



# *La incertidumbre sobre la brecha del producto y la función de reacción bajo un esquema de inflation targeting\**

*Por: Mario Caballero Rosazza y José V. Gallegos Muñoz*

## **1. Introducción**

Bajo un esquema de *inflation targeting*, el diseño de la política monetaria está en función del cumplimiento de ciertas metas de inflación a las que la autoridad monetaria se compromete.

La ventaja de un esquema de *inflation targeting* es que permite la reducción de las expectativas inflacionarias, sobre todo si la autoridad monetaria cumple con las metas inflacionarias. Sin embargo, para cumplir con las metas inflacionarias, es necesario contar con un modelo que le permita predecir el desempeño futuro de la inflación y la actividad económica. La utilización de brechas del producto es importante en la medida que permite predecir las presiones inflacionarias. Una brecha de producto positiva, es decir un nivel de producción por encima del producto potencial tenderá a presionar a los precios al alza. Una brecha de producto negativa tenderá, por el contrario, a presionar a los precios a la baja. De esta manera, la utilización de la brecha del producto es significativa con el fin de modelar el comportamiento de los precios y, a través de ello, es importante en el diseño de la política monetaria.

Sin embargo, la estimación del producto potencial está sujeta a errores. De hecho, es complicado determinar el verdadero nivel de capacidad productiva de una economía, es decir el producto potencial. Por ello, es probable que la estimación del producto potencial y, por

---

\* Este trabajo obtuvo el primer puesto en el Concurso de Investigación para Jóvenes Economistas 2000-2001. Los puntos de vista expresados por los autores no necesariamente reflejan la posición del Banco Central de Reserva del Perú.



ende, de la brecha del producto por parte de la autoridad monetaria no sea correcta. Si la autoridad monetaria comete un error en la estimación de la brecha del producto, aumentaría la volatilidad de la inflación y de la producción. Debido a ello, algunos autores proponen la utilización de la tasa de crecimiento de la producción, en lugar de un indicador de la brecha del producto, con el fin de identificar las presiones de la demanda sobre el nivel de precios.

En este documento, trataremos de determinar si es conveniente para el Banco Central (con el fin de minimizar su función de pérdida) la utilización de algún indicador de brecha del producto con el fin de estimar las presiones de la demanda sobre el nivel de precios. En la segunda sección, discutiremos teóricamente el comportamiento del Banco Central bajo un esquema de *inflation targeting*, y derivaremos la función de reacción de la autoridad monetaria. En la tercera sección, analizaremos teóricamente los costos de cometer errores en la estimación de la brecha del producto. En la cuarta sección, discutiremos las metodologías alternativas para estimar la brecha del producto. En la quinta sección, reportaremos y discutiremos los resultados. En la sexta sección, esbozaremos las conclusiones y recomendaciones de política.

## **2. *Inflation targeting* y la función de reacción del Banco Central**

En un esquema de *inflation targeting* estricto, la autoridad monetaria reacciona tan sólo frente a desviaciones de la inflación subyacente con respecto a su objetivo. Cuando la inflación subyacente está por encima de su inflación objetivo, entonces la autoridad monetaria contraerá el crédito interno, digamos a través del aumento de la tasa de interés de los Certificados de Depósito; y cuando la inflación subyacente está por debajo de su inflación objetivo, entonces la autoridad monetaria bajará la tasa de interés.

En muchas economías, bajo un esquema de *inflation targeting* flexible, la autoridad monetaria no sólo se preocupa por el control de la inflación, sino además por reducir la volatilidad de la brecha del producto. En una situación de desempleo, la autoridad monetaria podría tener interés en disminuir la tasa de interés con el fin de expandir la demanda interna y la producción. Por el contrario, si la economía se encuentra en una situación de sobre empleo, la



entidad emisora podría ajustar la política monetaria por medio de un aumento de la tasa de interés.

Supongamos que la autoridad monetaria está interesada en disminuir la brecha del producto y las desviaciones de la inflación subyacente en torno a su objetivo de los próximos períodos, para lo cual cuenta con una variable de política  $i_t$ , que puede ser interpretada como la tasa de interés de los Certificados de Depósito o la tasa de redescuento. Entonces, siguiendo a Taylor (1993), Svensson (1997), Favero y Rovelli (1999), podemos suponer que el Banco Central enfrenta el siguiente problema de optimización intertemporal:

$$\text{Min}_i J = E_t \sum_{i=1}^{\infty} \mathbf{d} L_{t+i} \quad (2.1)$$

donde  $\mathbf{d}$  representa la tasa de descuento y  $L_t$  es la función de pérdida del Banco Central que está en función de las desviaciones de la inflación y la brecha del producto:

$$L_t = \frac{1}{2} [(\mathbf{p}_t - \mathbf{p}^*)^2 + \mathbf{I} (Y_t^{GAP})^2] \quad (2.2)$$

donde  $Y_t^{GAP}$  es la brecha del producto en el período  $t$  definida como la diferencia entre la producción total en el período  $t$ ,  $Y_t$ , y el producto potencial en el período  $t$ ,  $Y_t^P$ ;  $\mathbf{p}$  es la tasa de inflación en el período  $t$ ;  $\mathbf{p}^*$  es la meta de inflación y  $\mathbf{I}$  es un coeficiente que recoge la importancia del objetivo de producción para la autoridad monetaria. Cuando  $\mathbf{I} = 0$ , estaremos en un esquema en el que la autoridad monetaria se preocupa tan solo por las desviaciones de la inflación con respecto a su objetivo, es decir, un esquema de *inflation targeting* estricto.

Supongamos que la economía tiene la siguiente especificación:

$$\mathbf{p}_{t+1} = \mathbf{p}_t + \mathbf{q}_Y Y_t^{GAP} + \mathbf{e}_{t+1}^P \quad (2.3)$$

$$Y_{t+1}^{GAP} = \mathbf{b}_Y Y_t^{GAP} - \mathbf{b}_R (i_t - E_t \mathbf{p}_{t+1}) + \mathbf{e}_{t+1}^Y \quad (2.4)$$

donde  $(i_t - E_t \mathbf{p}_{t+1})$  es la tasa de interés real,  $\mathbf{e}_{t+1}^P$  y  $\mathbf{e}_{t+1}^Y$  son los *shocks* en el período  $t+1$  no conocidos en el período  $t$ , tal que  $\mathbf{e}_{t+1}^P \sim N(0, \mathbf{s}_P^2)$  y  $\mathbf{e}_{t+1}^Y \sim N(0, \mathbf{s}_Y^2)$ . Suponemos, además, que



los coeficientes  $q_Y$ ,  $b_Y$  y  $b_R$  son positivos. La ecuación (2.3) representa la curva de Phillips, donde una mayor brecha del producto (un mayor nivel de sobreempleo) presionará a los precios al alza. La ecuación (2.4) representa la curva de demanda, según la cual la tasa de interés real afecta negativamente la demanda a través de su efecto sobre el consumo y la inversión.

El Banco Central enfrenta un problema de minimización de la función de pérdida en la medida en que una mayor tasa de interés tiende a desacelerar el crecimiento de la economía en el corto plazo y, por ende, tiende a aumentar el nivel de desempleo, pero al mismo tiempo tiende a presionar a los precios a la baja.

Si las expectativas del Banco Central sobre inflación y brecha del producto son formadas sobre la base de la especificación de la economía (2.3)-(2.4), es decir la autoridad monetaria conoce el modelo que rige en la economía, entonces como resultado del problema de optimización, la función de reacción tomará la siguiente forma:

$$i_t = \mathbf{g}_0 + \mathbf{g}_p(l)(p_t - p^*) + \mathbf{g}_y(l)Y_t^{GAP} \quad (2.5)$$

donde:

$$\mathbf{g}_0 = \left[ -\frac{1}{q_Y b_R} + \frac{1}{1 + b_R c(l)} \left( \frac{1 + q_Y b_R}{q_Y b_R} + b_R c(l) \right) \right] p^*$$

$$\mathbf{g}_p(l) = \frac{1}{1 + b_R c(l)} \left[ \frac{1 + q_Y b_R}{q_Y b_R} + b_R c(l) \right], \mathbf{g}_p(l) > 0$$

$$\mathbf{g}_y(l) = \frac{1}{1 + b_R c(l)} \left[ \frac{q_Y (1 + q_Y b_R)}{q_Y b_R} + \frac{b_Y}{b_R} + c(l)(b_Y + b_R q_Y) \right], \mathbf{g}_y(l) > 0$$

$$c(l) = \frac{l}{d_Y k(l)} \frac{1}{q_Y b_R}, c(l) \geq 0$$

$$k = 1 + \frac{d k}{1 + d_Y^2 k}, k(l) \geq 1$$



Según la ecuación (2.5), los coeficientes  $g_p(I)$  y  $g_y(I)$  son positivos, es decir el instrumento de política monetaria  $i_t$  es una función positiva del desempeño de la inflación y la brecha del producto en el período  $t$ . Esta relación positiva se debe a que las expectativas futuras de inflación y brecha del producto dependen positivamente de los valores actuales de dichas variables. Tal como veremos más adelante, dado que la variable de política está en función de la brecha del producto, los errores en su estimación podrían llevar a errores de política y a aumentar la volatilidad de la inflación y de la producción.

### 3. Incertidumbre sobre la brecha del producto

Tal como lo señalan Wieland (1998), Rudebush (1999), Orphanides (1998), Estrella y Mishkin (1999) y Smets (1999), un problema que enfrentan los bancos centrales en el diseño de la política monetaria es la estimación de la brecha del producto. La incertidumbre en la estimación de la brecha del producto podría conllevar a una mayor volatilidad de la inflación y del nivel de producción, si la autoridad monetaria comete un error en la estimación de la brecha del producto. Esto es probable en la medida en que la brecha del producto no es una variable directamente observable.

Digamos que el verdadero modelo que rige la economía está dado por las ecuaciones (2.3) y (2.4), según el cual la tasa de inflación depende positivamente de la brecha del producto, la cual a su vez depende negativamente de la tasa de interés real. Tal como hemos derivado en la ecuación (2.5), si el Banco Central utiliza ese modelo para diseñar su política monetaria, entonces la variable de política  $i_t$  será una función de los valores de  $Y_t^{GAP}$  y  $P$ .

Analicemos el caso en el que la entidad monetaria comete un error en la estimación de la brecha del producto en el período  $t_0$ , de tal manera que la brecha del producto estimada es igual a  $Y_{t_0}^{GAP} + J$ , es decir, el verdadero valor de la brecha del producto  $Y_{t_0}^{GAP}$  más un valor  $J$  distinto de cero. En el período  $t_0$ , el Banco Central determina su variable de política  $\tilde{i}_{t_0}$  a partir del problema de minimización de la función de pérdida sujeto a la especificación de la economía (2.3)-(2.4), de tal manera que:



$$\tilde{i}_{t_0} = \mathbf{g}_0 + \mathbf{g}_p(\mathbf{p}_{t_0} - \mathbf{p}^*) + \mathbf{g}_y(Y_{t_0}^{GAP} + \mathbf{J})$$

Si definimos  $\tilde{\mathbf{p}}_t$  y  $\tilde{Y}_t^{GAP}$  como la tasa de inflación y la brecha del producto en el período  $t$ , producto del error del Banco Central en la estimación de la brecha del producto en el período  $t_0$ , entonces:

$$\tilde{Y}_{t_0+1}^{GAP} = \mathbf{b}_Y Y_{t_0}^{GAP} - \mathbf{b}_R(\tilde{i}_{t_0} - E_t \mathbf{p}_{t_0+1}) + \mathbf{e}_{Y,t+1}$$

$$\mathbf{p}_{t_0+1} = \mathbf{p}_{t_0} + \mathbf{q}_Y Y_{t_0}^{GAP} + \mathbf{e}_{\mathbf{p},t_0+1}$$

$$\tilde{\mathbf{p}}_{t_0+2} = \mathbf{p}_{t_0+1} + \mathbf{q}_Y \tilde{Y}_{t_0+1}^{GAP} + \mathbf{e}_{\mathbf{p},t_0+2}$$

En consecuencia:

$$\tilde{i}_{t_0+1} = \mathbf{g}_0 + \mathbf{g}_p(\mathbf{p}_{t_0+1} - \mathbf{p}^*) + \mathbf{g}_Y \tilde{Y}_{t_0+1}^{GAP}$$

Entonces:

$$\tilde{i}_t = \mathbf{g}_0(\tilde{\mathbf{p}}_t - \mathbf{p}^*) + \mathbf{g}_Y \tilde{Y}_t^{GAP} \quad \forall t = t_0 + 2, t_0 + 3, \dots, \mathbf{Y}$$

$$\tilde{\mathbf{p}}_{t+1} = \tilde{\mathbf{p}}_t + \mathbf{q}_Y \tilde{Y}_t^{GAP} + \mathbf{e}_{\mathbf{p},t+1} \quad \forall t = t_0 + 2, t_0 + 3, \dots, \mathbf{Y}$$

$$\tilde{Y}_{t+1}^{GAP} = \mathbf{b}_Y \tilde{Y}_t^{GAP} - \mathbf{b}_R(\tilde{i}_t - E_t \tilde{\mathbf{p}}_{t+1}) + \mathbf{e}_{Y,t+1} \quad \forall t = t_0 + 2, t_0 + 3, \dots, \mathbf{Y}$$

Para ilustrar las consecuencias del error en la estimación de la brecha del producto en el período  $t_0$  en la evolución de la tasa de inflación y la brecha del producto, supongamos que  $\mathbf{q}_Y = 0,3$ ,  $\mathbf{b}_R = 0,2$ ,  $\mathbf{b}_Y = 0,8$ ,  $\mathbf{d} = 0,1$ ,  $\mathbf{e}_{t+1}^P \sim N(0,1)$ ,  $\mathbf{e}_{t+1}^Y \sim N(0,1)$ ,  $Y_{t_0}^{GAP} = 0$ ,  $\mathbf{p}_{t_0} = 0$  y  $\mathbf{p}^* = 0$ . Con estos valores, llevamos a cabo 1.000 simulaciones y calculamos la trayectoria promedio de la inflación y de la brecha del producto entre el período  $t_0$  y el período  $t_0 + \mathbf{t}$  (con un valor



$t$  igual a 50). En los Cuadros 1a y 1b, hemos reportado la volatilidad de la inflación y de la brecha del producto. La volatilidad ha sido medida como la desviación estándar. Tal como podemos observar, la volatilidad de la inflación y la volatilidad de la brecha del producto dependen positivamente del valor absoluto de  $J$ , es decir, del tamaño del error de estimación de la brecha del producto. La volatilidad alcanza su menor nivel cuando  $J=0$ , es decir si la autoridad monetaria no se equivoca en la estimación de la brecha del producto. Estos resultados se mantienen para distintos valores de  $I$ , es decir para distintos esquemas de *inflation targeting*. Tanto en un esquema de *inflation targeting* estricto como en esquemas flexibles, la volatilidad de la inflación y de la brecha del producto es mayor cuando la autoridad monetaria comete errores de estimación en la brecha del producto.

Ahora, definamos  $\tilde{J}$  como una variable *proxy* de la función de pérdida del Banco Central (2.1), calculada como  $\tilde{J} = \sum_{i=0}^t \alpha^i L_{t_0+i} = \sum_{i=0}^t (\rho_{t_0+i} + IY_{t_0+i}^{GAP})$ . En el Cuadro 1c, hemos reportado los valores que toma  $\tilde{J}$  para distintos valores de  $J$ . Tal como podemos observar, será costoso para la autoridad monetaria cometer un error en la estimación de la brecha del producto. Cuanto más significativo sea el error de estimación de la brecha del producto (cuanto mayor sea  $J$ ), mayor será la pérdida de la autoridad monetaria. Nuestros resultados se mantienen para distintos valores de  $I$ .

En consecuencia, la incertidumbre en la estimación de la brecha del producto puede generar una mayor volatilidad de la inflación y la brecha del producto. Frente a este costo por cometer errores en la estimación de la brecha del producto, algunos autores recomiendan la utilización de otras variables directamente observables que estén menos sujetas a errores y que, al igual que los indicadores de brecha del producto, también reflejen las presiones de la demanda sobre los precios. Una de estas variables es la tasa de crecimiento del producto medida a partir del PBI real. En la medida en que el PBI real es una variable menos sujeta a errores de estimación que la brecha del producto, entonces su utilización podría reducir la volatilidad de la inflación y la brecha del producto. Sin embargo, al utilizar la tasa de crecimiento del producto en vez de un indicador de brecha del producto estaríamos omitiendo el efecto del PBI potencial, omisión que es importante por cuanto un crecimiento mayor del PBI real no



significa necesariamente una mayor presión de demanda sobre los precios si simultáneamente se ha producido un crecimiento significativo del PBI potencial. Si el Banco Central diseña su política monetaria omitiendo la información sobre el PBI potencial, podría provocar volatilidad en la inflación y una brecha del producto mucho mayor que la que eventualmente podría producirse como consecuencia de un error en la estimación de la brecha del producto.

En estas circunstancias, resulta importante para la autoridad monetaria determinar empíricamente si es más conveniente utilizar algún indicador de la brecha del producto o simplemente la tasa de crecimiento del PBI real como variable explicativa de las presiones de demanda sobre los precios. Para ello, en la próxima sección, discutiremos las distintas metodologías de cálculo de la brecha del producto; y, en la quinta sección, determinaremos empíricamente qué indicador es más conveniente utilizar con el fin de minimizar la función de pérdida del Banco Central.

#### **4. El cálculo del producto potencial y la brecha de producto**

En esencia, la estimación de la brecha del producto parte de la descomposición de la serie de la producción real de una economía en dos componentes. Por un lado, el producto potencial es el componente permanente y representa la capacidad productiva de una economía. Por otro lado, el componente cíclico representa las fluctuaciones temporales en la demanda por bienes y servicios en torno al producto potencial. Si definimos  $Y_t^P$  como el producto potencial en el período  $t$ , y  $Y_t^{GAP}$  como el componente cíclico, entonces  $Y_t = Y_t^P + Y_t^{GAP}$ . Precisamente, el componente cíclico es lo que conocemos como brecha de producto. La literatura ofrece varias metodologías para descomponer la serie de producción real en sus dos componentes. En este documento, utilizaremos cuatro metodologías alternativas.

##### **4.1 Función de producción**

Una primera metodología de cálculo del producto potencial  $Y_t^P$  requiere la estimación de una función de producción Cobb-Douglas, según la cual  $Y_t^P$  depende del nivel de tecnología  $A$  y de las cantidades de capital físico  $K_t$  y fuerza laboral  $L_t$ , de tal manera que  $Y_t^P = A(K_t^a L_t^b)$ ,





donde  $\mathbf{a}$  y  $\mathbf{b}$  representan las productividades marginales del capital y el trabajo, respectivamente.

Beltrán y Seminario (1998) y Gallardo y Monteverde (1996) calculan un índice anual de capacidad productiva  $ICP_t = K_t^a L_t^b$ , de tal manera que  $Y_t^P = A(ICP_t)$ , suponiendo retornos constantes a escala, es decir  $\mathbf{a} + \mathbf{b} = 1$ . Además, calculan  $\mathbf{b} = 0,433$  y por lo tanto  $\mathbf{a} = 0,567$ . El coeficiente  $\mathbf{b}$  es calculado por Gallardo y Monteverde (1996), a partir de la participación del trabajo en el ingreso nacional entre 1954 y 1987. En este documento, utilizamos dichas estimaciones de  $\mathbf{a}$  y  $\mathbf{b}$

Para calcular el PBI potencial en el período 1991-2000, utilizamos los índices anuales de fuerza laboral y de stock de capital reportados en Seminario y Beltrán (1998), y los mensualizamos utilizando el índice mensual de empleo de Lima Metropolitana, el monto trimestral de inversión privada y los montos mensuales de importaciones de bienes de capital. Entonces, construimos los índices mensuales de  $L_t$  y  $K_t$  y estimamos el índice mensual de capacidad productiva. Luego, para estimar el producto potencial, necesitamos calcular el componente tecnológico  $A$ . Siguiendo a Gallardo y Monteverde (1996), minimizamos la siguiente función:

$$H = \left( \ln Y_t^{GAP} - \ln Y_t \right)^2$$

sujeto a la siguiente restricción:

$$Y_t^{GAP} > Y_t$$

## 4.2 Estimación de un VAR estructural

Una segunda alternativa implica la estimación de un modelo VAR estructural de la tasa de inflación y la tasa de crecimiento del PBI real, suponiendo que los *shocks* de demanda no tienen efecto sobre el producto en el largo plazo (Blanchard y Quah, 1989). Mediremos entonces el producto potencial  $Y_t^P$  como una serie que está afectada solamente por *shocks* de oferta.



Siguiendo a Cecchetti (1994), el modelo VAR estructural a estimar es el siguiente:

$$y_t + b_{12}^0 \mathbf{p}_t = b_{10} + \sum_{i=1}^t b_{11}^i y_{t-i} + \sum_{i=1}^t b_{12}^i \mathbf{p}_{t-i} + \mathbf{e}_t^{OA}$$

$$b_{21}^0 y_t + \mathbf{p}_t = b_{20} + \sum_{i=1}^t b_{21}^i y_{t-i} + \sum_{i=1}^t b_{22}^i \mathbf{p}_{t-i} + \mathbf{e}_t^{DA}$$

donde  $y_t$  es la tasa de crecimiento del PBI real en el período  $t$ ,  $\mathbf{p}$  es la tasa de inflación en el período  $t$ ,  $\mathbf{e}_t^{OA}$  es un *shock* de oferta agregada y  $\mathbf{e}_t^{DA}$  es un *shock* de demanda agregada.

Suponemos que:

$$E[\mathbf{e}_t^{OA}] = E[\mathbf{e}_t^{DA}] = 0$$

$$Var[\mathbf{e}_t^{OA}] = \mathbf{s}_1^2, \quad Var[\mathbf{e}_t^{DA}] = \mathbf{s}_2^2, \quad Cov[\mathbf{e}_t^{OA}, \mathbf{e}_t^{DA}] = \mathbf{s}_{12}$$

$$E[\mathbf{e}_t^{OA}, \mathbf{e}_{t-j}^{OA}] = E[\mathbf{e}_t^{DA}, \mathbf{e}_{t-j}^{DA}] = 0, \quad \forall j \neq 0$$

Luego, derivamos la representación en medias móviles (VMA) del modelo. La representación VMA nos permitirá calcular los impulsos respuesta de la tasa de crecimiento del PBI, y de la tasa de inflación, ante *shocks* estructurales en la oferta agregada ( $\mathbf{e}^{OA}$ ) y en la demanda agregada ( $\mathbf{e}^{DA}$ ). La representación algebraica VMA es la siguiente:

$$y_t = C_{11}(L)\mathbf{e}_t^{OA} + C_{12}(L)\mathbf{e}_t^{DA} = \sum_{i=0}^{\infty} c_{11}^i \mathbf{e}_{t-i}^{OA} + \sum_{i=0}^{\infty} c_{12}^i \mathbf{e}_{t-i}^{DA}$$

$$\mathbf{p}_t = C_{21}(L)\mathbf{e}_t^{OA} + C_{22}(L)\mathbf{e}_t^{DA} = \sum_{i=0}^{\infty} c_{21}^i \mathbf{e}_{t-i}^{OA} + \sum_{i=0}^{\infty} c_{22}^i \mathbf{e}_{t-i}^{DA}$$

donde  $C_{ij}(L)$  es un polinomio en el operador de rezago  $L$ .

Para estimar la forma estructural del modelo VAR, es necesario estimar la forma reducida del modelo VAR( $\tau$ ), evaluando la existencia de quiebres en media y/o en tendencia (Ng y Vogelsang, 1997) y la presencia de raíces unitarias en las series  $y_t$  y  $\mathbf{p}$ , e imponer cuatro restricciones. Las primeras tres restricciones son las siguientes:  $\mathbf{s}_1^2 = \mathbf{s}_2^2 = 1$ ,  $\mathbf{s}_{12} = 0$ .



Además, siguiendo a Blanchard y Quah (1989), King y Watson (1994) y King y Watson (1997), supondremos que en el largo plazo los *shocks* de demanda agregada no tienen efecto en la tasa de crecimiento del PBI. Esta restricción implica que  $\sum_{i=0}^{\infty} c_{12}^i \mathbf{e}_{t-i}^{DA} = 0$ .

### 4.3 Filtro de Hodrick y Prescott

Este filtro soluciona el siguiente problema de minimización de segunda diferencias:

$$\text{Min} \Omega = (Y_t - Y_t^P)^2 + I (Y_t^P - 2Y_{t-1}^P + Y_{t-2}^P)^2$$

donde  $I$  es un coeficiente que busca penalizar las variaciones del PBI potencial. Consideramos  $I$  igual a 14,400.

### 4.4 Filtro de Baxter y King

Una cuarta metodología es similar a la anterior. En lugar de utilizar el filtro de Hodrick y Prescott, utilizamos el filtro de Baxter y King (1995). Este filtro separa el componente cíclico mediante un promedio móvil ponderado de  $n$  meses, donde:

$$Y_t^{GAP} = \sum_{i=1}^n a_i Y_{t-i} + a_0 Y_t + \sum_{i=1}^n a_i Y_{t+i}$$

donde las ponderaciones  $a_i$  serán estimadas tomando en cuenta una frecuencia alta de 32 meses y una frecuencia baja de 2 meses, para  $n = 6$ . Este filtro remueve la variación de la frecuencia baja y suaviza la variación irregular de la frecuencia alta.

## 5. Resultados

En nuestras estimaciones, utilizamos información mensual desde enero de 1992 hasta octubre de 2000. La información del PBI real  $Y_t$  se encuentra en nuevos soles de 1994. El producto potencial  $Y_t^P$  ha sido calculado utilizando las cuatro metodologías explicadas en la cuarta sección: la función de producción Cobb-Douglas, la modelación por vectores autorregresivos, el filtro de Hodrick y Prescott y el filtro de Baxter y King. En el Gráfico 1, podemos observar



las cuatro series del PBI potencial, junto con el PBI total. Con esta información, hemos calculado la brecha del producto como  $Y_t^{GAP} = Y_t - Y_t^P$ .

En la segunda sección, demostramos cómo los errores en la estimación de la brecha del producto podrían aumentar la volatilidad de la inflación y de la brecha del producto, lo que afectaría negativamente a la autoridad monetaria a través de su función de pérdida; por lo que algunos autores proponen la utilización de un indicador como la tasa de crecimiento del PBI real (en lugar de un indicador de brecha del producto) en el diseño de la política monetaria (es decir, en la determinación de la variable de política).

Para evaluar la conveniencia de utilizar los indicadores de brecha del producto o la tasa de crecimiento del PBI real, podemos en primer lugar estimar los coeficientes de correlación entre dichos indicadores y la inflación. De esta manera, podremos evaluar la importancia de los indicadores de brecha del producto y de la tasa de crecimiento del PBI real en la evolución de la inflación. En el Cuadro 2, hemos estimado los coeficientes de correlación entre la inflación (calculada como la variación porcentual del Índice de Precios al Consumidor IPC calculada por el INEI) y los rezagos de los indicadores de brecha del producto y de la tasa de crecimiento del PBI real. Tal como podemos ver, el indicador de brecha de producto calculado a partir de la función de producción es el indicador de brecha del producto que muestra una mayor correlación con la inflación. Los coeficientes de correlación entre los rezagos de la tasa de crecimiento del PBI y la inflación real también son estadísticamente significativos; sin embargo, llama la atención el signo negativo de dichos coeficientes. En todo caso, estos resultados nos darían una primera señal de que el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción es uno de los indicadores que mejor explican la evolución de la inflación. Tal como veremos más adelante, este indicador minimiza la volatilidad de la inflación y es el que mejor predice su comportamiento futuro.

A continuación, hemos estimado un sistema de vectores autorregresivos de tres ecuaciones: la curva de Phillips, la curva de demanda y la función de reacción. Las variables dependientes han sido la tasa de inflación, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y una variable de política. La selección del número óptimo de rezagos se llevó a cabo minimizando el criterio de Schwarz, considerando como máximo 3



rezagos. Como variables de política, hemos utilizado alternativamente la tasa de redescuento, la tasa de interés de los Certificados de Depósito y la tasa de crecimiento de la base monetaria.

A partir de la estimación del modelo VAR, podemos evaluar la importancia de los distintos indicadores de brecha del producto y de la tasa de crecimiento del PBI real en la volatilidad de la inflación. Tal como podemos ver en el Cuadro 3a, tomando la tasa de descuento como variable de política, la volatilidad de la inflación estimada es menor cuando tomamos en cuenta el indicador de brecha del producto calculado con el filtro de Baxter-King, seguido por el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción y por la tasa de crecimiento del PBI real. De esta manera, teniendo en mente la minimización de la volatilidad de la inflación, son preferibles hasta dos indicadores de brecha del producto antes que la tasa de crecimiento del PBI real, en el diseño de la política monetaria. En el Cuadro 4a, hemos reportado los resultados tomando la tasa de Certificados de Depósito del BCRP como variable de política. En este caso, la volatilidad es menor cuando utilizamos el indicador de brecha del producto calculado con la metodología de vectores autorregresivos. En el Cuadro 5a, utilizamos la tasa de crecimiento de la base monetaria como variable de política. En este caso, la volatilidad de la inflación estimada es menor cuando utilizamos el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción.

De esta manera, en todos los casos, teniendo como objetivo la minimización de la volatilidad de la inflación, existen por lo menos dos indicadores de brecha del producto que superan a la tasa de crecimiento del PBI real. Por otro lado, en todos los casos, el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción es uno de los dos indicadores que provocan la menor volatilidad en la inflación estimada. En consecuencia, nuestros resultados nos muestran que si el Banco Central tiene como único objetivo la minimización de la volatilidad de la inflación, es preferible que utilice el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de la producción en el diseño de la política monetaria (en la determinación de la variable de política).

Por su parte, en los Cuadros 3b, 4b y 5b, hemos reportado la volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real. Tal como podemos ver, en todos los casos, existen dos indicadores



de brecha del producto que provocan una menor volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real que la propia tasa de crecimiento del PBI real: el indicador calculado a partir de la estimación del modelo VAR y el indicador calculado con el filtro Hodrick y Prescott.

Si comparamos los resultados referidos a la volatilidad de la inflación con los referidos a la volatilidad del crecimiento del producto, podemos darnos cuenta de que, por lo general, los indicadores de brecha del producto que provocan la menor volatilidad de la inflación son aquellos que provocan la mayor volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real. A su vez, la tasa de crecimiento del PBI real siempre se ubica en un nivel intermedio.

Estos resultados nos permiten esbozar unas conclusiones previas. Si el Banco Central tiene como principal objetivo la disminución de la volatilidad de la inflación, entonces en el diseño de su política monetaria debería procurar utilizar el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción Cobb-Douglas. Por el contrario, si su principal objetivo es la reducción de la volatilidad de la producción, debería utilizar el indicador de brecha del producto calculado a partir de la estimación del VAR o el indicador de brecha del producto calculado con el filtro de Hodrick y Prescott. Si la entidad monetaria tiene ambos objetivos, y desea minimizar la volatilidad de la inflación y de la producción, sería más útil la utilización de la tasa de crecimiento del PBI real en vez de algún indicador de brecha del producto.

Nuestros resultados se confirman cuando evaluamos la capacidad predictiva de los indicadores de brecha del producto y de la tasa de crecimiento del PBI real para predecir la inflación. En el Cuadro 6a, hemos reportado el coeficiente de Theil y el error cuadrático medio de la predicción dinámica de la inflación, tomando la tasa de descuento como variable de política. En los Cuadros 6b y 6c, tomamos en cuenta la tasa de Certificados de Depósitos del BCRP y la tasa de crecimiento de la base monetaria como variables de política. En todos los casos, el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción Cobb-Douglas es el que mejor predice la inflación.



## 6. Conclusiones y recomendaciones de política

En este documento, hemos tratado de determinar la conveniencia de utilizar algún indicador de brecha del producto en el diseño de la política monetaria. Mediante la simulación de un modelo teórico, mostramos cómo la incertidumbre en la estimación de la brecha del producto podría llevar a errores de cálculo y a una mayor volatilidad de la inflación y del producto; lo que afectaría negativamente a la autoridad monetaria, a través de la función de pérdida. En ese sentido, en el diseño de la política monetaria, podría resultar más conveniente utilizar una variable como la tasa de crecimiento del PBI real en vez de un indicador de brecha del producto. Sin embargo, la utilización de la tasa de crecimiento del PBI real también puede presentar problemas, al no tomar en cuenta el crecimiento del PBI potencial.

En estas circunstancias, resulta importante determinar empíricamente la importancia de los indicadores de brecha del producto en la minimización de la función de pérdida del Banco Central. Para ello, estimamos cuatro indicadores de brecha del producto mediante las siguientes metodologías alternativas: la función de producción Cobb-Douglas, la metodología VAR, el filtro de Hodrick y Prescott y el filtro de Baxter y King.

La evidencia empírica muestra que la utilización del indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción se ubica siempre entre los dos indicadores que minimizan la volatilidad de la inflación, mientras que los indicadores de brecha del producto calculados con la metodología VAR y con el filtro de Hodrick y Prescott minimizan la volatilidad del crecimiento del producto. Estos resultados son robustos a la utilización de distintas variables de política. Además, estos resultados son confirmados con la evolución de la capacidad predictiva de los indicadores de brecha del producto y de la tasa de crecimiento del producto en la predicción de la inflación. Nuestros resultados nos muestran que el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción es el indicador que predice mejor la inflación.

De esta manera, si el Banco Central está más interesado en cumplir con metas inflacionarias, debería utilizar el indicador de brecha del producto calculado a partir de la función de producción Cobb-Douglas, en el diseño de la política monetaria (en la determinación de la variable de política). Si la autoridad monetaria no solo tiene objetivos inflacionarios, sino



además objetivos reales, entonces debería utilizar la tasa de crecimiento del PBI real en el diseño de la política monetaria.





## Bibliografía

**Baxter, Marianne y Richard King** (1995), *Working Paper No. 5022*, Cambridge: NBER.

**Blanchard, Olivier y Danny Quah** (1989), “The Dynamics Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances”, *The American Economic Review*, Vol.79, No.4, setiembre.

**Clarida, Richard, Jordi Galí y Mark Gertler** (1997), “Monetary Rules in Practice: Some International Evidence”, *Working Paper 6254*, Cambridge: NBER, noviembre.

**Estrella, A. y F. Mishkin** (1999), “Rethinking the Role of NAIRU in Monetary Policy: Implications of Model Formulation and Uncertainty” en John Taylor (ed.), *Monetary Policy Rules*, Chicago: University of Chicago Press and NBER.

**Favero, Carlo y Ricardo Rovelli** (1999), “Modeling and Identifying Central Banks’ Preferences”, junio.

**Gallardo, Pompeyo y Piero Monteverde** (1996), “Técnicas y métodos de estimación del PBI potencial para la economía peruana: 1950-1992”, en *Ensayos sobre la realidad económica peruana II*, Lima: Universidad del Pacífico.

**Gaiduch, Victor y Benjamin Hunt** (2000), “Inflation Targeting under Potential Output Uncertainty”, *IMF Working Paper 00-158*, Washington: FMI.

**Hodrick y Prescott** (1980), *Postwar U.S. Business Cycles*, Carnegie Mellon University Working Paper.

**King, Robert y Mark Watson** (1997), “Testing Long-Run Neutrality”, *Economic Quarterly*, Federal Reserve Bank of Richmond, vol.83, No.3, verano.

**King, Robert y Mark Watson** (1994), “The Post-War U.S. Phillips Curve: A Revisionist Econometric History”, WP-94-14, Working Paper Series, Federal Reserve Bank of Chicago, setiembre.



**Ng, Serena y Timothy Vogelsang** (1997), “Analysis of Vector Autoregressions in the Presence of Shifts in Mean”, *Working Paper in Economics* 379, Boston College, julio.

**Orphanides, A.** (1998), “Monetary Policy Evaluation with Noisy Information”, *Finance and Economic Discussion Series*, 1998-50, Federal Reserve Board.

**Rudebush, G.** (1999), “Is the Fed too Timid? Monetary Policy in an Uncertain World”, Federal Reserve Bank of San Francisco *Working Paper No. 99-05*.

**Seminario, Bruno y Arlette Beltrán** (1998), Crecimiento económico en el Perú: 1896-1995. Nuevas evidencias estadísticas, Lima: Universidad del Pacífico.

**Smets, F.** (1999), “Output Gap Uncertainty: Does it Matter for the Taylor Rule?”, en Benjamin Hunt y Adrian Orr (eds.), *Monetary Policy Under Uncertainty*, Wellington: Reserve Bank of New Zealand.

**Svensson, Lars** (1997), *Inflation targeting: Some extensions*, IIES, CEPR, NBER.

**Wieland, V.** (1998), “Monetary Policy and Uncertainty about the Natural Unemployment rate”, trabajo presentado en la conrencia del NBER “Formulation of Monetary Policy”.



Cuadro No. 1a

Volatilidad de la inflación entre los períodos  $t_0$  y  $t_0 + t$ 

(1)	Tamaño del error (J)								
	-5	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2	5
<b>0</b>	0,416	0,224	0,184	0,182	0,174	0,182	0,198	0,246	0,446
<b>0,1</b>	0,403	0,206	0,159	0,142	0,138	0,142	0,155	0,201	0,397
<b>0,5</b>	0,351	0,242	0,224	0,223	0,22	0,223	0,231	0,254	0,373
<b>1</b>	0,312	0,284	0,292	0,319	0,308	0,319	0,331	0,359	0,467

Cuadro No. 1b

Volatilidad de la brecha del producto entre los períodos  $t_0$  y  $t_0 + t$ 

(1)	Tamaño del error (J)								
	-5	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2	5
<b>0</b>	1,99	0,843	0,521	0,467	0,394	0,467	0,601	0,944	2,1
<b>0,1</b>	0,986	0,401	0,218	0,158	0,113	0,158	0,238	0,423	1,009
<b>0,5</b>	0,969	0,408	0,232	0,143	0,116	0,143	0,213	0,387	0,947
<b>1</b>	0,945	0,385	0,209	0,143	0,102	0,143	0,221	0,398	0,958



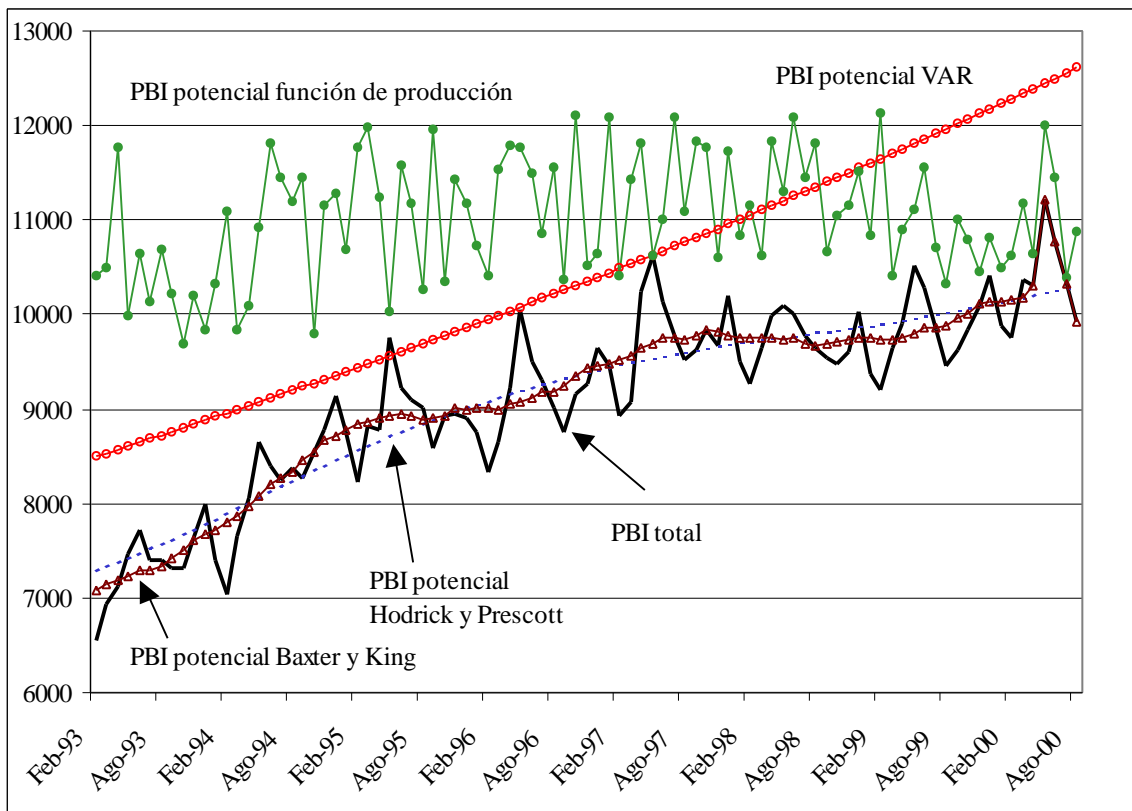
Cuadro No. 1c

Función de Pérdida del Banco Central  $\tilde{J}$

(1)	Tamaño del error (J)								
	-5	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2	5
0	20,258	3,729	1,511	1,271	0,94	1,271	2,014	4,735	22,774
0,1	5,627	1,027	0,761	0,518	0,378	0,518	0,779	1,663	7,216
0,5	9,192	1,887	0,774	0,346	0,324	0,346	0,534	1,406	7,992
1	11,072	2,444	1,123	0,599	0,579	0,599	0,813	1,823	9,519

Gráfico 1

**PBI Real y PBI Potencial**  
(en millones de nuevos soles de 1994)





## Cuadro 2

### Matriz de correlaciones entre la inflación y los rezagos de los indicadores de brecha del producto y de la tasa de crecimiento del PBI real

Rezago	Función de producción	Metodología VAR	Filtro Hodrick y Prescott	Filtro Baxter y King	Tasa de crec. PBI real
0	0,3739	-0,1279	0,0655	0,0383	-0,3749
1	0,4139	-0,0966	0,0822	0,0291	-0,3145
2	0,2911	-0,0695	0,0890	0,0274	-0,3695
3	0,3674	-0,0444	0,1085	0,0248	-0,2671
4	0,3194	-0,0335	0,1014	0,0231	-0,2206
5	0,3267	-0,0201	0,0945	0,0082	-0,1597
6	0,3646	-0,0116	0,0849	-0,0175	-0,1513
7	0,3386	0,0010	0,0842	-0,0350	-0,1500
8	0,3494	0,0528	0,1426	0,0200	-0,0824
9	0,3574	0,0645	0,1370	0,0231	-0,0590
10	0,2402	0,0694	0,1230	0,0150	-0,0218
11	0,2822	0,1005	0,1525	0,0545	-0,0093
12	0,2196	0,0968	0,1246	0,0423	0,0146



**Cuadro 3.a**  
**Volatilidad de la inflación**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variabilidad</b>	<b>Orden ascendente</b>
Función de producción	17,8418	0,9865	2
Vectores autorregresivos	17,8529	0,9870	4
Filtro Hodrick-Prescott	19,0020	1,0127	5
Filtro Baxter-King	17,8324	0,9861	1
Tasa de crecimiento del PBI real	17,8479	0,9867	3

Nota: Los resultados corresponden a la volatilidad de la serie de inflación estimada a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de descuento.

**Cuadro 3.b**  
**Volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variabilidad</b>	<b>Orden ascendente</b>
Función de producción	6,3039	4,4581	5
Vectores autorregresivos	3,3663	0,5703	1
Filtro Hodrick-Prescott	4,6498	0,6011	2
Filtro Baxter-King	4,3379	0,8247	4
Tasa de crecimiento del PBI real	4,2705	0,8084	3

Nota: Los resultados corresponden a la volatilidad de la serie de tasa de crecimiento del PBI estimada a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de descuento.



**Cuadro 4.a**  
**Volatilidad de la inflación**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de variabilidad</b>	<b>Orden ascendente</b>
Función de producción	17,95718	0,9912	2
Vectores autorregresivos	17,95713	0,9911	1
Filtro Hodrick-Prescott	17,95790	1,0013	5
Filtro Baxter-King	17,95719	0,9912	3
Tasa de crecimiento del PBI real	17,95745	0,9912	4

Nota: Los resultados corresponden a la volatilidad de la serie de inflación estimada a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de Certificados de Depósito del BCRP.

**Cuadro 4.b**  
**Volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variabilidad</b>	<b>Orden ascendente</b>
Función de producción	6,385424	4,1611	5
Vectores autorregresivos	3,452080	0,5839	1
Filtro Hodrick y Prescott	4,656780	0,6018	2
Filtro Baxter y King	4,312580	0,8214	3
Tasa de crecimiento del PBI real	4,397890	0,8393	4

Nota: Los resultados corresponden a la volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real estimada a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de Certificados de Depósito del BCRP.



**Cuadro 5.a**  
**Volatilidad de la inflación**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de variabilidad</b>	<b>Orden ascendente</b>
Función de producción	17,8157	0,9854	1
Vectores autorregresivos	17,8233	0,9857	4
Filtro Hodrick-Prescott	18,9488	1,0106	5
Filtro Baxter-King	17,8211	0,9857	2
Tasa de crecimiento del PBI real	17,8224	0,9857	3

Nota: Los resultados corresponden a la volatilidad de la serie de inflación estimada a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de crecimiento de la base monetaria.

**Cuadro 5.b**  
**Volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de variabilidad</b>	<b>Orden ascendente</b>
Función de producción	6,4047	4,4621	5
Vectores autorregresivos	3,8517	0,6519	2
Filtro Hodrick-Prescott	4,6426	0,6001	1
Filtro Baxter-King	4,3783	0,8368	3
Tasa de crecimiento del PBI real	4,4281	0,8416	4

Nota: Los resultados corresponden a la volatilidad de la tasa de crecimiento del PBI real estimada a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de crecimiento de la base monetaria.





**Cuadro 6.a**  
**Predicción de la inflación**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Coefficiente de Theil</b>	<b>Error cuadrático Medio</b>
Función de producción	0,1858	2,7878
Vectores autorregresivos	0,1870	2,7364
Filtro Hodrick-Prescott	0,2069	2,9642
Filtro Baxter-King	0,1982	2,8945
Tasa de crecimiento del PBI real	0,1966	2,8099
<p>Nota: Los resultados corresponden a la predicción de la inflación a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de crecimiento de la base monetaria.</p>		

**Cuadro 6.b**  
**Predicción de la inflación**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Coefficiente de Theil</b>	<b>Error cuadrático Medio</b>
Función de producción	0,1285	1,8094
Vectores autorregresivos	0,2252	2,9323
Filtro Hodrick-Prescott	0,1551	2,1342
Filtro Baxter-King	0,2295	2,9558
Tasa de crecimiento del PBI real	0,1087	1,5970
<p>Nota: Los resultados corresponden a la predicción de la inflación a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de Certificados de Depósitos del BCRP.</p>		



**Cuadro 6.c**  
**Predicción de la inflación**

<b>Indicador de brecha del producto</b>	<b>Coeficiente de Theil</b>	<b>Error cuadrático Medio</b>
Función de producción	0,1363	1,9359
Vectores autorregresivos	0,1638	2,2796
Filtro Hodrick-Prescott	0,1567	2,1650
Filtro Baxter-King	0,2022	2,6553
Tasa de crecimiento del PBI real	0,1412	2,0015

Nota: Los resultados corresponden a la predicción de la inflación a partir de un modelo VAR de la inflación IPC, un indicador de brecha del producto (o alternativamente la tasa de crecimiento del PBI real) y la tasa de descuento.