Finalmente, entre los años 2006-2010 y 2011-2013 se recupera

la tendencia creciente del PIB potencial, esto a pesar de los efectos de la crisis financiera mundial de 2008^{12/}.

En términos comparativos, para 1994-2011 Johnson (2013) encuentra un crecimiento potencial aproximado de 4.00 por ciento^{13/} el cual no es muy diferente al encontrado en este estudio^{14/} para el mismo intervalo de tiempo, el cual es 3.73 por ciento, de manera que ambos estudios apuntan hacia el mismo valor, puesto que el promedio de todas las metodologías empleadas en Johnson (2013) es de 3.80 por ciento.

Dado que los resultados del PIB potencial mostrados en la Tabla 2 son las medias quinquenales de las estimaciones realizadas desde 1980 hasta 2013, se presentan también los valores correspondientes al intervalo de confianza con una significancia del 95 por ciento suponiendo normalidad para las medias. Los intervalos de confianza se han estimado utilizando un *bootstrap* sobre la media con 10 mil réplicas para garantizar la aproximación asintótica de la distribución normal para la media. Para el último período estimado (2011-2013) se tiene que el valor medio para el PIB potencial es de 4.59 por ciento, el cual es una estimación puntual cuyo intervalo está entre 4.26 por ciento y 4.94 por ciento.

El Gráfico 2 muestra el comportamiento del producto potencial y el producto efectivo. La línea sólida en el panel superior del Gráfico corresponde a la tendencia de largo plazo del producto, es decir el producto potencial, en tanto que la línea discontinua es el PIB efectivo, ambos en logaritmos.

12/ Para mayores detalles referidos a las causas de las desaceleraciones del crecimiento véase la sección 3.

13/ Johnson (2013) encuentra un valor medio de 4.00 por ciento para el crecimiento potencial de Nicaragua para el período 1994-2011 con una desviación 0.90, lo cual implica que el crecimiento puede desviarse respecto a la media y tomar valores en el intervalo [3.10, 4.90], dicho intervalo también acepta el valor de 3.73 encontrado en este estudio como crecimiento potencial medio para Nicaragua basado en la media de los resultados del filtro HP (3.66% para Baxter-King y 3.74% para Christiano-Fitzgerald).

14/ Ver crecimiento potencial en anexos para confirmar resultado la similitud de los resultados de las estimaciones.

Cuando el PIB efectivo está por encima del potencial se considera que la economía está sobrecalentada; si está por debajo, entonces se produce una subutilización de los recursos; el crecimiento sostenido por su parte, se da cuando ambos son iguales. En el panel inferior del Gráfico 2 se visualizan mejor los conceptos de sobrecalentamiento y subutilización de la economía.

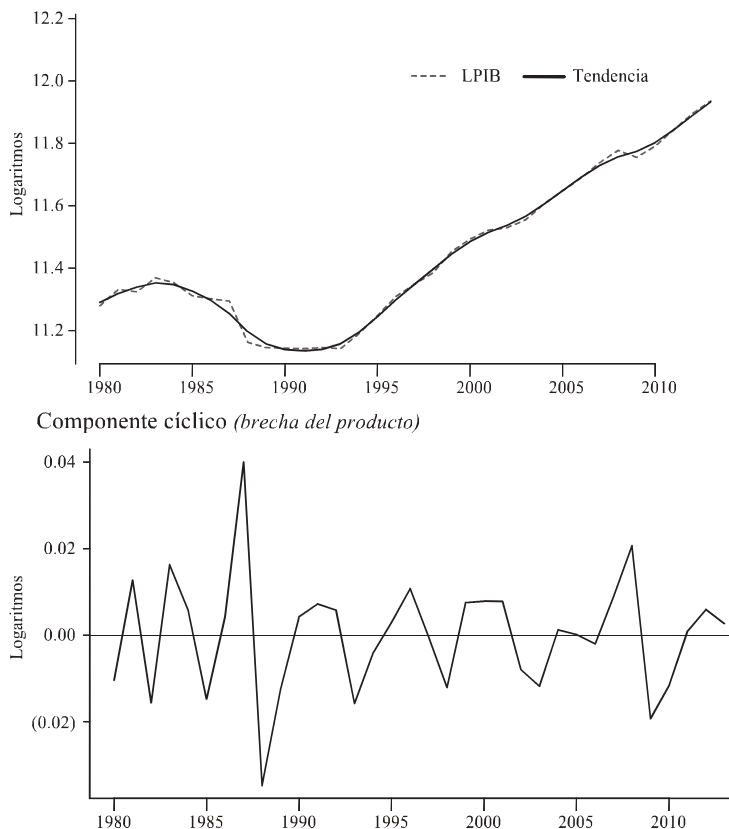
Dicho de otra manera y según Marconi y Samaniego (1995), cuando el producto observado está por debajo del producto potencial, existe un problema de “mercado insuficiente”, indicando que la fuerza de trabajo y la capacidad instalada de la economía no están plenamente utilizadas porque la demanda de sus productos no es suficientemente alta. Cuando sucede lo contrario, se generan presiones inflacionarias, debido al exceso de demanda generada en la economía nacional.

Los resultados obtenidos usando el filtro HP sugieren que en general, a partir de los 90 Nicaragua ha estado creciendo de manera sostenida. A partir de 1994, el PIB efectivo ha estado cercano al potencial, a excepción de 2009-2010 cuando la brecha se incrementó por efectos de la crisis financiera global. Por otro lado, la comparación entre la tasa de crecimiento del producto efectivo y el producto potencial se presenta en el Gráfico 3, el que además es una forma alternativa para determinar en qué momento la economía nicaragüense estuvo sobrecalentada o en período de subutilización de sus recursos.

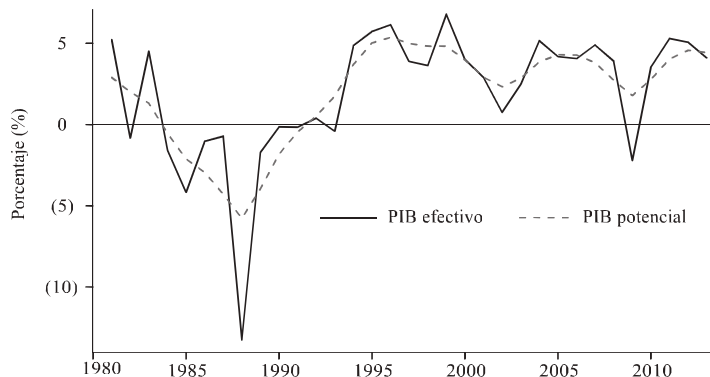
Por su parte, el Gráfico 4 presenta la relación existente entre la brecha del producto y la tasa de inflación. De acuerdo a lo planteado por Giorno et al. (1995), la brecha del producto constituye, en el corto plazo, un indicador para dar seguimiento a la inflación doméstica. Así se puede observar en este gráfico que la brecha puede ser una *proxy* relevante para la determinación de la inflación, pues sigue un patrón cercano y con cierto rezago al de la brecha, siendo el coeficiente de correlación entre la brecha del producto y la tasa de inflación de 63.28 por ciento. A pesar de que la inflación y la brecha exhiben una correlación positiva y significativa (lo cual no implica causalidad) existe evidencia empírica que la brecha puede

brindar información útil para la estimación de la inflación, así Treminio (2014) determina que además del desalinamiento del tipo de cambio real que es uno de los principales elementos que afecta al traspaso cambiario, la brecha del IMAE (*proxy* de la brecha del producto) también influye en este indicador que está asociado a la tasa de inflación.

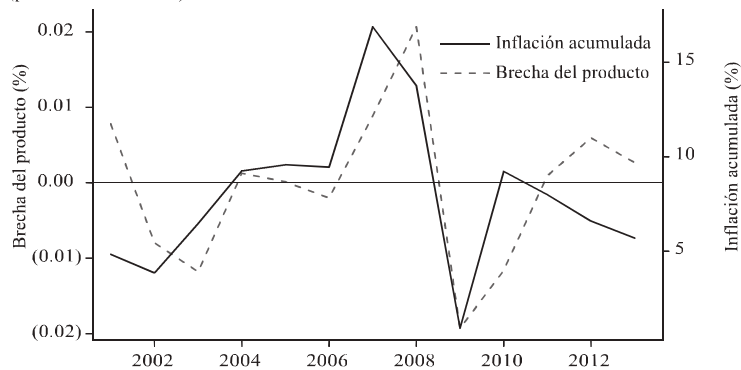
Gráfico 2: Tendencia del PIB potencial y brecha del producto
(filtro Hodrick-Prescott del logaritmo del PIB real)



Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas BCN

Gráfico 3: Evolución del crecimiento del PIB efectivo y del potencial

Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas BCN

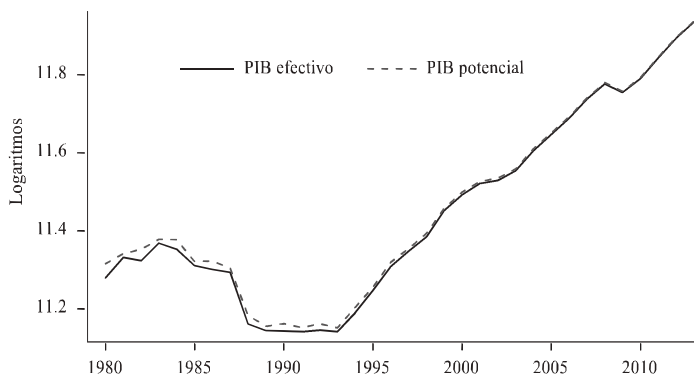
Gráfico 4: Brecha del producto e inflación (período 2001-2013)

Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas BCN

Como se mencionó anteriormente y para fines de robustez para reflejar la eficiencia de los resultados, se presenta en la sección A.2 una serie de estimaciones del crecimiento potencial de Nicaragua utilizando distintos tipos de filtros. Todos los filtros indican crecimientos similares, de manera que se puede afirmar que el crecimiento potencial nicaragüense se ha mantenido en torno a una media 4.43 por ciento para el período 2011-2013.

El Gráfico 5 muestra el comportamiento del crecimiento potencial versus el efectivo basado en el modelo propuesto por Clark (1987). La Tabla A.2 resume las distintas estimaciones proporcionadas por los métodos descritos en este trabajo, como se puede observar, los resultados de cada método apenas difiere del siguiente.

Gráfico 5: PIB potencial, estimación en espacio de estado



Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas BCN

Es importante mencionar que en los años 2008-2009 se observó una contracción tanto en el crecimiento potencial como en el efectivo, provocado por los efectos de la crisis financiera internacional. Este cambio en la serie del crecimiento potencial tiene un efecto transitorio y así se puede observar tanto en el Gráfico 2 como en el Gráfico 5, donde se observa una leve desaceleración en el ritmo de crecimiento y luego se regresa a la tendencia creciente histórica. En tanto, el Gráfico 3 muestra que a pesar de la caída en el producto observado y potencial, éstos vuelven a evolucionar cercano a su nivel medio, indicando que los *shocks* negativos que han afectado al ritmo de crecimiento de la economía han tenido un impacto transitorio.

Según el patrón de comportamiento del producto potencial y el observado que se presenta en el Gráfico 5, que sugiere una caída en dichas series para el año 2008-2009 seguido del repunte en el nivel de las series, se aplicó una prueba de cambio estructural para comprobar si efectivamente el repunte

corresponde a una reversión a la media histórica y si se ha vuelto a la senda del crecimiento sostenido. Como resultado de ello, se encuentra evidencia empírica de que los efectos de la crisis global no son persistentes en el tiempo. Luego de la crisis se observa una clara tendencia de reversión a la media, indicando así que la hipótesis de cambio estructural no es válida. A pesar de los efectos negativos de la crisis financiera internacional, el crecimiento potencial de Nicaragua regresa a su valor medio de largo plazo empujado por el repunte en los precios de los alimentos que tuvo lugar en medio de dicha crisis.

Así, tras la reactivación económica al superar la caída de 2009 (-2.80%) Nicaragua creció 4.41 por ciento en 2013, valor que está cercano al crecimiento potencial medio^{15/} estimado en 4.59 por ciento, dicho crecimiento medio se deriva de las estimaciones usando los distintos métodos: Hodrick-Prescott (4.80%), Christiano-Fitzgerald (4.52%), Baxter-King (4.66%) y Clark (4.39%).

Las diferencias en las estimaciones proporcionadas por cada método se debe en parte a la forma de modelar la varianza y a la función objetivo en el programa de optimización. Particularmente, el modelo de Clark asume una forma explícita para las varianzas del componente cíclico y el tendencial, lo que proporciona estimadores más eficientes (de menor varianza). Lo anterior implica que el resultado obtenido se acerca más al producto observado y no al potencial. A su vez, las diferencias entre los filtros HP, Christiano-Fitzgerald y Baxter-King se deben a los ponderadores utilizados en la función de optimización. No obstante, en términos medios no existen diferencias significativas cuando se comparan con el resultado del filtro HP.^{16/}

15/ Este crecimiento potencial medio corresponde a la media de las estimaciones de crecimiento potencial por cada método para el año 2013.

16/ Se realizó un test de diferencias de medias donde los p-valores son suficientemente grandes (mayores a 0.9) que no permiten rechazar la hipótesis nula de igualdad en medias. A pesar que se tratan de series temporales anuales, los resultados de la función de autocorrelación parcial sugieren que la estructura de dependencia lineal de los resultados es débil y sólo es significativa en el primer retardo, lo cual permite que el resultado del test de diferencia de medias sea adecuado.

El uso de cada filtro podría adecuarse según el objetivo perseguido. Así, en el caso de realizar pronósticos tanto del producto potencial como de la brecha del producto el filtro Baxter-King sería el indicado, debido a la estabilidad que proporciona y principalmente a la estacionariedad de los resultados.

En vista de la no diferencia en medias, se puede trabajar con un promedio de los resultados. Por lo tanto, para el período 2000-2013 la tasa de crecimiento media del PIB real fue de 3.38 por ciento, mientras que la del PIB potencial se estimó en 3.41 por ciento que según el test de diferencias en medias, el resultado señala que ambas medias no son estadísticamente distintas^{17/}, lo cual indica que para este período la economía nicaragüense ha crecido de forma sostenida. Una forma alternativa de interpretar este resultado es en función de la brecha, según los resultados se puede afirmar que la brecha del producto para este período no es estadísticamente distinta a cero. Todo lo anterior sugiere que la fuente de presiones inflacionarias no se deben a la demanda agregada, sino a otros factores lo cual está en línea con los resultados de Treminio (2014) quien encontró que el principal determinante de la inflación es el traspaso de la devaluación del córdoba.

6. Consideraciones finales

Los resultados de este trabajo demuestran que tanto el producto potencial como el efectivo, pese a algunas desaceleraciones, evolucionaron de forma creciente, promediando tasas de crecimiento de 3.38 por ciento de producto efectivo y 3.41 por ciento de producto potencial para el período 2000-2013. Destacando, para 2013 el crecimiento potencial promedio fue de 4.60 por ciento, con un valor mínimo de 4.39 por ciento y máximo de 4.80 por ciento.

Los resultados indican que la economía ha crecido de forma sostenida y que la brecha del producto no es estadísticamente distinta de cero. Adicionalmente, se encontró que los *shocks* que provocaron las desaceleraciones tuvieron

17/ El resultado del test indica un p-valor de 0.97 y un t-estadístico de -0.0348 con el cual no se puede rechazar la hipótesis nula de que las medias son iguales.

efectos transitorios. Particularmente para el período 2008-2009 los efectos negativos de la crisis financiera global no provocaron cambios estructurales en el nivel de la serie de crecimiento. Esto permitió que tanto el producto potencial como el efectivo recobraran su nivel de crecimiento medio y su tendencia creciente.

A pesar de que la teoría establece que la dinámica de la brecha del producto está relacionada con la inflación y que en Nicaragua ambas evolucionan con el mismo patrón, el hecho de que la brecha no sea estadísticamente distinta de cero implica que la inflación doméstica está determinada por otros factores distintos a las presiones generadas vía demanda agregada.

Bibliografía

Apel, M., Jansson, P., y Riksbank, S. (1999). A parametric approach for estimating core inflation and interpreting the inflation process. Sveriges Riksbank.

Backhus, D. y Kehoe, P. (1992). International evidence of the historical properties of business cycles. *American Economic Review*, 82(4):864–888.

BCN, (1991). Informe Anual 1990. Managua. Banco Central de Nicaragua

BCN, (2001). Informe Anual 2000. Managua. Banco Central de Nicaragua

BCN, (2002). Informe Anual 2001. Managua. Banco Central de Nicaragua

BCN, (2003). Informe Anual 2002. Managua. Banco Central de Nicaragua

BCN, (2010). Memoria Anual 2009. Managua. Banco Central de Nicaragua

BCN, (2011). Informe Anual 2010. Managua. Banco Central de Nicaragua

BCN (2014). Informe Anual 2013. Managua. Banco Central de Nicaragua

Baxter, M. y King, R. G. (1999). Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series. *Review of economics and statistics*, 81(4):575–593.

Canova, F. (1994). Detrending and turning points. *European Economic Review*, 38(3):614–623.

Catalán Horacio; Aquino Luis. (2013). Estimación del PIB Potencial y la Brecha del Producto: una evaluación empírica para el caso de El Salvador. Documentos Ocasionales No. 2013-01. Banco Central de Reserva de El Salvador.

Christiano, L. J. y Fitzgerald, T. J. (2003). The band pass filter. *International Economic Review*, 44(2):435–465.

Clark, P. K. (1987). The cyclical component of us economic activity. *The Quarterly Journal of Economics*, pages 797–814.

Clark, P. K. (1989). Trend reversion in real output and unemployment. *Journal of Econometrics*, 40(1):15–32.

Claus, I., Conway, P., y Scott, A. (2000). The output gap: measurement, comparisons and assessment. Number 44. Reserve Bank of New Zealand.

Cogley, T. y Nason, J. M. (1995). Effects of the hodrick-prescott filter on trend and difference stationary time series implications for business cycle research. *Journal of Economic Dynamics and control*, 19(1):253–278.

Cooley, T. F. y Ohanian, L. E. (1991). The cyclical behavior of prices. *Journal of Monetary Economics*, 28(1):25–60.

Correia, I. H., Neves, J. L., y Rebelo, S. (1992). Business cycles from 1850 to 1950: New facts about old data. *European Economic Review*, 36(2):459–467.

Espinal, J. (2009). Estimación del PIB Potencial Utilizando el Filtro de Kalman. Mimeo, Banco Central de la República Dominicana.

Esquivel, M. y Rojas M. (2007). Estimación del producto potencial para Costa Rica: período 1991-2006. Banco Central de Costa Rica.

Giorno, C., Richardson, P., Roseveare, D., y Van den Noord, P. (1995). Potential output, output gaps and structural budget balances. *OECD Economic Studies*, 24(1):167–209.

Hassler, J., Lundvik, P., Persson, T., y Soderlind, P. (1992). The Swedish business cycle: Stylized facts over 130 years. Number 22. Institute for International Economic Studies, Stockholm University.

Hodrick, R. J. y Prescott, E. C. (1997). Postwar US business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, credit, and Banking*, pages 1–16.

Johnson, M. C. A. (2013). Potential Output and Output Gap in Central America, Panama and Dominican Republic. Number 13-145. International Monetary Fund.

Kim, C.-J. y Nelson, C. R. (1999). *State-space models with regime switching: classical and gibbs-sampling approaches with applications*. MIT Press Books, 1.

Kuttner, K. N. (1994). Estimating potential output as a latent variable. *Journal of business & economic statistics*, 12(3):361–368.

Marconi, S. y Samaniego, P. (1995). Una aproximación al cálculo del producto potencial para Ecuador. *Nota Técnica*, (10).

Miller, S. (2003). Métodos alternativos para la estimación del PIB potencial: una aplicación para el caso de Perú, *Estudios Económicos*, No. 10, Banco Central de la Reserva de Perú.

Pedersen, T.,(2001). “The Hodrick-Prescott Filter, the Slutsky Effect, and the Distortionary Effect of Filters.” *Journal of Economic Dynamics and Control* 25: 1081-1101.

Pedersen, T.,(2002). “Spectral Analysis, Business Cycles, and Filtering of Economic Time Series; with MATLAB Applications.” Manuscript Institute of Economics, University of Copenhagen.

Ramírez de León, Francisco (2012). Modelos de Estimación de la Brecha de Producto: Aplicación al PIB de la República Dominicana. Serie de Estudios Económicos No. 6. Banco Central de la República Dominicana.

Ravn, M. O. y Uhlig, H. (2002). On adjusting the hodrick-prescott filter for the frequency of observations. *Review of economics and statistics*, 84(2):371–376.

Razzak, W. y Dennis, R. (1996). The output gap using the Hodrick-Prescott filter with a non-constant smoothing parameter: an application to New Zealand. Reserve Bank of New Zealand.

Torres, J., Fuentes R., Carrera J., y Teixeira T. (2008). Estimación y Uso de Variables no Observables en la Región. Programa de Investigación Conjunta - Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, CEMLA, Ed. 1, Volumen 1, Número 1.

Treminio, J., C., (2014). Factores macroeconómicos que afectan al traspaso cambiario. Documentos de Trabajo. Banco Central de Nicaragua.

A. Apéndice

A.1 PIB potencial nicaragüense bajo filtro HP cuando λ tiende al infinito

La determinación del valor de λ es de suma importancia para la aplicación del filtro HP, pues éste controla el grado de suavidad de la curva de tendencia. Como se ha señalado anteriormente, un valor muy pequeño de λ provoca que la tendencia sea igual al valor de la variable observada, por otro lado, si λ tiende al infinito, esto es, si consideramos un valor de λ suficientemente grande, entonces la tendencia será igual una tendencia lineal que sólo depende del tiempo. La representación (17) resume esta idea.

$$\hat{g}_t = \begin{cases} \lim_{\lambda \rightarrow 0} g_t = y_t \\ \lim_{\lambda \rightarrow \infty} g_t = \phi_0 + \phi_1 t + v_t \end{cases} \quad v_t \sim N(0, \sigma^2) \quad \forall t \in \{t\}_1^T. \quad (17)$$

La evidencia empírica para el caso de Nicaragua sugiere que los valores tradicionalmente sugeridos para λ cuando se usan datos anuales, no constituyen buenas alternativas para la estimación de g_t , tales valores han sido $\lambda=100$ y 400 (Backhus y Kehoe (1992); Correia et al. (1992); Cooley y Ohanian (1991)). Los resultados sugieren, que dada la muestra analizada, valores por encima de 80 , para λ , pueden considerarse suficientemente grandes para que la estimación de g_t sea simplemente una regresión de y_t sobre t , es decir, se cumple el segundo caso de (17).

La ecuación de tendencia estimada es la siguiente:

$$\hat{g}_t = 11.0306 + 0.0248t \quad (18)$$

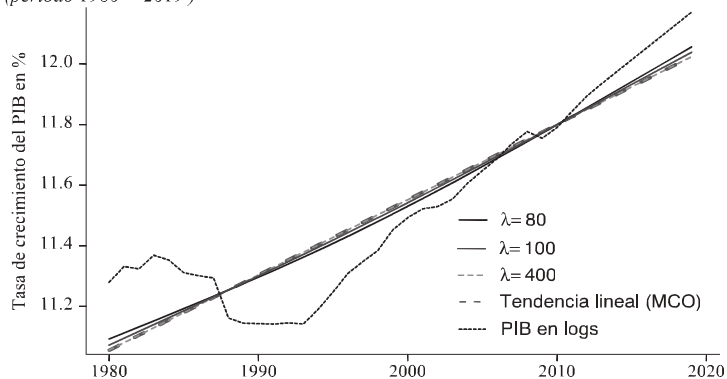
Ambos parámetros resultan ser estadísticamente significativos al 5.00 por ciento. Así cuando se fija $\lambda \geq 80$, la tendencia de largo plazo se aproximaría con la Ecuación (18).

El Gráfico A1 muestra los resultados de usar distintos valores para λ . En dicho gráfico se muestra que los valores sugeridos por Backhus y Kehoe (1992); Correia et al. (1992); Cooley y Ohanian (1991) no son aplicables para Nicaragua ya que la tendencia se reduce a una simple estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios de y_t sobre t , siendo este último el tiempo. La línea sólida negra muestra el valor del logaritmo del PIB Potencial (tendencia) estimado usando $\lambda=80$, ya con ese valor se aprecia una tendencia lineal que se acentúa más a medida que λ toma valores mayores, por ejemplo, usando $\lambda=400$, el resultado es una línea recta que es indistinguible de aquella estimada por el resultado de la ecuación (18). Recientemente, Johnson (2013) ha estimado el PIB para Nicaragua usando un valor de $\lambda=181$ que según la evidencia empírica, la estimación de g_t es simplemente una tendencia lineal.

Un $\lambda=181$ es plausible para una muestra del PIB que no incluya los años 80, puesto que a partir de 1993 se observa una tendencia lineal de crecimiento del PIB con lo cual valores de $\lambda>80$ podrían capturar bien ese crecimiento, sin embargo, al incluir la década de los 80 en la muestra de estudio, el valor de 181, usado por Johnson (2013) no logra capturar la contracción económica ni el continuo período de decrecimiento del PIB puesto que la tendencia seguiría siendo una línea creciente, cuyo resultado sería engañoso al no tomar en cuenta el período de crecimiento negativo experimentado en la década de los 80.

Dados estos resultados, se concluye que para el caso de Nicaragua, el resultado del filtro HP para estimar el PIB Potencial se reduce a una simple regresión lineal para $\lambda>80$ de manera que los valores $\lambda=100,400$ popularizados en la literatura no son aplicables para la muestra de datos nicaragüenses usada en este estudio. Esto último justifica el hecho que se haya seleccionado $\lambda=6.25$ basado en el resultado de Ravn y Uhlig (2002) para la estimación del PIB Potencial nicaragüense.

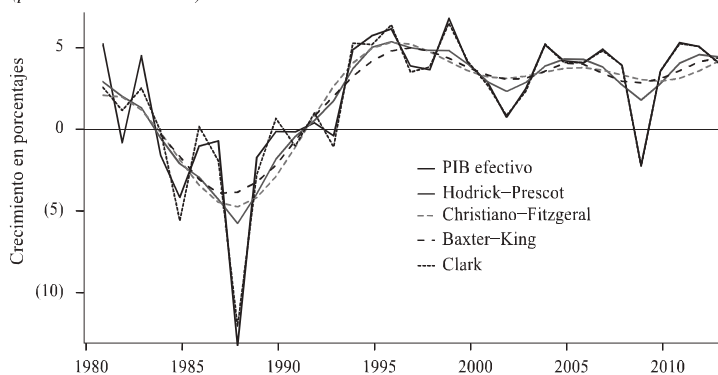
Gráfico A1.1: Evolución de la tendencia (PIB potencial) según distintos valores de λ (período 1980 – 2019)



Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas FMI y BCN

A.2 Crecimiento potencial por año

Gráfico A2.1: Crecimiento efectivo y potencial comparativa de resultados (período 1981 – 2013)



Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas BCN

Tabla A-1: Crecimiento potencial por año, período 1981 - 2013

Año	Efectivo	Hodrick- Prescott	Christiano- Fitzgerald	Baxter-King	Clark	Media
1981	5.22	2.91	2.08		1.85	2.28
1982	-0.82	2.01	1.96		1.48	1.82
1983	4.51	1.32	1.16		2.66	1.71
1984	-1.58	-0.53	-0.21	-0.31	-0.34	-0.35
1985	-4.17	-2.11	-1.85	-1.67	-5.14	-2.69
1986	-1.02	-2.93	-3.39	-3.07	-0.31	-2.43
1987	-0.71	-4.28	-4.43	-3.91	-1.32	-3.49
1988	-13.24	-5.76	-4.72	-3.85	-12.66	-6.75
1989	-1.71	-3.94	-4.18	-3.22	-2.11	-3.36
1990	-0.13	-1.81	-2.91	-2.20	0.09	-1.71
1991	-0.15	-0.44	-1.14	-0.69	-0.41	-0.67
1992	0.40	0.54	0.82	0.83	0.50	0.67
1993	-0.40	1.76	2.65	2.03	-0.56	1.47
1994	4.88	3.71	4.10	3.25	4.86	3.98
1995	5.74	5.03	5.02	4.19	5.58	4.96
1996	6.15	5.38	5.37	4.80	6.10	5.41
1997	3.89	5.00	5.20	5.00	3.79	4.75
1998	3.64	4.82	4.70	4.79	3.60	4.48
1999	6.80	4.84	4.08	4.35	6.71	5.00
2000	4.02	3.99	3.54	3.78	3.98	3.82
2001	2.92	2.93	3.23	3.32	2.87	3.09
2002	0.75	2.34	3.20	3.06	0.73	2.33
2003	2.49	2.89	3.38	3.13	2.45	2.96
2004	5.18	3.89	3.59	3.57	5.13	4.05
2005	4.19	4.32	3.70	4.02	4.15	4.05
2006	4.07	4.22	3.58	3.86	4.03	3.92
2007	5.15	3.58	3.27	3.16	5.12	3.78
2008	2.81	2.21	2.90	2.60	2.79	2.63
2009	-2.80	1.30	2.66	2.54	-2.80	0.93
2010	3.14	2.56	2.71	2.91	3.12	2.83
2011	6.05	4.17	3.12	3.60	6.01	4.23
2012	5.00	4.82	3.79	4.35	4.98	4.49
2013	4.41	4.80	4.52	4.66	4.39	4.59

Fuente: Cálculo propio con base en estadísticas FMI y BCN

