Análisis Económico
Núm. 50, vol. XXII
Segundo cuatrimestre de 2007

Dinámica inflacionaria y brecha en la producción. La curva de Phillips en México

(Recibido: junio/06–aprobado: septiembre/06)

*Christian E. Laguna Reyes**

Resumen

El objetivo del presente estudio es estimar una Curva de Philips aumentada con Expectativas para México, con el método de corrección de errores (MCE), aplicando la técnica sugerida por Engle y Granger. El modelo se estima con datos trimestrales para el periodo 1981:01 a 2005:04, con una técnica econométrica que va más allá del análisis de cointegración (relación estática) al permitir incluir en una ecuación de corto plazo (relación dinámica) información sobre el comportamiento de largo plazo de la variable en cuestión. Los resultados obtenidos permiten inferir que más del 90% del comportamiento de la inflación doméstica se explica en función de la evolución de la tasa de devaluación nominal, la tasa de inflación externa, la brecha en la producción y la inflación rezagada.

Palabras clave: Curva de Phillips, brecha de producción, inflación, cointegración, política monetaria.
Clasificación JEL: C5, E3.

* Profesor del Departamento de Economía del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México y del Departamento de Métodos Cuantitativos de la Escuela Superior de Economía (IPN), Unidad Profesional Lázaro Cárdenas (claguna@itesm.mx) (clagunar@ipn.mx).

Introducción

En los últimos años un buen número de bancos centrales, entre ellos el Banco de México, han adoptado como estrategia de política monetaria un enfoque de metas de inflación (Mishkin, 2001). Debido al rezago que existe entre el momento en que se adoptan las acciones de política y cuando se observan sus resultados sobre la inflación, el desarrollo de indicadores de presiones inflacionarias juega un rol muy importante en la guía de la política monetaria para alcanzar la estabilidad en los precios.

En particular, en muchos países la brecha del producto[1] es considerada un indicador clave de la inflación doméstica futura y por tanto, juega un papel importante en el esquema de metas de inflación.

El objetivo este trabajo es presentar un indicador de presiones inflacionarias mediante la estimación de una función de curva de Phillips aumentada con expectativas (Coe y McDermott, 1997, y Claus, Conway y Scott, 2000). La metodología es similar a la aplicada en algunos países latinoamericanos (Chile, Colombia, Perú, México y Brasil) y asiáticos (Taiwán, India, China, Hong Kong, Corea, Malasia y Japón), así como en ciertas economías desarrolladas (Inglaterra, Canadá, Australia y Nueva Zelanda, entre otros).

El análisis de la relación entre la brecha del producto y la inflación se realiza mediante la estimación de un modelo similar al utilizado por Coe y McDermott (1997), al cual se incluyen como variables explicativas la tasa de devaluación nominal y la inflación externa, de modo tal que sea posible cuantificar su efecto sobre el comportamiento de la inflación doméstica, debido a que nuestro país puede considerarse como una pequeña economía abierta[2] con un régimen cambiario de flotación libre.

En principio, el modelo de la brecha con expectativas adaptables plantea que existe una relación positiva entre la brecha del producto y la tasa de inflación. La brecha de producción se define como las desviaciones del producto observado con respecto al potencial.[3] Una brecha del producto positiva es indicador de presiones de demanda y una señal para que las autoridades adopten medidas de política

[1] La brecha del producto se define como la diferencia entre el nivel de producción observado y el producto potencial, que es el nivel de producto consistente con una tasa estable de inflación dado el *stock* de capital productivo.

[2] Se considera que la economía mexicana es una economía pequeña debido a que su poder de influencia en los precios internacionales es reducido en la gran mayoría de los sectores, por lo que en general es tomadora de precios.

[3] El producto potencial es el nivel de producción consistente con una tasa de inflación estable.

para contraer las presiones inflacionarias; de manera análoga, un nivel del producto real por debajo del potencial, es decir una brecha negativa, implica un efecto contrario.

Dado que el producto potencial y, por tanto, la brecha de producción no son directamente observables se realiza su estimación; sin embargo, siempre existe incertidumbre en torno a estas mediciones.[4]

El documento se estructura de la siguiente forma: en la siguiente sección se presenta el marco teórico del modelo a estimar; después se describen las variables utilizadas en la estimación; posteriormente se presentan los resultados de las pruebas de integración de las variables; en la cuarta sección se presenta la especificación de la relación de largo plazo; a continuación se presenta el modelo de corrección de errores; y finalmente, a modo de conclusión se presentan una serie de implicaciones en términos de la conducción de la política económica. Se adjuntan como anexos las salidas correspondientes del paquete econométrico.

1. Referencias teóricas

Desde 1958 la versión original de la curva de Phillips,[5] en la cual se estimó por primera vez la relación entre el cambio de los salarios nominales y la tasa de desempleo para el Reino Unido, ha experimentado muchas modificaciones (Salas, 2003). La curva de Phillips tradicional postuló una relación funcional inversa entre los cambios en los salarios nominales ($\hat{w}$) y la tasa de desempleo efectiva (U), dando lugar a una curva de pendiente negativa, según la siguiente ecuación:

$$\hat{W} = a - bU \tag{1}$$

Donde:

- a es una constante; y
- b es un coeficiente que recoge la respuesta de los cambios en el salario nominal a la tasa de desempleo corriente.

[4] La técnica de estimación aplicada en este estudio es la sugerida por Engle y Granger (1987), que consiste en un método de dos etapas y el cual se describe en el tercer apartado de este documento. En nuestro caso, la función de corto plazo para estimar la curva de Phillips se expresa en primeras diferencias y el término de error de la relación de largo plazo se incluye con un rezago.

[5] En esta curva, el inverso de la tasa de desempleo se usaba como indicador del exceso de demanda de trabajo: cuando la demanda excede a la oferta, la tasa de desempleo cae y viceversa; por lo que se argumentó que el desempleo debía estar negativamente relacionado con los excesos de demanda de trabajo. Pero si estos últimos están a su vez relacionados positivamente con la tasa de inflación salarial, entonces ésta estará relacionada negativamente con la tasa de desempleo, sustentando así la pendiente negativa de la curva de Phillips.

Uno de los factores que ha contribuido a la amplia aceptación que tiene la curva de Phillips es su capacidad de adaptación con respecto a una amplia variedad de teorías acerca de la inflación, tales como los de presiones por demanda y por costos. Con el fin de hacerla más accesible a los encargados de la política económica, la curva de Phillips se transformó de una ecuación de cambio en los salarios, a una de cambio en los precios bajo el supuesto de que los precios se fijan en función de los costos laborales unitarios. De esta manera, con base en la pendiente de la curva de Phillips, es posible derivar el nivel de desempleo compatible con una meta de inflación determinada.

En la década de los setentas se introducen las expectativas sobre en los precios en el análisis de la curva de Phillips. En respuesta a la fuerte crítica de Friedman y Phelps por ser una relación entre dos variables de naturaleza distinta, una real y otra nominal, la cual impedía una relación estable entre ambas e ignoraba que lo que verdaderamente interesaba a los trabajadores no era su salario nominal sino su poder adquisitivo (salario real). Así, propusieron corregir el cambio en los salarios nominales de acuerdo con la inflación futura (P_{t+1}) tomando en cuenta la brecha de desempleo, obteniendo una relación como:

$$\left(\frac{\hat{W}}{\hat{P}}\right)_{t+1} \approx log\hat{W}_{t+1} - log\hat{P}_{t+1} = -b(U) \Leftrightarrow \hat{W}_{t+1} = \hat{P}_{t+1} - b(U_t - U_n) \Leftrightarrow \hat{W}_{t+1} = \pi_{t+1} - b(U_t - U_n) \quad (2)$$

Donde:

U_n denota a la tasa natural de desempleo propuesta por Friedman (1968), la cual se refiere a la tasa de desempleo de equilibrio en el largo plazo.

La ecuación (2) implica que el cambio en los salarios nominales para el próximo periodo dependerá de la inflación futura y de la diferencia entre la tasa de desempleo observada y su tasa natural. Pero si el salario nominal se fija de acuerdo con la inflación esperada, $\underset{t}{E}\{\pi_{t+1}\}$, se tiene:

$$\hat{w}_{t+1} = \underset{t}{E}\{\pi_{t+1}\} - b(U_t - U_n) \quad (3)$$

Teniendo en cuenta la relación entre salarios y precios,[6] la ecuación (3) puede convertirse en la curva de Phillips aumentada con expectativas libre de la crítica de Friedman y Phelps:

$$\pi_{t+1} = \underset{t}{E}\{\pi_{t+1}\} - b(U_t - U_n) \tag{4}$$

De acuerdo con esta ecuación, la disyuntiva entre inflación y desempleo depende de las expectativas sobre la inflación que se forman los agentes económicos, suponiendo que las expectativas son adaptativas[7] la curva de Phillips con expectativas estáticas puede reformularse como:

$$\pi_{t+1} = \pi_t - b\,(U_t - U_n) \tag{5}$$

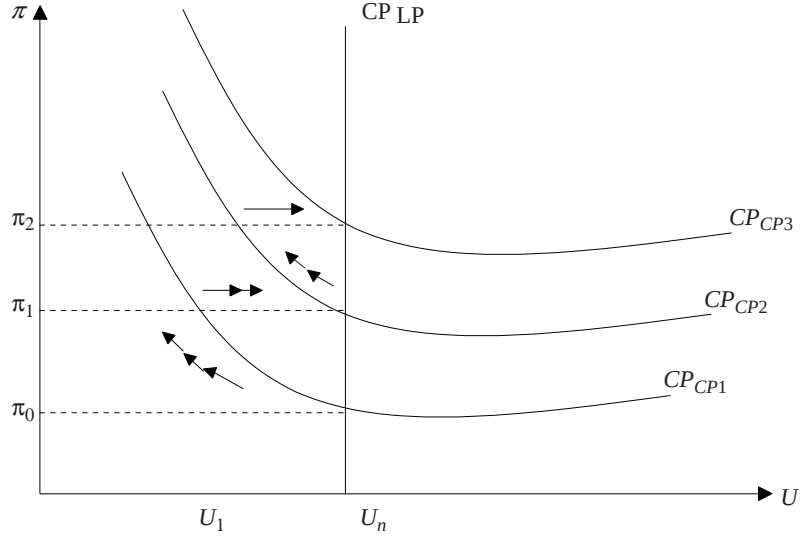
De acuerdo con la ecuación (5), la inflación será estable sólo cuando el desempleo observado sea igual que la tasa natural, lo cual implica que el costo económico de mantener una tasa de desempleo corriente inferior a la tasa natural de desempleo, mediante políticas expansivas, es una inflación creciente. A este resultado se le conoce como el principio acelerador de la inflación, el cual lleva al concepto de la tasa de desempleo de inflación estable (o *NAIRU*) de Friedman que denota el nivel de desempleo justo a partir del cual la inflación tiende a acelerarse. Este resultado modificó la interpretación tradicional de la disyuntiva entre inflación y desempleo que se tenía a la fecha, según la cual las autoridades podían seleccionar una tasa de desempleo permanentemente menor a U_n a costa de una inflación más alta pero estable. Sin embargo,

[6] Suponga que el producto (Q) es una función lineal del factor trabajo (L), tal que se necesitan a unidades (constantes) de trabajo para producir una unidad de producto: $Q = \frac{L}{\alpha}$. Entonces, el producto marginal del trabajo será: $PMgL = \frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{1}{\alpha}$. En equilibrio, en el mercado de trabajo se cumple que el salario real será igual al PMgL: $\Rightarrow \frac{w}{P} = \frac{1}{\alpha} \Leftrightarrow P = \alpha w$. Derivando con respecto al tiempo en ambos lados de la igualdad se tiene que la tasa porcentual de cambio en los salarios será igual a la tasa porcentual de cambio en los precios: $\hat{W} = \hat{P}$.

[7] Al incorporar expectativas adaptativas se tiene que: $\underset{t}{E}\{\pi_{t+1}\} = \underset{t}{E}\{\pi_t\} + \gamma\left(\pi_t - \underset{t}{E}\{\pi_t\}\right)$. Es decir, los agentes formulan sus expectativas sobre inflación para el periodo siguiente con información disponible hasta el momento, actualizando dichas expectativas para el presente tomando en cuenta qué tan precisos han sido en el pasado y ajustando la expectativa de acuerdo con el error de predicción reciente en una fracción γ con respecto al error del pronóstico pasado.

dinámicamente el principio acelerador de la inflación ocasiona que en el largo plazo no exista tal disyuntiva, porque la inflación no sólo será alta sino que se acelerará como resultado del proceso continuo de modificación de las expectativas del público (véase Gráfica 1).

Gráfica 1
La curva de Phillips de corto y largo plazo



Fuente: Elaboración propia.

Este resultado tiene fuertes implicaciones de política económica: la curva de Phillips vertical de largo plazo reduce severamente las opciones de política de las autoridades, dado que la política monetaria por sí sola no puede determinar la tasa natural de desempleo (Santomero y Seater, 1978).

A partir de la crítica a cerca de las expectativas adaptativas de Lucas y Sargent, quienes sugieren que el mercado de trabajo siempre se encuentra en pleno empleo y los agentes económicos usan toda la información a su disposición, tanto pasada como presente, para construir sus expectativas con base en valores futuros de otras variables, comportándose como si conocieran el mejor modelo económico disponible, se llega a la curva de Phillips con expectativas racionales:

$$U_{t+1} = U_n - h\left(\pi_{t+1} - \underset{t}{E}\{\pi_{t+1}\}\right) \tag{6}$$

con $h = g(wp^f)$, donde: wp^f es el salario real de equilibrio; y el parámetro g recoge el efecto de las desviaciones del salario real (con respecto a su nivel de pleno empleo) sobre la tasa de desempleo.

En esta nueva versión las presiones de demanda se definen en términos de la brecha en el desempleo,[8] y se reconoce el hecho de que las fluctuaciones económicas responden tanto a cambios en la demanda como en la oferta. Sin embargo, con base en la Ley de Okun[9] (1962), la cual analiza la relación entre el desempleo y el producto, se introduce en la curva de Phillips la idea de la brecha del producto en lugar de brecha en el desempleo, de modo que:

$$Q_{t+1} = Q^f_{t+1} + j\left(\pi_{t+1} - \underset{t}{E}\{\pi_{t+1}\}\right) \tag{7}$$

Donde:

j es una constante; y

Q_{t+1} y Q^f_{t+1} son el producto observado y su nivel de equilibrio, respectivamente.

De acuerdo con Sachs y Larraín (1994), la ecuación (7) implica que la inflación es mayor que la esperada cuando el producto observado es mayor que su nivel de pleno empleo y viceversa. Por tanto, los agentes forman su expectativa de precios con base en una conjetura abstracta sobre la posición de la curva de demanda agregada en el próximo periodo.[10]

La curva de Phillips es una herramienta útil en el proceso de toma de decisiones y de orientación de las acciones de política económica. Una implicación

[8] Definida como las desviaciones entre la tasa de desempleo observada con respecto a la tasa natural, que es aquella tasa de desempleo que prevalece cuando las expectativas se realizan plenamente y se incorporan en los salarios, y por tanto en los precios, de manera tal que la inflación no varía.

[9] La Ley de Okun postula que una reducción de 1% en la brecha de desempleo incrementa la brecha del producto en j puntos porcentuales: $j(U_t - U_{t+1}) = Q_{t+1} - Q$; suponiendo una situación de pleno empleo (Q^f) y de desempleo en su tasa natural: $j(U_t - U_{t+1}) = Q_{t+1} - Q^f_{t+1} \Leftrightarrow j(U_t - U_{t+1}) + Q^f_{t+1} = Q_{t+1}$.

[10] Esto significa que bajo expectativas racionales no existe disyuntiva entre producción e inflación pues si los salarios nominales se fijan según expectativas de inflación que miran hacia delante, la inflación pasada será irrelevante.

fundamental de esta versión es que la política monetaria resulta efectiva únicamente en el corto plazo debido a que los agentes temporalmente la perciben mal o la interpretan erróneamente, lo cual significa que ésta es efectiva sólo en la medida en que engaña a los agentes (es decir, la política es efectiva sólo cuando hace que los agentes tomen decisiones subóptimas debido a información imperfecta).

Ball, Mankiw y Romer (1988) dieron una interpretación keynesiana distinta a la explicación neoclásica de la curva de Phillips presentada por Lucas en su modelo. Para estos autores una mayor variabilidad de la demanda, típica de una alta inflación promedio, guiaba a una mayor frecuencia en el ajuste de los precios, postulando que la inflación promedio afectaba la pendiente de la curva de Phillips (es decir, sostenían que la inflación promedio afectaba la disyuntiva de corto plazo entre inflación y producto).

En años recientes se ha generado una línea de pensamiento acerca del comportamiento de la política monetaria para optimizar el desempeño macroeconómico, llegando a cierto consenso en la necesidad de que la política se realice estableciendo reglas sencillas con base en una tasa de interés de política monetaria. El origen de este consenso en macroeconomía está asociado con la teoría neokeynesiana, a partir de la actualización del instrumental IS-LM y de la inclusión de las expectativas racionales en la curva de Phillips de corto plazo,[11] la cual se reformula como:

$$\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t+1}\} + \kappa\left(y_t - y_t^*\right) + \varepsilon_t \qquad (8)$$

Donde:

$E_t\{\pi_{t+1}\}$ denota la expectativa de inflación esperada en el próximo periodo, con información disponible hasta el periodo *t*;
$(y_t - y_t^*)$ representa la brecha del producto;
β es un factor de descuento que teóricamente debe ser cercano a uno;
k es una medida de rigidez de los precios; y
ε_t representa una alteración en el nivel de precios.
Nótese que se ha suprimido el término constante.

[11] Este consenso tiene dos elementos básicos: el supuesto de un grado importante de inflexibilidad de precios y salarios en el corto plazo, lo cual impide que la economía reaccione con ajustes en los precios relativos ante variaciones inesperadas de oferta o demanda agregadas; y el supuesto de inestabilidad de la demanda por dinero, lo cual hace desaconsejable el uso de la cantidad de dinero como indicador u objetivo intermedio de la política monetaria.

La ecuación (8) se inserta en la tradición keynesiana, pues considera que el nivel de precios (y por tanto la inflación) está determinado por dos elementos: uno de expectativas de inflación por parte del público, y otro real asociado al desequilibrio de corto plazo entre el producto efectivo y su potencial (brecha del producto).

La curva de Phillips especificada en la ecuación (8) ha motivo de controversias tanto a nivel conceptual como empírico. A nivel conceptual se le ha criticado porque supone que la inflación es enteramente un proceso que mira hacia adelante, lo cual implica que una economía puede alcanzar la desinflación sin la necesidad de que el banco central induzca una recesión. Muchos autores han apuntado que esta predicción entra en conflicto con la evidencia de la sustancial pérdida de producto asociada con la desinflación (Galí y López-Salido, 2001). Además, se le cuestiona teóricamente porque no logra explicar la baja inflación que acompañó el sorprendente desempeño de la economía norteamericana de finales de los noventa.

A nivel empírico, la estimación de dicha ecuación también ha dado lugar a controversias. Roberts (1995) encontró un valor estimado positivo y significativo de *k* usando datos anuales para EUA, no obstante al emplear datos trimestrales sus resultados no fueron favorables. Estrella y Fuhrer (1999) estimaron la ecuación también con datos trimestrales para EUA y, aunque encontraron un valor positivo, el valor de *k* fue relativamente insignificante; además hallaron un pobre ajuste de la especificación que mira hacia atrás.

Con esta evidencia internacional en mente, a continuación se explica la forma como fue estimada la curva de Phillips en este trabajo.

1.1 Estimación empírica de la curva de Phillips

Como se ha discutido anteriormente, es generalmente aceptado que la inflación está estrechamente relacionada con el ritmo de la actividad económica. En tal sentido, existe evidencia empírica para un gran número de países de que la brecha del producto es un determinante importante de la inflación (Coe y McDermott, 1997).[12] La formulación empírica más común establece que la tasa de inflación será estable cuando el nivel de producto observado sea igual al potencial. En este sentido, una brecha del producto positiva implica la existencia de presiones por el lado de la demanda y constituye una señal para que las autoridades monetarias adopten las medidas de política necesarias para atenuar las presiones inflacionarias.

[12] Coe y McDermott han encontrado evidencia para 13 de las nuevas economías industrializadas de Asia. Sus estimaciones muestran que la relación es estable en casi todas las economías del sureste asiático, con excepción de Tailandia y China.

Por el contrario, si la producción se encuentra por debajo de la potencial, se tendrían las implicaciones opuestas. No obstante, la evidencia reciente sugiere que asumir una especificación lineal y simétrica de la relación entre la inflación y la brecha del producto podría ser incorrecto para algunos países. Una forma de asimetría implica que las condiciones inflacionarias de un exceso de demanda son más fuertes que las condiciones deflacionarias de un exceso de oferta.[13]

En este trabajo se estima un modelo simple de la curva de Phillips aumentada con expectativas, similar al aplicado en Coe y McDermott (1997), adaptando el modelo a la situación de la economía mexicana, es decir una pequeña economía abierta, de modo tal que sea posible estimar el efecto de otras variables adicionales a la brecha en la producción. En particular, se considera explícitamente el impacto de la tasa de depreciación nominal e inflación externa, de cara al régimen cambiario de libre flotación en el que se observan pequeñas depreciaciones.

Para analizar el comportamiento del proceso inflacionario se parte de la definición de la tasa de inflación (π) como:

$$\pi_t = \left[\left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) - 1 \right] * 100 \tag{9}$$

donde:

P_t es el Índice de Precios al Consumidor.

Así, la curva de Phillips aumentada con expectativas se plantea de la siguiente forma:

$$\pi_t = \alpha_1 + \pi_t^e + \sum_{i=0}^{k} \beta_{it} GAP_{t-1} + \xi_t \tag{10}$$

[13] Otra versión alterna de la curva de Phillips asume que la variación de la brecha de producción y no en su nivel, es el determinante de la tasa de inflación. A este efecto se le denomina *speed limit effect* y se da cuando un aumento en la inflación se atribuye a una reducción de la brecha del producto, aun cuando el nivel de producción no creció por encima del potencial. La aceleración de los precios puede ser más pronunciada en la fase creciente del ciclo económico que la desaceleración observada cuando la brecha de producción es negativa. Esta asimetría se explica por el hecho de que la curva de oferta agregada es casi vertical cuando esta cerca del nivel del producto potencial.

Donde:

π^e_t es la tasa de inflación esperada;
GAP es la desviación del producto observado con respecto al potencial;
ξ_t es un término de error estocástico; y
α_i es una constante que elimina la restricción de que el nivel de la brecha de producción no inflacionaria sea necesariamente cero.

Ahora, se asume que la tasa de inflación esperada es un promedio ponderado entre la tasa de la inflación de largo plazo y la tasa inflación del periodo anterior:

$$\pi^e_t = \lambda\pi_t^{LP} + (1 - \lambda)\pi_{t-1} \tag{11}$$

Donde:

π_t^{LP} denota a la inflación de largo plazo.

Sustituyendo la ecuación (11) en la (10), la curva de Phillips queda expresada como:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \Delta\pi_t = \alpha_l + \lambda\left(\pi_t^{LP} - \pi_{t-1}\right) + \sum_{i=0}^{k}\beta_{li}GAP_{t-1} + \xi \tag{12}$$

Según esta última expresión, las variaciones de la tasa de inflación están explicadas por las presiones de demanda (GAP) y por las desviaciones de la tasa de inflación de largo plazo con respecto a la tasa de inflación rezagada. Asumiendo que la tasa de inflación esperada en el largo plazo sea aquella necesaria para mantener el tipo de cambio real constante, entonces π_t^{LP} puede definirse como:

[14] El desarrollo algebraico es el siguiente:

$$\pi_t = \alpha_l + \lambda\pi_t^{LP} + (1-\lambda)\pi_{t-1} + \sum_{i=0}^{k}\beta_{li}GAP_{t-1} + \xi_t$$

$$\pi_t = \alpha_l + \lambda\pi_t^{LP} + \pi_{t-1} - \lambda\pi_{t-1} + \sum_{i=0}^{k}\beta_{li}GAP_{t-1} + \xi_t$$

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \alpha_l + \lambda\pi_t^{LP} - \lambda\pi_{t-1} + \sum_{i=0}^{k}\beta_{li}GAP_{t-1} + \xi$$

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \Delta\pi_t = \alpha_l + \lambda\left(\pi_t^{LP} - \pi_{t-1}\right) + \sum_{i=0}^{k}\beta_{li}GAP_{t-1} + \xi$$

$$\pi_t^{LP} = \pi_t^{*} + \varepsilon_t \tag{13}$$

Donde:

π_t^{*} es la tasa de inflación internacional; y

e^t representa la tasa de depreciación nominal del tipo de cambio.

Ahora, sustituyendo la ecuación (13) en la (12) obtenemos:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \Delta\pi_t = \alpha_l + \lambda\left(\pi_t^{*} + \varepsilon_t - \pi_{t-1}\right) + \sum_{i=0}^{k} \beta_{li} GAP_{t-1} + \xi \tag{14}$$

De esta manera, el modelo econométrico que se estima está planteado en términos del nivel de la tasa de inflación como se muestra a continuación:

$$\pi_t = \Delta\pi_t = \alpha_l + \lambda\left(\pi_t^{*} + \varepsilon_t\right) + \left(1 - \lambda\right)\pi_{t-1} + \sum_{i=0}^{k} \beta_{li} GAP_{t-1} + \xi \tag{15}$$

A partir del modelo planteado, se estiman varias especificaciones para evaluar la sensibilidad de los coeficientes asociados a las tasas de inflación externa, devaluación nominal e inflación rezagada, que tienen la siguiente especificación:

$$\text{Modelo 1: } \pi_t = \Delta\pi_t = \alpha_1 + \beta_{11}\pi_t^{*} + \beta_{12}\varepsilon_t + \beta_{13} GAP_t + \beta_{14}\pi_{t\text{-}1} + \xi_{1t} \tag{16}$$

$$\text{Modelo 2: } \pi_t = \Delta\pi_t = \alpha_2 + \beta_{21}(\pi_t^{*} + \varepsilon_t) + \beta_{22} GAP_t + \beta_{23}\pi_{t\text{-}1} + \xi_{2t} \tag{17}$$

$$\text{Modelo 3: } \pi_t = \Delta\pi_t = \alpha_3 + \beta_{31}(\pi_t^{*} + \varepsilon_t + \pi_{t\text{-}1}) + \beta_{32} GAP_t + \xi_{3t} \tag{18}$$

2. Base de datos y construcción de variables

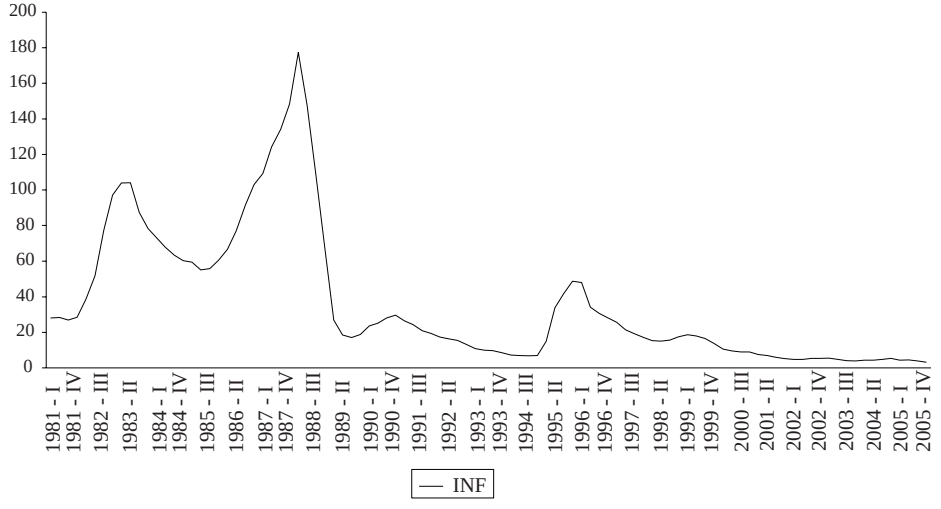
El análisis empírico de la relación propuesta para la curva de Phillips se efectúa con información trimestral que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de México y la Oficina de Estadísticas del Trabajo de los Estados Unidos (BLS, por sus siglas en inglés: *Boureau of Labour Statistics*) de EUA, partiendo del primer trimestre de 1980 hasta el cuarto de 2005.

Como parte del estudio previo de las variables involucradas en el modelo, se efectuó un análisis de series de tiempo a cada una de ellas siguiendo las reco-

mendaciones que los expertos hacen al trabajar con series de periodicidad inferior a un año: los resultados indican que únicamente la serie del Producto Interno Bruto (PIB) presenta una estacionalidad marcada, razón por la cual esta variable se utiliza desestacionalizada en las estimaciones y el resto en su forma original.

Así, la variable dependiente utilizada es la tasa de inflación (*INF*) medida por la variación interanual del Índice Nacional de Precios al Consumidor promedio trimestral[15] (véase Gráfica 2).

Gráfica 2
México: Tasa de inflación promedio trimestral, 1981-2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

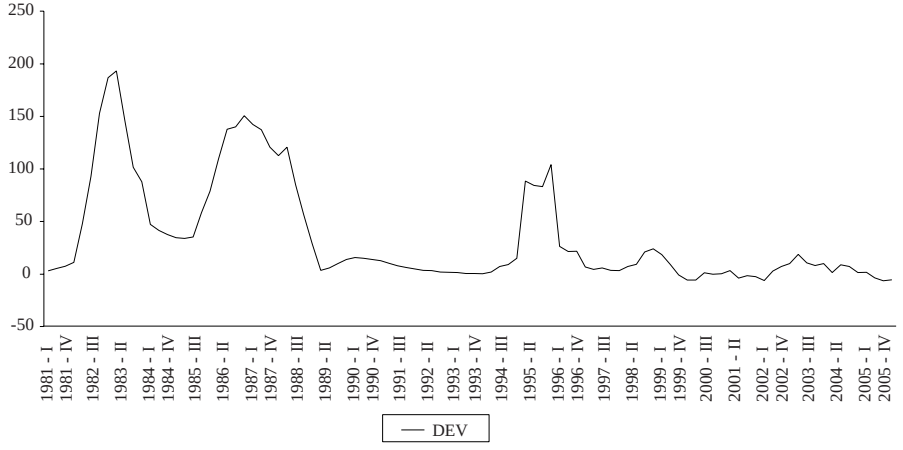
De acuerdo con el planteamiento anterior se construyen las siguientes variables explicativas:

Tasa de devaluación nominal (*DEV*)

Tomada como la variación interanual del tipo de cambio promedio (véase Gráfica 3).

[15] Como tareas de investigación se puede realizar este mismo ejercicio utilizando medidas alternas de la variación de precios: núcleo inflacionario, precios de bienes no comerciables, precios de bienes no regulados y del deflactor del PIB.

Gráfica 3
México: tasa de devaluación nominal trimestral, 1981-2005

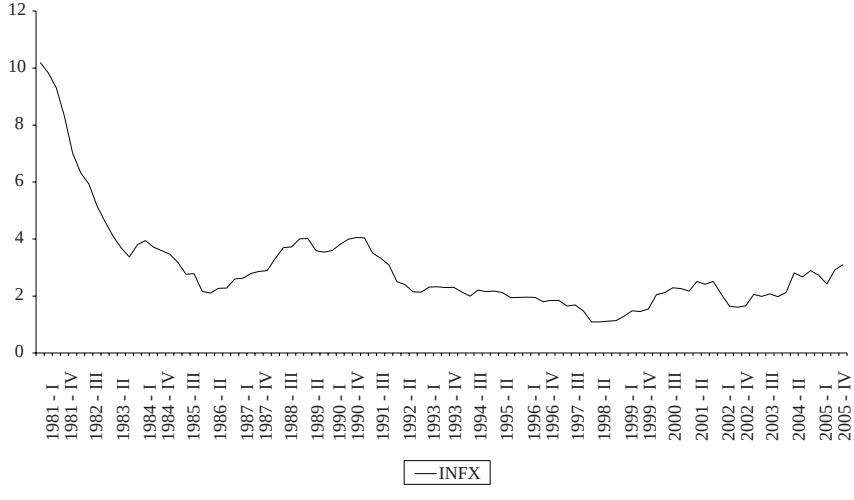


Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

Tasa de inflación externa (*INFX*)

Es la variación interanual del índice de precios al consumidor de EUA, debido a que es el principal socio comercial de México (véase Gráfica 4).

Gráfica 4
EUA: tasa de inflación internacional anual trimestral, 1981-2005

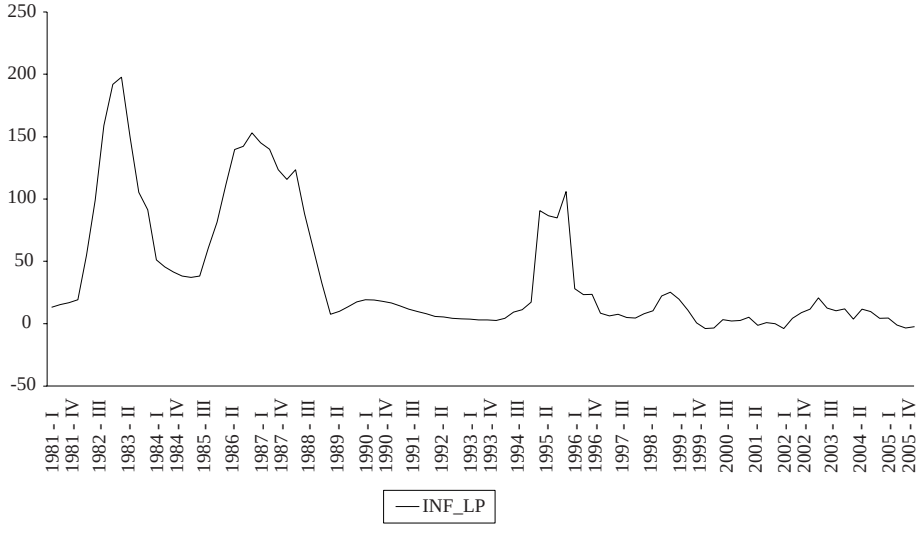


Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

Tasa de inflación de largo plazo (*INF_LP*)

Siguiendo la teoría de la ley de un solo precio, esta variable se aproxima con la suma de las tasas de depreciación e inflación externa (véase Gráfica 5).

Gráfica 5
México: tasa de inflación de largo plazo, 1981-2005

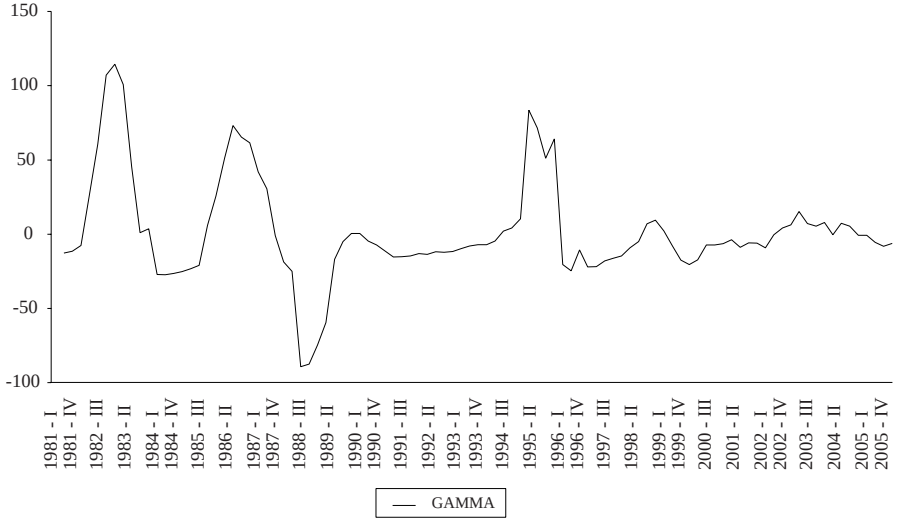


Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

GAMA

Se define como la diferencia entre las variables *INF_LP* y *INF* rezagada (véase Gráfica 6).

Gráfica 6
México: diferencia entre las tasas de inflación de corto y largo plazo, 1981-2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

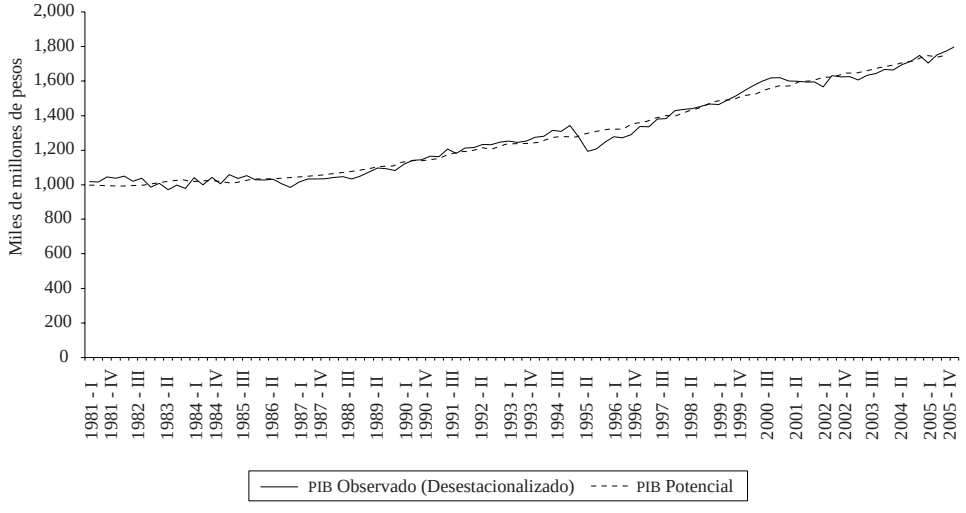
Brecha del producto (*GAP*)

Para obtener la brecha del producto, definida como la diferencia entre el PIB observado y su correspondiente potencial,[16] existen diversos métodos para estimar el crecimiento de mediano plazo: de orden estadístico (ajuste de tendencias, promedios móviles, filtro de Hodrick-Prescott) y estructural (funciones de producción agregadas). Los métodos estadísticos definen el crecimiento potencial calculando una tendencia pasada de la producción, asumiendo que el PIB observado fluctúa en torno al PIB potencial, y que este último puede ser evaluado como la tendencia del

[16] El producto potencial es el nivel máximo de producción sostenible de manera duradera y sin tensiones en la economía, particularmente sin aceleración de la inflación. Se define como un indicador de oferta agregada, asociado a un sendero de crecimiento normal, con una tasa de desempleo natural de tipo *NAIRU*, trayectoria sobre la cual no existen situaciones de exceso o de insuficiencia de demanda ni las consecuentes presiones inflacionistas o deflacionistas.

PIB observado. El filtro de Hodrick-Prescott[17] (HP) busca identificar el componente estocástico de la tendencia ajustando una serie variable en el tiempo, sin necesidad de identificar puntos de quiebre estructural. Se busca identificar una tendencia que minimiza simultáneamente un promedio ponderado de la varianza de la brecha del producto, y el cambio en la tasa de crecimiento del PIB potencial. La simplicidad es la gran virtud del filtro HP para su aplicación generalizada en series de tiempo no estacionarias. En tal sentido, y a pesar de sus limitaciones, este filtro parece suficiente si se busca una medida elemental e inmediata de las fluctuaciones macroeconómicas (Martner, 1999). Las series del PIB y PIB potencial se presentan en la Gráfica 7, y la correspondiente a la brecha del producto en la Gráfica 8.

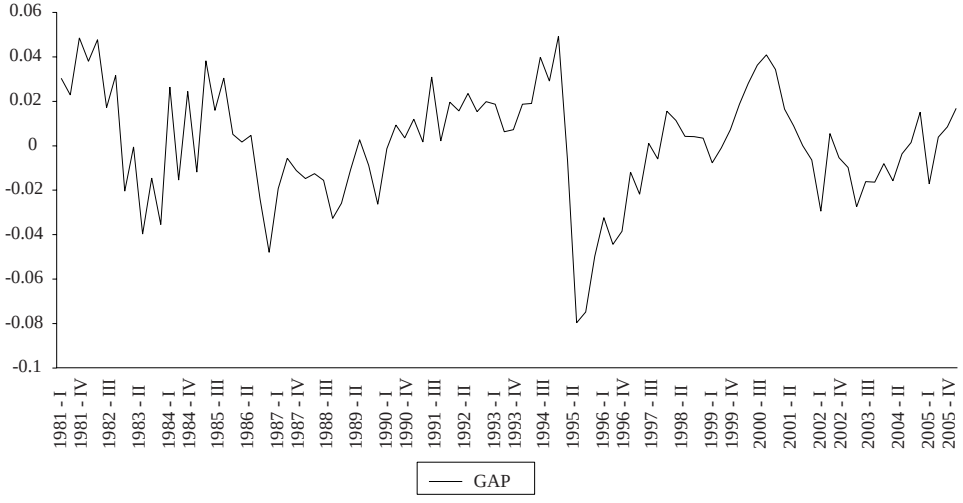
Gráfica 7
México: PIB y PIB potencial trimestrales, 1981-2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

[17] El filtro de Hodrick-Prescott califica dentro de los métodos no paramétricos para estimar la tendencia del producto y en esta ocasión se sigue la sugerencia de Kyndall y Prescott (1990) al utilizar un parámetro de suavizamiento de la serie de 1,600 datos trimestrales. Ya en estudios previos se probaron mediciones alternas del producto potencial (Azofeifa *et al*., 2000 y Bringas, 2004).

Gráfica 8
México: brecha del producto trimestral, 1981-2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

3. Análisis de integración

La técnica de estimación aplicada es la sugerida por Engle y Granger (1987), la cual consiste en un método de dos etapas. El primer paso consiste en ajustar por mínimos cuadrados una relación de largo plazo para los niveles de las variables involucradas. La hipótesis de cointegración se comprueba aplicando la prueba de Dickey–Fuller a los residuos de la regresión: si dichos residuos son estacionarios, es decir *I(0)*, entonces se asume que las variables escogidas cointegran y tienen una relación estable de largo plazo. El segundo consiste en utilizar los residuos de la regresión de largo plazo (estática) como un término de corrección de errores con un rezago a incluir en la regresión dinámica de primeras diferencias (corto plazo).

Así, en primer lugar se realiza el análisis de las series de tiempo para determinar el orden de integración de las variables.[18] Para realizar las pruebas de

[18] Se dice que una serie es integrada de orden *d*, cuando la serie tuvo que ser diferenciada *d* veces para ser estacionaria o *I(0)*.

raíz unitaria se utilizó el criterio de Dickey-Fuller aumentado (DFA)[19] bajo la hipótesis nula que plantea que la variable en estudio es *I(1)*.

De acuerdo con los resultados, se concluye que las variables en niveles tienen raíz unitaria, es decir no se pudo rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria: *I(1)*. Para probar si la variable en primeras diferencias es estacionaria se recurre a las pruebas de integración en diferencias donde la hipótesis nula es que la primera diferencia de la variable en cuestión es *I(1)*, la cual se rechaza en todos los casos al 1% de confianza (véase Cuadro 1).

Cuadro 1
Pruebas de raíz unitaria (DFA)

	Especificación	*Rezagos*	*Estadístico DFA*
	Niveles		
INF	SCCT[1]	2	-2.555*
DEV	CCST[2]	2	-3.423*
INFX	CCCT	3	-4.006**
INFLP	CCST	2	-3.339**
GAMA	CCCT	4	-3.930**
GAP	CCCT	3	-3.493**
	En diferencias		
D(*INF*)	SCST	1	-4.839**
D(*DEV*)	SCST	1	-4.819**
D(*INFX*)	SCST	1	-3.990**
D(*INFLP*)	SCST	1	-4.842**
D(*GAMA*)	SCST	1	-5.429**
D(*GAP*)	SCST	1	-6.611**

[1] SCST: sin constante sin tendencia.
[2] CCCT: con constante con tendencia.
* Al 10 % de significancia.
** Al 1% de significancia.
Fuente: Elaboración propia.

4. Determinación de las relaciones de largo plazo

En esta sección se busca determinar una relación que puede ser considerada de largo plazo, o de equilibrio entre las variables, en la cual los residuos representan las desviaciones del nivel de equilibrio de largo plazo que deben ser explicadas por un modelo de corrección de errores.

[19] El indicador DFA calculado no se compara con la tabla *t-student* usual, debe compararse con los valores críticos de las tablas de McKinnon especialmente diseñadas para este tipo de pruebas de hipótesis.

Para determinar la relación de largo plazo entre las variables se utilizan tres especificaciones, definidas en términos de las variables construidas y analizadas en las secciones anteriores:

$$\text{Modelo 1: } INF = \beta_{10} + \beta_{11}GAP + \beta_{12}DEV + \beta_{13}INFX + \beta_{14}INF_{-1} + \mu_1 \quad (11)$$

$$\text{Modelo 2: } INF = \beta_{20} + \beta_{21}GAP + \beta_{22}INFLP + \beta_{23}INF_{-1} + \mu_2 \quad (12)$$

$$\text{Modelo 3: } INF = \beta_{30} + \beta_{31}GAP + \beta_{32}GAMA + \beta_{33}INF_{-1} + \mu_3 \quad (13)$$

En el Cuadro 2 se muestran los resultados y el detalle de la estimación de cada modelo, cuyos aspectos relevantes son:

- Los coeficientes estimados son significativos, y la bondad del ajuste de la regresión no se ve afectada por la especificación del modelo que se utilice.
- El valor del coeficiente estimado de *GAP* es robusto y poco sensible a la especificación del modelo que se utilice. En promedio, estos resultados permiten inferir que por cada 1% de aumento en las presiones de demanda agregada (*GAP*), la tasa de inflación sufre presiones que la llevarían a acelerarse alrededor de 30%.
- El efecto del traspaso es de 0.19% por cada punto porcentual de aumento en la depreciación nominal.

Cuadro 2
Curva de Phillips: relaciones de largo plazo[1]

	Modelo 1	*Modelo 2*	*Modelo 3*
DEV (-1)	0.191		
	(0.019)		
INFX (-1)	0.492		
	0.245		
INFLP (-1)		0.192	
		(0.019)	
GAMA (-1)			0.161
			(0.017)
GAP (-1)	28.16	34.25	33.505
	(18.61)	(18.05)	(18.52)
INF (-1)	0.735	0.761	0.955
	(0.034)	(0.027)	(0.022)
R^2 ajustado	0.969	0.968	0.966
EER	2.240	2.254	2.311
Critério de Akaike	4.539	4.530	4.580

[1] Las cifras entre paréntesis representan los errores estándar estimados para cada parámetro.
Fuente: Elaboración propia.

Para determinar si las variables utilizadas en la relación de largo plazo cointegran, se realizaron las pruebas de raíz unitaria a los residuos de estas seis regresiones, y en todos los casos se comprobó la hipótesis de la cointegración de las variables (véase Cuadro 3). En efecto, todos los residuos se comportan como una variable estacionaria: I(0); lo cual es un elemento fundamental para continuar el proceso de estimación del modelo dinámico que se presenta en el apartado siguiente.

Cuadro 3
Pruebas de raíz unitaria (DFA)

	Especificación	*Rezagos*	*Estadístico DFA*
	Niveles		
MOD1RES	SCST	0	-4.717*
MOD2RES	SCST	0	-4.837*
MOD3RES	SCST	0	-5.713*
	En diferencias		
D(MOD1RES)	SCST	3	-7.527*
D(MOD2RES)	SCST	3	-7.359*
D(MOD3RES)	SCST	3	-8.549*

[1] SCST: sin constante sin tendencia.
[2] CCCT: con constante con tendencia.
* Al 1% de significancia.
Fuente: Elaboración propia.

5. Estimación de los modelos de corrección de errores

El siguiente paso es la construcción de los modelos de corrección de errores que incorporen la dinámica de corto plazo del modelo, para las diferentes especificaciones del modelo de largo plazo. En general, los modelos de corrección de errores tienen una representación común como la que se especifica a continuación:

$$\Delta y_t = -\alpha\varepsilon_{t-1} + \Sigma\beta_i\Delta y_{t-\mathrm{i}} + \Sigma\delta_j\Delta x_{t-\mathrm{j}} + u_t \qquad (19)$$

Donde:

$e_t = y_t - \theta x_t$ es el término de corrección de error de la relación de largo plazo;
Δy_{t-1} es la variación de la variable dependiente de la relación de largo plazo para n-1 rezagos;
Δx_{t-1} es la variación de las variables independientes de la relación de largo plazo para k-1 rezagos; y
u_t es el término de error de la ecuación.

De acuerdo con los resultados de las estimaciones realizadas para las tres especificaciones del modelo destaca que en todos los casos el término de corrección de largo plazo es estadísticamente diferente de cero y presenta signo negativo, tal como se espera para este tipo de modelos (véase Cuadro 4). Este parámetro constituye una medida de la velocidad de ajuste al equilibrio de largo plazo, y su signo negativo indica que una desviación de la relación de largo plazo ejerce presión para que los movimientos de corto plazo en las variables tiendan a cerrar esta desviación: cuanto más cercano a uno sea el valor absoluto de este término, mayor será la velocidad de corrección de ajuste.

Cuadro 4
Curva de Phillips: modelo de corrección de errores[1]

	Modelo 1	*Modelo 2*	*Modelo 3*
MODRES(-1)	-0.330	-0.441	-0.482
	(0.186)	(0.186)	(0.219)
D(*DEV*(-1))	0.1961		
	(0.026)		
D(*DEV*(-2))	-0.009		
	(0.033)		
D(*DEV*(-3))	-0.010		
	(0.031)		
D(*DEV*(-4))	-0.052		
	(0.030)		
D(*INFX*(-1))	-0.836		
	(0.657)		
D(*INFX*(-2))	-0.320		
	(0.708)		
D(*INFX*(-3))	0.246		
	(0.794)		
D(*INFX*(-4))	0.425		
	(0.779)		
D(*GAP*(-1))	-2.829	-2.087	-0.316
	(15.48)	(13.33)	(13.53)
D(*GAP*(-2))	-18.337	-23.440	-23.175
	(13.52)	(12.61)	(12.78)
D(*GAP*(-3))	-4.297	-9.429	-8.452
	(13.24)	(12.79)	(12.88)
D(*GAP*(-4))	8.205	2.561	4.090
	(14.36)	(13.25)	(13.28)
D(*INF*(-1))	0.451	0.494	0.529
	(0.194)	(0.169)	(0.191)

Cuadro 4 continúa…

	Modelo 1	*Modelo 2*	*Modelo 3*
D(*INF*(-2))	0.0151	-0.012	0.113
	(0.179)	(0.167)	(0.184)
D(*INF*(-3))	0.158	0.082	0.012
	(0.187)	(0.165)	(0.182)
D(*INF*(-4))	-0.009	-0.035	-0.038
	(0.089)	(0.085)	0.104
D(*INFLP*(-1))		0.193	
		(0.024)	
D(*INFLP*(-2))		-0.018	
		(0.029)	
D(*INFLP*(-3))		-0.013	
		(0.029)	
D(*INFLP*(-4))		-0.042	
		(0.027)	
D(*GAMA*(-1))			0.187
			(0.024)
D(*GAMA*(-2))			-0.012
			(0.032)
D(*GAMA*(-3))			-0.008
			(0.028)
D(*GAMA*(-4))			-0.028
			(0.023)
R^2 ajustado	0.8623	0.8735	0.8709
EER	0.9138	0.8758	0.8446
Critério de Akaike	2.9570	2.8340	2.8540

[1] Las cifras entre paréntesis representan los errores estándar estimados para cada parámetro.
Fuente: Elaboración propia.

A manera de conclusiones: implicaciones para la política económica

Sin duda, la inflación es un fenómeno complejo pues tiene múltiples facetas y existen distintos modelos alternativos o complementarios para explicarlo, cada uno de los cuales tiene ventajas en ciertos contextos y plazos, así como críticas de las diversas escuelas de pensamiento económico. Por ejemplo, se pueden citar los siguientes modelos de inflación:

a) Por presión monetaria (con énfasis en el papel de los excesos en la cantidad de dinero ofrecida, en relación con la cantidad demandada por la economía);
b) Por presión fiscal (basada en la forma de financiamiento del déficit fiscal);

c) Por presión de costos (considerando un margen sobre los costos de producción de las empresas); y
d) Por presión importada (basada en el componente importado de la producción doméstica y su efecto en los costos de las firmas y en el efecto traspaso de la devaluación a precios).

Una explicación no monetaria (alternativa) del fenómeno inflacionario que ha venido tomando popularidad en el contexto de economías que experimentan bajo dinamismo en la actividad o en el empleo en conjunto con bajas presiones inflacionarias, es el modelo de corto plazo de inflación por presión de demanda sustentado en los postulados de la escuela keynesiana y asociados fundamentalmente con el efecto que ejerce sobre el nivel de precios internos el desequilibrio real de corto plazo entre el producto observado y su potencial (brecha del producto).

En este sentido, el objetivo de este trabajo ha sido estudiar empíricamente el efecto que tiene la brecha en la producción en la inflación, se estima un modelo no monetario de inflación, el cual destaca a las expectativas de inflación del público y al desequilibrio real de la brecha del producto como las principales variables explicativas del comportamiento de la tasa de inflación interanual. Cabe señalar que esta no es la única, ni necesariamente la mejor explicación del fenómeno inflacionario en México, pues es factible considerar explicaciones alternativas o complementarias en otros contextos y horizontes; con el presente estudio no se pretende concluir la investigación sobre el tema de curva de Phillips, pues al considerar los últimos avances en esta materia aún queda mucho por desarrollar (Khan, 2003).

Entre los principales resultados obtenidos cabe destacar:

a) Los resultados de la estimación indican que la brecha de producción en un determinante importante de la inflación.
b) La estimación del coeficiente asociado a la brecha del producto, en el modelo que obtuvo el mejor ajuste de regresión, permite inferir que por cada punto porcentual de aumento en las presiones de demanda (*GAP*) del trimestre anterior, la tasa de inflación tiene presiones para acelerarse en promedio 34.25%.
c) El coeficiente estimado para el término de corrección de error de largo plazo se obtuvo con bastante precisión. En las diferentes versiones utilizadas para estimar este coeficiente se obtuvo un valor promedio que osciló entre -0.42 y -0.38, lo cual indica una alta velocidad de ajuste de las desviaciones de la tasa de inflación de corto plazo con respecto a su nivel de largo plazo (estado estacionario).

Los resultados, sin embargo, se deben de tomar con cautela. Primero, el modelo parte de la medición de la brecha en la producción para lo cual es necesario contar con una estimación del nivel del producto potencial de la economía. En rigor, medir el producto potencial requiere evaluar el nivel de producción acorde con la plena utilización de los factores; es decir, se necesita esencialmente realizar una simulación de la economía a pleno empleo, tanto en el mercado laboral como en los mercados de todos los factores de la producción. Dadas las exigencias estadísticas y econométricas de esta simulación, el producto potencial generalmente se aproxima con una medida del producto de tendencia. En este documento las aproximaciones del producto potencial corresponden esencialmente a mediciones de la tendencia del producto, aunque uno de los métodos es una simulación parcial basada en una función de producción agregada.

También es importante destacar que en general para los años posteriores a la crisis de 1994-1995, la economía no ha mostrado grandes fluctuaciones en su tasa de crecimiento. Esto contribuye a dificultar la identificación empírica del impacto de la brecha en la inflación, ya que la brecha es menos variable que la tasa de inflación.

En México la evidencia presentada implica que la política monetaria ha sido un ancla nominal para el crecimiento de la economía. Esto implica que el Banco de México ha jugado un papel de estabilizador cuando se identifican presiones inflacionarias, en lugar de únicamente ajustarlas. Es decir, la evidencia respalda la existencia de una curva de Phillips de corto plazo relativamente elástica, indicando que la inconsistencia temporal detrás de una política monetaria expansiva, que pretenda impulsar el producto o el empleo, puede lograr efectos reales sólo en el corto plazo, aunque incurriendo en un costo inflacionario y bajo una política monetaria subóptima. Así mismo, que en el largo plazo la curva de Phillips es perfectamente inelástica (vertical) por lo que la permanencia de tal política será absolutamente inflacionaria, lo cual respalda la vigencia del principio acelerador de la inflación para el país.

Los resultados sugieren que en el largo plazo las autoridades no tienen posibilidades para emplear la política monetaria con el fin de obtener efectos reales, al incentivar el producto o el empleo, ya que en el límite el coeficiente estimado permite prever un efecto absolutamente inflacionario, haciendo que desaparezca la disyuntiva entre inflación y producto en el largo plazo.

La coexistencia de un régimen de tipo de cambio flexible con objetivos de inflación hace de la política monetaria un reto aún mayor. Sin embargo, el caso de México sugiere que aun en presencia de un régimen flexible es posible mantener controlada a la inflación cuando se adoptan las medidas de política monetaria necesarias. La evidencia implica, también, que el Banco de México tiene muy clara su postura con respecto a la política monetaria y el control inflacionario.

Referencia bibliográficas

Arias Cubillo, Eilyn *et. al.* (2002). "Estimación de le Ley de Okun para Costa Rica", DIE-03-2002-NT, Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica.

Azofeifa Villalobos, Ana *et al.* (2000). "Inflación y Brecha en la Producción", nota de Investigación 1-00, División Económica, Banco Central de Costa Rica.

Baum, Christopher, John Barkoulas y Mustafa Caglayan (2002). "Persistence in International Inflation Rates", Working Paper, Department of Economics, Boston College.

Claus, Iris, Paul Conway y Alasdasir Scott (2000). "The output gap: measurement, comparisons and assessment", Research Paper 44, Reserve Bank of New Zealand.

Coe, David T. y C. Jhon McDermott (1997). "Does the Gap Model work in Asia?", Intenational Monetary Fund", Staff Papers 44, núm. 1.

Greene, William H. (2003). *Econometric Analysis*, EUA: Prentice-Hall.

Hodrick, Robert J. y Edward C. Prescott (1997). "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit, and Banking*, vol. 29, febrero.

Khan, Hashmat (2003). "Phillips Curves: some recent developments, debates and future work", Sctructural Economic Analysis Division, Monetary Analysis, Bank of England.

King, Robert J. y Sergio T. Rebelo (1993). "Low Frequency Filtering and Real Business Cycles", *Journal of Economic Dynamics & Control*, vol. 17, enero-marzo.

Mishkin, Frederic y Miguel A. Savastano (2001). "Monetary Policy Strategies for Emerging Market Countries: Lessons from Latin America", *Discussion Paper Series*, Research Department, Fondo Monetario Internacional.

Muñoz Torres, Rebeca I. (2005). "Monetary Policy Rules and Inflation Targets in Emerging Economies: Evidence for Mexico and Israel", Working Paper, University of Leicester.

Phillips, A. W. (1950). "Mechanical Models in Economic Dynamics", *Economica*, New Series, vol. 17, núm. 67, agosto, pp. 283–305.

Phillips, A. W. (1958). The "Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957", *Economica*, New Series, vol. 25, núm. 100, noviembre, pp. 283–299.

Phillips, A. W. (1961). "A Simple Model of Employment, Money and Prices in a Growing Economy", *Economica*, New Series, vol. 28, núm. 112, noviembre, pp. 360–370.

Salas Muñoz, Evelyn *et al*. (2003). "La Curva de Phillips en Costa Rica", *Documento de Investigación DIE-10-2002-DI/R*, Departamento de Investigaciones Económicas, Departamento Monetario, Banco Central de Costa Rica.

Torres G., Carlos. (2003). "Dinámica Inflacionaria y la Nueva Curva de Phillips Neokeynesiana en Costa Rica", *Documento de Investigación DIE-09-2003-DI/R*, Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica.