



Tendencias comunes y análisis de la política monetaria en el Perú

Diego Winkelried Quezada*

dwinkelried@bcrp.gob.pe

1. Introducción y motivación ¹

Una de las preguntas de mayor interés en materia de política monetaria es cómo ésta afecta al gasto agregado y a los precios. En otras palabras, cuáles son los mecanismos de transmisión de la política monetaria, cuánto tiempo tardan las acciones del Banco Central en traducirse en movimientos de la inflación y en qué magnitud éste debe fijar sus instrumentos de política para alcanzar algún objetivo.

Para responder a estas interrogantes, la metodología de vectores autorregresivos (VAR) ha jugado un rol protagónico². Ello se debe a que estos modelos constituyen una manera directa (y fácil de comprender) de resumir las relaciones dinámicas entre un conjunto de variables. Bajo esta perspectiva, la idea es estimar un sistema de ecuaciones donde se pueden diferenciar dos grupos de variables: informativas u objetivo (como la tasa de inflación o el crecimiento del producto) y variables de política (como la tasa de interés o la base monetaria). Luego, a través del análisis de respuestas a impulsos se encuentra la relación entre las variables controladas por la autoridad monetaria y las variables macroeconómicas de interés. Más aún, para identificar choques de política monetaria, se utilizan usualmente dos tipos de restricciones que tratan de conciliar las predicciones de la teoría económica con el modelo estadístico llamado *forma reducida*. Por un lado, se encuentran las que reflejan supuestos de neutralidad de las variables nominales (choques nominales no tienen efectos reales) u otros efectos en el largo plazo. Por otro lado, está la práctica más común de utilizar algún conocimiento sobre los procedimientos operativos del banco central e imponer restricciones sobre la dinámica de corto plazo del VAR, como en Bernanke y Mihov (1998)³.

En el caso peruano, aunque la evidencia empírica sobre los mecanismos de transmisión de la política monetaria es escasa⁴, los modelos VAR también han primado. Dado que durante los 90s la política monetaria se basó en el control de la emisión primaria y, por tanto, la tasa de interés del mercado monetario poseía poco valor informativo sobre la posición de la política monetaria, la evidencia empírica favorece el uso de agregados monetarios como variables de política. Así, mientras que Bringas y Tuesta (1997) hallan que el efecto liquidez es importante en el Perú, León (1999) encuentra que un cambio en el circulante en moneda nacional tiene efectos sobre la inflación en un horizonte de 4 a 14 meses. Por su parte, Quispe (2000) muestra que el alto grado de dolarización de activos no afecta el poder de la política monetaria: choques a la tasa de expansión de la base monetaria tienen un impacto significativo sobre la tasa de inflación, cuyo nivel máximo se manifiesta entre los 8 y 16 meses. Rossini (2001) encuentra efectos similares, con un rezago de política monetaria de 3 a 5 trimestres.

* El autor es analista de la Unidad de Modelos Económicos. Agradece a Hugo Perea por su interés en todas las etapas de esta investigación y por sus valiosos comentarios. Asimismo, está en deuda con Paul Castillo, Marco Vega, Vicente Tuesta y Gonzalo Llosa, cuyas acertadas observaciones permitieron enriquecer el contenido de este documento. Las opiniones aquí vertidas son exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente las del BCRP.

¹ Deseo agradecer a Shirley Miller por la recopilación bibliográfica de esta sección.

² Para una revisión, consúltese Christiano y otros (1998).

³ La metodología de Bernanke y Mihov (1998) ha sido muy influyente. En el Perú ha sido aplicada en Quispe (2000).

⁴ Véase Armas y otros (2001) para una recopilación.



Esta evidencia parece favorecer la idea de que, a pesar del alto grado de dolarización de la economía y de no considerar directamente las tasas de interés como instrumento de política, el canal monetario o canal de tasa de interés opera. Este canal establece que la autoridad monetaria induce cambios en la tasa de interés nominal de corto plazo a través de variaciones en la cantidad de dinero de la economía. En un mundo de precios rígidos, este cambio afecta a las tasas de interés reales de corto y largo plazo⁵ y, luego, a las decisiones de inversión de las empresas y las decisiones de gasto de los consumidores. Estas modificaciones en la demanda agregada tienen efectos, a su vez, en la tasa de inflación. A conocimiento del autor, el único documento donde se observa *directamente* este canal es Barrera (2000), quien sostiene que la tasa de interés de los CDBCRP es un buen indicador sobre la posición de la política monetaria.

En este documento se plantea y estima un “nuevo” modelo VAR para evaluar los mecanismos de transmisión de la política monetaria en el Perú. Sin desmerecer los estudios mencionados, existen dos diferencias que afinan lo encontrado en la evidencia previa. En primer lugar, se dispone de una mayor cantidad de datos que permite estimar con mayor confiabilidad las principales relaciones económicas de la economía peruana⁶. Asimismo, como se detalla en el Anexo 1 existe cierta preocupación por introducir directamente una tasa de interés en el VAR (y prescindir del uso de agregados monetarios), pues desde inicios del año 2002 ésta resulta ser el instrumento de política del BCRP en el contexto del esquema de metas de inflación.

La segunda diferencia, mucho más importante, es que hasta el momento no se ha realizado un ejercicio de identificación sobre los canales de transmisión monetaria. El principal motor de este estudio es precisamente la identificación y la imposición de restricciones de corto y largo plazo. Para tales efectos, se estudia la existencia de relaciones de cointegración que esbozan el equilibrio macroeconómico de largo plazo y se estima un modelo de corrección de errores (MCE) para analizar las consecuencias de choques estructurales (sobre todo con efectos permanentes) y, por supuesto, los efectos de choques monetarios sobre el producto y la inflación.

Los resultados respaldan la existencia de un canal de tasa de interés como posible mecanismo de acción de la política monetaria. Las estimaciones muestran que un choque que conlleva a un aumento en la tasa de interés nominal doméstica de corto plazo en 1 punto porcentual genera, un año después de ocurrido el choque un incremento de 0,5 puntos porcentuales en la tasa de interés real en nuevos soles, una apreciación nominal entre 0,5 y 0,75 por ciento y una depreciación esperada del mismo orden, una desaceleración la actividad económica al contraer la brecha del producto entre 0,5 y 0,6 por ciento y, finalmente, una disminución de la inflación entre 0,2 y 0,3 por ciento, en términos anuales.

Es bueno aclarar, sin embargo, que esta propuesta es útil como primera aproximación en el estudio de los mecanismos de transmisión de la política monetaria en el Perú. Es necesario realizar estudios más específicos para perfilar mejor cada posible canal de transmisión. A saber, si el efecto comprobado de cambios en la tasa de interés sobre el PBI e inflación se da a través de variaciones en el crédito, efectos liquidez o alteraciones en las decisiones intertemporales del consumo.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: En la segunda sección se repasan algunos elementos metodológicos sobre cointegración y modelos de corrección de errores. En particular, se enfatiza la representación en tendencias comunes de un modelo VAR como herramienta que permite identificar efectos de largo plazo. En la tercera sección se describe el modelo por estimar y se plantean ciertas hipótesis sobre el equilibrio de largo plazo. Además, se ensaya un esquema de identificación tentativo. En la cuarta sección se estima el modelo y se presentan sus propiedades estadísticas. La quinta sección analiza el efecto de los diversos choques estructurales en las variables del MCE. Finalmente, la sexta sección concluye y sugiere algunos lineamientos para la investigación futura.

⁵ Una expansión monetaria puede afectar las tasas de interés reales en dólares, que son importantes en una economía dolarizada, indirectamente (pero en la *misma dirección* que las tasas en nuevos soles) a través de la depreciación esperada.

⁶ Los datos están disponibles desde los primeros años de los años noventa.



2. Aspectos metodológicos ⁷

La representación general de un modelo VAR para el vector de n variables \mathbf{x}_t es

$$\mathbf{x}_t = \boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\Lambda}(L)\mathbf{x}_{t-1} + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad [1]$$

donde $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ es un vector de residuos con una matriz de covarianzas (no diagonal) $\boldsymbol{\Omega}$ de orden n y $\boldsymbol{\Lambda}(L)$ es un polinomio matricial en el operador de rezagos L ($L^j \mathbf{x}_t = \mathbf{x}_{t-j}$). El sistema [1] puede ser concebido como la forma reducida de un modelo económico estructural subyacente. Este modelo económico puede obtenerse tras imponer restricciones en los parámetros del VAR.

Usualmente, las variables macroeconómicas contenidas en el vector \mathbf{x}_t presentan raíces unitarias, es decir son procesos no estacionarios. En tal caso, algunos de los choques que afectan a \mathbf{x}_t tienen efectos permanentes y la teoría asintótica convencional no es aplicable para la inferencia del modelo. Sin embargo, típicamente se encuentra que el vector de diferencias $\Delta \mathbf{x}_t$ es estacionario así como ciertas combinaciones lineales de las variables de \mathbf{x}_t , esto es, \mathbf{x}_t es cointegrado de orden (1,1). Bajo cointegración, el VAR en niveles [1] es un sistema que contiene restricciones y puede ser reescrito como un **modelo de corrección de errores (MCE)**,

$$\Delta \mathbf{x}_t = \boldsymbol{\theta} + \mathbf{K}(L)\Delta \mathbf{x}_{t-1} + \boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_{t-1}) + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad [2]$$

Las matrices $\boldsymbol{\alpha}$ y $\boldsymbol{\beta}$ son de orden $n \times r$ tal que $\boldsymbol{\alpha}\boldsymbol{\beta}' = \mathbf{I}_n - \boldsymbol{\Lambda}(1)$ y, como se comprueba en Johansen (1991), son de rango r . Las columnas de $\boldsymbol{\beta}$ son los denominados **vectores de cointegración** que pueden ser interpretadas como relaciones económicas de largo plazo. El vector $\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_t$ contiene las r combinaciones lineales de los elementos del vector \mathbf{x}_t que son estacionarias, típicamente denominadas *desequilibrios* o *errores*. Por ello, los elementos de $\boldsymbol{\alpha}$ son **coeficientes de ajuste** y describen cómo los desequilibrios alteran al vector $\Delta \mathbf{x}_t$, o, en otras palabras, cómo deben ajustarse las variables para *corregir* estos desequilibrios. Dado que el MCE involucra sólo variables estacionarias, la teoría asintótica estándar es aplicable y puede utilizarse para inferir sobre los elementos de $\mathbf{K}(L)$, $\boldsymbol{\alpha}$ y $\boldsymbol{\theta}$.

Conviene mencionar dos resultados sumamente importantes en la literatura de cointegración y que serán de utilidad en el análisis empírico. El primero tiene que ver con la naturaleza de los choques que afectan al MCE. Se dice que si una variable presenta una raíz unitaria (es integrada de orden uno) contiene una *tendencia estocástica* e implica que los choques a los que está sujeta pueden tener efectos permanentes. Del mismo modo, como demuestran Stock y Watson (1988) y luego King et al. (1991), si un vector de n variables tiene r relaciones de cointegración, las variables son conducidas por $k = n - r$ tendencias estocásticas. Así, el VAR restringido [1] tiene, a su vez, la siguiente representación de **tendencias comunes**

$$\mathbf{x}_t = \boldsymbol{\kappa} + \boldsymbol{\Gamma} \boldsymbol{\tau}_t + \boldsymbol{\omega}_t \quad [3]$$

donde $\boldsymbol{\omega}_t$ es un vector de componentes estacionarios⁸ y $\boldsymbol{\tau}_t$ es un vector de dimensión k que contiene tendencias estocásticas,

$$\boldsymbol{\tau}_t = \boldsymbol{\tau}_{t-1} + \boldsymbol{\phi}_t \quad [4]$$

Como se aprecia en [4], el vector $\boldsymbol{\phi}_t$ guarda los k choques de efectos permanentes (que afectan las tendencias). Al incluir [4] en [3] se obtiene luego

$$\mathbf{x}_t = \boldsymbol{\kappa} + \boldsymbol{\Gamma} \sum_{j=0}^{\infty} \boldsymbol{\phi}_{t-j} + \boldsymbol{\omega}_t \quad [5]$$

⁷ La discusión metodológica de esta sección es breve y puede ser insuficiente para el lector no familiarizado con la literatura de cointegración. Ésta es abundante y se invita a revisar, entre otros, a Davidson y MacKinnon (1993), Warne (1993), Hamilton (1994) y Favero (2001), para mayores detalles.

⁸ Consúltese Warne (1993) para detalles sobre la representación en tendencias comunes.



de modo que la matriz Γ recoge los efectos de largo plazo de algún choque permanente sobre \mathbf{x}_t .

El segundo resultado de importancia alude a la identificación del modelo, es decir al proceso de cómo imponer restricciones económicamente razonables para pasar de un sistema netamente estadístico a un modelo con relaciones económicas claras. La identificación del sistema cointegrado implica el estudio de básicamente tres matrices:

- La primera es la matriz β , cuyos elementos son coeficientes de largo plazo,
- La segunda matriz se observa en la ecuación [5] y es la que recoge los efectos de choques permanentes en el vector \mathbf{x}_t (Γ) y
- Finalmente, la tercera matriz es muy familiar en la literatura de VAR estructural⁹ y relaciona los residuos de la forma reducida [1] ó [2] con un vector de choques estructurales no observables, $\boldsymbol{\varepsilon}_t = \Phi \mathbf{v}_t$.

Como se explica en Hamilton (1994) y Favero (2001), la identificación de β es independiente de la identificación de las matrices Γ y Φ . Esto quiere decir que se puede proceder secuencialmente: primero estimar e inferir sobre los vectores de cointegración β y luego, condicionados a esta matriz, identificar y estimar Γ y Φ . Este es precisamente el enfoque que se adopta a continuación.

3. Un modelo estilizado: equilibrios de largo plazo e identificación

En esta sección se describe un modelo que incluye el mínimo número de variables necesario para hacer análisis de política monetaria en una economía pequeña y abierta. A saber,

$$\mathbf{x}_t = [y_t \quad p_t \quad i_t \quad e_t \quad y_t^* \quad p_t^* \quad i_t^*]'$$

Las variables consideradas son el PBI real (y_t), el índice de precios al consumidor (p_t), la tasa de interés del mercado de dinero (i_t), el tipo de cambio nominal (soles por dólar, e_t) e indicadores de actividad (y_t^*), precios (p_t^*) y tasa de interés (i_t^*) internacionales¹⁰.

3.1. El largo plazo

Dado el vector \mathbf{x}_t , podría pensarse en tres relaciones de cointegración que describen el equilibrio de largo plazo en un marco analítico similar a un modelo IS-LM de economía abierta: el equilibrio en el mercado de bienes local (una curva IS), el equilibrio en el mercado financiero local (una condición de paridad de tasas de interés) y el equilibrio en el mercado externo¹¹.

Recordando el importante resultado de Stock y Watson (1988) y King y otros (1991), este esquema implica la existencia de $k = 4$ tendencias estocásticas ($n = 7$ y $r = 3$), cifra bastante razonable y fácilmente interpretable. En modelos de equilibrio general, por ejemplo en Svensson (2000), es usual asumir que las variables reales son guiadas por choques tecnológicos mientras que las variables nominales son afectadas, además, por choques nominales como cambios en la oferta de dinero o en las tasas de interés. Ello lleva a racionalizar la existencia de dos tendencias domésticas, una real y una nominal. Si se incluyen asimismo dos tendencias externas similares, se consiguen las 4 tendencias estocásticas mencionadas. Más aún, considerando que en el vector \mathbf{x}_t se tienen 4 variables domésticas, se requieren de 2 vectores de cointegración que esbocen el equilibrio interno y justifiquen

⁹ Véase Favero (2001).

¹⁰ Para mayor detalle sobre las variables utilizadas, consúltese el Anexo 1. Es muy importante mencionar que sendas pruebas de (no) estacionariedad fueron incapaces de rechazar la presencia de raíz unitaria en los elementos del vector \mathbf{x}_t , pero sí en sus diferencias. De este modo, la tasa de crecimiento del PBI, las inflaciones y la depreciación nominal resultaron ser variables estacionarias. Además, se concluyó que los diferenciales $y_t - y_t^*$ e $i_t - i_t^*$ también poseían una raíz unitaria, junto con el tipo de cambio real $e_t + p_t^* - p_t$. Estas pruebas no se reportan pero pueden solicitarse al autor.

¹¹ Véase Luque y Vega (2003). Un supuesto de identificación es la neutralidad de variables nominales. Por este motivo, en el equilibrio de largo plazo no se contempla la existencia de una ecuación de oferta agregada (una Curva de Phillips).



la existencia de las dos tendencias domésticas. Por su parte, un único vector de cointegración que vincule a las tendencias real y nominal externas es consistente con las 3 variables externas restantes.

Por otro lado, pueden utilizarse argumentos por contradicción para justificar $k = 4$ ($r = 3$). Si $k < 4$ ($r > 3$), se tendría que los choques reales entre las economías doméstica y externa son virtualmente los mismos, lo que implicaría una relación estacionaria entre y_t e y_t^* , supuesto que no es del todo razonable considerando el reducido grado de integración (sobre todo comercial) del Perú¹². Alternativamente, ocurriría que los choques nominales entre economías son los mismos, lo que se daría si el tipo de cambio nominal fuera estacionario. Por otra parte, si $k > 4$ ($r < 3$), se tendrían equilibrios múltiples (modelos de profecías autocumplidas, por ejemplo)¹³ y no sería posible encontrar una condición de equilibrio estacionaria en el mercado financiero. Se concluye pues que $r = 3$ es conceptualmente justificable.

Concluido que $r = 3$, cabe preguntarse ¿qué forma tienen los vectores de cointegración? Conviene plantear ciertas hipótesis y restricciones sobre la matriz de coeficientes de ajuste (α) y los vectores de cointegración (β) en el MCE para conseguir una situación de largo plazo con sentido económico.

3.1.1. Equilibrio en el mercado de bienes doméstico

La primera relación de cointegración puede escribirse como

$$z_{1t} = (e_t + p_t^* - p_t) + \beta_{11}y_t + \beta_{13}i_t + \beta_{15}y_t^* + \beta_{17}i_t^* \quad [6]$$

y es interpretada como una expresión general de equilibrio en el mercado de bienes local. La relación ha sido normalizada de modo que los desequilibrios se reflejen en desalineamientos del tipo de cambio real, $e_t + p_t^* - p_t$.

Resulta interesante examinar la ecuación [6]. Supóngase por un momento que $\beta_{11} = \beta_{13} = \beta_{15} = \beta_{17} = 0$. Ello implica que el precio relativo entre los bienes domésticos y externos (el tipo de cambio real) es estacionario o, en otras palabras, que en el largo plazo se cumple la teoría de Paridad de Poder de Compra (PPC). No obstante, un hecho empírico es que el tipo de cambio real no es estacionario¹⁴, además resulta difícil encontrar argumentos para defender esta teoría como válida para el Perú. En primer lugar, para que se cumpla es necesaria una cercana sustituibilidad entre los bienes transables domésticos y externos, lo que no ocurre en un país donde la mayoría de exportaciones son *commodities* mientras que el grueso de las importaciones corresponde a bienes de capital, maquinarias o bienes procesados¹⁵. Relacionado con ello, y en segundo lugar, existen diferencias marcadas entre la estructura y procesos productivos peruanos y externos que impiden la rápida convergencia tecnológica e imponen ciertos costos no contemplados en la PPC¹⁶.

No obstante, si bien el equilibrio en el mercado de bienes no implica el cumplimiento de la PPC, se espera que el tipo de cambio real cointegre con variables que reflejen las diferencias productivas y el comportamiento de la oferta y demanda de bienes domésticos y externos, y_t e y_t^* , y que eventualmente guarde una relación estable con variables que recojan las diferencias en los mercados financieros o en el costo relativo del capital, i_t e i_t^* . Así, es posible plantear hipótesis sobre el signo de los coeficientes de este primer vector de cointegración.

La literatura sobre el tipo de cambio real de equilibrio concluye que mejoras en la productividad de la economía local relativas a la de sus socios comerciales conllevan a una apreciación real, es decir, $\beta_{11} > 0$ y $\beta_{15} < 0$. En

¹² En De la Cuba y Winkelried (2003) se encuentra que choques de demanda interna explican una proporción considerable de la variabilidad del producto en economías Latinoamericanas. Para el Perú la proporción es cercana al 50 por ciento.

¹³ Mayor discusión se encuentra en Jacobsson y otros (2002).

¹⁴ Véase la nota a pie número 10.

¹⁵ Véase Ferreyra y Herrada (2003).

¹⁶ En general, se trata de la presencia del efecto *Balassa-Samuelson*. Consúltese Arena y Tuesta (1998).



sentido estricto, la apreciación real se debe a incrementos en la razón de productividades $y_t - y_t^*$, que implica que $\beta_{11} = -\beta_{15}$. Sin embargo, la información utilizada (mensual) impide obtener cifras corregidas por el crecimiento de los factores de producción, por lo que *a priori* no se espera ni se impone que la igualdad se cumpla. Por su parte, dado el valor positivo β_{11} debe darse que $\beta_{13} > 0$ para asegurar una relación negativa de largo plazo entre la tasa de interés local y el producto (la pendiente de la curva IS, ver la ecuación [7]). Asimismo, por el mismo argumento, se espera que $\beta_{17} > 0$ ¹⁷.

Antes de proseguir conviene detenerse a analizar la naturaleza de las variables involucradas en [6], reescribiendo esta ecuación como

$$i_t = -\frac{1}{\beta_{13}}(e_t + p_t^* - p_t) - \frac{\beta_{11}}{\beta_{13}} y_t - \frac{\beta_{15}}{\beta_{13}} y_t^* - \frac{\beta_{17}}{\beta_{13}} i_t^* + \frac{1}{\beta_{13}} z_{1t} \quad [7]$$

En teoría, una curva IS como [7] debería incluir sólo variables reales en la determinación del equilibrio y no variables nominales como las tasas de interés consideradas. Sin embargo, no existe evidencia suficiente para negar que la inflación doméstica y externa sean estacionarias¹⁸. Por ello puede prescindirse de ellas en la relación de cointegración y seguir interpretándola como un equilibrio entre variables reales. De hecho, si las tasas reales son, en el largo plazo, las tasas nominales menos la inflación ($r_t = i_t - \pi_t$ y $r_t^* = i_t^* - \pi_t^*$), se tiene

$$r_t = -\frac{1}{\beta_{13}}(e_t + p_t^* - p_t) - \frac{\beta_{11}}{\beta_{13}} y_t - \frac{\beta_{15}}{\beta_{13}} y_t^* - \frac{\beta_{17}}{\beta_{13}} r_t^* + \left(\frac{1}{\beta_{13}} z_{1t} - \pi_t - \frac{\beta_{17}}{\beta_{13}} \pi_t^* \right) \quad [8]$$

que es la versión *real* de [7]. Dada la evidencia empírica, el término entre paréntesis a la derecha de [8] es estacionario lo que implica la cointegración entre r_t y los determinantes de la curva IS. Más importante aún, los coeficientes de [8] son *exactamente los mismos* que los coeficientes de [7] por lo que, dadas las inflaciones estacionarias, [7] rescata adecuadamente el equilibrio en el mercado local de bienes¹⁹.

Para analizar los coeficientes de ajuste asociados con este vector de cointegración, es decir para averiguar cuáles son los mecanismos que corregirían un desequilibrio en el mercado de bienes local, considere la ecuación

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ \Delta p_t \\ \Delta i_t \\ \Delta e_t \\ \Delta y_t^* \\ \Delta p_t^* \\ \Delta i_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \bullet & \bullet \\ \alpha_{21} & \bullet & \bullet \\ \alpha_{31} & \bullet & \bullet \\ \alpha_{41} & \bullet & \bullet \\ \alpha_{51} & \bullet & \bullet \\ \alpha_{61} & \bullet & \bullet \\ \alpha_{71} & \bullet & \bullet \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{11} & -1 & \beta_{13} & 1 & \beta_{15} & 1 & \beta_{17} \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ p_{t-1} \\ i_{t-1} \\ e_{t-1} \\ y_{t-1}^* \\ p_{t-1}^* \\ i_{t-1}^* \end{bmatrix} + \dots \quad [9]$$

El supuesto de pequeña economía abierta implica que $\alpha_{51} = \alpha_{61} = \alpha_{71} = 0$. Esto es, las variables externas no responden ante desequilibrios domésticos. Por su parte, una subvaluación real ($z_{1t} < 0$) presiona al alza al tipo de cambio (depreciación nominal) o hacia abajo al nivel de precios internos, lo que se traduce, respectivamente, en $\alpha_{41} < 0$ y $\alpha_{21} > 0$. El mismo mecanismo de corrección se aplica en el caso de una sobrevaluación real de la moneda. Finalmente, una subvaluación real ($z_{1t} < 0$) implica un exceso de oferta en el mercado de bienes que se corregiría con un desplazamiento hacia la izquierda de la curva IS de largo plazo. Ello ocurre si $\alpha_{11} < 0$ y $\alpha_{31} < 0$.

¹⁷ Más aún, la existencia de una prima por riesgo positiva en el largo plazo (ver ecuación [11]) hace esperar que $\beta_{17} > \beta_{13}$.

¹⁸ Véase la nota a pie número 10.

¹⁹ Además, la hipótesis de neutralidad asumida en todo el documento implica que la varianza de largo plazo de la tasa de interés nominal estaría explicada por la tasa de interés real. En el Cuadro 5 de la sección de resultados se encuentra que más del 70 por ciento de la volatilidad de la tasa de interés nominal en el largo plazo se debe a choques reales. El 30 por ciento restante corresponde a perturbaciones nominales, lo que da una idea general de las diferencias cuantitativas entre [7] y [8].



3.1.2. Equilibrio en el mercado financiero

La segunda relación de largo plazo es

$$z_{2t} = (i_t - i_t^*) + \beta_{21}y_t + \beta_{24}(e_t + p_t^* - p_t) + \beta_{25}y_t^* \quad [10]$$

y puede ser entendida como el equilibrio en el mercado financiero. De acuerdo con la paridad descubierta de tasas de interés, el diferencial de tasas es igual a la depreciación esperada (estacionaria) más una prima por riesgo (no observable). Es bueno notar que el supuesto $\beta_{21} = \beta_{22} = \beta_{24} = \beta_{25} = \beta_{26} = 0$ implica una prima por riesgo estacionaria, lo que es difícil de sustentar debido a la constante innovación de los mercados financieros y por la hipótesis de mercados eficientes. De este modo, se espera que el diferencial $i_t - i_t^*$ cointegre con variables que afecten a la prima por riesgo y que brinden una descripción general del perfil de la economía local relativo a las economías externas.

Si ξ_t , denota a la prima por riesgo de largo plazo, es útil reescribir la ecuación [10] como

$$i_t - i_t^* = -\beta_{21}y_t - \beta_{24}(e_t + p_t^* - p_t) - \beta_{25}y_t^* + z_{2t} = \xi_t + z_{2t} \quad [11]$$

Considerando una posición fundamentalista sobre los determinantes de largo plazo de la prima por riesgo, una mejora en productividad reducirá la prima por riesgo de modo que $\beta_{21} < 0$ y $\beta_{25} > 0$. Nuevamente, no se anticipa nada con respecto a la magnitud de estos parámetros, en particular si $\beta_{21} = -\beta_{25} < 0$. Por su parte, el signo de β_{24} puede ser controversial. Por un lado, un mayor tipo de cambio real puede conllevar, por argumentos convencionales de mayor competitividad en el sector transable, a una reducción de la prima por riesgo, $\beta_{24} > 0$. No obstante, en una economía dolarizada como la peruana es necesario considerar el canal de hoja de balance por lo que el mayor tipo de cambio real podría asociarse con un debilitamiento del patrimonio de las empresas del sector productivo y, por tanto, un incremento en la prima por riesgo, $\beta_{24} < 0$ ²⁰.

Considere la ecuación [12] para el análisis de los coeficientes de ajuste,

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ \Delta p_t \\ \Delta i_t \\ \Delta e_t \\ \Delta y_t^* \\ \Delta p_t^* \\ \Delta i_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{12} & \bullet \\ \alpha_{22} & \bullet \\ \alpha_{32} & \bullet \\ \alpha_{42} & \bullet \\ \alpha_{52} & \bullet \\ \alpha_{62} & \bullet \\ \alpha_{72} & \bullet \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \beta_{21} & -\beta_{24} & 1 & \beta_{24} & \beta_{25} & \beta_{24} & -1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ p_{t-1} \\ i_{t-1} \\ e_{t-1} \\ y_{t-1}^* \\ p_{t-1}^* \\ i_{t-1}^* \end{bmatrix} + \dots \quad [12]$$

El supuesto de pequeña economía abierta es nuevamente utilizado para restringir algunos coeficientes de ajuste para esta relación de largo plazo. Puntualmente, $\alpha_{52} = \alpha_{62} = \alpha_{72} = 0$. Por otro lado, se espera que $\alpha_{32} < 0$ para que se dé el mecanismo de corrección de errores y $\alpha_{12} > 0$ en tanto una mayor prima por riesgo exigirá una mayor producción para ser reducida. Los signos de los coeficientes α_{22} y α_{42} dependen de la relación que exista entre la depreciación real y la prima por riesgo. Considere una situación inicial donde la prima por riesgo se encuentre por encima de su valor de equilibrio. Si $\alpha_{22} < 0$ y $\alpha_{42} > 0$, la reducción necesaria para diluir el desequilibrio se da con una depreciación real. Nuevamente, esta relación es la predicción convencional de modelos de economía abierta sin dolarización. En una economía dolarizada, no obstante, se espera lo contrario: $\alpha_{22} > 0$ y $\alpha_{42} < 0$, por lo que una apreciación real mejorará los indicadores financieros del sector productivo y reducirá consecuentemente la prima por riesgo²¹.

²⁰ Morón y Winkelried (2002) discuten ampliamente las implicancias de los efectos de hoja de balance.

²¹ Véase Céspedes y otros (2000).



3.1.3. Equilibrio en el mercado externo

La última relación de largo plazo es

$$z_{3t} = i_t^* + \beta_{35} y_t^* + \beta_{36} p_t^* \quad [13]$$

e involucra el equilibrio externo. El supuesto $\beta_{31} = \beta_{32} = \beta_{33} = \beta_{34} = 0$ se traduce en que no hay razón para sostener que alguna de las variables domésticas afectará la determinación del equilibrio de largo plazo entre las variables externas. Por su parte, observando la ecuación [14],

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ \Delta p_t \\ \Delta i_t \\ \Delta e_t \\ \Delta y_t^* \\ \Delta p_t^* \\ \Delta i_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bullet & \bullet & \alpha_{13} \\ \bullet & \bullet & \alpha_{23} \\ \bullet & \bullet & \alpha_{33} \\ \bullet & \bullet & \alpha_{43} \\ \bullet & \bullet & \alpha_{53} \\ \bullet & \bullet & \alpha_{63} \\ \bullet & \bullet & \alpha_{73} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{35} & \beta_{36} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ p_{t-1} \\ i_{t-1} \\ e_{t-1} \\ y_{t-1}^* \\ p_{t-1}^* \\ i_{t-1}^* \end{bmatrix} + \dots \quad [14]$$

se concluye que $\alpha_{13} = \alpha_{23} = \alpha_{33} = \alpha_{43} = 0$. Se espera, asimismo, que $\alpha_{73} < 0$.

3.2. Identificación de choques

Una vez determinadas cuáles son las relaciones de largo plazo en el MCE, es posible obtener las respuestas de los elementos del vector \mathbf{x}_t ante diversos choques estructurales. Como se discutió en el acápite anterior, son 4 las tendencias que generan los datos observados. Estas tendencias, de acuerdo con la ecuación [5], implica necesariamente la existencia de 4 choques que tienen *efectos permanentes* (de largo plazo) sobre los elementos del vector \mathbf{x}_t ²². Por diferencia, son 3 los choques que no alteran los niveles de las variables en el largo plazo, es decir, tienen *efectos transitorios*.

Formalmente, considere los vectores

$$\boldsymbol{\varphi}_t = [\varphi_t^{R^*} \quad \varphi_t^{N^*} \quad \varphi_t^R \quad \varphi_t^N]' \quad \text{y} \quad \boldsymbol{\psi}_t = [\psi_t^1 \quad \psi_t^2 \quad \psi_t^3]' \quad [15]$$

que recogen, respectivamente, los 4 choques permanentes y los 3 choques transitorios. Los elementos del vector $\boldsymbol{\varphi}_t$ corresponden (en orden de aparición) a los choques real externo, nominal externo, real doméstico y nominal doméstico que generan las 4 tendencias estocásticas de la economía. Los elementos del vector $\boldsymbol{\psi}_t$ son choques transitorios difíciles de catalogar *a priori*.

De acuerdo con la representación de tendencias comunes [5] del MCE, la matriz $\boldsymbol{\Gamma}$ captura el efecto de largo plazo del vector $\boldsymbol{\varphi}_t$ sobre \mathbf{x}_t . Para el modelo propuesto, esta matriz es de orden 7×4 y tiene la forma

²² Pero es bueno recordar que sus efectos no son permanentes sobre las relaciones de cointegración $\boldsymbol{\beta}'\mathbf{x}_t$.



$$\mathbf{x}_t = \Gamma \boldsymbol{\varphi}_t + \dots \rightarrow \begin{bmatrix} y_t \\ p_t \\ i_t \\ e_t \\ y_t^* \\ p_t^* \\ i_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & 0 & \gamma_{13} & 0 \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} & \gamma_{24} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} & \gamma_{34} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} & \gamma_{43} & \gamma_{44} \\ \gamma_{51} & 0 & 0 & 0 \\ \gamma_{61} & \gamma_{62} & 0 & 0 \\ \gamma_{71} & \gamma_{72} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_t^{R*} \\ \varphi_t^{N*} \\ \varphi_t^R \\ \varphi_t^N \end{bmatrix} + \dots \quad [16]$$

Para la identificación en [16] basta con imponer restricciones basadas en dos supuestos:

- El primero, ya utilizado, es el de **pequeña economía abierta**. Ello implica que los choques domésticos no tienen ningún efecto sobre las variables externas, ni en el corto plazo ni en el largo plazo. Así, un choque será **doméstico** si sólo afecta a las variables domésticas y **externo** si afecta a todas las variables del sistema. En términos de [16], $\gamma_{53} = \gamma_{54} = \gamma_{63} = \gamma_{64} = \gamma_{73} = \gamma_{74} = 0$.
- El segundo supuesto es el de **neutralidad de las variables nominales**, que significa que los choques nominales no tienen efectos permanentes sobre las variables reales. De este modo, un choque será **nominal** si sólo afecta variables nominales en el largo plazo y **real** si puede afectar permanentemente el nivel de todas las variables. Ello implica que $\gamma_{12} = \gamma_{14} = \gamma_{52} = \gamma_{54} = 0$.
- El supuesto de neutralidad alude también a la respuesta de largo plazo del tipo de cambio real. Al ser, valga la redundancia, una variable real, el efecto de choques nominales en esta variable es transitorio. Este hecho adiciona las restricciones $\gamma_{22} = \gamma_{42} + \gamma_{62}$ y $\gamma_{23} = \gamma_{43}$.

Por otro lado, así como en los ejercicios más comunes en la identificación de modelos VAR²³ es posible imponer varias restricciones sobre los efectos contemporáneos de los diversos choques. Utilizando el conocido hecho de que los residuos del MCE $\boldsymbol{\varepsilon}_t$, son combinaciones lineales de los choques estructurales, se tiene que

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t = \Phi \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varphi}_t \\ \boldsymbol{\Psi}_t \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} \varepsilon_{y,t} \\ \varepsilon_{p,t} \\ \varepsilon_{i,t} \\ \varepsilon_{e,t} \\ \varepsilon_{y^*,t} \\ \varepsilon_{p^*,t} \\ \varepsilon_{i^*,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} & 0 & \phi_{15} & \phi_{16} & \phi_{17} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} & 0 & \phi_{25} & \phi_{26} & \phi_{27} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} & \phi_{34} & \phi_{35} & \phi_{36} & \phi_{37} \\ \phi_{41} & \phi_{42} & \phi_{43} & \phi_{44} & \phi_{45} & \phi_{46} & \phi_{47} \\ \phi_{51} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \phi_{57} \\ \phi_{61} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \phi_{67} \\ \phi_{71} & \phi_{72} & 0 & 0 & 0 & \phi_{76} & \phi_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_t^{R*} \\ \varphi_t^{N*} \\ \varphi_t^R \\ \varphi_t^N \\ \psi_t^1 \\ \psi_t^2 \\ \psi_t^3 \end{bmatrix} \quad [17]$$

Para imponer restricciones sobre los elementos de la matriz Φ se tomó en cuenta:

- Nuevamente, el supuesto de **pequeña economía abierta**, por lo que choques domésticos no conllevan a respuesta alguna a las variables externas. Si el choque ψ_t^1 es algún choque transitorio doméstico, se tiene que $\phi_{53} = \phi_{54} = \phi_{55} = \phi_{63} = \phi_{64} = \phi_{65} = \phi_{73} = \phi_{74} = \phi_{75} = 0$.
- El efecto de la política monetaria no es inmediato sobre el producto o la inflación. Entendiendo a los choques nominales como choques de política monetaria, se tiene que $\phi_{52} = \phi_{62} = \phi_{14} = \phi_{24} = 0$.

²³ Consúltese Favero (2001) para una recopilación bibliográfica.



- Se plantea que el choque ψ_r^2 es externo sin efectos contemporáneos sobre la producción y los precios pero que sí afecta a la tasa de interés externa. Esto es, un choque que intenta recoger fluctuaciones de muy corto plazo en los mercados financieros externos. Este supuesto es necesario para garantizar la independencia lineal de las dos últimas columnas de Φ .

4. Estimación del MCE y algunas propiedades

En esta sección se presentan las estimaciones del MCE. Antes de proseguir, cabe resaltar que el MCE incluye, además de las variables discutidas, dos variables exógenas con cierto poder predictivo sobre la inflación y el PBI domésticos: las variaciones del precio internacional del petróleo y los cambios en el índice climático ENSO (véase el Anexo 1). Además, con el propósito de ganar algunos grados de libertad en la forma reducida del modelo se restringieron los parámetros de los rezagos de variables domésticas a cero en las ecuaciones de las variables externas. Por estos motivos, las distribuciones de contrastes de cointegración como el de Johansen (1991) precisan ser simuladas. Se utilizó un procedimiento *bootstrap* paramétrico para tales fines.

En el Cuadro 1 se aprecia que las pruebas de cointegración de Johansen respaldan la existencia de tres relaciones de largo plazo en el sistema y, por tanto, de cuatro tendencias estocásticas. Ello va en línea con la discusión conceptual de la sección 3.1.

Cuadro 1
Prueba de cointegración de Johansen y valores críticos 1/

Relaciones de Cointegración	Tendencias Estocásticas	Estadístico Traza	Valores Críticos 2/				pvalue
			80%	90%	95%	99%	
0	7	171,6	147,1	153,0	157,9	167,5	0,004
1	6	116,8	97,3	101,9	105,5	111,9	0,006
2	5	79,0	61,5	65,2	68,5	74,1	0,003
3	4	48,7	42,2	48,9	51,2	55,6	0,112
4	3	18,7	18,5	20,3	22,0	25,2	0,192
5	2	4,1	7,5	8,5	9,5	11,6	0,826
6	1	0,1	1,1	1,8	2,3	3,6	0,671

1/ La hipótesis nula para la fila i es que existen como máximo $i (n - i)$ relaciones de cointegración (tendencias estocásticas).

2/ Los valores críticos fueron simulados utilizando *bootstrap* paramétrico con 10 000 replicaciones.

Por su parte, el Cuadro 2 reporta pruebas multivariadas de especificación del MCE, para distintos rezagos y número de relaciones de cointegración. Es fácil concluir que la elección de tres relaciones de cointegración con cinco rezagos reditúa un buen modelo estadístico que además tiene potencialmente las características del sistema económico discutido con anterioridad. De esta manera, los datos no rechazan que sean cuatro las tendencias estocásticas que guían las variables del MCE.

Tras imponer las restricciones discutidas anteriormente a los elementos de las matrices α y β se llega a la estimación del Cuadro 3. Cabe mencionar que estas restricciones hacen que los vectores de cointegración estén sobreidentificados y son estadísticamente significativas²⁴. Asimismo, en general el signo de los coeficientes estimados corresponde a lo esperado, con algunos detalles que se mencionarán enseguida.

²⁴ El estadístico LR vinculada con la hipótesis de que las restricciones impuestas son válidas es igual a 18,14. Esta cifra es menor al correspondiente valor tabular ($\chi^2(14) = 23,6$) por lo que la hipótesis no es rechazada.



Cuadro 2
Pruebas multivariadas de especificación del MCE 1/

Relaciones de Cointegración	Rezagos del MCE (p)	Normalidad (Jarque Bera) 2/		Autocorrelación (Portmanteau) 3/		Autocorrelación (LM) 3/	
		Estadístico	<i>pvalue</i>	Estadístico	<i>pvalue</i>	Estadístico	<i>pvalue</i>
2	3	19,8	0,000	21,5	0,000	17,8	0,005
	4	16,5	0,000	24,1	0,001	18,1	0,005
	5	27,6	0,006	29,2	0,011	20,1	0,015
	6	39,9	0,179	33,1	0,040	25,8	0,104
	7	56,4	0,783	42,1	0,253	28,6	0,193
3	3	13,5	0,000	20,3	0,000	20,0	0,014
	4	18,3	0,000	23,0	0,001	22,1	0,034
	5	40,2	0,189	31,3	0,313	28,5	0,193
	6	60,7	0,879	41,7	0,239	31,3	0,306
	7	63,5	0,920	45,3	0,377	34,6	0,464
4	3	15,5	0,000	18,4	0,000	19,7	0,012
	4	21,4	0,000	24,5	0,001	22,3	0,036
	5	32,7	0,035	28,5	0,008	21,6	0,027
	6	33,4	0,043	44,2	0,333	28,3	0,184
	7	31,3	0,023	45,9	0,399	31,4	0,313

1/ Los *pvalue* fueron simulados utilizando *bootstrap* paramétrico con 10 000 replicaciones

2/ El estadístico se construye a partir de la Descomposición de Doornik y Hansen. Asintóticamente es χ^2 con $2n$ grados de libertad. La hipótesis nula es que los residuos provienen de una distribución normal multivariada

3/ La prueba de Portmanteau es asintóticamente χ^2 con $n^2(0.25T - p + 1) - nr$ grados de libertad. La prueba LM es χ^2 con n^2 grados de libertad. La hipótesis nula de ambos contrastes es que los residuos no presentan autocorrelación de orden $p + 1$

Cuadro 3
Vectores de cointegración y coeficientes de ajuste

$$\alpha(\beta' x_t) = \begin{bmatrix} -0.11 & 1.27 & 0.00 \\ -0.03 & 0.63 & 0.00 \\ -0.01 & -0.13 & 0.00 \\ -0.07 & -1.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & -0.59 \\ 0.00 & 0.00 & 0.32 \\ 0.00 & 0.00 & -0.13 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.24 & -1.00 & 7.86 & 1.00 & -1.24 & 1.00 & 21.86 \\ 0.01 & -0.05 & 1.00 & 0.05 & -0.05 & 0.05 & -1.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & -0.02 & 0.05 & 1.00 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ p_{t-1} \\ i_{t-1} \\ e_{t-1} \\ y_{t-1}^* \\ p_{t-1}^* \\ i_{t-1}^* \end{bmatrix}$$

Las cifras entre paréntesis son los estadísticos t

Vale la pena analizar las ecuaciones de equilibrio doméstico un momento. De acuerdo con el Cuadro 3, la curva IS [8] tiene la forma

$$r_t = -0.13(e_t + p_t^* - p_t) - 0.16(y_t - y_t^*) - 2.78r_t^*$$

En el largo plazo, una depreciación real de 1,0 punto porcentual se traduce en una reducción de la tasa de interés real doméstica de 0,13 por ciento. Este resultado es consistente con el hecho de que la depreciación real incrementa, en el largo plazo, la competitividad nacional y reduce así el costo de capital (tasa de interés real). Además, se aprecia que un incremento en el ratio de productividad, $y_t - y_t^*$, de 1,0 punto porcentual reducirá la



tasa de interés real en 0,16 por ciento. Finalmente, una tasa de interés real externa mayor en 1 por ciento reducirá la tasa de interés real doméstica en 2,8 por ciento.

Con respecto a los coeficientes de ajuste, se puede concluir que ante un desequilibrio en el mercado de bienes, se encontró evidencia que un exceso de oferta en el mercado de bienes (una tasa de interés real por encima de su valor de equilibrio o un tipo de cambio real sobrevaluado, $z_{1t} > 0$), tenderá a reducir las cuatro variables domésticas²⁵. Un resultado interesante es que si la reducción del PBI fuera el único mecanismo de corrección, el equilibrio sería restituido en cerca de 7 meses.

Por otro lado, la condición de equilibrio en el mercado financiero viene dada, de acuerdo con [11], por

$$r_t - r_t^* = -0.05(e_t + p_t^* - p_t) + 0.05 y_t^*$$

Según esta ecuación, en el largo plazo, una depreciación real de 1,0 por ciento se traduce en una **reducción de la prima por riesgo** (del diferencial de tasas) en 0,05 por ciento. Este resultado es interesante ya que, a pesar de que la economía se encuentra fuertemente dolarizada, en el largo plazo el efecto de mayor competitividad producto de una depreciación real es mayor que un eventual efecto de hoja de balance²⁶. Por su parte, un incremento de 1 por ciento en el producto externo incrementa la prima por riesgo en 0,05 por ciento. Ello se interpreta como que las inversiones extranjeras en Perú se realizan tras una comparación del desempeño de la economía local con las economías extranjeras.

¿Cómo reaccionan las variables del MCE ante desequilibrios en el mercado financiero? Como mecanismos de corrección, se encontró evidencia que ante una prima por riesgo por encima de su valor de equilibrio el PBI y el nivel de precios debe aumentar mientras que la tasa de interés nominal y el tipo de cambio deben disminuir. Es bueno comentar brevemente el último hallazgo. Partiendo de un diferencial de inflaciones estable, si bien en el largo plazo una depreciación real disminuye la prima por riesgo, en el corto plazo una **apreciación real** es el fenómeno que permitiría reducirla ($\alpha_{22} > 0$ y $\alpha_{42} < 0$). Esto puede entenderse como la existencia de significativos efectos hoja de balance en el corto plazo que son luego, en el largo plazo, más que compensado por efectos de competitividad externa. Ello es consistente con las relaciones detrás del primer vector de cointegración.

No obstante, surge una inquietud: ¿Acaso no se observan depreciaciones nominales casi inmediatas frente a incrementos en la prima por riesgo (por ejemplo, en el riesgo país)? Los hallazgos mencionados no contradicen esta regularidad empírica. Una depreciación nominal como respuesta ante una mayor percepción de riesgo se relaciona con el sentimiento del mercado y no es necesariamente una respuesta que vaya a corregir el incremento de la prima por riesgo²⁷. Una visión más fundamentalista, vinculada con predicciones de modelos teóricos, sugiere que una apreciación nominal (que derive en una apreciación real), en un mundo donde la mayoría de pasivos corporativos se encuentran en dólares, reforzaría el patrimonio de las empresas, con una consecuente reducción de la prima por riesgo²⁸. Esta respuesta restituye el equilibrio y va en línea con las predicciones del MCE.

Por otro lado, la dinámica de corto plazo de las variables del modelo es compleja y será analizada con mayor detalle en la siguiente sección, una vez identificado los choques estructurales que la propician. Sin embargo, antes de proseguir es conveniente preguntarse si las propiedades del modelo son consistentes con la investigación previa. Para responder rápidamente a la interrogante, se procedió a calcular el indicador de desequilibrio en el mercado de bienes implícito en el MCE y compararlo con alguna medida de la brecha del

²⁵ Se esperaba que $\alpha_{21} > 0$. Se obtuvo, por el contrario, $\alpha_{21} < 0$ aunque sin significancia estadística.

²⁶ Este resultado contrasta con lo hallado en Carranza y otros (2003) quienes estudian el efecto del tipo de cambio sobre el producto a nivel de firmas con técnicas de datos de panel. Sus resultados señalan que en una depreciación el efecto contractivo de hoja de balance más que compensa el efecto positivo de exportaciones netas. Las razones son el alto grado de dolarización de pasivos y la contracción del crédito en respuesta al deterioro de las hojas de balance de las empresas. El efecto que domina es la contracción crediticia que el MCE no recoge necesariamente.

²⁷ Mayor detalle y evidencia para América Latina se encuentra en Winkelried (2003).

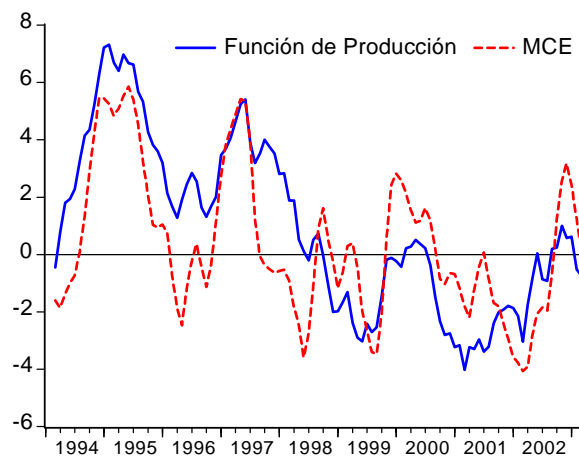
²⁸ Consúltese Morón y Winkelried (2002).



producto, un indicador más familiar de desequilibrio de corto plazo. Se utilizó la brecha del producto calculada en Miller (2003) con el método de la Función de Producción.

Como se aprecia en el gráfico 1, este cálculo se encuentra fuertemente relacionado con la medida de brecha del producto utilizada usualmente en el análisis y proyección de la inflación. Si bien existen discrepancias entre las medidas, atribuibles principalmente a las diferencias entre las metodologías utilizadas, la dinámica recogida en el MCE es similar con lo empleado en los modelos semiestructurales de proyección como el expuesto en Luque y Vega (2003).

Gráfico 1
Comparación de medidas de desequilibrio en el mercado de bienes



Las series son los promedios móviles de tres meses de las brechas.

5. Los choques estructurales

Una vez estimado el MCE y determinadas las relaciones de largo plazo consistentes con los datos y con la teoría económica, es posible analizar cuáles son los choques que explican las distintas variables del modelo y en qué horizontes operan. Recordando lo establecido en la sección 3.2, los choques pueden ser clasificados en varias categorías:

- Un choque tiene efectos **permanentes** si en el largo plazo afecta el nivel de las variables del MCE, sin afectar las relaciones de cointegración expuestas. Por su parte, el choque tiene efectos **transitorios** si no afecta en el largo plazo el nivel de las diversas variables del modelo.
- Un choque es **real** si en el largo plazo afecta el nivel de las variables reales del modelo (los índices de producción externo y doméstico). Por otro lado, el choque es **nominal** si el efecto acumulado sobre la producción interna y externa es cero en el largo plazo. Ha sido posible implementar esta clasificación a partir de la hipótesis de neutralidad.
- Un choque es **externo** si conlleva a algún tipo de respuesta en las variables externas (e internas) del modelo. Por el contrario, el choque es **doméstico** si sólo genera respuestas de las variables internas del modelo. Esta clasificación fue posible por el hecho de que Perú es una economía pequeña y abierta.



5.1. Estimación e interpretación

Los choques permanentes ya han sido reconocidos en la ecuación [15] y se anticipan algunos resultados al categorizar las dos primeras perturbaciones transitorias como, en términos de Cushman y Zha (1997), **choques de información** (doméstico y externo). Estos choques, al tener efectos de muy corto plazo, se vinculan al comportamiento volátil del mercado financiero y, por tanto, se espera que sus efectos sean mayores sobre las tasas de interés y el tipo de cambio nominal.

Utilizando los procedimientos expuestos en el Anexo 2, se procedió a estimar las matrices Γ y Φ con las restricciones presentadas en las ecuaciones [16] y [17]. Los resultados se muestran en el Cuadro 4. Ciertamente, es ambicioso pretender identificar con exactitud el origen de cada choque. Sin embargo, a continuación se ensaya una lectura a los resultados tal que permite “etiquetar” a cada uno, de acuerdo con los efectos causados en las variables del MCE.

Cuadro 4
Estimación estructural del MCE (matrices Γ y Φ)

$$\begin{aligned}
 \mathbf{x}_t = \Gamma \boldsymbol{\phi}_t + \dots &\rightarrow \begin{bmatrix} y_t \\ p_t \\ i_t \\ e_t \\ y_t^* \\ p_t^* \\ i_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.52 & 0 & 0.43 & 0 \\ 0.63 & -1.12 & 0.29 & -0.81 \\ 0.04 & 0.01 & 0.08 & 0.01 \\ 0.01 & -0.43 & 0.41 & -0.81 \\ 0.32 & 0 & 0 & 0 \\ 0.06 & -0.69 & 0 & 0 \\ 0.06 & 0.01 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_t^{R*} \\ \phi_t^{N*} \\ \phi_t^R \\ \phi_t^N \end{bmatrix} + \dots \\
 \boldsymbol{\varepsilon}_t = \Phi \begin{bmatrix} \phi_t \\ \psi_t \end{bmatrix} &\rightarrow \begin{bmatrix} \varepsilon_{y,t} \\ \varepsilon_{p,t} \\ \varepsilon_{i,t} \\ \varepsilon_{e,t} \\ \varepsilon_{y^*,t} \\ \varepsilon_{p^*,t} \\ \varepsilon_{i^*,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.00 & -0.08 & 1.00 & 0 & 0.00 & 0.39 & 0.00 \\ 0.62 & -0.52 & 0.31 & 0 & 0.00 & 0.05 & 0.00 \\ 0.04 & 1.21 & 0.42 & 1.00 & 0.10 & 0.12 & 0.00 \\ -0.08 & 0.79 & 0.19 & -0.47 & 1.00 & 1.00 & 0.00 \\ -0.73 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.00 & 0.08 \\ -0.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.12 & 0.57 \\ -0.01 & 1.00 & 0 & 0 & 0 & 0.92 & 1.31 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_t^{R*} \\ \phi_t^{N*} \\ \phi_t^R \\ \phi_t^N \\ \psi_t^1 \\ \psi_t^2 \\ \psi_t^3 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Las cifras entre paréntesis son los estadísticos t

El choque real externo es un choque de demanda que incrementa en el corto y largo plazo el nivel de precios y el PBI domésticos. Asimismo, el nivel de precios y el PBI externos sufren una disminución en el largo plazo. Si se agrega el hecho que el choque induce a una apreciación nominal que no se corrige, puede deducirse que el efecto cualitativo del choque tiene que ver con un incremento en la competitividad de la economía peruana, relativa a la externa. De hecho, el choque tiene muchas de las características de una mejora en los términos de intercambio. Por su parte, el choque real doméstico presenta efectos similares en el largo plazo (aunque induce a un incremento del tipo de cambio real) y puede ser visto como un desplazamiento hacia la derecha de la curva IS, presumiblemente por una expansión en la inversión local.



El choque externo nominal también es un choque de demanda que fomenta un incremento en la tasa de interés nominal doméstica, una apreciación nominal y una reducción permanente del nivel de precios. Esta perturbación puede interpretarse como un incremento en la tasa de interés internacional o una política monetaria restrictiva en las economías industrializadas. Por otro lado, el choque tiene las características de un **choque de política monetaria**: no genera una respuesta contemporánea ni en el producto ni en el nivel de precios, induce en el impacto a una apreciación nominal y reduce permanentemente el nivel de precios²⁹.

La quinta perturbación es un choque de información doméstico, con características de ataque especulativo: una depreciación nominal en el impacto acompañada por cierta respuesta correctiva de la tasa de interés nominal. El sexto choque es similar pero tiene efectos en las variables externas, por lo que tiene que ver con movimientos originados en los mercados financieros internacionales. El séptimo choque no presenta efectos considerables en las variables domésticas y es difícil de interpretar. Lo único que se puede concluir con cierta confiabilidad es que es externo.

5.2. Importancia de los choques en las variables del MCE

En el Cuadro 5 se presenta la descomposición de la varianza de las variables domésticas del modelo. Estas cifras son una medida de la importancia que tiene cada uno de los choques mencionados en explicar las distintas variables en varios horizontes de tiempo.

Cuadro 5
Descomposición de la varianza del error de predicción de las variables del MCE
(en porcentajes)

Variable	Meses	Choques Permanentes				Choques Transitorios			Total
		Real Externo	Nominal Externo	Real Doméstico	Nominal Doméstico	Doméstico de información	Externo de información	Otro choque externo	
y	6	31,5	4,7	43,5	11,9	2,9	4,3	1,1	100
	12	35,0	2,4	47,2	8,3	2,1	4,0	1,0	100
	24	30,4	2,1	58,3	4,2	2,6	1,9	0,5	100
	48	27,7	1,2	65,2	2,8	1,6	1,5	0,0	100
	∞	31,0	0,0	68,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100
p	6	17,0	15,4	22,0	32,1	4,1	4,2	5,1	100
	12	11,7	15,4	17,0	43,9	2,3	4,3	5,4	100
	24	7,0	23,2	9,7	49,6	3,8	3,0	3,6	100
	48	1,7	25,0	8,8	58,8	1,7	1,7	2,4	100
	∞	1,9	27,4	4,7	66,0	0,0	0,0	0,0	100
i	6	11,2	22,2	15,2	13,3	13,5	19,8	4,8	100
	12	10,2	24,6	13,8	12,1	11,9	22,1	5,4	100
	24	8,2	28,2	14,8	13,0	19,7	15,6	0,4	100
	48	6,6	34,1	20,7	19,0	10,7	7,6	1,4	100
	∞	5,3	37,0	33,5	24,2	0,0	0,0	0,0	100
e	6	4,4	16,5	8,1	12,7	25,9	25,9	6,5	100
	12	2,8	17,8	8,5	13,5	28,2	24,5	4,7	100
	24	2,3	21,1	14,7	17,5	19,7	17,1	7,5	100
	48	1,8	29,3	16,7	24,2	11,5	9,9	6,5	100
	∞	0,4	41,3	23,7	34,7	0,0	0,0	0,0	100

En el cuadro, se aprecia que son los choques reales los que explican casi la totalidad de variabilidad del PBI doméstico (y). En el largo plazo, cerca del 70 por ciento de éste se debe a fluctuaciones reales internas mientras que el 30 por ciento restante se explica por cambios en las condiciones externas, como, por ejemplo, variaciones en los términos de intercambio. Este resultado se relaciona con la estructura productiva sectorial del país: cerca del 70 por ciento corresponde a bienes no transables mientras que el resto se trata de bienes transables³⁰.

²⁹ Se sugiere revisar los comentarios finales (sección 6) para una mayor discusión sobre esta conclusión.

³⁰ Consúltese INEI (2000).



Por su parte, las tendencias nominales, por construcción, no tienen efectos sobre el PBI en el largo plazo. Sin embargo, en menos de un año un significativo 12 por ciento de la volatilidad del PBI es explicado por choques nominales domésticos (de política monetaria), mientras que en un horizonte de un año esta contribución se reduce a 8 por ciento. Ello sugiere cierta influencia de la política monetaria sobre el gasto dentro de un horizonte de 12 meses a partir del choque, lo que evidencia la existencia de un canal de inversión de la política monetaria.

En el largo plazo la tendencia nominal interna explica el 66 por ciento de la varianza del nivel de precios (p_t) mientras que la tendencia nominal externa contribuye con un 27 por ciento. Este resultado sugiere que el proceso de desinflación vivido en los años noventa se ha debido en gran parte al manejo monetario local, a la vez que ha sido influenciado por procesos similares en las economías de la región y en los socios comerciales.

En el corto plazo (menos de un año), una importante proporción de la inflación es explicada por choques reales (17 por ciento por choques externos y 22 por ciento por choques domésticos). Asimismo, cuando se pasa de un horizonte de 6 meses a uno de 12 meses se observa un incremento significativo de la importancia del choque de política monetaria (nominal doméstico) en determinar el nivel de precios. Ello es consistente con hallazgos en los que el rezago de política monetaria (cuánto tiempo toma un choque de política en transmitirse a la inflación) es mayor a un año, aunque comienza a manifestarse en horizontes más cortos.

Con respecto a la tasa de interés interna (i_t), se aprecia que en choques transitorios (de información) son importantes, llegando a explicar el 22 por ciento de la volatilidad en un año. En el largo plazo, por su parte, los determinantes de la tasa de interés se dividen entre la tendencia nominal (política monetaria) externa (con 37 por ciento), la tendencia real doméstica (con 34 por ciento) y la tendencia nominal doméstica (choque de política monetaria, con 24 por ciento).

Finalmente, en el corto plazo los diversos choques transitorios, vinculados con el comportamiento de los mercados financieros y el efecto de “noticias” (choques de información) sobre éstos, son importantes predictores del tipo de cambio (e_t). En el largo plazo, aspectos fundamentales adquieren mayor relevancia como lo son los choques de política monetaria (externos, con 41 por ciento e internos, con 35 por ciento) y choques reales domésticos (con 24 por ciento).

5.3. Funciones impulso-respuesta

Los resultados anteriores pueden ser analizados con mayor detalle al observar cómo responden las variables del MCE, y algunas definiciones derivadas a partir de ellas, ante los choques estructurales. A continuación se presentan las funciones de respuesta ante un impulso considerando los choques con efectos permanentes³¹, que según el Cuadro 5 son los relevantes para explicar tanto el PBI como el nivel de precios domésticos.

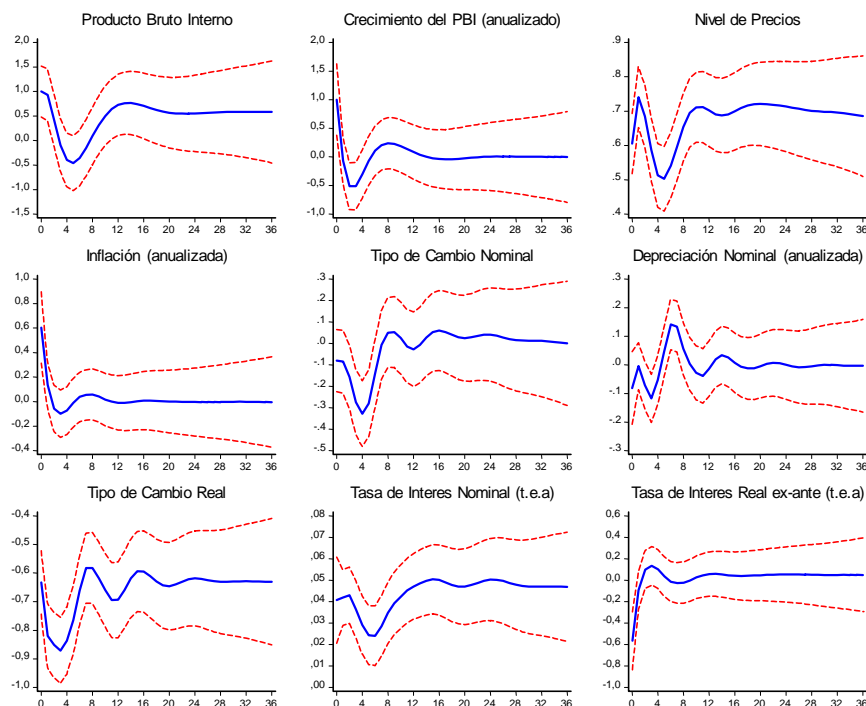
En el gráfico 2 se muestran las respuestas ante el choque real externo. Como se ha explicado, se observa como respuesta contemporánea (en el impacto) un incremento en el PBI e inflación (choque de demanda), acompañado de una reducción en la tasa de interés real y una apreciación real. En el largo plazo, se percibe un aumento en el nivel del PBI, el nivel de precios, una apreciación real y no se tienen efectos sobre la tasa de interés real. Se confirma que el choque real externo se puede interpretar como un aumento en los términos de intercambio y explica, en el largo plazo, el 30 por ciento de la variabilidad del PBI doméstico³².

³¹ Las respuestas ante los choques transitorios pueden ser solicitadas al autor.

³² Canova (2003) encuentra que en algunos países de América Latina, entre ellos el Perú, cerca del 55 por ciento de las fluctuaciones domésticas se explican por variables externas. Esta cifra es mayor a la encontrada presumiblemente porque Canova utiliza variables como precios de *commodities* e índices de bonos de mercados emergentes que podrían estar afectando la inversión en el país. Al parecer, el choque real doméstico estaría recogiendo este efecto ya que las fluctuaciones en las variables mencionadas típicamente no tienen efectos sobre los países “externos” considerados en los datos.



Gráfico 2
Respuesta de variables domésticas ante el choque real externo



La magnitud del choque fue tal que conlleva a un aumento en el impacto de 1 por ciento en el PBI. Las respuestas han sido suavizadas sin alterar su comportamiento. Las bandas de confianza fueron calculadas con los errores estándares asintóticos del MCE

En el gráfico 3 se presentan las respuestas ante el choque nominal externo, interpretado como un aumento en la tasa de interés internacional. Cabe recordar que este choque explica en el largo plazo cerca del 30 por ciento del nivel de precios doméstico, y cerca del 40 por ciento de la variabilidad de la tasa de interés local y del tipo de cambio.

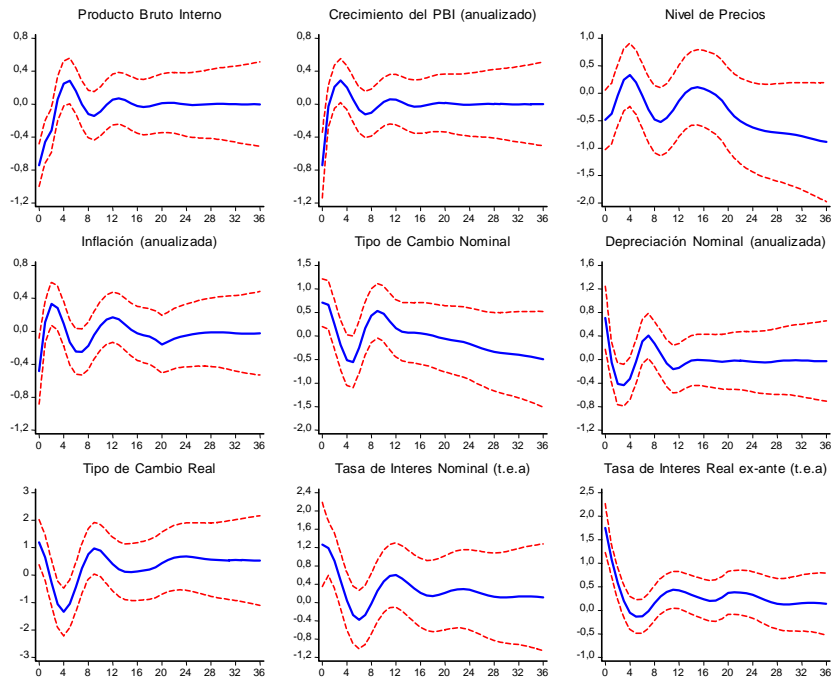
La respuesta inicial negativa del PBI ante este choque encuentra tres explicaciones relacionadas. En primer lugar, la mayor tasa de interés externa induce a una depreciación nominal que, en un contexto de pasivos dolarizados, es contractiva (en el corto plazo). En segundo lugar, la mayor tasa de interés externa incrementa el costo de financiarse en dólares, traduciéndose en condiciones monetarias restrictivas. Finalmente, el choque incrementa la tasa de interés local, restringiendo aún más las condiciones monetarias. Nuevamente, este gráfico sugiere la existencia de un canal de inversión tanto en dólares como en nuevos soles.

Por su parte la respuesta negativa de la inflación puede entenderse de dos maneras. La primera implica un efecto *pass-through*. El modelo incluye una ecuación de equilibrio en el mercado externo de modo que la mayor tasa de interés externa conlleva a una menor inflación internacional que, aparentemente, es transferida a los precios domésticos. Por otro lado, podría pensarse en un componente de demanda de la inflación (véase el cuadro 5), de forma que la reducción en la inflación se asocia con la desaceleración de la actividad económica.

Por otro lado, en el gráfico 4 se presenta las respuestas ante el choque real doméstico, etiquetado como un aumento en la inversión. Es bueno recordar que, según el cuadro 5, este choque es importante al explicar el 70 por ciento de la variabilidad del PBI, el 30 por ciento de la varianza de la tasa de interés local y el 20 por ciento de la volatilidad del tipo de cambio nominal en el largo plazo. El choque real doméstico se entiende como un desplazamiento de la Curva IS. De acuerdo con la sección 3.1.1, una vez ocurrido el choque se requiere de una ligera reducción del PBI, del nivel de precios y de la tasa de interés doméstica para reestablecer el equilibrio.

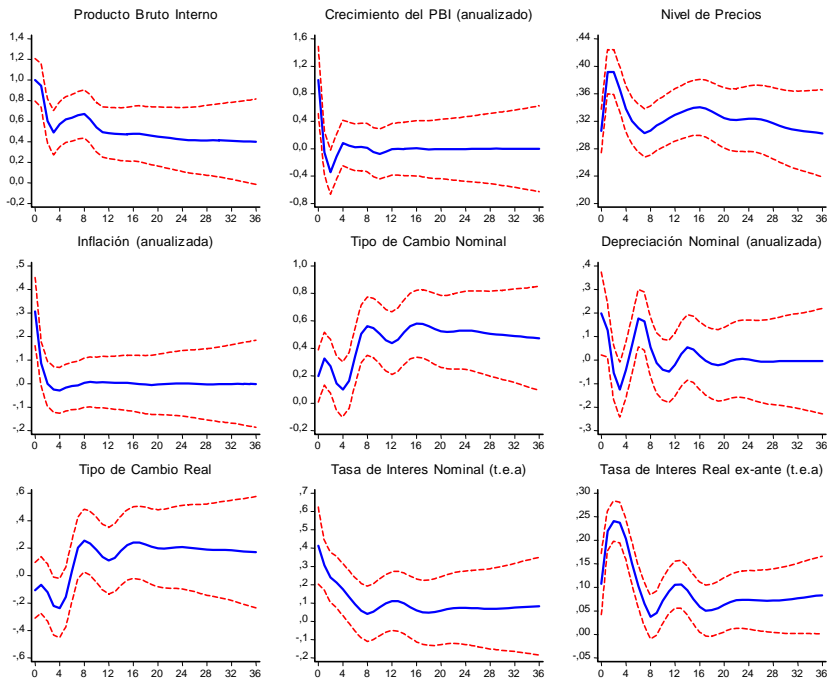


Gráfico 3
Respuesta de variables domésticas ante el choque nominal externo



La magnitud del choque fue tal que conlleva a un aumento en el impacto de 1 por ciento en la tasa de interés internacional (no mostrado).

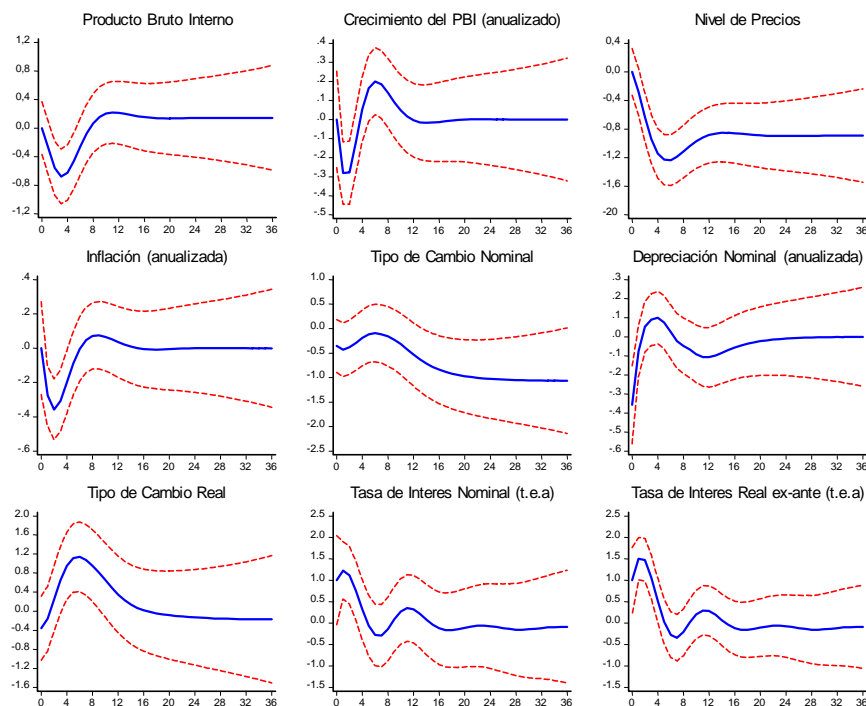
Gráfico 4
Respuesta de variables domésticas ante el choque real doméstico



La magnitud del choque fue tal que conlleva a un aumento en el impacto de 1 por ciento en el PBI.



Gráfico 5
Respuesta de variables domésticas ante el choque nominal doméstico



La magnitud del choque fue tal que conlleva a un aumento en el impacto de 1 por ciento en la tasa de interés nominal doméstica. Las respuestas han sido suavizadas sin alterar su comportamiento. Las bandas de confianza fueron calculadas con los errores estándares asintóticos del MCE.

Finalmente, en el gráfico 5 se presentan las respuestas ante el choque nominal doméstico. De acuerdo con el cuadro 5, este choque explica en el largo plazo cerca del 60 por ciento del nivel de precios doméstico, el 25 por ciento de la variabilidad de la tasa de interés local y el 35 por ciento de la volatilidad del tipo de cambio nominal. En el corto plazo (horizontes menores a un año) explica más del 10 por ciento de la variabilidad del PBI real.

El comportamiento del PBI y el nivel de precios ante este choque sugiere la presencia de importantes efectos de demanda sobre la inflación. Las respuestas del PBI e inflación son, sin embargo, más rápidas que las esperadas o que las consideradas en los modelos de proyección. Según este gráfico el rezago de política monetaria es menor a un año y se perciben sus efectos en la inflación y en el PBI simultáneamente. Las razones detrás de este resultado aparentemente contraintuitivo son la frecuencia mensual de los datos y la marcada volatilidad de la tasa de interés en la muestra analizada (desde 1994). No obstante, las magnitudes de las respuestas parecen razonables: el incremento de 1,0 por ciento de la tasa de interés reduce al PBI (la brecha del producto) entre 0,5 y 0,6 por ciento y la inflación entre 0,2 y 0,3 por ciento. Estos efectos vienen acompañados de un incremento de 0,5 por ciento la tasa de interés real en nuevos soles y una apreciación nominal de entre 0,5 y 1,0 por ciento.

6. Comentarios finales

El ejercicio de identificación expuesto ha permitido derivar dos conclusiones importantes para el diseño de la política monetaria en el Perú. En primera instancia, a partir del análisis de descomposición de varianza y de los efectos del choque identificado como de política monetaria, se ha evidenciado la presencia de un canal de tasa de interés por el cual acciones del Banco Central afectan la demanda agregada y la inflación. No obstante, el MCE utiliza datos bastante agregados y no es del todo capaz de identificar la moneda en la que el mencionado canal



opera. Intuitivamente, se espera que el mismo choque de política genere efectos en la misma dirección en las tasa de interés reales tanto en soles (directamente) como en dólares (indirectamente, a través de su efecto sobre el tipo de cambio esperado). La investigación futura podría concentrarse en desagregar este canal por monedas, por ejemplo incluyendo una tasa de interés doméstica en dólares en el MCE.

Asimismo, este documento ha tenido la ventaja sobre trabajos previos no sólo de contar con mayor información, sino además de incluir en la muestra casi tres años de tasas de interés estables. Como se desprende de Christiano y otros (1998), identificar choques de política es una tarea más complicada si se utilizan agregados monetarios como instrumentos, en comparación con utilizar tasas de política monetaria. Por este motivo, tomando como antecedente los hallazgos de Barrera (2000), la aplicación de una metodología como la expuesta en el futuro, cuando se cuente con períodos más prolongados de tasas estables, podría brindar un mejor entendimiento del canal de interés aquí esbozado.

No obstante, es bueno reconocer algunas limitaciones. Como se vio, el choque identificado como *de política monetaria* es en realidad un *choque de demanda nominal*. A juicio del autor, la correcta identificación histórica de choques monetarios requeriría, para el caso peruano, la introducción de la cantidad por dinero, pues ésta es una variable informativa sobre las tendencias nominales de largo plazo, sobre todo considerando el proceso de desinflación en el Perú durante los 90s. Alternativamente, consistente con el esquema de metas de inflación, también podría interpretarse al choque nominal como un cambio (permanente) en la meta de inflación. Considerar estos aspectos podría refinar los hallazgos de este documento

La segunda conclusión tiene que ver con la presencia de efectos de hojas de balances que lleva a contracciones después de depreciaciones reales. El análisis permite sostener que estos efectos son importantes en el corto plazo, pero en el largo plazo son más que compensados por las mejoras en competitividad motivadas por la depreciación. Es interesante notar que este hallazgo se da con datos agregados. La investigación futura podría procurar brindar mayor evidencia al respecto, considerando variables crediticias o exportaciones netas (en lugar, por ejemplo de y_t^*) en el MCE.



7. Bibliografía

- Amisano, G. y C. Giannini** (1997), *Topics in structural VAR econometrics*, Springer.
- Arena, M. y P. Tuesta** (1998), “Fundamentos y desalineamientos del tipo de cambio real de equilibrio en el Perú”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 3, pp. 29 – 50.
- Armas, A., F. Grippa, Z. Quispe y L. Valdivia** (2001), “De metas monetarias a metas de inflación en una economía con dolarización parcial”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 7, pp. 25 – 74.
- Barrera, C.** (2000), “Mecanismos de transmisión y reglas de política monetaria: la posición de la política monetaria como variable de estado”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 6, pp. 71 – 121.
- Bernanke, B. S. y I. Mihov** (1998), “Measuring monetary policy”, *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 869 – 902.
- Bringas, P. y V. Tuesta** (1997), “El Superávit de encaje y los mecanismos de transmisión de la política monetaria: una aproximación”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 2.
- Canova, F.** (2003), “The transmission of US shocks to Latin America”, *CEPR Discussion Paper*, 3963.
- Carranza, L. J. Cayo y J. E. Galdón** (2003), “Debt composition and balance sheet effects of exchange and interest rate volatility: The case of Peru”, Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad San Martín de Porres.
- Céspedes, L. F., R. Chang y A. Velasco** (2000), “Balance sheets and exchange rate policy”, *NBER Working Paper*, 7840.
- Cushman, D. y T. Zha** (1997), “Identifying monetary policy in a small open economy under flexible exchange rates”, *Journal of Monetary Economics*, 39, pp. 433 – 448.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum y C. L. Evans** (1998), “Monetary policy shocks: What have we learned and to what end?” en Taylor, J. y M. Woodford (eds.), *Handbook of Macroeconomics*, Vol. 1a, Ch. 2, Elsevier.
- Davidson, R. y J. G. MacKinnon** (1993), *Estimation and inference in econometrics*, Oxford University Press.
- De la Cuba, M. y D. Winkelried** (2004), “¿Una Moneda Común? Nuevas evidencias para América Latina”, *Integración & Comercio*, No. 20, INTAL - BID, Enero - Julio, *en prensa*.
- Favero, C.** (2001), *Applied Macroeconometrics*, Oxford University Press.
- Ferreira, J. y R. Herrada** (2003), “Tipo de cambio real y sus fundamentos: Estimación del desalineamiento”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 10, pp. 201 – 228.
- Gonzalo, J. y S. Ng** (2001), “A systematic framework for analyzing the dynamic effects of permanent and transitory shocks”, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 25, pp. 1527 – 1546.
- Hamilton, J.** (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- INEI** (2000), “Matrices especiales de la tabla Insumo Producto 1994”, Instituto Nacional de Estadística e Informática, *Colección: Cambio de año base de las cuentas nacionales del Perú*.
- Jacobsson, T., P. Jansson, A. Vredin y A. Warne** (2002), “Identifying the effects of monetary policy shocks in an open economy”, Sveriges Riksbank, *Working Paper*, 134.
- Johansen, S.** (1991), “Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models”, *Econometrica*, 59, pp. 1551 – 1580.
- Johansen, S.** (1995), “Identifying restrictions of linear equations with applications to simultaneous equations and cointegration”, *Journal of Econometrics*, 69, pp. 111 – 132.
- King, R. G., C. I. Plosser, J. H. Stock y M. W. Watson** (1991), “Stochastic trends and economic fluctuations”, *American Economic Review*, 81, pp. 819 – 840.
- León, D.** (1999), “La información contenida en los agregados monetarios en el Perú”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 5, pp. 11 – 26.



- Luque, J. y M. Vega** (2003), “Usando un modelo semi-estructural de pequeña escala para hacer proyecciones: Algunas consideraciones”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 10, pp. 13 – 39.
- Miller, S.** (2003), “Métodos alternativos para la estimación del PBI potencial: Una aplicación para el caso del Perú”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 10, pp. 63 – 101.
- Morón, E. y D. Winkelried** (2002), “Reglas de política monetaria para economías financieramente vulnerables”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 8, pp. 49 – 76.
- Quispe, Z.** (2000), “Política monetaria en una economía con dolarización parcial: el caso del Perú”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 6, pp. 13 – 37.
- Rossini, R.** (2001), “Aspectos de la Adopción de un Régimen de Metas de Inflación en el Perú”, Banco Central de Reserva del Perú, *Estudios Económicos*, 7, pp. 11 – 23.
- Stock, J. H. y M. W. Watson** (1988), “Testing for common trends”, *Journal of the American Statistical Association*, 83, pp. 1097 – 1107.
- Svensson, L. E. O.** (2000), “Open-economy inflation targeting”, *Journal of International Economics*, 50, pp.155 - 183.
- Warne, A.** (1993), “A common trends model: Identification, estimation and inference”, Institute for International Economics Studies, Stockholm University, *Seminal Paper*, 55.
- Winkelried, D.** (2003), “Interdependencia y contagio financiero en América Latina”, *Monetaria*, Vol. XXVI, No. 1, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, pp. 1 – 31.



Anexo 1 Información utilizada

Los datos utilizados en la sección empírica de este documento son mensuales desde enero de 1993 hasta abril de 2003. Las variables son expresadas en logaritmos y multiplicadas por 12 por lo que sus variaciones son tasas porcentuales anualizadas. La excepción a esta regla son las tasas de interés que son expresadas en niveles anualizados. Además, como una prueba de solidez de resultados se realizaron estimaciones utilizando varias definiciones de las variables, obteniendo resultados cualitativamente similares. Éstas se listan a continuación entre corchetes:

Variables domésticas (Fuente: BCRP)

- y Índice de PBI Real [Índice del PBI No Primario] desestacionalizado
- p IPC subyacente [IPC]
- i Tasa de interés nominal interbancaria ajustada (ver abajo)
- e Tipo de cambio nominal (S/. por US\$)

Variables externas (Fuente: www.economagic.com)

- y^* Índice de producción industrial de países industrializados [de EEUU]
- p^* IPC de países industrializados [IPC de EEUU]
- i^* Tasa LIBOR en dólares a 3 meses

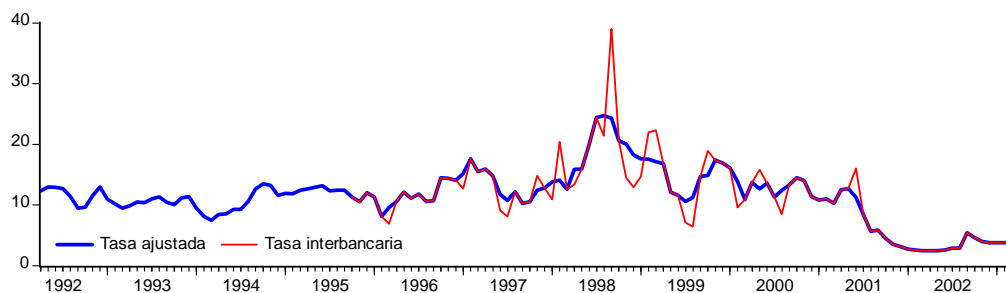
Variables exógenas al VAR

- Precio del petróleo WTI (Fuente: Bloomberg)
- Índice climático ENSO (Fuente: www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI/)

La intención de incluir una tasa de interés es la de contar en el modelo con algún instrumento de política monetaria. La tasa de interés corto plazo disponible en moneda nacional es la tasa interbancaria (desde octubre de 1995). Hasta fines de los 90s esta tasa era determinada libremente por el mercado sin mayor influencia del BCRP, quien monitoreaba agregados monetarios directamente. Por este motivo, los datos observados no responden necesariamente a una variable de política monetaria.

Para lidiar con este problema se estimó una ecuación que explica la tasa a partir de indicadores operativos del BCRP como el excedente de encajes, los saldos en cuenta corriente y la tasa de redescuento. Con este procedimiento no sólo se consiguió una tasa de interés más suave sino que además se pudo proyectar hacia atrás sus valores, de enero de 1992 hasta setiembre de 1995. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico:

Tasas de interés interbancaria observada y la utilizada en el MCE





Anexo 2

Estimación de la forma estructural

La estimación de la forma estructural del MCE es, en principio, similar a la de un VAR estructural. No obstante, es necesario considerar un conjunto de restricciones pertinentes que aseguren la consistencia entre la forma estructural y la existencia de cointegración. En Warne (1993) se propone un procedimiento para la estimación de las matrices Φ y Γ descritas en el texto y se desarrolla la teoría asintótica formal relacionada. Sin embargo, los resultados obtenidos con la implementación de dicho procedimiento no fueron satisfactorios. Como sostienen Davidson y MacKinnon (1993), la estimación de la forma estructural tiende a ser muy sensible a los supuestos de identificación, al implicar el uso de condiciones de momentos que no son necesariamente las que se ven reflejadas en los datos. Ello es particularmente cierto si los datos son volátiles, como ocurre en esta investigación. Más aún, debe considerarse que usualmente la estimación puede llevar a múltiples soluciones o a situaciones en donde las matrices de parámetros estructurales son singulares y, por ende, se encuentren puntos en el espacio de parámetros que vuelvan indefinida la función objetivo del problema de estimación.

Por estos motivos, se optó por una estrategia de estimación distinta a las propuestas en la literatura. Ésta apunta a aliviar la carga computacional detrás de la estimación estructural y a levantar las posibles indeterminaciones mediante un mayor control del problema de optimización relacionado. El método es secuencial y consiste en *concentrar* la estimación en algunos parámetros “fáciles de estimar” y condicionar la estimación de parámetros “difíciles de estimar” a los resultados hallados en las etapas previas. Cabe mencionar que la propuesta está basada en la conciliación de los resultados analíticos de Warne (1993), Johansen (1995) y Gonzalo y Ng (2001).

Para efectos de la discusión, es bueno recordar que el MCE, con n variables y r relaciones de cointegración, está definido por la ecuación [2]. Además, los choques estructurales están recogidos en los vectores definidos en [15] donde φ_t es un vector de dimensión $k = n - r$ que recoge los choques con efectos permanentes mientras que ψ_t recoge r choques con efectos transitorios. Esta representación implica, por [5], que

$$\lim_{h \rightarrow \infty} \frac{\partial \mathbf{x}_{t+h}}{\partial \boldsymbol{\varphi}_t} = \Gamma_{n \times k} \quad \text{y} \quad \lim_{h \rightarrow \infty} \frac{\partial \mathbf{x}_{t+h}}{\partial \boldsymbol{\psi}_t} = \mathbf{0}_{n \times r} \quad [\text{A1}]$$

Asimismo, como se vio en [17], los residuos del MCE son combinaciones lineales de los choques estructurales,

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t = \Phi \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varphi}_t \\ \boldsymbol{\psi}_t \end{bmatrix} = \Phi \mathbf{v}_t \quad [\text{A2}]$$

Siguiendo a Amisano y Giannini (1997), la estimación de la forma estructural se centra en maximizar

$$\ell = -2 \ln(|\Phi|) - \text{traza} \left(\left(\Phi^{-1} \right)' \left(\Phi^{-1} \right) \left[\frac{\boldsymbol{\varepsilon}_t \boldsymbol{\varepsilon}_t'}{T} \right] \right) \quad [\text{A3}]$$

donde, como se verá en seguida, la elección de Φ está sujeta a tres conjuntos de restricciones lineales: (i) restricciones que aseguren la consistencia con la cointegración de los elementos del vector \mathbf{x}_t (que implica una relación entre Φ y Γ), (ii) restricciones sobre efectos contemporáneos de los choques estructurales sobre los residuos del MCE y (iii) restricciones sobre efectos acumulados de los choques sobre los elementos de \mathbf{x}_t .

Se procede en cuatro pasos:

Primer paso: Es necesario encontrar una relación entre Φ y Γ . Considere la representación VMA del MCE [2],

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{C}(L)\boldsymbol{\varepsilon}_t = \mathbf{C}(L)\Phi \mathbf{v}_t \quad [\text{A4}]$$



El polinomio $C(L)$ es infinito y $C(L)\Phi$ recoge los elementos de las diversas funciones de respuesta al impulso. Si se denota al valor del polinomio $C(L)$ en el largo plazo como $C \equiv C(1)$ se tiene que

$$C\Phi = \begin{bmatrix} \lim_{h \rightarrow \infty} \frac{\partial \mathbf{x}_{t+h}}{\partial \boldsymbol{\phi}_t} & \lim_{h \rightarrow \infty} \frac{\partial \mathbf{x}_{t+h}}{\partial \boldsymbol{\psi}_t} \end{bmatrix} = [\Gamma \quad \mathbf{0}] \quad [A5]$$

Como se demuestra en Warne (1993, p. 8) y Johansen (1995, p. 121), una manera directa de calcular la matriz C es considerando que

$$C = \boldsymbol{\beta}_\perp (\boldsymbol{\alpha}'_\perp \Lambda(1) \boldsymbol{\beta}_\perp)^{-1} \boldsymbol{\alpha}'_\perp \quad [A6]$$

donde el operador \perp es tal que para una matriz cualquiera \mathbf{M} se cumple que $\mathbf{M}'\perp\mathbf{M} = \mathbf{0}^{33}$ y $\Lambda(1)$ es la suma de todas las matrices de coeficientes autoregresivos del VAR restringido [1].

Segundo paso: Un resultado bastante útil de Gonzalo y Ng (2001, p. 1532) es que la matriz de efectos contemporáneos Φ puede ser descompuesta, a su vez, como

$$\Phi = \mathbf{G}^{-1} \mathbf{H} \quad [A7]$$

donde la matriz \mathbf{G} es conocida

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\alpha}'_\perp \\ \boldsymbol{\beta}' \end{bmatrix} \quad [A8]$$

y la matriz cuadrada \mathbf{H} es, por el momento, arbitraria.

Tercer paso: Al juntar las ecuaciones [A5] con [A7] se derivan las principales ecuaciones envueltas en el procedimiento de estimación. Al respecto se deduce que

$$C\mathbf{G}^{-1}\mathbf{H} = [\Gamma \quad \mathbf{0}] \quad [A9]$$

Nótese que la inversa de \mathbf{G} es

$$\mathbf{G}^{-1} = [\boldsymbol{\beta}_\perp (\boldsymbol{\alpha}'_\perp \boldsymbol{\beta}_\perp)^{-1} \quad \boldsymbol{\alpha}' (\boldsymbol{\beta}' \boldsymbol{\alpha})^{-1}] \quad [A10]$$

Luego, defínase a la matriz \mathbf{W} como el producto $C\mathbf{G}^{-1}$, de modo que

$$\begin{aligned} \mathbf{W} &= C\mathbf{G}^{-1} = [\boldsymbol{\beta}_\perp (\boldsymbol{\alpha}'_\perp \Lambda(1) \boldsymbol{\beta}_\perp)^{-1} \boldsymbol{\alpha}'_\perp] [\boldsymbol{\beta}_\perp (\boldsymbol{\alpha}'_\perp \boldsymbol{\beta}_\perp)^{-1} \quad \boldsymbol{\alpha}' (\boldsymbol{\beta}' \boldsymbol{\alpha})^{-1}] \\ &= [\mathbf{W}_{11} \quad \mathbf{W}_{12}] = [\boldsymbol{\beta}_\perp (\boldsymbol{\alpha}'_\perp \Lambda(1) \boldsymbol{\beta}_\perp)^{-1} \quad \mathbf{0}] \end{aligned} \quad [A11]$$

El término de la izquierda de [A9] es

$$\mathbf{W}\mathbf{H} = [\mathbf{W}_{11} \quad \mathbf{W}_{12}] \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{11} & \mathbf{H}_{12} \\ \mathbf{H}_{21} & \mathbf{H}_{22} \end{bmatrix} = [\mathbf{W}_{11}\mathbf{H}_{11} \quad \mathbf{W}_{11}\mathbf{H}_{12}] \quad [A12]$$

³³ Este operador es la proyección ortogonal de la matriz \mathbf{M} y se calcula como la matriz de los vectores propios asociados con los $n - r$ valores propios más pequeños de la matriz $\mathbf{M}(\mathbf{M}'\mathbf{M})^{-1}\mathbf{M}'$. Ver Johansen (1991).



Al igualar esta expresión con el lado derecho de [A9] se concluye que

$$\mathbf{H}_{12} = \mathbf{0} \quad [\text{A13}]$$

$$\boldsymbol{\beta}_{\perp} (\boldsymbol{\alpha}'_{\perp} \Lambda(1) \boldsymbol{\beta}_{\perp})^{-1} \mathbf{H}_{11} = \boldsymbol{\Gamma} \quad [\text{A14}]$$

La matriz \mathbf{H} debe ser triangular inferior por bloques para asegurar la cointegración³⁴.

Finalmente, de [A7] y [A10] se desprende que

$$\boldsymbol{\alpha}' (\boldsymbol{\beta}' \boldsymbol{\alpha})^{-1} \mathbf{H}_{21} = \boldsymbol{\Phi}_{11} - \boldsymbol{\beta}_{\perp} (\boldsymbol{\alpha}'_{\perp} \boldsymbol{\beta}_{\perp})^{-1} \mathbf{H}_{11} \quad [\text{A15}]$$

$$\boldsymbol{\alpha}' (\boldsymbol{\beta}' \boldsymbol{\alpha})^{-1} \mathbf{H}_{22} = \boldsymbol{\Phi}_{12} \quad [\text{A16}]$$

donde $\boldsymbol{\Phi}_{11}$ y $\boldsymbol{\Phi}_{12}$ son los bloques de $\boldsymbol{\Phi}$.

Cuarto paso: El análisis anterior ha provisto de una serie de ecuaciones que simplifican la optimización. Ello se da al haber expresado el problema en la elección de los bloques de la matriz \mathbf{H} (\mathbf{H}_{11} , \mathbf{H}_{21} y \mathbf{H}_{22}) en un sistema cuasi-recursivo. De este modo, la maximización de [A3] se consigue con la siguiente secuencia:

- De acuerdo con [A14], la matriz $\boldsymbol{\Gamma}$ se determina únicamente con una elección apropiada de \mathbf{H}_{11} . Nótese que ningún otro bloque de \mathbf{H} afecta a $\boldsymbol{\Gamma}$. Asimismo, [A16] establece que la submatriz $\boldsymbol{\Phi}_{12}$ es determinada sólo con \mathbf{H}_{22} .

Luego, para cualquier \mathbf{H}_{21} y \mathbf{H}_{22} se tiene que

$$\tilde{\mathbf{H}}_{11} = \arg \min_{\mathbf{H}_{11}} \{ \ell(\mathbf{H}_{11}, \mathbf{H}_{21}, \mathbf{H}_{22}) \} \quad [\text{A17}]$$

mientras que para cualquier \mathbf{H}_{11} y \mathbf{H}_{21} se tiene que

$$\tilde{\mathbf{H}}_{22} = \arg \min_{\mathbf{H}_{22}} \{ \ell(\mathbf{H}_{11}, \mathbf{H}_{21}, \mathbf{H}_{22}) \} \quad [\text{A18}]$$

- La ecuación [A15] determina finalmente \mathbf{H}_{21} , dada la elección óptima de \mathbf{H}_{11} ,

$$\tilde{\mathbf{H}}_{21} = \arg \min_{\mathbf{H}_{21}} \{ \ell(\tilde{\mathbf{H}}_{11}, \mathbf{H}_{21}, \tilde{\mathbf{H}}_{22}) \} \quad [\text{A19}]$$

³⁴ Este resultado es utilizado en Gonzalo y Ng (2001, p. 1532). Como caso particular, estos autores calculan \mathbf{H} como la descomposición de Cholesky de la matriz de covarianzas de los residuos del MCE.



Examinando algunas disyuntivas de política económica con un modelo estructural

Luis Gonzalo Llosa Velásquez*

gllosa@bcrp.gob.pe

1. Introducción

¿Cuáles son las implicancias de una mejora en los procesos productivos? ¿Cuáles son los efectos de un cambio en el nivel de endeudamiento público? ¿Cuáles son los costos cíclicos de un cambio en la tasa de inflación objetivo? Estos son sólo algunos ejemplos del tipo de dudas que enfrentan a menudo los encargados de política económica. Estas preguntas no sólo se refieren a la manera cómo la economía responde en el corto y largo plazo, sino también a la manera cómo deben reaccionar los encargados de política económica ante estos acontecimientos.

Este documento pretende dar una primera visión general sobre el tipo de dilemas que pueden enfrentar los encargados de política económica. La discusión se basa en las simulaciones de un modelo estructural que se sustenta en dos sistemas: largo plazo y corto plazo. El sistema de largo plazo es un modelo con generaciones traslapadas, precios flexibles y expectativas racionales para una economía pequeña y abierta. El segundo sistema es un modelo con costos de ajuste, expectativas combinadas y precios rígidos que converge al estado estacionario definido por el sistema de largo plazo. Ambos sistemas fueron calibrados para la economía peruana¹.

Los ejercicios de simulación consisten en: (i) un aumento en la productividad doméstica, (ii) una reducción permanente de la deuda pública manteniendo el gasto público constante como proporción del producto, y (iii) una reducción permanente de la tasa de inflación objetivo del banco central.

Las simulaciones esclarecen las disyuntivas presentes cuando esta “economía” es afectada por el tipo de choques permanentes mencionados². Los resultados demuestran que ante un aumento de productividad permanente, el nivel de producto aumenta sin generar presiones inflacionarias. Más bien, la rápida expansión de la oferta frente a la demanda y las ganancias de productividad provocan una reducción de la tasa de inflación. En este contexto, el banco central adopta una posición expansiva para disminuir el riesgo de incumplimiento de la meta de inflación. En el segundo caso, ante una reducción permanente de la deuda pública manteniendo el gasto público constante, se puede observar la disyuntiva entre la pérdida de producto en el corto plazo frente a la ganancia de producto en el largo plazo generadas por la reducción permanente del déficit fiscal. Esta simulación también sugiere que esta contracción fiscal requeriría una política monetaria laxa para cumplir con el objetivo de inflación. La última simulación muestra el costo en términos de producto (ratio de sacrificio) de una política de

* El autor es analista de Unidad de Modelos Económicos de la Gerencia de Estudios Económicos. Las opiniones vertidas en este documento pertenecen exclusivamente al autor y no son necesariamente compartidas por el Banco Central de Reserva del Perú. El autor agradece los comentarios recibidos en el XX Encuentro de Economistas celebrado en febrero de 2003; así como los valiosos aportes de Adrián Armas, Javier Luque, Shirley Miller, Hugo Perea, Vicente Tuesta, Marco Vega y Diego Winkelried.

¹ La calibración de la estructura de largo plazo se enfocó en encontrar un conjunto de parámetros condicionales a un estado estacionario definido *a priori*, mientras que la calibración de la dinámica de corto plazo se basa en la graduación de algunos coeficientes a través de simulaciones sucesivas con la intención de replicar las propiedades deseadas durante el proceso de ajuste. Asimismo, durante la calibración de corto plazo se tomaron como base las simulaciones del modelo semi-estructural desarrollado por Luque y Vega (2004). Esta aproximación permitió restringir la búsqueda de algunos coeficientes y además capturar la dinámica de corto plazo. Cualquier información adicional concerniente al proceso de calibración puede ser requerida al autor.

² Los resultados son condicionales a la estructura adoptada por el modelo y la calibración de los parámetros. En este sentido, los ejercicios no pretenden capturar todos los efectos que pueden ser observados en una economía real.



desinflación y la manera en que este costo es condicional a la posición de las expectativas respecto al nuevo anuncio. En particular, los resultados indican que a menor credibilidad respecto al nuevo objetivo mayor es el ratio de sacrificio.

El enfoque estructural adoptado permite un análisis desagregado a nivel tanto de flujos como de saldos. Además, al contar con un sistema de largo plazo endógeno, es posible responder a cuestionamientos de política económica que requieren una visión de mediano y largo plazo. Para el caso peruano, el referente más cercano de un modelo estructural es el Modelo de Análisis de Política Macroeconómica (MAPM)³ desarrollado por Dancourt *et. al.* (2002a,b). Aunque el MAPM y el modelo desarrollado en este documento presentan una estructura similar, existen algunas diferencias entre ambos modelos. La principal diferencia se concentra en el comportamiento del consumo en el largo plazo⁴. En primer lugar, el MAPM considera que las posibilidades de consumo en el largo plazo están en gran parte predeterminadas por las decisiones de oferta⁵ mientras que el modelo estructural mostrado en este documento asume que las familias optimizan su consumo intertemporalmente en función a sus patrones de ingresos esperados. En segundo lugar, el MAPM supone agentes de vida infinita, abstrayéndose de la existencia de generaciones traslapadas y limitando el análisis de la deuda pública como factor de transferencia de renta intergeneracional.

El documento se organiza de la siguiente manera. Las secciones dos y tres exponen las principales características de los sistemas de largo y corto plazo, respectivamente. La cuarta sección se enfoca en la dinámica del modelo: el proceso de ajuste del modelo al estado estacionario cuando es perturbado por los cambios mencionados. En la última sección, se presentan las consideraciones finales.

2. El sistema de largo plazo

El sistema de largo plazo consiste en un modelo dinámico de generaciones traslapadas con precios flexibles y expectativas racionales para una economía pequeña y abierta.

En esta sección se describe el comportamiento de los principales agentes (familias, firmas, sector público y sector externo), así como la dinámica del tipo de cambio real y la tasa de interés, y la estructura de precios relativos en el largo plazo.

2.1. Las familias

Las familias están representadas por un grupo de consumidores que eligen los patrones de consumo y ahorro que maximizan su utilidad intertemporal. La estructura del problema de optimización descansa en el sistema de generaciones traslapadas propuesto por Blanchard (1985) y Buiter (1988), pero más acorde con la representación en tiempo discreto de Frenkel y Razin (1992) y Black *et. al.* (1994). Este acápite muestra la solución del problema del consumidor en el largo plazo, así como su agregación a nivel poblacional.

³ El MAPM fue desarrollado como parte del proyecto de la Red de Macroeconomía auspiciado por el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES). Este modelo fue concedido por el CIES al Banco Central de Reserva del Perú en agosto 2002. El autor agradece a ambas instituciones, en especial a los miembros del proyecto de la Red de Macroeconomía, por el acceso a los códigos *Winsolve* del MAPM.

⁴ Existen otras diferencias concernientes a la calibración, el mecanismo de transmisión subyacente, las funciones de reacción fiscal y monetaria y la formación de expectativas de inflación, entre otras. En vista de ello, queda para una agenda futura la comparación de la dinámica de ambos modelos ante distintos choques.

⁵ El MAPM asume dos tipos de consumidores: asalariados y capitalistas. Los primeros derivan su ingreso a partir de su participación en el mercado laboral, mientras que los capitalistas determinan su riqueza en función de sus ingresos financieros sobre su portafolio de activos financieros. El *stock* de activos financieros está compuesto por los activos externos netos, deuda pública y capital. De estos tres activos, sólo el capital es determinado por la decisión óptima de las firmas, mientras que la deuda pública es exógena y los activos externos netos se determinan por residuo. En consecuencia, tanto el consumo de los asalariados como el de los capitalistas están predeterminados en su mayoría por las decisiones de producción de las firmas.



2.1.1 El problema de optimización del consumidor

El problema básico de los consumidores puede resumirse de la siguiente manera: en el tiempo t , un individuo que nació en el período a elige un patrón de consumo para maximizar el valor presente de su utilidad esperada, sujeto a una restricción presupuestaria. Asumiendo una función de utilidad de aversión al riesgo constante, el problema puede expresarse como,

$$\text{Max}_{\{c_{a,t+s}\}} U = E \left[\sum_{s=0}^{\infty} \delta^s \frac{c_{a,t+s}^{1-\sigma^{-1}}}{1-\sigma^{-1}} \varepsilon_s \right] \quad (1)$$

donde $c_{a,t+s}$ es el consumo; σ es la elasticidad intertemporal de sustitución⁶; δ es el factor de descuento; E denota al operador de esperanza matemática y ε_s una variable aleatoria dicotómica que toma el valor de uno si el consumidor está vivo y cero si no. Se asume que la utilidad que recibe un consumidor que no está vivo es cero. El factor de descuento está inversamente relacionado con la tasa pura de preferencia intertemporal, ρ , tal que $\delta=1/(1+\rho)$, donde $\delta < 1$ y $\rho > 0$.

La esperanza matemática anterior no posee solución determinada dado que el proceso aleatorio no está definido. Una forma de solucionar el problema es asumir que los consumidores enfrentan una probabilidad fija de sobrevivir, denotada por γ . Esta probabilidad es exógena e independiente de la edad de los agentes. De esta manera, es posible concebir a ε_s como un proceso aleatorio *Poisson*, tal que la probabilidad de sobrevivencia en el período s (cuando ε_s es igual a uno) es γ^s . Con esta especificación es posible escribir (1) a través de un problema de optimización sin incertidumbre.

$$\text{Max}_{\{c_{a,t+s}\}} U = \sum_{s=0}^{\infty} (\gamma\delta)^s \frac{c_{a,t+s}^{1-\sigma^{-1}}}{1-\sigma^{-1}} \quad (2)$$

La expresión anterior posee la misma estructura de un problema con agentes con vida infinita, pero con un factor de descuento modificado que incluye la influencia de la probabilidad de sobrevivencia, $\gamma\delta$, llamado factor efectivo de descuento. Esta característica introduce algunas propiedades de los sistemas de generaciones traslapadas sin alterar la simplicidad de un modelo con agentes representativos de vida infinita. La propiedad más importante es el “sobre descuento” que los consumidores aplican al consumo intertemporal (este punto será tratado más adelante).

En cada período, los consumidores ofrecen mano de obra y en retribución reciben un ingreso laboral neto de impuestos o ingreso disponible, y^d . Asimismo, existe una transferencia de suma alzada llamada *risk*, que refleja las discrepancias en los retornos de los diferentes activos financieros y los costos de ajuste del proceso de inversión (este punto será tratado más adelante). Los consumidores también poseen ingresos financieros provenientes del retorno, r^{con} , sobre el *stock* de activos financieros que poseen, fa ⁷. Por consiguiente, la restricción presupuestaria presenta la siguiente forma,

$$p_t^c c_{a,t} + fa_{a,t} = \frac{(1+r_{t-1}^{con})}{\gamma} fa_{a,t-1} + y_{a,t}^d + risk_{a,t} \quad (3)$$

donde p_t^c es el precio relativo del consumo⁸.

⁶ Por consiguiente, el coeficiente de aversión relativa al riesgo es $1/\sigma$.

⁷ Se asume que en el período de nacimiento los individuos no poseen activos de modo tal que el nivel de activos financieros depende de la edad de los agentes.

⁸ El modelo utiliza como numerario al precio de los bienes producidos y consumidos domésticamente a costo de factores (o neto de impuestos indirectos).



En la ecuación (3) se puede apreciar la propiedad de “sobredescuento” y su efecto sobre la restricción presupuestaria convencional: la tasa de interés de los consumidores está dividida por la probabilidad de sobrevivir, de manera tal que el retorno de los individuos es mayor que la tasa de mercado (si $\gamma < 1$). La inclusión de esta propiedad asume la existencia de un esquema de seguros que se apropia de los activos financieros (o deudas) cuando los consumidores mueren y que, en compensación, proporciona (cobra) a los agentes un dividendo adicional que incrementa el retorno (los intereses) sobre sus activos (deudas)⁹.

La importancia de este punto radica en que la tasa de interés efectiva de los consumidores, aquella que emplean para descontar sus ingresos futuros, excede a la tasa de interés de mercado. Ello implica que el horizonte de previsión de los agentes es menor al del mercado o de otros agentes¹⁰.

Reemplazando (3) recursivamente hacia delante y haciendo uso de la condición de transversalidad¹¹, se obtiene la restricción presupuestaria intertemporal,

$$\sum_{s=0}^{\infty} \gamma^s \frac{P_{t+s}^c C_{a,t+s}}{\prod_{i=0}^{s-1} (1+r_{t+i}^{con})} = \sum_{s=0}^{\infty} \gamma^s \frac{y_{a,t+s}^d + risk_{a,t+s}}{\prod_{i=0}^{s-1} (1+r_{t+i}^{con})} + \frac{(1+r_{t-1}^{con})}{\gamma} fa_{a,t-1} \quad (4)$$

Definida la utilidad intertemporal (2) y la restricción presupuestaria (4), el problema de optimización del consumidor puede ser expresado como,

$$Max_{\{c_{a,t+s}\}} \sum_{s=0}^{\infty} (\gamma\delta)^s \frac{c_{a,t+s}^{1-\sigma^{-1}}}{1-\sigma^{-1}} + \lambda \left[tw_{a,t} - \sum_{s=0}^{\infty} \gamma^s \frac{P_{t+s}^c C_{a,t+s}}{\prod_{i=0}^{s-1} (1+r_{t+i}^{con})} \right] \quad (5)$$

donde la condición de primer orden viene dado por,

$$(\gamma\delta)^s c_{a,t+s}^{-\sigma^{-1}} - \lambda \gamma^s \zeta_{t+s} P_{t+s}^c = 0 \quad (6)$$

para $s=0,1,\dots,\infty$. La variable ζ_{t+s} es el factor de descuento de mercado que agrega las tasas de interés entre el período t y el período $t+s$: $\prod_{i=0}^{s-1} (1+r_{t+i}^{con})$.

⁹ El sistema de seguros funciona de la siguiente manera: En primer lugar, se supone que los agentes no dejan herencias positivas ni negativas. Sin embargo, contratan un seguro que los retribuye con un dividendo proporcional a su riqueza financiera por cada periodo adicional que sobrevivan (el dividendo puede ser también un cobro adicional que hace el seguro con el propósito de garantizar el pago de la deuda del agente una vez que el agente muera). A cambio, la compañía de seguros se apropia de todos los activos financieros de los agentes cuando estos mueren. Si se asume que existe un gran número de agentes, el número de muertes es constante y es una proporción conocida de la población existente, aún cuando los consumidores enfrentan incertidumbre acerca del período en el que van a dejar de vivir. Esto significa que por cada unidad de activos, las compañías de seguro se apropian con certeza de $1-\gamma$ partes de los activos financieros agregados (nótese que esta proporción es la probabilidad de muerte). Durante un período, las compañías invierten esta proporción y reciben un retorno igual a la tasa de mercado. Por otro lado, transfieren el dividendo contratado, ϑ , a cada uno de los individuos sobrevivientes, lo que implica que en agregado transfieren $\gamma\vartheta$. Asumiendo competencia perfecta es posible concebir que este esquema presente un beneficio económico cero, así se obtiene que: $(1-\gamma)(1+r^{con}) = \gamma\vartheta$. En tal sentido, por cada unidad de activos financieros, el retorno efectivo de los consumidores está dado por la tasa de interés de mercado que reciben por sus inversiones más el dividendo.

$$1 + r_t^{efectiva} = (1+r_t^{con}) + \vartheta = \frac{(1+r_t^{con})}{\gamma}$$

¹⁰ En la sección 2.4.1 se discute la relevancia de esta propiedad en la no neutralidad de la deuda pública.

¹¹ La condición de transversalidad determina el valor presente de los activos financieros al morir es cero,

$$\lim_{b \rightarrow \infty} \frac{\gamma^b fa_{a,t+b}}{\prod_{i=0}^{b-1} (1+r_{t+i}^{con})} = 0$$



Se puede observar la influencia en el mismo sentido de la probabilidad de sobrevivencia tanto en el factor de descuento subjetivo como en el factor de descuento de mercado. En consecuencia, aunque permanece la discrepancia entre la tasa de interés (ajustada por riesgo de muerte) aplicable al individuo y la tasa de interés de mercado (libre de riesgo) aplicable a la sociedad, ésta no distorsiona la colocación intertemporal del consumo¹².

Reemplazando (6) en la restricción presupuestaria (4) se obtiene,

$$tw_{a,t} = \lambda^{-\sigma} \sum_{s=0}^{\infty} \gamma^s p_{t+s}^c \zeta_{t+s} \left[\frac{\delta^s}{\zeta_{t+s} p_{t+s}^c} \right]^{\sigma} \quad (7)$$

La ecuación (7) puede reemplazarse en (6), obteniéndose la ley de movimiento que relaciona la riqueza total con el consumo individual,

$$c_{a,t+s} = \Omega_t \left[\frac{\delta^s}{\zeta_{t+s} p_{t+s}^c} \right]^{\sigma} tw_{a,t} \quad (8)$$

donde,

$$\Omega_t = \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} [\gamma^s \zeta_{t+s} p_{t+s}^c]^{1-\sigma} [(\gamma\delta)^s]^{\sigma} \right\}^{-1}$$

Ω_t es la propensión marginal a consumir la riqueza del período t ¹³. Lo anterior permite inferir que para el período t (cuando s es cero) se cumple,

$$p_t^c c_{a,t} = \Omega_t tw_{a,t} \quad (9)$$

La definición intertemporal de la riqueza total (4) y la ecuación de comportamiento del consumo en el período t (9), permiten deducir la siguiente ley de movimiento de la riqueza,

$$tw_{a,t+1} = \frac{(1 + r_{t-1}^{con})}{\gamma} (1 - \Omega_t) tw_{a,t} \quad (10)$$

La ecuación (10) indica que Ω_t es la variable clave que relaciona el valor de riqueza intertemporalmente. Si el individuo sobrevive un período, entonces su riqueza se iguala a la fracción no consumida en el período anterior ajustada por la tasa efectiva de interés. De esta manera cuanto menor es la propensión marginal a consumir, mayor es la riqueza y el consumo en el equilibrio.

¹² La tasa marginal de sustitución entre dos niveles de consumo consecutivos sólo depende del factor de descuento de mercado, $1/(1+r)$ y la secuencia de precios respectiva. Este resultado puede ser observado por medio de la ecuación de Euler,

$$c_{a,t+s+1} = \left[\delta (1 + r_{t+s}^{con}) \frac{p_{t+s}^c}{p_{t+s+1}^c} \right]^{\sigma} c_{a,t+s}.$$

¹³ Se puede observar que cuando el individuo es neutral al riesgo ($\sigma=1$), la propensión marginal es simplemente $1-\gamma\delta$. Cuanto mayor sea esta propensión, ya sea porque los agentes esperan morir pronto o simplemente prefieren más el presente al futuro, mayor es el consumo de la riqueza total en cada período. En el caso de aversión al riesgo ($\sigma < 1$), la propensión marginal depende del factor efectivo de descuento del individuo, $\gamma\delta$, y de la secuencia temporal futura de precios relativos y tasas de interés.



2.1.2. Agregación Poblacional

En esta parte se muestra la agregación a nivel poblacional de las distintas generaciones a partir del comportamiento dinámico del consumidor, delineado en la sección anterior. Para facilitar el análisis, la población es normalizada de manera que el nacimiento de cada generación consiste en un continuo de individuos entre cero y uno que nace sin deudas. Debido a la probabilidad de sobrevivencia, el tamaño de cada generación de edad a es γ^a . Por lo tanto, si γ^a son los miembros de la generación a , el tamaño agregado de la población viene dado por,

$$\sum_{a=0}^{\infty} \gamma^a = \frac{1}{1-\gamma} \quad (11)$$

La función agregada de consumo es la suma de todas las funciones de consumo individuales de todas las generaciones. Desde que el consumo de la generación a del período t es $\gamma^a c_{a,t}$, el consumo per cápita agregado es,

$$c_t = (1-\gamma) \sum_{a=0}^{\infty} \gamma^a c_{a,t} \quad (12)$$

Se asume que el ingreso disponible y la transferencia por riesgo son independientes de la edad de los agentes. Por lo tanto, el valor per cápita del ingreso agregado, $y_t^d + risk_t$, es idéntico al individual. La función agregada per cápita de consumo de (12), junto a la función individual de consumo de la ecuación (9), resultan en la siguiente relación,

$$p_t^c c_t = \Omega_t tw_t \quad (13)$$

donde tw_t es el valor per cápita de la riqueza total.

La riqueza total agregada del período t es la suma de la riqueza humana, hw_t , de ese período, definida como el valor presente de los ingresos futuros descontados con la tasa de interés efectiva, y el valor actualizado de los activos financieros, fa_t .

$$tw_t = (1 + r_{t-1}^{con}) fa_{t-1} + hw_t$$

$$hw_t = (1-\gamma) \sum_{a=0}^{\infty} \gamma^a \sum_{s=0}^{\infty} \gamma^s \frac{y_{t+s}^d + risk_{t+s}}{\prod_{i=0}^{s-1} (1 + r_{t+i}^{con})} = \sum_{s=0}^{\infty} \gamma^s \frac{y_{t+s}^d + risk_{t+s}}{\prod_{i=0}^{s-1} (1 + r_{t+i}^{con})} \quad (14)$$

$$fa_{t-1} = (1-\gamma) \sum_{a=0}^{\infty} \gamma^{a-1} fa_{a-1,t-1}$$

Se puede observar que en el agregado, la riqueza humana es actualizada por la tasa efectiva de interés (ajustada por riesgo), mientras la riqueza financiera emplea la tasa de interés de mercado (libre de riesgo). Esta solución contrasta con la riqueza total individual (4), actualizada con la tasa efectiva de interés. Esta característica muestra que en el caso de la riqueza financiera, la incertidumbre generada por la probabilidad de sobrevivencia desaparece a nivel de la sociedad gracias al sistema de seguros, mientras que la evaluación de la riqueza humana no enfrenta cambio alguno puesto que está íntimamente vinculada a la sobrevivencia del individuo.



2.2. La firma

En el modelo, la firma representativa elige el nivel de factores de producción que maximizan el valor descontado de sus flujos de caja futuros en un mercado perfectamente competitivo, sujeta a una tecnología *Cobb-Douglas* con retornos constantes a escala¹⁴, una restricción de acumulación perpetua de inventarios y una función de costos de ajuste. La función a maximizar puede expresarse como,

$$VP(\Pi_t)_{\{k_t, l_t\}} = \sum_{t=0}^{\infty} \left\{ \frac{(1 - \tau^k) \left[p_t^{fc} \left[A_t k_{t-1}^\alpha l_t^{1-\alpha} \right] - w_t l_t \right] + \phi \tau^k p_t^k k_{t-1} - p_t^i i_t}{(1 + r^k)^t} \right\} \quad (15)$$

donde y_t es el producto; τ^k es la tasa impositiva sobre el ingreso de capital neto; w_t representa el salario real; l_t es el nivel de mano de obra; y ϕ es la tasa de depreciación. La variable p_t^k es el precio de los bienes de capital; k_t es el *stock* de capital; i_t es la inversión; p_t^i es el precio relativo que indica a la firma cuando y cuán rápido debe incrementar el *stock* de capital; y p_t^{fc} es el precio de la producción a costo de factores, neto de impuestos indirectos. La solución óptima del problema de la firma determina el nivel de *stock* de capital y el salario real,

$$k_t = \frac{\alpha p_{t+1}^{fc} y_{t+1}}{cc_t}$$

$$cc_t = \frac{(1 + r_t^k) p_t^i - (1 - depr) p_{t+1}^i - \tau^k \phi p_{t+1}^k}{(1 - \tau^k)} \quad (16)$$

$$w_t = \frac{(1 - \alpha) p_t^{fc} y_t}{l_t}$$

donde A_t es el factor de productividad total de factores y α es la elasticidad del producto respecto al capital. La variable cc_t refleja el costo de capital, el cual depende de la tasa de interés, el precio de los bienes de capital, el precio relativo que incorpora los costos de ajuste y la tasa de depreciación. Dado el nivel deseado de *stock* de capital, el flujo de inversión requerido responde a la ecuación de acumulación de inventarios perpetuos.

2.3. Ingreso laboral e ingreso por riesgo

En el modelo se asume una oferta laboral de largo plazo inelástica con respecto al salario real. Con el propósito de cuantificar la oferta laboral se normalizan las unidades de manera tal que cada consumidor ofrece una unidad de sus servicios al año. Bajo esta perspectiva, se determina una condición explícita para la tasa de desempleo en equilibrio.

El ingreso laboral es consecuencia de la agregación de los ingresos salariales de aquellos agentes que están efectivamente empleados,

$$y_t^{lab} = w_t (1 - u_t)$$

donde y_t^{lab} es el ingreso laboral, w_t es el salario real definido en (16) y u_t es la tasa de desempleo. Después de descontar el impuesto directo, el ingreso disponible está dado por la siguiente ecuación,

¹⁴ Se asume una tecnología *Cobb-Douglas* de la siguiente forma,

$$y_t = A_t k_{t-1}^\alpha l_t^{1-\alpha}$$



$$y_t^d = (1 - \tau^d) y_t^{lab}$$

donde y_t^d es el ingreso disponible y τ^d es la tasa de impuesto directo sobre la renta laboral.

Por otra parte, la estructura diferenciada de tasas de interés y la función de costos de ajuste, implican una pequeña modificación en la contabilidad de ingresos. En el modelo se supone que los diferenciales de retorno de cada uno de los activos con respecto a la tasa de interés relevante para el consumo, junto con los costos de ajuste generados del proceso de inversión se transfieren a los consumidores por medio del término *risk*,

$$\begin{aligned} risk_t = & (r_{t-1}^k - r_{t-1}^{con}) p_{t-1}^k k_{t-1} + k_{t-1} (1 + r_t^k) (p_{t-1}^i - p_{t-1}^k - (1 - \phi)(p_t^i - p_t^k)) \\ & + (r_{t-1}^{gb} - r_{t-1}^{con}) gb_{t-1} + (r_{t-1}^{nfa} - r_{t-1}^{con}) nfa_{t-1} \end{aligned}$$

2.4. El sector público

En el largo plazo, el sector público establece dos ratios: el nivel de gasto consolidado de gobierno en bienes y servicios en relación al producto y, el nivel de deuda pública en relación al producto. La primera elección determina el grado en el que la autoridad fiscal absorbe parte de la producción de bienes y servicios de la economía. La segunda establece el nivel de endeudamiento necesario para financiar el gasto gubernamental. Adicionalmente, el gobierno cobra tres tipos de impuestos: impuestos indirectos (diferenciados para cada componente de la demanda interna), a la renta del capital, y a los ingresos salariales.

La restricción presupuestaria intertemporal está dada por,

$$gb_t + \tau_t = (1 + r_{t-1}^{gb}) gb_{t-1} + p_t^g g_t \quad (17)$$

donde gb_t es *stock* de deuda de gobierno; τ_t representa los ingresos tributarios; r_t^{gb} es la tasa de interés sobre la deuda de gobierno; g_t representa los gastos del gobierno, y p_t^g es su precio relativo. Dentro de los componentes de la recaudación, el impuesto directo sobre el ingreso laboral es la variable que garantiza el cumplimiento inmediato de (17), permitiendo la sostenibilidad de las decisiones de gasto y endeudamiento¹⁵.

2.4.1. No neutralidad de la deuda pública

Debido a la existencia de generaciones traslapadas y al mecanismo de sostenibilidad fiscal mencionado, las decisiones del fisco generan importantes efectos sobre el comportamiento del consumo. En particular, la propiedad de “sobre descuento” determina que no se cumpla la equivalencia Ricardiana¹⁶.

¿Qué sucede cuando el gobierno cambia los patrones temporales de impuestos y deuda, dejando el nivel de gasto constante? Si los impuestos se reducen en el período j , se requiere una elevación futura de éstos para satisfacer la restricción presupuestaria gubernamental. El impacto sobre la riqueza es positivo si los individuos conocen que existe una probabilidad de que no sobrevivan para pagar los impuestos futuros. Este efecto es más expansivo, cuanto mayor sea el tiempo entre el recorte tributario y su correspondiente elevación.

En la medida que la acumulación de déficit fiscales sucesivos eleva el nivel de endeudamiento fiscal, la tasa impositiva futura debe ser superior a su nivel original (antes del recorte). *Ceteris Paribus*, el consumo de las

¹⁵ En la medida que en el modelo la oferta laboral es inelástica, utilizar este impuesto como instrumento de estabilización fiscal no genera ninguna distorsión sobre el comportamiento de las familias.

¹⁶ De acuerdo a la proposición de la equivalencia Ricardiana, el periodo de aplicación de los impuestos y el tamaño de la deuda de gobierno no cambian el comportamiento del sector privado y el equilibrio real siempre y cuando el tamaño de gobierno se mantenga constante. Ver Barro (1974).



futuras generaciones debe ser menor en comparación al consumo antes del recorte tributario¹⁷. Este mecanismo fiscal y la característica del “sobre descuento” replican una transferencia de riqueza intergeneracional desde aquellas generaciones que pagan mayores impuestos (generaciones futuras) hacia aquellas que se favorecen por una menor carga tributaria (generaciones actuales).

2.5. El sector externo

El vínculo con el sector externo ha sido modelado a partir de identidades y ecuaciones *ad-hoc* para una economía pequeña y abierta, tomadora de precios en los mercados internacionales. La demanda externa es determinada por la siguiente ecuación,

$$\frac{x_t}{y_t} = x_0^y + \beta^x p_t^x \quad (18)$$

donde x_t/y_t es el ratio exportaciones-producto; x_0^y es un coeficiente autónomo; β^x es la elasticidad precio de las exportaciones y p_t^x es el precio relativo de las exportaciones.

Por su parte, cada uno de los elementos de la demanda interna presenta un componente importado, el cual es determinado por una propensión marginal a importar. Esta propensión marginal, es una función del precio relativo del bien importado en relación al precio doméstico correspondiente,

$$a_t^m = a_t^{pmg-m} a_t$$

$$a_t^{pmg-m} = a_0^{pmg-m} - \beta^a \left[\frac{p_t^{a-m}}{p_t^{a-d}} \right] \quad (19)$$

donde a_t es cualquier componente de la demanda interna (c, i, g) y a_t^m es su componente importado respectivo. La variable a_t^{pmg-m} es la propensión marginal a importar; a_0^{pmg-m} es un coeficiente autónomo; β^a es la elasticidad sustitución entre bienes importados y bienes domésticos; p_t^{a-m}/p_t^{a-d} es el precio relativo entre los bienes importados respecto a los bienes domésticos.

Finalmente, el flujo acumulado de exportaciones netas determina el nivel de activos externos netos,

$$netx_t = p_t^x x_t - p_t^m m_t$$

$$nfa_t = netx_t + (1 + r_{t-1}^{nfa}) nfa_{t-1} \quad (20)$$

donde $netx$ son las exportaciones netas nominales; x_t es el nivel de exportaciones; m_t es el nivel agregado de importaciones; p_t^x y p_t^m son los precios relativos de las exportaciones e importaciones agregadas, respectivamente. La variable r_{t-1}^{nfa} es la tasa de interés sobre los activos externos netos, nfa .

2.6. Tasas de interés y tipo de cambio real

La convergencia del sistema de largo plazo es garantizada por medio de dos mecanismos: un premio por riesgo endógeno y el tipo de cambio real¹⁸.

¹⁷ En este sentido, el modelo replica los efectos positivos sobre el consumo de un recorte tributario como en el modelo IS-LM, ver Sargent (1982), a la vez que respeta la sostenibilidad de las decisiones intertemporales.

¹⁸ Existen otras formas de cerrar un modelo. Para una discusión sobre este punto, ver Uribe y Schmitt-Grohé (2001).



En el largo plazo, la tasa de interés real doméstica es igual a la tasa de interés real externa más un premio por riesgo, sensible al ratio de apalancamiento,

$$1 + r_t = (1 + r_t^*)(1 + \rho_t)$$
$$1 + \rho_t = \left[\frac{p_t^k k_t}{fa_t} \right]^\mu \quad (21)$$

donde r_t es la tasa de interés real doméstica; r_t^* es la tasa de interés real externa; ρ es el premio por riesgo; $p_t^k k_t / fa_t$ es el ratio de apalancamiento; μ es el parámetro que mide la sensibilidad del premio respecto al ratio de apalancamiento. Este premio endógeno garantiza una posición de activos externos netos estable cuando la tasa de interés enfrentada por los consumidores es igual a su tasa de preferencia temporal. Adicionalmente, se asume que las tasas de interés relevantes para los consumidores, firmas, gobierno y activos externos netos son la suma de la tasa de interés real doméstica común más una prima por riesgo exógena diferenciada.

Adicionalmente, el sistema asume un segundo mecanismo de ajuste. El tipo de cambio real de largo plazo es modelado como aquel precio relativo que produce simultáneamente el equilibrio externo e interno garantizando la convergencia de los activos financieros¹⁹,

$$fa_t = p_t^k k_t + gb_t + nfa_t \quad (22)$$

Dada la elección de activos financieros por parte de los consumidores; del *stock* de capital por parte de las firmas; y del *stock* de deuda por parte del gobierno, el nivel de activos externos netos se determina como residuo de la condición (22). Cuanto menor son los activos externos netos, mayor es el nivel de exportaciones netas requerido, nivel que es alcanzado mediante una depreciación en el tipo de cambio real de equilibrio.

2.7. Precios relativos

Formalmente, la oferta agregada del modelo produce un bien, el cual es consumido, invertido, absorbido por el sector público o exportado. Para diferenciar entre estas múltiples categorías, se ha impuesto una estructura *ad-hoc* de precios relativos que compatibiliza las relaciones nominales²⁰. Adicionalmente, la estructura de precios separa cada categoría entre precios domésticos e importados.

Este sistema de precios relativos asume como precio numerario al precio de los bienes producidos y consumidos domésticamente a costo de factores, neto de impuestos indirectos²¹. Este precio se aproxima el ingreso medio interno que enfrenta la firma al destinar su producción al mercado doméstico. Finalmente, los precios de exportación e importación están determinados por una estructura autorregresiva de ajuste hacia la paridad de poder de compra.

¹⁹ Esta modelación está relacionada con la versión de fundamentalista del tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo. Ver Ferreyra y Herrada (2002).

²⁰ Por ejemplo, el precio relativo de las importaciones debe ser consistente con el precio relativo de cada uno de los componentes de consumo, inversión y gasto de gobierno importados.

²¹ El precio de los bienes domésticos a costos de factores se calcula de la siguiente manera. La absorción doméstica se define como aquellos bienes que son producidos internamente y que no son exportados: $Y^d = Y - X$. En términos nominales, $P^d Y^d = P^Y Y - P^X X$. Para obtener la medida a costo de factores, se debe simplemente extraer el efecto de los impuestos indirectos, $P^{dfc} Y^d = P^d Y - \text{impuestos indirectos}$.



3. El sistema de corto plazo

El sistema de corto plazo se basa en los modelos de simulación y proyección del Banco de Canadá (Coletti *et al.*, 1996; Black y Rose, 1997) y del Banco de Reserva de Nueva Zelanda (Black *et al.*, 1997). La dinámica de corto plazo es una desviación del sistema de largo plazo en tres sentidos:

1. **Costos de ajuste.-** La presencia de costos de ajuste producidos por fricciones y restricciones en los sectores no financieros impiden que los agentes económicos elijan los patrones óptimos de precios flexibles en el corto plazo.
2. **Expectativas combinadas.-** Las expectativas de inflación y del tipo de cambio real en el corto plazo responden a una estructura que combina las realizaciones pasadas, las proyecciones del modelo y el valor que toman en el equilibrio de precios flexibles.
3. **Dinámica inflacionaria.-** La presencia de precios rígidos en el corto plazo es modelada a través de una Curva de Phillips aumentada por expectativas para una economía abierta.

El ajuste al equilibrio de precios flexibles es asegurado mediante diferentes mecanismos. Las funciones de reacción monetaria y fiscal son las principales fuentes de estabilización del modelo en el corto plazo. Se asume que el banco central persigue un tasa de inflación objetivo (exógenamente determinada), reaccionando a las desviaciones futuras de la inflación con respecto al objetivo. Por otra parte, la existencia de una regla fiscal sobre los impuestos asegura la sostenibilidad fiscal, definida como un ratio deuda pública-producto estable (también exógenamente definido).

Por su parte, la mayoría de flujos y precios relativos son modelados utilizando ecuaciones en desvíos del equilibrio de largo plazo. Estas relaciones consideran como determinantes de corto plazo aquellas variables con las que la variable modelada está relacionada en largo plazo. En cierto sentido, este tipo de modelación es similar a una *log-linealización* del modelo, con la salvedad de que los coeficientes de corto plazo no son funciones de las condiciones de equilibrio ni de los parámetros profundos del sistema de largo plazo.

En esta sección, se hace una breve revisión sobre la dinámica en el corto plazo. La exposición se concentra en los tres factores que determinan la desviación del largo plazo: costos de ajuste, expectativas combinadas y dinámica inflacionaria. Finalmente, el documento se enfoca en la determinación de las tasas de interés, el tipo de cambio real y las funciones de reacción de las autoridades monetaria y fiscal.

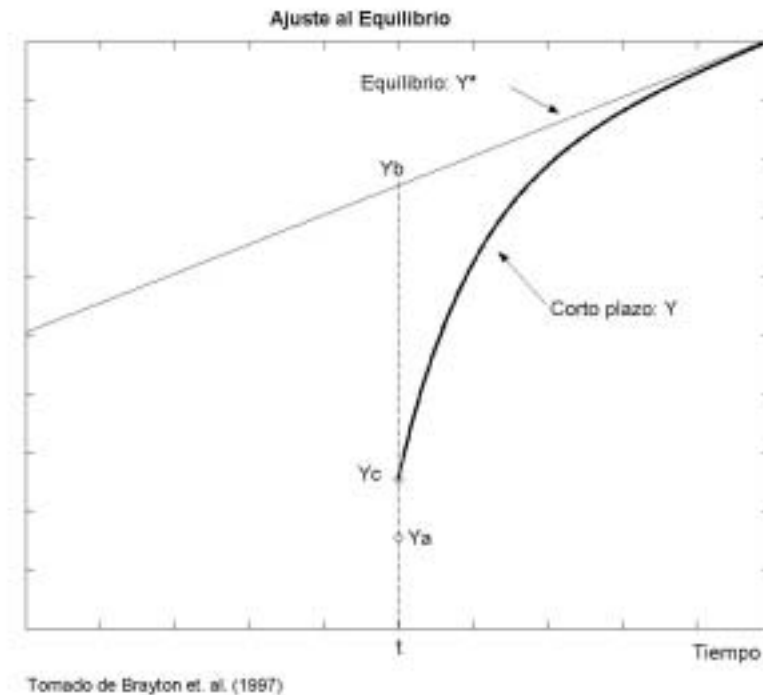
3.1. Costos de ajuste

La presencia de costos de ajuste impide que los agentes económicos elijan los patrones óptimos dados en el largo plazo. Los costos de ajuste capturan la rigidez en diferentes variables (introducida por la existencia de contratos, irreversibilidades, costos de menú, competencia monopolística, hábitos de consumo, o cualquier otra restricción o fricción) que puede inhibir el ajuste completo al equilibrio de largo plazo. Consecuentemente, en presencia de algún choque, la economía puede exhibir un desequilibrio transitorio donde los agentes se comportan óptimamente, pero restringidos de moverse inmediatamente al equilibrio.

El nivel con el que los costos de ajuste afectan el resultado económico es diferente en cada sector o actividad de la economía. Cuanto mayores fricciones estén presentes en un sector, más amplio es el horizonte de proyección requerido por los agentes para tomar sus decisiones hoy y mayor es la persistencia de las variables relacionadas. El gráfico 1 ilustra de manera más clara este punto.



Gráfico 1



En ausencia de choques y costos de ajuste, el equilibrio está dado por la senda temporal y^* . En el período t , la economía es golpeada por un choque que desvía la variable ubicándola en y_a . El agente reconoce que ha sido desviado de su equilibrio y toma las decisiones oportunas para retomar tal nivel óptimo. En ausencia de costos de ajuste, los agentes retoman la senda de equilibrio inmediatamente, pasando de y_a a y_b . En el caso existan costos de ajuste, los agentes sólo pueden ajustar desde y_a hasta y_c . En los períodos siguientes, la presencia de restricciones y fricciones fuerza a los agentes a planificar su retorno al equilibrio basándose en las proyecciones que realizan de los valores de equilibrio.

En el modelo, la condición de ajuste gradual es una de las razones principales por la cual las firmas y los consumidores necesitan mirar hacia adelante. Se asume la presencia de costos de ajuste sólo en los sectores no financieros en los que las decisiones de los agentes descansan en la proyección de sus objetivos de largo plazo.

Los costos de ajustes son introducidos formalmente a través de la minimización de una función de costos de cuadrática²²,

$$\text{Min}_{\{x_{t+\tau}\}} E_{t-1} \left\{ \sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^{\tau} (x_{t+\tau} - x_{t+\tau}^{eq})^2 + \varphi (\Delta x_{t+\tau})^2 \right\} \quad (23)$$

donde E_{t-1} denota la expectativa de los costos futuros basado en la información disponible en el período $t-1$; β es el factor de descuento intertemporal; x_t y x_t^{eq} es la variable de control y su equilibrio, respectivamente.

La ecuación (23) asume que los agentes económicos son adversos a los desvíos del valor corriente de la variable x_t con respecto al equilibrio x_t^{eq} , sujetos a una restricción que penaliza los cambios en la variable de control. El factor β limita de manera efectiva el horizonte de proyección, y está inversamente relacionado con el nivel de

²² Ver Tinsley (1998) y Kosicky y Tinsley (1998).



fricciones existentes. El parámetro φ mide el costo relativo de cambiar la variable en relación al costo de encontrarse en desequilibrio. Cuanto mayor es este parámetro, más gradual es el ajuste.

La solución de (23) determina que la variable de control se comporta de acuerdo a,

$$x_{t+\tau} = x_{t+\tau}^{eq} + \frac{\varphi}{2} E_t [(x_{t+\tau} - x_{t+\tau-1}) - \beta(x_{t+\tau+1} - x_{t+\tau})] \quad (24)$$

En términos del modelo, x_t^{eq} representa el nivel de las variables dadas por las ecuaciones del sistema de largo plazo (por ejemplo, ecuación 13), mientras que x_t representa la variable en el corto plazo. En el modelo, las variables de corto plazo de los sectores no financieros son modeladas empleando (24), e incorporando algunos determinantes específicos. Se asume que el consumo, la formación de capital, las propensiones a importar, el desempleo, los salarios y algunos precios relativos están sujetos a este tipo de costos de ajuste.

3.2. Expectativas combinadas

El modelo considera dos tipos de expectativas: racionales y adaptativas²³. El sistema de largo plazo considera sólo el primer caso, mientras que el sistema de corto plazo considera que las expectativas del tipo de cambio real y la inflación son una combinación de ambas.

Dado que no existe un consenso claro sobre el proceso que domina la formación de expectativas de los agentes²⁴, las expectativas de corto plazo del tipo de cambio real y la inflación reciben una estructura combinada entre la proyección consistente del modelo, los valores predeterminados de la variable y su valor en el equilibrio. En cierto sentido, este proceso involucra un esquema de racionalidad limitada, en el que una parte de los agentes no es capaz de predecir de manera eficiente debido a la carencia de información, posiblemente vinculada al hecho de que no conocen completamente la estructura del modelo (relaciones y parámetros relevantes), o son incapaces de extraer las características de los choques que afectan la economía.

La siguiente ecuación resume el esquema de expectativas combinadas,

$$x_{t,t+1}^e = \lambda_1 x_{t-1} + \lambda_2 E_t [x_{t+1}] + (1 - \lambda_1 - \lambda_2) x_t^{eq} \quad (25)$$

donde $x_{t,t+1}^e$ es la expectativa del período $t+1$ formada en el período t ; x_{t-1} es el rezago de la variable; $E_t[x_{t+1}]$ es la expectativa racional y x_t^{eq} es el valor de equilibrio respectivo.

La inercia en las expectativas λ_1 y su grado de racionalidad λ_2 son calibrados y dependen de la variable. En el caso del tipo de cambio real, la suma de los ponderadores (λ_1, λ_2) es menor a uno, permitiendo que su valor de equilibrio afecte las expectativas directamente. Con ello, el tipo de cambio esperado puede modificarse cuando los agentes perciben que el tipo de cambio real que dictan los fundamentos ha cambiado. En el caso de las expectativas de inflación la suma de los ponderadores es uno, con lo que la tasa de equilibrio de la inflación (meta objetivo) no afecta directamente las expectativas. Este tratamiento garantiza que no existan ganancias gratis en el control de la inflación, y que por lo contrario, la autoridad monetaria responda consistentemente para estabilizar la inflación y anclar las expectativas.

²³ Existen diferentes formas de formalizar el tratamiento de las expectativas. Ver Evans y Honkapohja (2001) capítulo 1.

²⁴ Por un lado, las expectativas adaptativas fallan en reconocer que en el mundo real, los agentes modifican sus expectativas cuando las políticas cambian, por lo que modelarlas de esa manera implica que los agentes podrían equivocarse sistemáticamente, véase Lucas (1976). Por otra parte, la evidencia empírica rechaza generalmente la hipótesis de expectativas racionales, véase Andolfatto *et. al.* (2002) y Keane y Runkle (1989).



3.3. Dinámica inflacionaria

El comportamiento de la inflación de los precios domésticos a costo de factores es modelado a través de una Curva de Phillips del tipo Neo-Keynesiano para una economía pequeña y abierta de la siguiente forma²⁵,

$$\pi_t = \theta_1 \pi_{t-1} + (1 - \theta_1) \pi_{t,t+1}^e + \theta_2 \pi_{t-1}^m + \theta_3 (y_t - y_t^p) + \theta_4 \sum_{i=0}^k \phi_i \Delta w_{t-i}^{eq} + \varepsilon_t^\pi \quad (26)$$

donde π_t es la inflación de precios domésticos a costo de factores; $\pi_{t,t+1}^e$ es la expectativa de inflación; π_t^m es la inflación del precio relativo de los bienes importados; y_t e y_t^p son el producto y el producto potencial, respectivamente; Δw_{t-i}^{eq} es el cambio de los salarios reales en el equilibrio de precios flexibles y ε_t^π es un choque.

Según (26), el comportamiento inercial de la inflación es capturado ya sea directamente por la presencia de su rezago, como por el efecto de inflación pasada sobre el comportamiento de las expectativas. Adicionalmente, esta ecuación considera un efecto *pass-through* de los precios importados sobre los precios domésticos, así como las presiones inflacionarias o desinflacionarias aproximadas por la diferencia entre el producto efectivo y el producto potencial²⁶. Finalmente, la presencia de los rezagos de la tasa de cambio de los salarios en equilibrio permite aproximar los efectos de los costos laborales en el largo plazo.

Los precios al consumidor son una combinación entre los precios domésticos y los precios importados correspondientes, ajustados por el efecto de la tasa de impuesto indirecto. Esta relación es capturada por la siguiente relación contable,

$$p_t^c c_t = (1 + \tau^c) \left[p_t^{c-d} (c_t - c_t^m) + p_t^{c-m} c_t^m \right] \quad (27)$$

donde p_t^c es el precio relativo del consumo agregado; τ^c es la tasa de impuesto indirecto respectivo; p_t^{c-d} y p_t^{c-m} son los precios de los bienes de consumo producidos domésticamente e importados, respectivamente. El consumo agregado c_t responde a la ecuación (13), mientras que el consumo importado se comporta de acuerdo a (19). Adicionalmente, el modelo considera que la dinámica de la inflación de los precios al consumidor es afectada directamente por los precios domésticos a costos de factores,

$$1 + \pi_t^c = (1 + \pi_t) \left[\frac{p_t^c}{p_{t-1}^c} \right] \quad (28)$$

3.4. Mecanismos de estabilización

Los principales mecanismos de estabilización en el corto plazo constituyen las funciones de reacción de las autoridades monetaria y fiscal. Estas funciones actúan como mecanismos contracíclicos de estabilización del producto, garantizando ya sea el cumplimiento de la meta de inflación o la sostenibilidad de las decisiones de gasto y endeudamiento del sector público.

En la determinación del equilibrio, el mecanismo de transmisión monetaria ejerce un papel importante. La posición de política monetaria (expresada en la tasa de interés de corto plazo) afecta el gasto agregado directamente mediante las tasas de interés reales, o indirectamente por medio del tipo de cambio real. Asimismo, el modelo considera el efecto directo del tipo de cambio real sobre los precios importados, y de estos sobre los

²⁵ Este tipo de oferta agregada de corto plazo es similar a la derivada por Clarida *et. al.* (2002) para una economía cerrada y Galí y López - Salido (2000) para una economía abierta.

²⁶ Para obtener el producto potencial y_t^p del modelo se sigue un procedimiento similar al método de función de producción, ver Miller (2004). En corto plazo, el producto y_t está determinado por los componentes de la demanda agregada.



precios domésticos. Estos canales, junto al canal de expectativas de tipo de cambio e inflación, constituyen la manera por la cual la autoridad monetaria garantiza el cumplimiento de su objetivo.

En las siguientes secciones se presenta la determinación de los instrumentos de política monetaria y fiscal. En el primer caso, el documento se concentra en los efectos de las decisiones del banco central sobre las tasas de interés reales de largo plazo y la dinámica del tipo de cambio real.

3.4.1 La función de reacción del banco central

En un régimen de Metas de Inflación, la autoridad monetaria toma las medidas adecuadas con el objetivo de mantener la inflación dentro del rango pre-establecido. En el modelo, este comportamiento se formaliza de una manera simple mediante una función de reacción *ad-hoc* basada en proyecciones que captura el comportamiento sistemático del instrumento de política (tasa de interés de corto plazo) para contrarrestar las presiones que alejan la inflación esperada de su objetivo²⁷.

$$i_t = i_t^{neutral} + \psi \left(E_t \left[\Pi_{t+4}^c \right] - \Pi^{objetivo} \right) + \varepsilon_t^i \quad (29)$$

donde i_t es la tasa interbancaria; $i_t^{neutral}$ es la tasa de interés neutral o equilibrio; Π_{t+4}^c es el agregador anual de la inflación de precios al consumidor; $\Pi^{objetivo}$ es la tasa de inflación objetivo anual; y ε_t^i es un choque de política. El parámetro ψ determina el grado de respuesta del instrumento de política monetaria ante desequilibrios proyectados de la inflación respecto a la tasa objetivo.

Según (29), la tasa de interés interbancaria aumenta (disminuye) si la brecha proyectada de la inflación de precios al consumidor respecto a la tasa objetivo es positiva (negativa). Esta reacción incorpora el rezago con el que las acciones del banco central afectan la demanda agregada y ésta, a la inflación. La ausencia de la brecha producto en esta regla no implica que el banco central no se preocupa por la estabilización del producto, puesto que cuanto menor es la reacción de la tasa de interés a los desvíos de la inflación (menor ψ), menor es la variabilidad de producto.

Por otra parte, dado que el banco central reacciona ante las desviaciones de la inflación de precios del consumidor, esta preocupación se traslada indirectamente sobre la variabilidad del tipo de cambio real. De esa manera, el canal de transmisión de política monetaria incorpora indirectamente el efecto de la intervención monetaria sobre el tipo de cambio.

La estructura de tasas de interés

Debido a que las expectativas de inflación no se ajustan inmediatamente, los movimientos de la tasa de interés nominal dados por la regla de política se trasladan en el mismo sentido sobre la tasa real de corto plazo a través de la ecuación de Fisher,

$$1 + r_t = \frac{1 + i_t}{1 + \pi_{t,t+1}^e}$$

donde r_t es la tasa de interés real de corto plazo; i_t es la tasa de interés nominal definida por (29); y $\pi_{t,t+1}^e$ es la expectativa de inflación, dada por (25).

En una economía con dolarización parcial, la tasa de interés en dólares es un determinante importante en las decisiones de consumo e inversión. En este sentido, el modelo considera los efectos de la dolarización sobre el sector productivo no transable y el consumo mediante la tasa de interés real en dólares²⁸,

²⁷ Ver Amato y Laubach (2000) para una discusión sobre este tipo de reglas.

²⁸ Una formulación similar en términos nominales puede encontrarse en Luque y Vega (2004).



$$1 + r_t^d = \left[\frac{1 + i_t^*}{1 + \pi_{t,t+1}^e} \right] \left[\frac{z_{t,t+1}^e}{z_t} \right]$$

donde r_t^d es la tasa de interés real en dólares; i_t^* es la tasa de interés nominal internacional; $\pi_{t,t+1}^e$ es la expectativa de inflación doméstica; z_t es el tipo de cambio real efectivo y $z_{t,t+1}^e$ es su expectativa sobre el siguiente trimestre, definida por la ecuación (25).

Tanto en el caso del mercado en soles como en dólares, las tasas de interés a un año se construyen por agregación de las tasas de interés de corto plazo esperadas respectivas,

$$1 + r_t^l = \left[\prod_{j=0}^4 (1 + E_t[r_{t+j}]) \right]^{\frac{1}{4}}$$

$$1 + r_t^{d-l} = \left[\prod_{j=0}^4 (1 + E_t[r_{t+j}^d]) \right]^{\frac{1}{4}}$$

donde r_t^l y r_t^{d-l} son las tasas de interés reales a un año en moneda nacional y dólares, respectivamente. Por su parte, $E_t[r_{t+j}]$ y $E_t[r_{t+j}^d]$ denotan las expectativas racionales de las tasas de interés reales en moneda doméstica y dólares en el período $t+j$ ($j = 1, 2, 3, 4$), respectivamente²⁹. En el modelo, se asume que la transmisión del movimiento en las tasa de interés (doméstica y en dólares) sobre las decisiones de gasto se hacen efectivas por medio de la pendiente de la curva de rendimientos de los activos en moneda nacional y extranjera.

Dinámica de corto plazo del tipo de cambio real

El tipo de cambio real de corto plazo responde a una modificación *ad-hoc* de la condición de paridad no cubierta de tasas de interés, permitiendo incorporar el efecto directo del valor rezagado del tipo de cambio real y su valor de largo plazo,

$$z_t = \psi_1 z_{t-1} + \psi_2 \frac{z_{t,t+1}^e (1 + r_t^*)}{(1 + r_t)} + (1 - \psi_1 - \psi_2) z_t^{eq} + \varepsilon_t^z \quad (30)$$

donde z_t y $z_{t,t+1}^e$ es el tipo de cambio real y su expectativa; r_t^* y r_t son las tasas de interés real externa y doméstica, respectivamente; z_t^{eq} es el valor de equilibrio del tipo de cambio que garantiza el equilibrio de largo plazo según la ecuación (22) y ε_t^z es un choque financiero.

En el corto plazo, la dinámica del tipo de cambio real afecta directamente a la demanda agregada por medio de su impacto sobre las exportaciones y la sustitución de las importaciones. Adicionalmente, las expectativas de depreciación elevan las tasas de interés real en dólares de referencia para el sector no transable de la economía, afectando negativamente el consumo y la inversión. Finalmente, los movimientos del tipo de cambio real generan cambios importantes en la dinámica inflacionaria de corto plazo por medio de los precios de los bienes importados.

²⁹ Esta estructura indica que el precio de un activo con vencimiento a un año es igual al costo de oportunidad, identificado como la secuencia de rendimientos esperados de activos con vencimientos de mayor frecuencia.



3.4.2. La función de reacción fiscal

La tasa del impuesto directo sobre el ingreso laboral es empleado como instrumento estabilizador que garantiza la sostenibilidad del ratio de deuda pública respecto al producto. En el largo plazo, el ajuste de este instrumento garantiza el cumplimiento inmediato de la restricción presupuestaria dada por (17). En el corto plazo, la existencia de rigideces en la aplicación de las políticas de ajuste fiscal es modelada por medio de una función de reacción fiscal³⁰,

$$\tau_t^d = \theta_\tau \tau_{t-1}^d + (1 - \theta_\tau) \left[\tau_t^{d-eq} + \lambda_\tau (gb_t - gb_t^{eq}) \right] \quad (31)$$

donde τ_t^d es la tasa impositiva sobre el ingreso laboral; τ_t^{d-eq} es la tasa impositiva de equilibrio que garantiza el cumplimiento de (17) en el largo plazo; gb_t es el nivel de deuda pública y gb_t^{eq} es el objetivo de deuda pública sobre el producto en el largo plazo. Los parámetros θ_τ y λ_τ determinan la velocidad de ajuste y la sensibilidad del instrumento frente a desequilibrios en la deuda pública, respectivamente.

4. Simulaciones

En esta sección se presentan algunas simulaciones que ayudan a comprender la interacción entre la dinámica de largo y corto plazo. Se consideran tres ejercicios. El primero muestra cómo responde el modelo ante **un aumento en la productividad doméstica**. En el segundo caso, se trata de **una reducción permanente de la deuda pública** manteniendo el gasto público constante como proporción del producto. Este ejercicio permite observar las consecuencias de la existencia de generaciones traslapadas en el modelo y los efectos de dicha decisión fiscal sobre la política monetaria. El último considera **una reducción permanente de la tasa de inflación objetivo** del banco central. Este ejercicio muestra el costo de esta decisión en términos de producto (ratio de sacrificio) y la manera en que este costo es condicional a la posición de las expectativas respecto al nuevo anuncio.

4.1. Incremento permanente en la productividad doméstica

En este ejercicio se aplica un cambio permanente no anticipado de 1 por ciento sobre la productividad total de factores local que no es acompañado por un incremento en la productividad del resto de países. Este tipo de experimento permite observar los cambios originados en la economía cuando se presenta un choque de oferta de tal naturaleza. Por sus características, los cambios se registran primero en el sector de oferta, y luego estos se trasladan hacia los demás sectores mediante diferentes canales. Asimismo, el ejercicio resulta interesante porque permite observar los diferentes mecanismos de estabilización, en particular, cómo reacciona la autoridad monetaria.

El aumento de la productividad total de factores incrementa la productividad marginal de todos los factores productivos, elevando los niveles óptimos demandados por las firmas. En el gráfico 2 se observa que el ajuste del capital es virtualmente completado dentro del cuarto año, ubicándose alrededor de 1 por ciento por encima de su estado inicial. Dado que la oferta laboral es inelástica, este mayor nivel de capital y el incremento de la productividad expanden el producto potencial en aproximadamente 1,2 por ciento.

Para lograr la construcción de un mayor nivel de capital, las firmas deben incrementar su tasa de inversión en el nuevo equilibrio en 0,2 por ciento, respecto a su situación inicial. Con una oferta laboral inelástica, los salarios reales se elevan en una magnitud similar al producto potencial, incrementando la riqueza de las familias y las posibilidades de consumo. Los mayores niveles de consumo e inversión expanden la demanda agregada en un porcentaje menor que el producto potencial, hecho que genera un exceso de capacidad inicial.

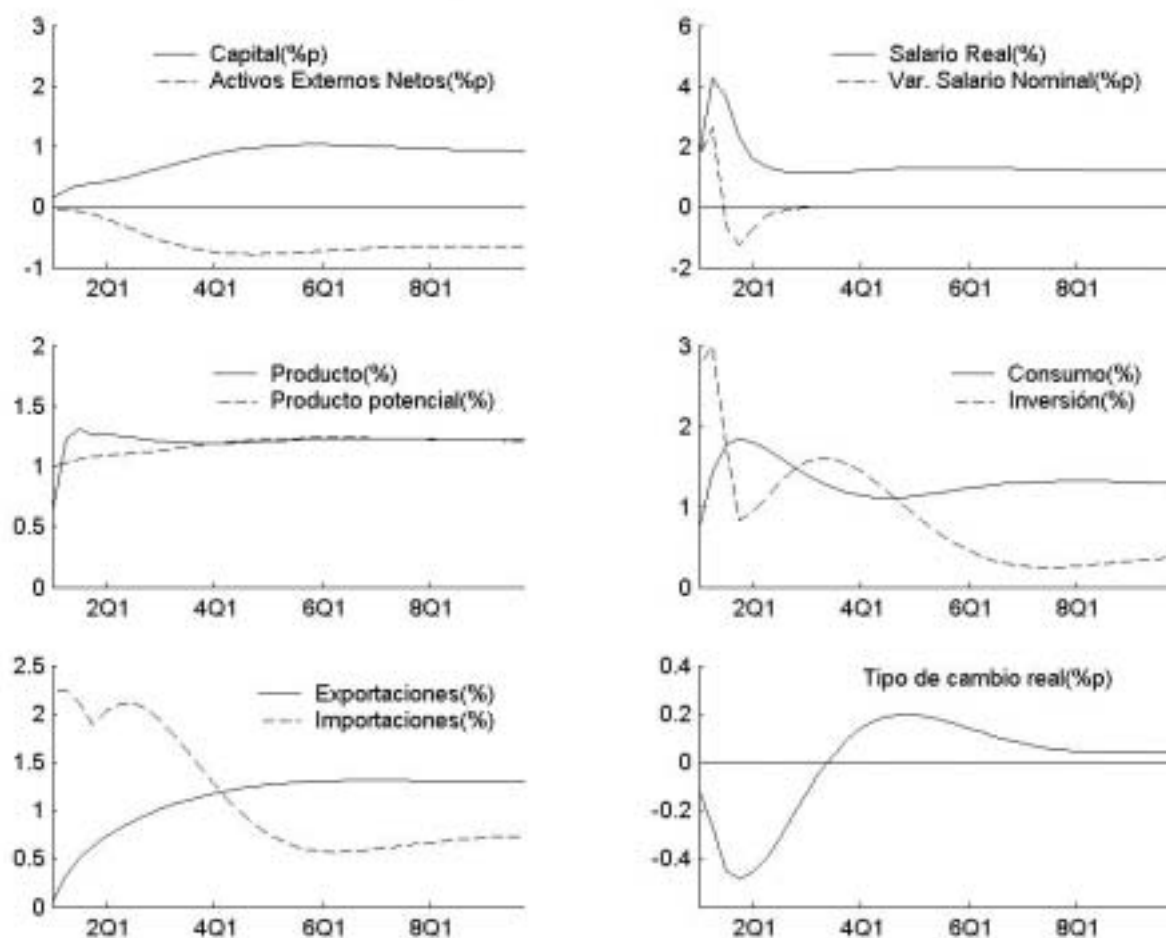
³⁰ La elección de una regla fiscal en particular condiciona la dinámica del modelo ante diferentes choques. Ver Johnson (2001) y Bryant y Zhang (1996a,b) para una exposición de los diferentes tipos de reglas fiscales.



El gráfico 3 muestra la dinámica de ajuste de corto plazo. El exceso de oferta (brecha producto negativa) junto a los menores costos esperados provocados por la mayor productividad laboral, generan presiones desinflationarias sobre los precios domésticos. En previsión a estos efectos, la autoridad monetaria relaja su posición disminuyendo la tasa de interés en moneda local de corto plazo e induciendo una depreciación real inmediata. Como resultado, la demanda se expande hasta generar un exceso sobre el nivel de producto potencial, mientras que la depreciación afecta directamente inflación. Ambos efectos atenúan las presiones desinflationarias, permitiendo el control efectivo de la inflación en el mediano plazo.

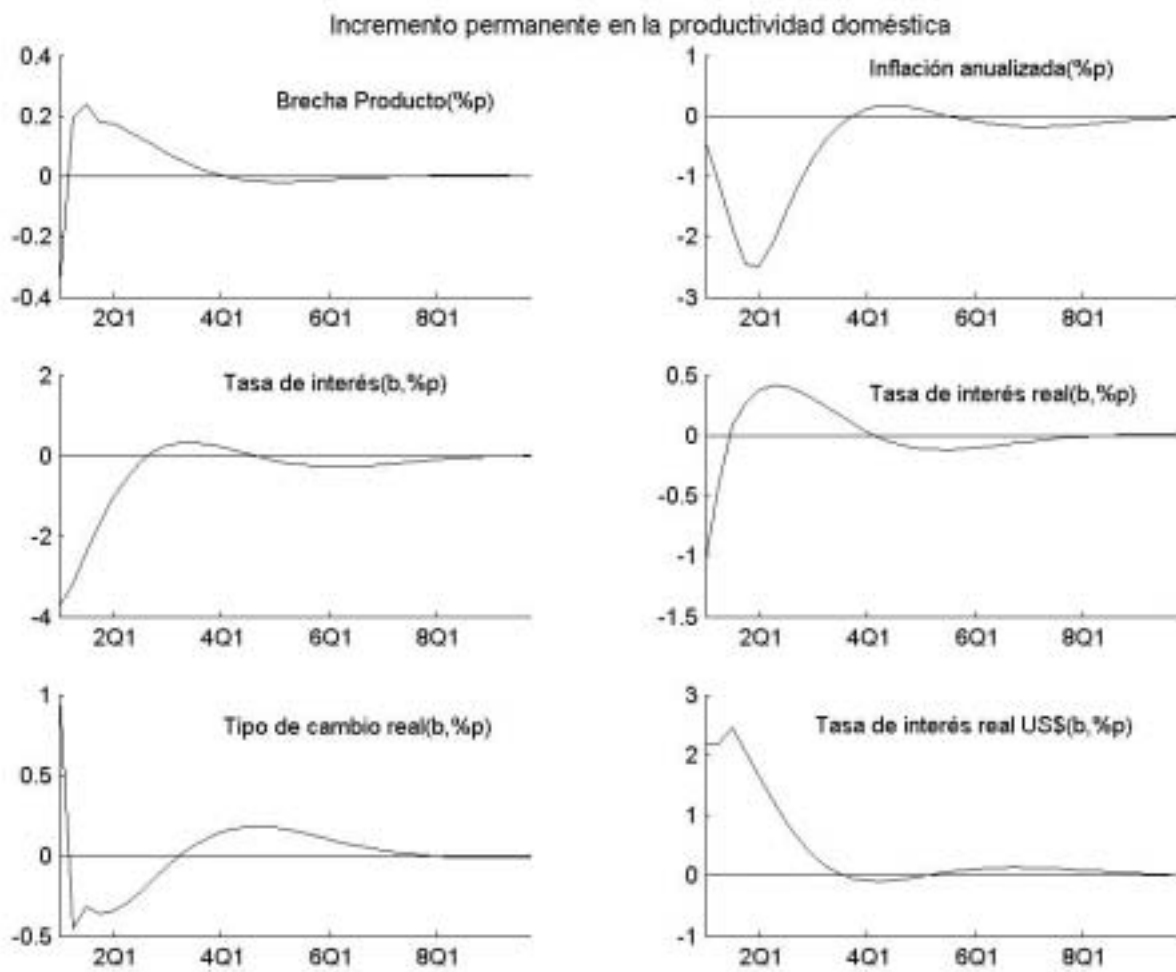
Gráfico 2

Incremento permanente en la productividad doméstica



Choques medidos en porcentaje (%) o en puntos porcentuales (%p). Variables medidas en brechas (b).

Gráfico 3



Choques medidos en porcentaje (%) o en puntos porcentuales (%p). Variables medidas en brechas (b).



4.2. Reducción en la deuda pública

Esta simulación examina las implicancias macroeconómicas de una reducción en la deuda de gobierno. La decisión consiste en una reducción permanente en el ratio objetivo de deuda pública-producto en 5 puntos porcentuales, sin alterar el tamaño de gasto público (medido como proporción del producto). Este ejercicio es particularmente interesante porque muestra la no neutralidad de la deuda pública debido a la propiedad de sobre descuento. En particular, el ejercicio permite observar la disyuntiva entre la pérdida de producto de corto plazo y la ganancia de largo plazo como consecuencia de la reducción del déficit fiscal³¹.

Los gráficos 4 y 5 presentan la dinámica de ajuste hacia el nuevo estado estacionario. El menor ratio objetivo de la deuda pública implica una disminución de la tasa impositiva (instrumento fiscal) por debajo de su valor original para enfrentar el menor pago de intereses. La disminución de la deuda pública reduce el número de activos domésticos disponibles en el portafolio financiero de las familias. Manteniendo el nivel de capital constante, las familias recomponen el equilibrio adquiriendo activos del exterior.

El aumento del nivel de activos externos reduce la carga de financiamiento externo, induciendo un menor nivel de exportaciones netas requerido y apreciando el tipo de cambio real en el nuevo equilibrio. La apreciación del tipo de cambio real disminuye el nivel de exportaciones, y genera simultáneamente que el nivel de bienes disponibles para uso interno aumente. En simultáneo, la apreciación del tipo de cambio real reduce el costo marginal de adquisición de capital, elevando el nivel óptimo de este factor y aumentando el producto potencial. Esta mayor oferta de bienes se destina principalmente a satisfacer el mayor consumo originado a partir de la reducción de la carga tributaria en el nuevo equilibrio³².

Para lograr la reducción de la deuda pública, la tasa de impuesto directo debe aumentar temporalmente por un período de 4 años hasta que la deuda pública alcance su nuevo nivel. Este cambio en el instrumento fiscal genera un menor consumo, reduciendo rápidamente la demanda por debajo de su nivel potencial. Ante este panorama, la autoridad monetaria responde a la reducción proyectada de la inflación flexibilizando las condiciones monetarias: reduciendo la tasa de interés e induciendo una depreciación real. La reducción de la tasa de interés favorece la recuperación del consumo y la inversión y la depreciación del tipo de cambio provoca un crecimiento temporal de las exportaciones e induce la sustitución de las importaciones. Estos efectos elevan el producto por encima del producto potencial en aproximadamente 2 años, ayudando a la recuperación de la inflación a partir del tercer año.

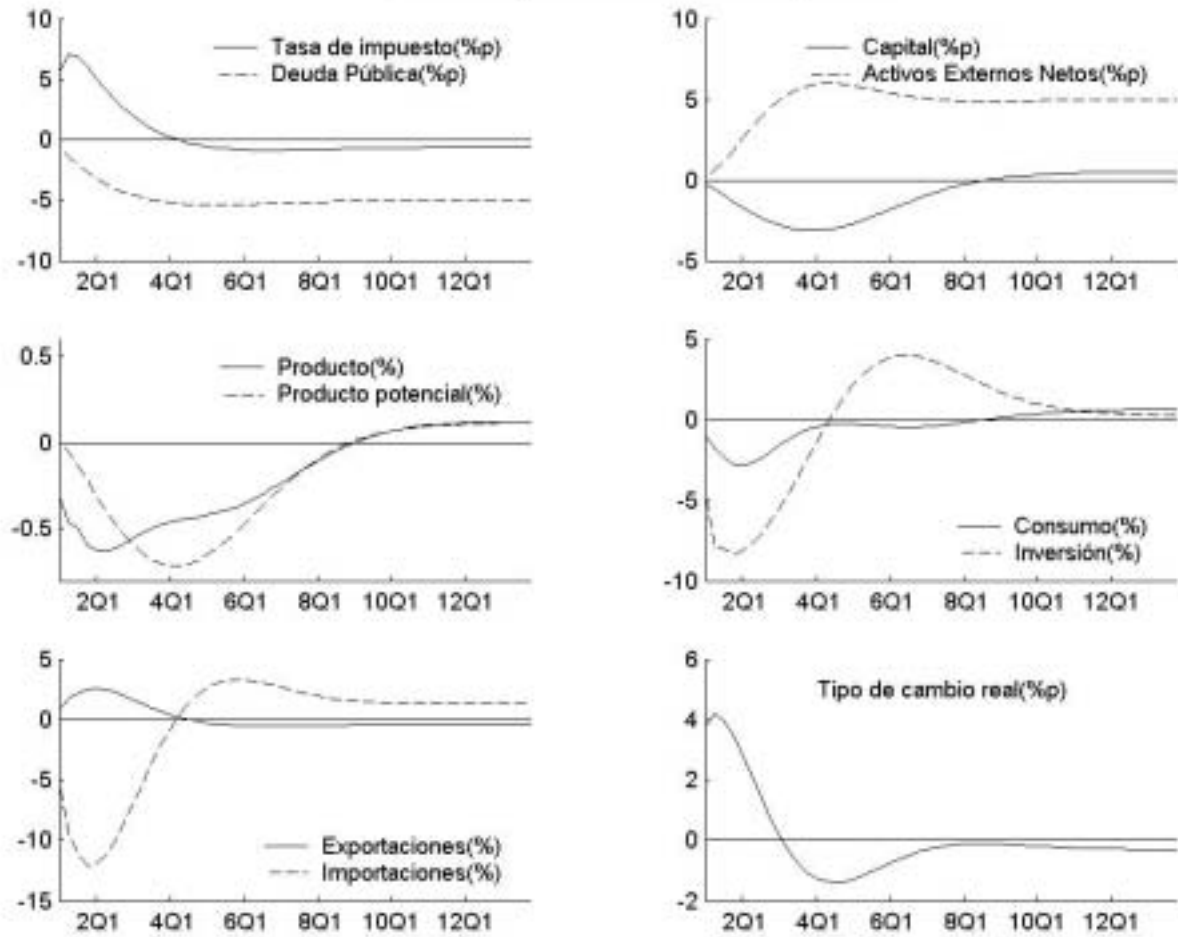
Una vez que el nuevo nivel de activos ha sido alcanzado, el consumo y la inversión alcanzan sus nuevos equilibrios. En el nuevo estado estacionario, la mayor inversión aumenta el capital, expandiendo la capacidad productiva. Las nuevas generaciones, que enfrentan una menor tasa de impuesto laboral, incrementan sus niveles óptimos de consumo. Estos dos elementos comprometen un mayor nivel de producto, aproximadamente 0,2 por ciento respecto al equilibrio inicial.

³¹ Para una discusión más amplia sobre los efectos de corto y largo plazo de un cambio permanente en la deuda pública, véase Macklem *et al.* (1996).

³² La clave para comprender la no neutralidad de la deuda pública sobre las decisiones de consumo es la propiedad de sobre descuento. En agregado, los consumidores descuentan sólo el ingreso disponible correspondiente a su horizonte de vida esperada. Por lo tanto, lo que suceda después pierde importancia sustancial en sus decisiones. En consecuencia, dado el aumento del impuesto al ingreso laboral, los consumidores que viven en los períodos iniciales experimentan una disminución de su riqueza, por medio de un menor ingreso disponible. Este resultado los incentiva a ahorrar más adquiriendo activos en el exterior. Aquellos que sobreviven más períodos junto con las nuevas generaciones enfrentan un menor impuesto, lo que aumenta sus ingresos y consumo. En el nuevo equilibrio, la reducción permanente en el impuesto laboral genera un mayor nivel de riqueza y consumo. En consecuencia, hay una clara transferencia intertemporal de riqueza desde las generaciones actuales hacia las futuras.

Gráfico 4

Reducción permanente de la deuda pública

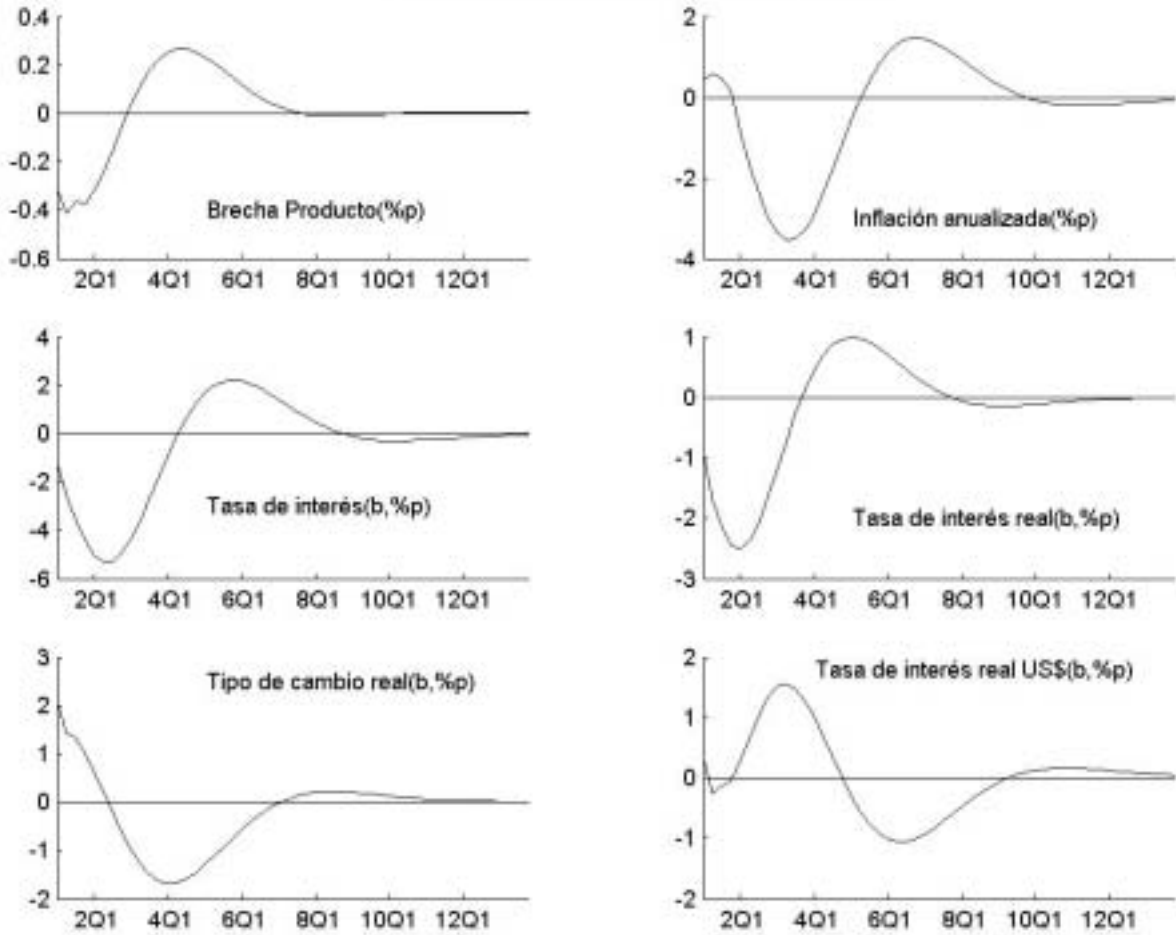


Choques medidos en porcentaje (%) o en puntos porcentuales (%p). Variables medidas en brechas (b).



Gráfico 5

Reducción permanente de la deuda pública



Choques medidos en porcentaje (%) o en puntos porcentuales (%p). Variables medidas en brechas (b).



4.3. Reducción de la tasa de inflación objetivo

Esta simulación consiste en una reducción permanente de 0,5 puntos porcentuales en la tasa objetivo del banco central. Este tipo de ejercicio permite observar el costo en términos del producto o ratio de sacrificio generados por esta decisión³³.

Una de las formas de determinar el ratio sacrificio es través de estimaciones econométricas de la pendiente en la curva de oferta de corto plazo³⁴. Cuanto más empinada es ésta, menor es el sacrificio del producto durante una política de desinflación. El problema con este enfoque es que el coeficiente estimado de la pendiente refleja una historia en particular, por ejemplo, una posición de la economía, un conjunto de cambios estructurales o institucionales, o una situación en el entorno externo. Todos estos factores pueden afectar la dinámica de la inflación y de sus expectativas y, por lo tanto, alteran la velocidad y el costo de una política de desinflación.

Alternativamente, se pueden analizar las respuestas de un modelo calibrado como el presentado en este documento ante un cambio permanente de la meta objetivo. La ventaja de este análisis es que permite construir escenarios alternativos sobre la forma como se ajustan las expectativas de inflación. En este ejercicio la política de desinflación es aplicada en dos escenarios. El primero muestra la respuesta del modelo cuando las expectativas de inflación responden inmediatamente a las nuevas condiciones macroeconómicas. En el segundo escenario, se fijan arbitrariamente las expectativas de inflación en la tasa objetivo previa por cinco trimestres y luego se permite que éstas actúen de acuerdo al modelo. Con fines de la exposición, al primer escenario se le denomina escenario de anuncio creíble, mientras que el segundo es denominado, anuncio no creíble.

El gráfico 6 muestra la dinámica de corto plazo del modelo ante los escenarios descritos. Bajo el primer escenario, la autoridad monetaria opera por dos canales. En primer lugar, el banco central corrige la tasa de interés nominal de corto plazo logrando un incremento de las tasas de interés reales respecto a las tasas a un año y provocando una apreciación real que desaceleran al producto. Como resultado, se observa que ante el nuevo anuncio, la inflación se ajusta en alrededor de cinco años al nuevo objetivo.

En el segundo escenario, el mecanismo de transmisión es el mismo que en el primer caso, aunque la dinámica de ajuste al nuevo equilibrio es diferente. En primer lugar, ante la rigidez de las expectativas de inflación, la autoridad monetaria debe adoptar una posición más contractiva, elevando la tasa de interés nominal en el corto plazo. Esta reacción eleva la tasa de interés reales de corto plazo y aprecia el tipo de cambio real, provocando una contracción de la actividad económica respecto a su nivel potencial hasta tres veces mayor que la originada con el anuncio creíble³⁵. Como resultado, la inflación muestra mayor persistencia durante el proceso, aunque los resultados indican que el objetivo se alcanza en el mismo plazo.

En consecuencia, los costos de una desinflación son afectados por la velocidad con la que las expectativas se ajustan. Este resultado tiene diferentes implicancias en términos de política monetaria. En particular, el anuncio de reglas y objetivos claros puede ayudar a lograr una desinflación más efectiva a menor costo.

³³ Es importante resaltar que este ejercicio no incorpora en ningún sentido los efectos positivos de una reducción de inflación. Véase Black *et. al.* (1995) para una discusión formal sobre los costos de la inflación.

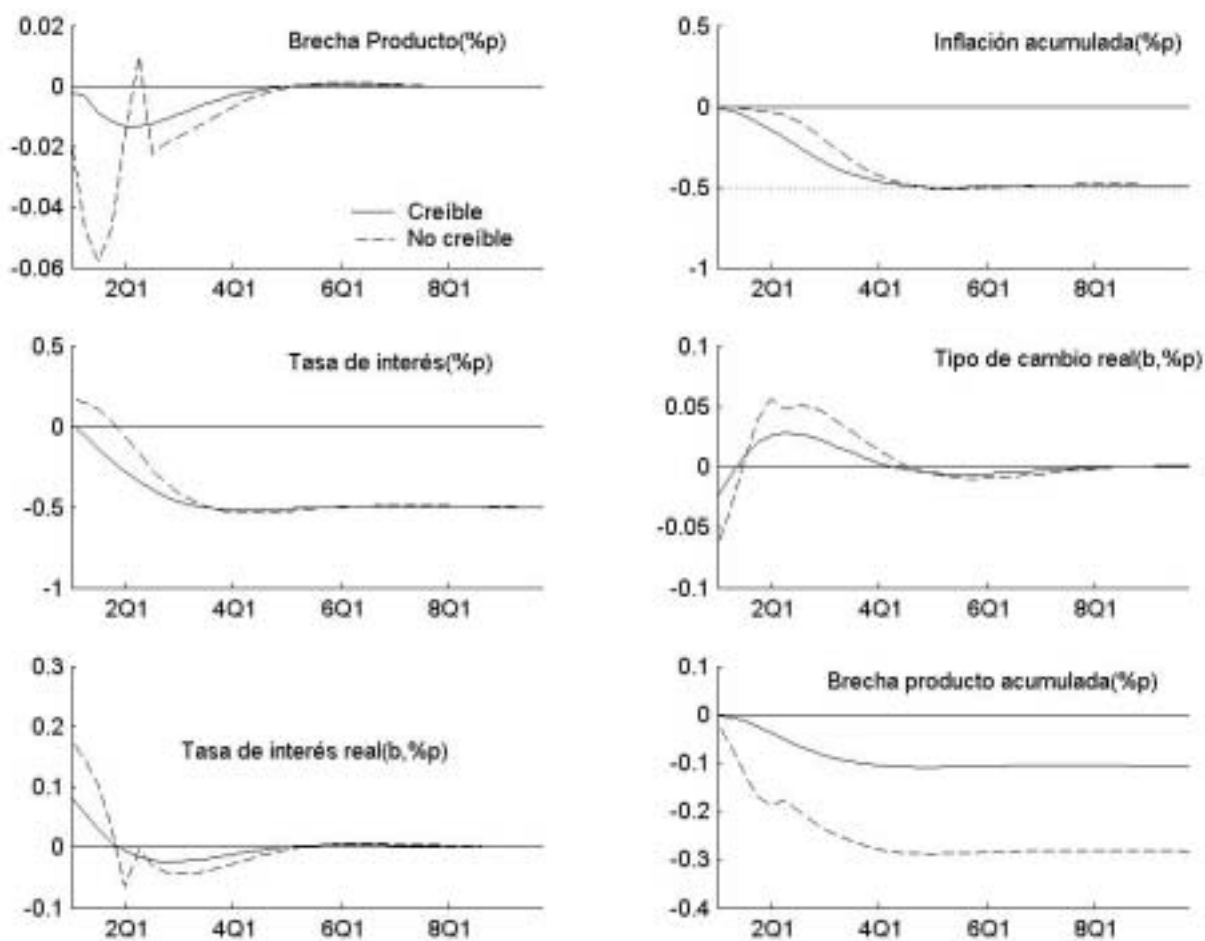
³⁴ Existen diferentes estudios sobre el ratio de sacrificio a través de este enfoque. Ver por ejemplo Ball (1994) para diferentes países.

³⁵ Similares resultados han sido obtenidos en otros estudios. Por ejemplo, Brayton y Tinsley (1996) estudian una desinflación permanente en el modelo FRB/US bajo escenarios de credibilidad perfecta e imperfecta. Asimismo, Mankiw y Reis (2003) emplean modelos de precios rígidos y con información rígida para analizar el ratio sacrificio. Sus resultados indican que a mayor rigidez sobre las expectativas (lo que puede ser interpretado como una menor credibilidad), mayor es el ratio sacrificio.



Gráfico 6

Reducción de la tasa de inflación objetivo



Choques medidos en porcentaje (%) o en puntos porcentuales (%p). Variables medidas en brechas (b).



5. Consideraciones Finales

De manera frecuente, los encargados de política económica confrontan distintas disyuntivas, no sólo con respecto a cómo la economía responde en el corto y largo plazo frente a choques de diferente índole, sino también a la manera cómo deben reaccionar ante estos acontecimientos.

En este trabajo se da una primera revisión al tema. A manera de ejemplo, se analizaron las funciones impulso-respuesta de un modelo estructural ante tres cambios: (i) un aumento en la productividad doméstica, (ii) una reducción permanente de la deuda pública manteniendo el gasto público constante como proporción del producto, y (iii) una reducción permanente de la tasa de inflación objetivo del banco central. El análisis de las simulaciones resalta tres resultados:

Resultado 1: *Un aumento permanente de productividad doméstica aumenta el nivel de producto sostenible en el largo plazo sin generar presiones inflacionarias. Más bien, la rápida reacción de la oferta en relación a la demanda en el corto plazo y las ganancias de productividad reducen la tasa de inflación. En este contexto, una posición expansiva por parte del banco central reduce el riesgo de incumplimiento de la meta de inflación.*

Resultado 2: *Una reducción permanente de la deuda pública manteniendo el gasto público constante, implica un mayor nivel de producto en el largo plazo a costa de un menor producto en el corto plazo. Asimismo, la contracción fiscal en el corto plazo requeriría una política monetaria laxa para cumplir con el objetivo de inflación.*

Resultado 3: *El costo en términos de producto (ratio de sacrificio) de una política de desinflación varía inversamente con el grado de credibilidad del banco central.*

Las simulaciones expuestas muestran las ventajas de emplear un modelo estructural. Tanto el análisis desagregado a nivel flujos y saldos como el sistema de largo plazo endógeno desempeñan un papel crítico en la capacidad del modelo para responder a cuestionamientos de política económica que requieren una visión de mediano y largo plazo. En este sentido, la incorporación de este tipo de consideraciones puede complementar el análisis y las proyecciones realizadas con modelos de pequeña escala.



6. Bibliografía

Amato, J. y T. Laubach. (2000), “Forecast-Based Monetary Policy”, Working Papers, No. 89, Bank for International Settlements.

Andolfatto, D. S. Hendry, y K. Moran (2002), “Inflation Expectations and Learning about Monetary Policy”, Working Paper No. 2002-30, Bank of Canada.

Ball, L. (1994), “What Determines the Sacrifice Ratio”, *Monetary Policy*, Ed: G. Mankiw, NBER, University Press.

Barro, R.J. (1974), “Are Government Bonds Net Wealth”, *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 6, 1095-1117.

Black, R., V. Cassino, A. Drew, E. Hansen, B. Hunt, D. Rose, y A. Scott (1997), “The Forecasting and Policy System: The Core Model”, Research Paper No. 43. Reserve Bank of New Zealand.

Black, R., D. Colletti y S. Monnier (1995), “On the Cost and Benefits of Price Stability”, Technical Report, Bank of Canada.

Black R., D. Laxton, D. Rose y R. Tetlow (1994), *The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 1. The Steady-State Model: SSQPM*, Technical Report No. 72, Bank of Canada.

Black, R. y D. Rose (1997), “Canadian Policy Analysis Model: CAPM”, Working Paper No 97-16, Bank of Canada.

Blanchard, O. (1985), “Debt, Deficits, and Finite Horizons”, *Journal of Politic Economy*, Vol. 93, No. 2, 223-247.

Brayton, F., E. Mauskopf, D. Reifschneider, P. Tinsley y J. Williams (1997), “The Role of Expectations in FRB/US”, *Federal Reserve Bulletin*, Abril, 227-245.

Brayton, F. y P. Tinsley (1996), “A Guide to FRB/US: A Macroeconomic Model of the United States”, Division of Research and Statistics, Federal Reserve Board.

Bryant, R. y L. Zhang (1996a), “Intertemporal Fiscal Policy in Macroeconomics Models: Introduction and Major Alternatives”, Brookings Discussion Papers in International Economics, No 123.

Bryant, R. y L. Zhang (1996b), “Alternative Specifications of Intertemporal Fiscal Policy in a Small Theoretical Model”, Brookings Discussion Papers in International Economics, No 124.

Buiter, W. (1988), “Death, Birth, Productivity Growth and Debt Neutrality”, *The Economic Journal*, Vol. 98, No. 391, 279-293.

Clarida, R. J. Gali y M. Gertler (2002), “A Simple Framework for International Monetary Policy Analysis”, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 49, 879-904.

Colletti, D., B. Hunt, D. Rose y R. Tetlow (1996), *The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 3. The Dynamic Model: QPM*, Bank of Canada.

Dancourt, O., F. Jiménez, W. Mendoza, E. Morón y B. Seminario (2002a), “Modelo de Largo Plazo para la Economía Peruana”, Consorcio de Investigación Económica y Social.

Dancourt, O., F. Jiménez, W. Mendoza, E. Morón y B. Seminario (2002b), “Modelo de Corto Plazo para la Economía Peruana”, Consorcio de Investigación Económica y Social.



Evans, G. y S. Honkapohja (2001), *Learning and Expectations in Macroeconomics*. Princeton University Press.

Ferreira, J. y R. Herrada (2004), “Tipo de Cambio Real y sus Fundamentos: Estimación del Desalineamiento”, *Revista de Estudios Económicos*, No. 10, Banco Central de Reserva del Perú.

Frenkel, J. y A. Ranzin (1992). *Fiscal Policies and the World Economy*, MIT Press. Segunda Edición, Cambridge Massachusetts.

Gali, J. y J. D. López-Salido (2000), “A New Phillips Curve for Spain”, Working Paper, No. 3, Bank for International Settlements.

Keane, M. y D. Runkle (1989), “Are Economic Forecast Rational?”. *Quarterly Review*, Vol. 3, No. 2, 26-33, Federal Reserve Bank of Minneapolis.

Kosicky S. y P. A. Tinsley (1998), “Vector Error Correction”, Federal Reserve of Kansas City.

Johnson, R. (2001), “Fiscal Reaction Rules in Numerical Macro Models”, RWP 01-01. Federal Reserve Bank of Kansas City.

Macklem, T., D. Rose y R. Tetlow (1996), “Government debt and deficit in Canada: A Macro Simulation Analysis”, Working Paper 95-4, Bank of Canada.

Mankiw, N.G. y R. Reis (2001), “Sticky Information versus Sticky Prices: A Proposal to Replace The New Keynesian Phillips Curve”, NBER Working Paper 8290.

Miller, S. (2004), “Métodos Alternativos para la Estimación del PBI Potencial: una aplicación para el caso del Perú”, *Revista Estudios Económicos*, No. 10. Banco Central de Reserva del Perú.

Lucas, R.E. (1976), “Econometric Policy Evaluation: A Critique”, *Carnegie-Rochester Conference on Public Policy*, Vol. 1, 19-46.

Luque, J. y M. Vega (2004), “Usando un modelo semi-estructural de pequeña escala para hacer proyecciones: Algunas consideraciones”, *Revista de Estudios Económicos*, No. 10. Banco Central de Reserva del Perú.

Sargent, T. (1982), *Teoría Macroeconómica*, Barcelona Antoni: Bosch.

Tinsley, P.A. (1998), “Rational Error Correction”, Federal Reserve Board.

Uribe, M. y S. Schmitt-Grohé (2001), “Closing Small Open Economy Models”. Universidad de Pennsylvania.



La relación dinero-producto, brecha del producto e inflación subyacente: Algunas aplicaciones de las funciones Wavelets

Erick W. Lahura Serrano*

elahura@bcrp.gob.pe

1. Introducción

El objetivo del presente trabajo es ilustrar el uso de las funciones *wavelets* en el análisis empírico de variables y relaciones macroeconómicas, asociadas principalmente a temas de política monetaria. Para tal efecto, se presentan de manera general las características básicas de la teoría de *wavelets* y tres aplicaciones utilizando información para la economía peruana: (1) el análisis de la hipótesis de que el dinero causa en el sentido de Granger al producto real al considerar ciertos horizontes o escalas temporales; y dos propuestas de medidas alternativas para la medición de (2) la brecha del producto (*output gap*) y (3) la inflación subyacente (*core inflation*).

Los resultados muestran potenciales ventajas del uso de funciones *wavelets* como complemento de las herramientas econométricas para el análisis de series de tiempo no estacionarias. Por un lado, se concluye que la relación de causalidad en el sentido de Granger entre dinero y producto no es única, sino que depende de la escala temporal (asociada a ciertas frecuencias) analizada; específicamente, se encuentra evidencia a favor de la hipótesis planteada. Asimismo, las medidas de brecha de producto e inflación subyacente propuestas son consistentes con consideraciones teóricas y hechos importantes observados en la economía peruana, quedando como agenda de investigación futura el desarrollo de pruebas econométricas robustas para consolidar esta evidencia preliminar.

El trabajo está organizado en seis secciones. En la sección 2 se presenta a nivel de introducción la teoría de *wavelets* y su uso para el análisis multiresolución de señales. En la sección 3 se discuten algunas cuestiones prácticas sobre el uso de las *wavelets* para el análisis multiresolución de series de tiempo, como por ejemplo las características que deberían presentar la función *wavelet* elegida o la muestra a utilizar. En la sección 4 se presenta la aplicación de la teoría de *wavelets* al análisis de la relación de causalidad en el sentido de Granger entre el dinero y el producto, utilizando información para el caso peruano. En la sección 5 se plantea el uso de las *wavelets* para la construcción de indicadores alternativos de producto de tendencia, brecha del producto e inflación subyacente a partir del análisis multiresolución de las series PBI real e inflación para la economía peruana. Finalmente, en la sección 6 se presentan las principales conclusiones del trabajo y una posible agenda de investigación futura.

* El autor es Analista del Departamento Análisis y Programación Financiera de la Gerencia de Estudios Económicos del BCRP. El autor agradece los comentarios y sugerencias de Máximo Vega Centeno (PUCP), Rafael Herrada (BCRP), Fernando Vásquez (BCRP) y Marco Vega (BCRP), así como el apoyo brindado por Hugo Perea (BCRP) en la Unidad de Modelos Económicos. Asimismo, agradece a Donita Rodríguez (PUCP) por su excelente labor como asistente de investigación. Este trabajo forma parte de una agenda de investigación iniciada por el autor en marzo de 2002. La teoría y resultados presentados se basan principalmente en su Tesis de Licenciatura en Economía (Lahura, 2003).



2. Una introducción a la teoría de *wavelets* y el análisis multiresolución¹

Las *wavelets* pueden ser comparadas con una cámara muy sofisticada, cuyos lentes proporcionan una vista panorámica de toda una ciudad y, además, permiten observar detalles como los árboles, las casas y la forma de las ventanas, puertas y cerraduras². De esta manera, las *wavelets* permiten analizar el “todo” y sus “componentes” (o “detalles”); además, muchas veces es posible reconstruir el “todo” a partir de una suma simple de los componentes, lo cual se denomina formalmente *análisis multiresolución*.

Ramsey y Lampart (1998) proponen el uso de las *wavelets* para descomponer series de tiempo macroeconómicas en componentes asociados a diferentes escalas temporales (análisis multiresolución), para obtener de esta forma una visión más “detallada” de las series de tiempo y de las posibles relaciones entre ellas. Así, las funciones *wavelets* se constituyen en filtros (no lineales y no paramétricos) pues permiten extraer información asociada a diferentes escalas temporales (y frecuencias). Entre los trabajos más importantes en esta línea de investigación figuran Chew (2001), Gencay et al. (2002) y Almasri y Shukur (2003).

2.1. La teoría de *wavelets*: una introducción

La teoría de *wavelets* nace formalmente como teoría matemática a mediados de los años ochenta; sin embargo, en la práctica ha sido utilizada desde inicios de siglo, especialmente en la ingeniería. Sus antecedentes matemáticos se remontan al análisis de las frecuencias desarrollado por Joseph Fourier en el siglo diecinueve. La primera vez que se utilizó la palabra *wavelet* fue en 1910 en la tesis de Alfred Haar, pero no fue sino hasta 1984 en que Alex Grossman y Jean Morlet establecieron el concepto de “*wavelets*” en su forma teórica presente. Los principales algoritmos utilizados en el análisis de *wavelets* provienen del trabajo de 1988 de Stephane Mallat³.

La transformada de Wavelet (*TW*) es un instrumento matemático que permite describir una señal en el tiempo y en la frecuencia de manera similar a la Transformada de Fourier por Ventanas (*TFV*), pero con algunas diferencias importantes que en muchos casos la hace superior. Las principales propiedades de las *wavelets* que son útiles para el análisis econométrico de series de tiempo son:

- a) Pueden ser usadas en el análisis de series no estacionarias.
- b) Permiten localizar en el tiempo fenómenos específicos.
- c) Permiten obtener una buena aproximación de la señal original.

2.1.1. Definición de wavelet

Una *wavelet* $\psi(t)$ es una función que depende del tiempo y que presenta dos propiedades: (1) *condición de admisibilidad*; y (2) *energía unitaria*⁴. Una de las *wavelets* más conocidas en la literatura es la *wavelet de Haar*, la cual se define como:

$$\psi(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x < 0,5 \\ -1 & 0,5 \leq x < 1 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases} \quad (2.1)$$

¹ Esta sección y la siguiente se basan en Daubechies (1992), Gencay, et al. (2002), Kaiser (1994), Misiti, et al. (2002), Ogden (1997); Ramsey y Lampart (1998b), Schleicher (2002) y Lahura (2003).

² Esta analogía recoge la establece Schleicher, 2002.

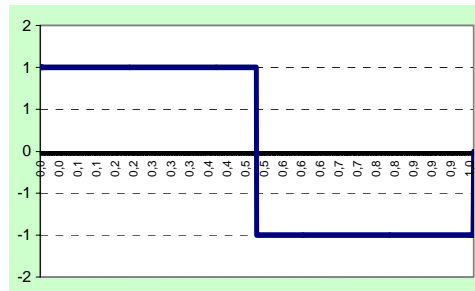
³ Misiti, et al., 2002.

⁴ Los interesados en la descripción formal de estas propiedades pueden remitirse a Gencay, et al. (2002).



En general, y como se puede apreciar en el gráfico 1, la condición de admisibilidad y la de energía unitaria determinan la forma de una *wavelet*: todas las desviaciones respecto del origen se cancelan, lo cual implica que una *wavelet* toma la forma de una *onda*.

Gráfico 1
La wavelet de Haar

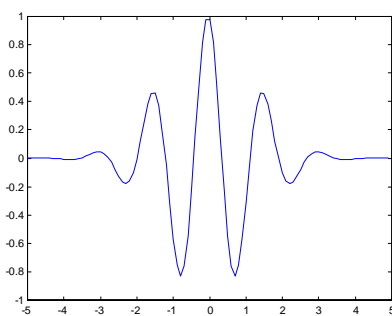


Un segundo ejemplo es la *wavelet de Morlet*, que se define como:

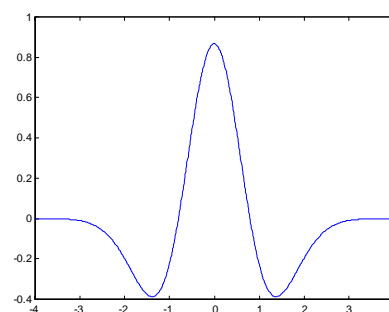
$$\psi^M(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-i\omega_0 t} e^{-t^2/2} \quad (2.2)$$

donde $i = \sqrt{-1}$ y ω_0 es la frecuencia central de la *wavelet*. El gráfico 2 muestra la forma de la *wavelet* de Morlet.

Gráfico 2
Ejemplos de Wavelets



Morlet



Sombrero Mexicano

Otro ejemplo conocido es la *wavelet sombrero mexicano*, definida como la segunda derivada de la función gaussiana:

$$\psi^{Mex}(t) = (1-t^2)e^{-t^2/2} \quad (2.3)$$

Su nombre proviene de la forma de la onda que genera, la cual es similar a un sombrero mexicano, como se muestra en el gráfico 2.



2.1.2. Familias de wavelet

A partir de una *wavelet* $\psi(t)$ es posible generar una **familia de funciones wavelet**, *dilatando* y *trasladando* $\psi(t)$:

$$\psi^{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \tag{2.4}$$

El parámetro a se denomina **factor de escala** o **dilatación**, el cual expande el rango de la *wavelet*; así, cuando a es grande, la *wavelet* es una onda que se completa en un intervalo más amplio. El parámetro b se denomina **factor de traslación**, el cual mueve el rango de ψ en u unidades hacia la derecha. Así, **dilatando y trasladando una wavelet** ψ , es posible **generar una familia de funciones wavelet** $\psi^{a,b}$, asociadas cada una a una escala y una ubicación temporal particulares. Cuando sucede esto, la *wavelet* ψ se denomina **wavelet madre**. Si la dilatación y traslación de una *wavelet* se hace a partir de valores discretos de a y b , como por ejemplo $a = a_0^j$ y $b = nb_0 a_0^j$, se tiene que cada elemento de la familia de *wavelet* esta dado por:

$$\Psi_{j,k} = \frac{1}{\sqrt{a_0^j}} \psi\left(\frac{t - kb_0 a_0^j}{a_0^j}\right) \tag{2.5}$$

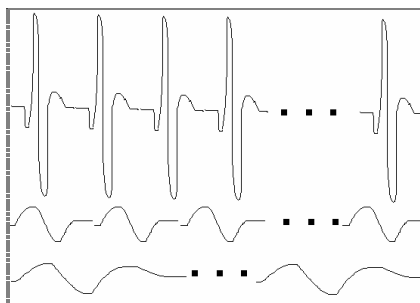
o alternativamente:

$$\Psi_{j,k} = a_0^{-j/2} \psi(a_0^j t - kb_0) \tag{2.6}$$

donde j y k toman valores enteros, $a_0 > 1$ y $b_0 > 0$. Como se ilustra en el gráfico 3, los valores de j determinarán la amplitud de la *wavelet* y el factor de traslación:

- a) Las **wavelets angostas** o de **escalas pequeñas** (usualmente asociadas a frecuencias altas) corresponden a valores pequeños de j , lo cual implica que para cubrir todo el rango temporal sobre el que se define la señal, se trasladan a intervalos pequeños.
- b) Las **wavelets más amplias** o de **escalas grandes** (usualmente asociadas a frecuencias bajas) están asociadas a valores grandes de j , lo cual implica que para cubrir todo el rango temporal sobre el que se define la señal, se trasladan a intervalos más grandes.

Gráfico 3
Dilatación y traslación de una wavelet



Fuente: Elaboración propia

Las características de las funciones *wavelets* permiten afirmar que si el componente frecuencial de la señal que se desea analizar cambia en el tiempo (es decir, si la señal es no estacionaria), se tiene que las **wavelets**



permiten obtener una mejor representación de la señal que la transformada de Fourier por ventanas⁵. Esto se explica por la capacidad que tienen las *wavelets* para adaptar su forma -a través de dilataciones y traslaciones- a las características de la señal; de esta forma, la TW puede capturar características de una señal que son particulares a un tiempo y frecuencia específicos.

2.2. El análisis multiresolución (AMR)

En esta sección se presenta la definición de Análisis Multiresolución de una señal y su relación con las transformadas de *wavelets*. Específicamente, se menciona que si existe un análisis multiresolución para una señal, entonces ésta puede descomponerse en elementos que dependen de dos tipos de funciones *wavelets*: una *wavelet* padre, que recoge componentes tendenciales o suaves de la señal, y una *wavelet* madre, a partir de la cual se recogen movimientos cíclicos asociados a diferentes escalas temporales (y frecuencias).

2.2.1. Definición de análisis multiresolución o AMR

El Análisis Multiresolución (AMR) o Aproximación Multiresolución, es la formalización matemática de la idea de obtener *aproximaciones sucesivas* de una *señal*:

$$\dots, S_j, S_{j-1}, S_{j-2}, \dots \quad (2.7)$$

tales que cada aproximación sea una mejor representación de la señal original; así, S_{j-1} denota una mejor aproximación de la señal que S_j . Esta idea se entiende fácilmente en un contexto donde la señal es una imagen, donde muchas veces es importante obtener la mayor nitidez o resolución posible.

Las diferencias entre las diversas aproximaciones sucesivas de una señal se denominan *detalles*:

$$D_j \equiv S_{j-1} - S_j \quad (2.8)$$

Dado esto, se tiene que una aproximación puede expresarse como la suma de una aproximación con menor resolución más un detalle adicional:

$$S_{j-1} = S_j + D_j \quad (2.9)$$

En general, si S_1 es la mejor aproximación (la que posee mejor resolución) de la señal $f(t)$, entonces:

$$f(t) = S_1 + D_1 \quad (2.10)$$

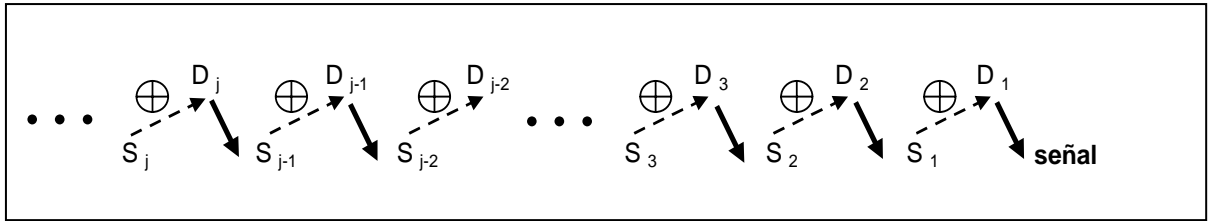
Dada la existencia de las aproximaciones multiresolución, es posible expresar cada una de ellas como la suma de una aproximación con menor resolución y un detalle, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} S_1 &= S_2 + D_2 \\ S_2 &= S_3 + D_3 \\ &\vdots \\ S_{j-1} &= S_j + D_j \\ S_{j-2} &= S_{j-1} + D_{j-1} \end{aligned} \quad (2.11)$$

⁵ Una referencia completa sobre la transformada de Fourier por ventanas es Kaiser (1994).



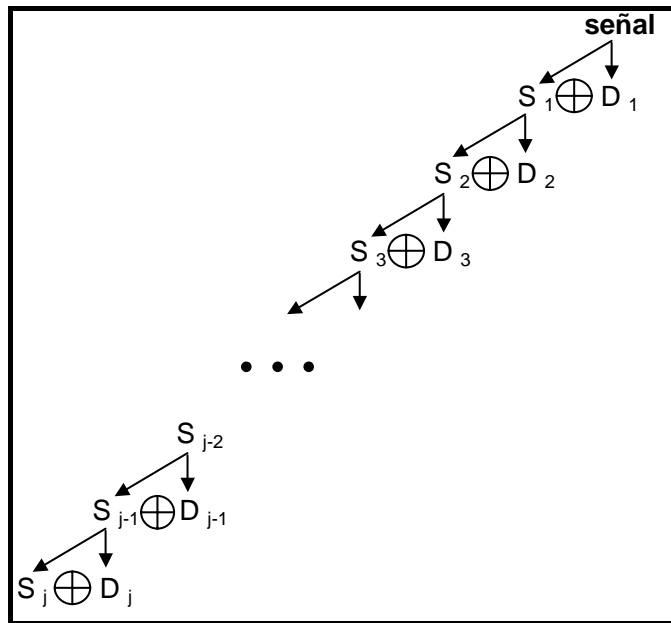
lo cual puede verse a través del siguiente esquema:



De esta manera, el análisis multiresolución permite expresar una señal $f(t)$ como **la suma (ortogonal) de una aproximación inicial S_j y de diferentes detalles:**

$$f(t) = S_j + D_j + D_{j-1} + \dots + D_3 + \dots + D_1 \quad (2.12)$$

lo cual puede ser representado a través del siguiente árbol:



2.2.2. Análisis multiresolución y wavelets.

Uno de los resultados importantes de la teoría de *wavelets* es la existencia de una correspondencia entre el análisis multiresolución de una señal y una familia de *wavelets*. Específicamente, se tiene que si existe un análisis multiresolución para una señal representada por una función cuadrado integrable⁶, entonces es posible expresar S_j y D_j en función de dos familias de *wavelets*. Por un lado, los detalles D_j :

$$D_j = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t) \quad , j = 1, 2, \dots, J-1 \quad (2.13)$$

⁶ Se denomina así a una función si la integral del valor absoluto de ella elevada al cuadrado es finita. La formalización de esta definición puede encontrarse en cualquiera de las referencias mencionadas al inicio de esta sección.



representan los componentes de la señal asociados a escalas menores a J . Formalmente, estos detalles se obtienen a partir de las transformadas de *wavelet* discreta, las cuales son proyecciones de la señal sobre una familia de *wavelets* $\psi_{j,k}(t)$ generada a partir de traslaciones y dilataciones de una *wavelet madre* ψ , utilizando un factor de traslación $k = 0, 1, 2, \dots$ y uno de dilatación $a = 2^j$, con $j = 1, 2, 3, \dots$. Por otro lado, la aproximación S_j :

$$S_j = \sum_k s_{j,k} \phi_{j,k}(t) \quad (2.14)$$

representa el componente de la señal asociado a la mayor escala de la señal J . Formalmente, este componente se obtiene a partir de la transformada de *wavelet* discreta, la cual es la proyección de la señal sobre una familia de *wavelets* $\phi_{j,k}(t)$ generada a partir de traslaciones del nivel de dilatación J de una *wavelet* ϕ utilizando el mismo factor k . La *wavelet* ϕ se denomina *wavelet padre*, la cual se caracteriza por:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \phi(t) dt = 1 \quad (2.15)$$

La *wavelet* padre se usa para capturar los componentes tendenciales suaves usualmente asociados a bajas frecuencias, lo cual requiere que la *wavelet* sea amplia en el tiempo; la *wavelet* madre se usa para capturar componentes asociados a escalas menores, que corresponden en general a frecuencias más altas que las de los componentes tendenciales. En otras palabras, S_j representa los componentes tendenciales de la serie, asociado a movimientos de larga duración o mayor escala temporal, mientras que los detalles $D_j, D_{j-1}, \dots, D_j, \dots, D_1$ representan las desviaciones de esta tendencia, asociados a movimientos de corta duración o menor escala. De esta forma, se tiene que la señal puede ser expresada como:

$$f(t) = \sum_k s_{j,k} \phi_{j,k}(t) + \sum_k d_{j,k} \psi_{j,k}(t) + \sum_k d_{j-1,k} \psi_{j-1,k}(t) + \dots + \sum_k d_{1,k} \psi_{1,k}(t) \quad (2.16)$$

donde J denota la *escala* de la *wavelet*. Las escalas grandes (valores grandes de j) están relacionadas a niveles altos de dilatación de las *wavelets*, las cuales contienen movimientos suaves -o de larga duración- y de baja frecuencia de $f(t)$; las escalas pequeñas (valores pequeños de j) están relacionadas a niveles bajos de dilatación, usados para variaciones de menor duración y de mayor frecuencia. A esta descomposición de la señal $f(t)$ en diferentes escalas temporales (asociadas a diferentes frecuencias), se denomina *descomposición tiempo escala* o *escala temporal*, y puede denotarse como:

$$\{S_j, D_j, D_{j-1}, \dots, D_1\} \quad (2.17)$$

El detalle 1 (escala 1) contiene información de los movimientos de la señal que se producen entre 2^1 y 2^2 períodos temporales, movimientos de corta duración temporal que pueden estar asociados a movimientos de alta frecuencia. En general, el detalle j contiene información de la señal asociada a movimientos que van de 2^j hasta 2^{j+1} períodos. Así, los detalles más grandes (escalas mayores), contienen información de movimientos de larga duración, usualmente asociados a movimientos de baja frecuencia. Esta descomposición en escalas que son potencia de 2 se denomina análisis multiresolución diádico.

Esta descomposición en escalas temporales hace a las *wavelets* comparables a una cámara con lentes de gran alcance: permiten obtener una visión general de todo el paisaje (componente suavizado) y, a la vez, permiten realizar acercamientos a partir de los cuales es posible identificar características particulares o detalles que a simple vista no son perceptibles (detalles). Este es uno de los resultados más importantes que serán utilizados en las aplicaciones a las variables y relaciones macroeconómicas de las *wavelets*.



3. Algunas cuestiones prácticas sobre el uso de *wavelets*

En esta sección se mencionan algunas cuestiones prácticas sobre el uso de las *wavelets* para el análisis multiresolución de series de tiempo, como por ejemplo las características que debería presentar la *wavelet* elegida o la muestra a utilizar.⁷

3.1. Propiedades deseables en una familia de *wavelets*

El cuadro 1 muestra algunas propiedades de las principales familias de *wavelets*. En las aplicaciones, las propiedades que más se buscan en una familia de *wavelet* son las siguientes⁸: *ortonormalidad*, *soporte compacto*, *simetría*, *momentos que se anulan (asociado a la longitud del filtro)*, *existencia de una wavelet padre* y *análisis ortogonal*.

Cuadro 1

Algunas propiedades de las familias de *wavelets* más importantes

PROPIEDAD	morl	mexh	meyr	haar	dbN	symN	coifN	biorNr.Nd
Infinitamente regular	X	X	X					
Regularidad arbitraria					X	X	X	X
Ortogonal y de soporte compacto				X	X	X	X	
Biorortogonal y de soporte compacto								X
Simétrica	X	X	X	X				
Asimétrica					X			
Casi simétrica						X	X	
Número arbitrario de momentos que se desvanecen					X	X	X	X
Momentos que se desvanecen para ϕ							X	
Existencia de ϕ			X	X	X	X	X	X
Análisis ortogonal			X	X	X	X	X	
Análisis Biorortogonal			X	X	X	X	X	X
Reconstrucción exacta		X	X	X	X	X	X	X
Filtros FIR				X	X	X	X	X
Transformada continua	X	X	X	X	X	X	X	X
Transformada discreta			X	X	X	X	X	X
Algoritmo rápido				X	X	X	X	X
Expresión explícita	X	X		X				

Fuente: Elaboración propia, basada en Misiti y Otros (2002), p. 6-80 y 6-81.

⁷ Existen muchas familias de *wavelets*, cada una con diferentes propiedades. En el manual del Matlab se pueden encontrar hasta 15 familias, entre las que destacan: Haar (haar), Daubechies (dbN), Symlets (symN), Coiflets (coifN), Biorortogonal (bioNr.Nd), Meyer (meyr), Mexicana (mexh), Morlet (morl), entre otras.

⁸ Ver Lahura (2003) para una explicación de cada una de las propiedades.



3.2. Algunos problemas prácticos

Las funciones *wavelets* se usan para representar la información contenida en una señal, por lo cual deben permitir replicar sus características subyacentes. Así, por ejemplo, si los datos tuvieran la apariencia de ser una suma de funciones escalera, entonces sería adecuado usar la *wavelet* de Haar; mientras que si los datos son suaves, entonces se debería usar una *wavelet* con una longitud mayor.

Una pregunta importante es, *¿cuántos datos necesitamos para realizar una filtración utilizando wavelets?* El supuesto sobre el cual se realiza el análisis multiresolución es que el tamaño de muestra N tiene que ser una potencia de dos, es decir $N = 2^j$. Sin embargo, no necesariamente tiene que ser igual al número de detalles, sino que puede ser menor. Sin embargo, existe la posibilidad de aplicar la *transformación de wavelet discreta estacionaria*, que es aplicable a cualquier tamaño de muestra (Gençay, 2002).

Un problema práctico asociado al análisis multiresolución es que éste se basa en el análisis de escalas definidas para períodos de tiempo que son potencia de 2 (análisis diádico). Sin embargo, las estructuras económicas no necesariamente se reflejan en períodos de tiempo cuya duración sea potencia de 2 (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 períodos etc.). Pollock (2003) propone una solución a este problema que actualmente sigue investigando.

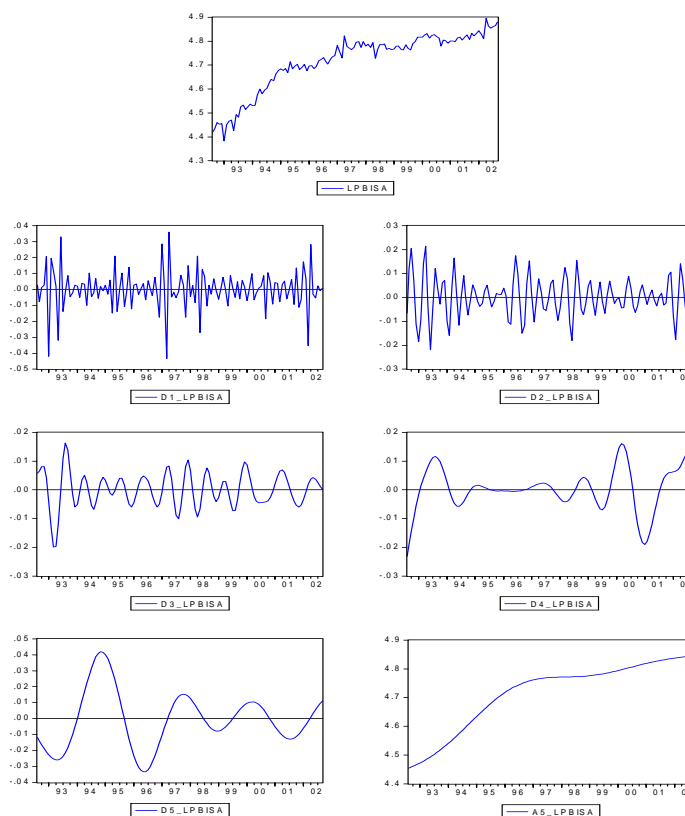
3.3. Aplicación del AMR a una serie de tiempo no estacionaria.

El gráfico 4 muestra el análisis multiresolución del logaritmo de la serie mensual del PBI real desestacionalizado (LPBISA). Este análisis multiresolución ha permitido descomponer el PBI real en un componente suave (A5_LPBISA) y cinco detalles (D1_LPBISA, . . . , D5_LPBISA). Para esto se utilizó la *wavelet* madre Symlet(12) con $j = 5$ y su correspondiente *wavelet* padre. Los detalles de la serie original presentan movimientos de diferente duración temporal; así, el detalle 1 (D1_LPBISA) asociado a la escala 1 presenta movimientos de corta duración temporal (de 2 a 4 meses), mientras que el detalle cinco (D5_LPBISA) asociado a la escala cinco presenta movimientos de larga duración (de 32 a 64 meses).



Gráfico 4

Análisis Multiresolución del logaritmo del PBI real



4. Aplicación: la relación dinero-producto y causalidad en el sentido de Granger

En esta sección se presenta una aplicación de la teoría de *wavelets* al análisis de la relación de causalidad en el sentido de Granger entre el dinero y el producto, propuesta por primera vez por Ramsey y Lampart (1998), y posteriormente replicada por Chew (2001) y Gençay et al. (2002). Específicamente, se evalúa la hipótesis de que el dinero causa en el sentido de Granger al producto real cuando se toman en cuenta ciertos horizontes o escalas temporales, considerando la experiencia peruana reciente.

Uno de los conceptos más utilizados para el análisis de causalidad empírica entre variables económicas es el de *causalidad en el sentido de Granger* (Granger 1969), el cual se basa en el supuesto de que la variable “causa” se mueve antes que la variable “respuesta”, lo que implica una secuencialidad causa-efecto. Específicamente, dadas dos variables X e Y , si X causa en el sentido de Granger a Y solamente se puede afirmar que los movimientos de X permitirán *predecir estadísticamente* los movimientos de Y , más no se puede decir necesariamente que X cause a Y en el sentido de que X realmente influya en el comportamiento de Y . Sin embargo, Engle et al. (1983), muestran la importancia del concepto de causalidad en el sentido de Granger para determinar si una serie de tiempo es fuertemente exógena, en el sentido que esta pueda ser utilizada para predecir el comportamiento futuro de otra.



Uno de los resultados que se desprende de la teoría de *wavelets* y que Ramsey y Lampart (1998a, 1998b) utilizan como instrumento complementario de la econometría convencional de series de tiempo es el denominado *análisis multiresolución (AMR)* de series económicas a través del uso de funciones *wavelets*. Así, de manera alternativa al que se denominará “enfoque tradicional”, el análisis de la relación de causalidad en el sentido de Granger puede llevarse a cabo considerando la información contenida en cada uno de los detalles del análisis multiresolución de la series.

4.1. El enfoque tradicional⁹

Tradicionalmente, la relación de causalidad entre dinero y producto ha sido estudiada empíricamente desde tres perspectivas: (1) el grado de predicción entre variables nominales y reales a través del análisis de una sola ecuación, (2) la existencia de relaciones estructurales significativas entre ellas, a través del análisis de modelos VAR reducidos y estructurales, y (3) la existencia de una relación de largo plazo, a través del análisis de un vector de cointegración y el modelo de corrección de errores asociado. En el caso (1), la relación se analiza en un contexto de corto plazo, mientras que en los casos (2) y (3) se analiza considerando el corto y el largo plazo.

Empíricamente el largo plazo se asocia al comportamiento tendencial de una serie, mientras que el corto plazo se asocia al comportamiento cíclico de la misma, medido como la diferencia entre la serie observada y la tendencia (denominada “brecha de una serie”). En términos de cointegración (Engle y Granger, 1987), la relación de largo plazo entre las series estaría determinada por el comportamiento de las tendencias estocásticas de las series (que se reflejaría en el denominado vector de cointegración), mientras que el comportamiento de corto plazo estaría determinado por las primeras diferencias de las series y las posibles desviaciones de sus trayectorias respecto de la relación de largo plazo.

Estas formas de analizar empíricamente la relación de causalidad entre variables económicas presentan algunos problemas potenciales. En primer lugar, las alternativas (1) y (2) asumen que las series son estacionarias, lo cual no es una característica de las series de tiempo macroeconómicas, por lo que se utiliza una transformación estacionaria de las series originales: la primera diferencia o la brecha. En el caso de la alternativa (3), parte del análisis de causalidad entre series no estacionarias se basa en las primeras diferencias de las mismas. Así, un problema consiste en que las series son no estacionarias, y que al utilizar transformaciones estacionarias de las mismas podría eliminarse información importante para determinar la relación de causalidad empírica entre las series.

En particular, al analizar las brechas de las series (desviaciones de la tendencia o de la trayectoria de largo plazo) o las primeras diferencias de las series, la ausencia de relación de causalidad entre las brechas o las primeras diferencias podría explicarse por la existencia de causalidad entre los diferentes componentes de las series y no entre ellas, con lo cual se tendría la posibilidad de diferentes relaciones de causalidad (una para cada componente de las brechas).

4.2. Enfoque Alternativo: *Wavelets* y Análisis Multiresolución

Como se desprende de la literatura sobre el análisis tradicional de la relación de causalidad empírica entre el dinero y el nivel de actividad, no es posible establecer claramente la dirección de la causalidad, al menos en el corto plazo¹⁰. Una posible explicación de la ausencia de un consenso en los resultados teóricos y empíricos consiste en que el análisis basado en el corto y largo plazo (empíricamente asociados a horizontes temporales de corta y larga duración, respectivamente), no estaría rescatando la posible relación de causalidad entre dinero y nivel de actividad. Como lo afirman Ramsey y Lampart (1998b), desde los inicios de la teoría económica como disciplina independiente, muchos economistas han afirmado que el proceso de decisión

⁹ Para una revisión de la literatura empírica sobre trabajos importantes donde se analiza la relación de causalidad entre dinero y producto, ver Lahura (2003).

¹⁰ B. Hayo (1998) presenta una buena revisión de la literatura hasta esa fecha.



económica involucra diferentes períodos de tiempo, por lo cual la relación de causalidad entre variables económicas podría cambiar al analizar diferentes horizontes temporales:

Marshall, Edgeworth, Schumpeter, Hicks, and others of the period realized that there were more time periods involved in economic decision making, but pedagogical advantages of just two periods dominated the relevance of many periods. In any event, it was recognized early in the profession that the time period of analysis, or as we would now term the matter, the timescale of analysis, is very important for determining those aspects of decision making that are relatively more important and those that are less important. (Ramsey y Lampart 1998: 49)

Como se ha mostrado, las **funciones *wavelets*** permiten descomponer las series económicas en diferentes **detalles** asociados a diferentes **escalas temporales**, capturando en cada uno de ellos **movimientos cíclicos asociados a diferentes frecuencias**, lo cual se denomina **análisis multiresolución**. De esta forma, el estudio empírico de las relaciones económicas puede realizarse analizando por separado los diferentes componentes o detalles de las series, los cuales usualmente están agrupados en una brecha o en las primeras diferencias.

Ramsey y Lampart (1998a y 1998b) aplicaron esta metodología al análisis de relaciones entre variables económicas, encontrando resultados que la econometría de series de tiempo estándar no permitía alcanzar. Por un lado, muestran que es posible analizar diferentes niveles de relación entre consumo e ingreso, en términos de diferentes escalas temporales, y que el efecto del ingreso sobre el consumo cambia en cada escala temporal (Ramsey y Lampart 1998a). Por otro lado, analizan la causalidad en el sentido de Granger entre dinero e ingreso entre los diferentes detalles de las series (asociados a diferentes escalas temporales), y encuentran que la **relación de causalidad empírica cambia con la escala temporal analizada** (Ramsey y Lampart 1998b). Chew (2001), realiza el mismo análisis de Ramsey y Lampart (1998a), utilizando información de dinero e ingreso de países de la Unión Europea, llegando a resultados similares.

De esta manera, el uso de *wavelets* y del análisis multiresolución asociado parece proporcionar una alternativa para analizar empíricamente las relaciones de causalidad en el sentido de Granger entre variables económicas, pues como lo han mostrado Ramsey y Lampart (1998a y 1998b), es posible encontrar evidencia a favor de que la relación entre variables económicas no sea única y que involucre diferentes horizontes temporales. En términos de la relación entre dinero y nivel de actividad, esta posibilidad de diferentes relaciones de causalidad en el sentido de Granger proporcionaría información relevante sobre aspectos de política monetaria; en particular, como lo muestran Ramsey y Lampart (1998b) y Chew (2001), es más probable que movimientos en la cantidad de dinero de muy corta duración (de 2 a 4 meses, por ejemplo), sean respuesta a movimientos similares del nivel de actividad, mientras que movimientos en la cantidad de dinero de mayor duración (de 4 a 8 meses, por ejemplo), estén orientados a afectar de alguna manera el comportamiento del nivel de actividad.

La principal característica del *AMR* es que permite descomponer una serie de tiempo (estacionaria o no estacionaria), en un **componente tendencial suave** (que depende de una *wavelet* padre) y **diferentes componentes estacionarios** o detalles (que depende de una *wavelet* madre) de **diferente duración temporal o escalas temporales**, asociados a **diferentes frecuencias**. Una característica adicional es que la suma simple de los detalles y del componente suavizado permite reconstruir la serie original. De esta forma, la teoría de *wavelets* proporciona un método de filtración de series de tiempo, donde el componente cíclico o estacionario asociado no es único, sino que su número depende del grado de suavizamiento del componente tendencial.

Dada esta característica, el análisis empírico de la causalidad en el sentido de Granger entre dos (o más variables) puede realizarse entre los diferentes detalles de las series y no solamente entre las series en niveles (en caso sean estacionarias) o entre las primeras diferencias (o la brecha de las mismas, o alguna transformación que sea estacionaria). Así, el uso del *AMR* de una señal implica el uso de diferentes modelos de vectores autorregresivos o VAR para cada detalle de las series. Específicamente, si se desea analizar la relación de causalidad entre dos variables X e Y , el análisis de causalidad en el sentido de Granger entre los detalles 1 de las series implica el uso del siguiente sistema:



$$\begin{aligned}
 Y_t(D_1) &= \alpha_{11}(D_1)Y_{t-1}(D_1) + \alpha_{12}(D_1)Y_{t-2}(D_1) + \dots + \alpha_{1p}(D_1)Y_{t-p}(D_1) \\
 &\quad + \beta_{11}(D_1)X_{t-1}(D_1) + \beta_{12}(D_1)X_{t-2}(D_1) + \dots + \beta_{1p}(D_1)X_{t-p}(D_1) + v_{Yt} \\
 X_t(D_1) &= \alpha_{21}(D_1)Y_{t-1}(D_1) + \alpha_{22}(D_1)Y_{t-2}(D_1) + \dots + \alpha_{2p}(D_1)Y_{t-p}(D_1) \\
 &\quad + \beta_{21}(D_1)X_{t-1}(D_1) + \beta_{22}(D_1)X_{t-2}(D_1) + \dots + \beta_{2p}(D_1)X_{t-p}(D_1) + v_{Xt}
 \end{aligned}$$

donde, por ejemplo, $\alpha_{1p}(D_1)$ es un parámetro que representa el efecto del rezago p del detalle 1 o D_1 de la variable Y (denotada por $Y_{t-p}(D_1)$), sobre el valor del detalle 1 o D_1 de Y en t (denotada por $Y_t(D_1)$). Para el detalle 2:

$$\begin{aligned}
 Y_t(D_2) &= \alpha_{11}(D_2)Y_{t-1}(D_2) + \alpha_{12}(D_2)Y_{t-2}(D_2) + \dots + \alpha_{1p}(D_2)Y_{t-p}(D_2) \\
 &\quad + \beta_{11}(D_2)X_{t-1}(D_2) + \beta_{12}(D_2)X_{t-2}(D_2) + \dots + \beta_{1p}(D_2)X_{t-p}(D_2) + v_{Yt} \\
 X_t(D_2) &= \alpha_{21}(D_2)Y_{t-1}(D_2) + \alpha_{22}(D_2)Y_{t-2}(D_2) + \dots + \alpha_{2p}(D_2)Y_{t-p}(D_2) \\
 &\quad + \beta_{21}(D_2)X_{t-1}(D_2) + \beta_{22}(D_2)X_{t-2}(D_2) + \dots + \beta_{2p}(D_2)X_{t-p}(D_2) + v_{Xt}
 \end{aligned}$$

y, en general, para el detalle j :

$$\begin{aligned}
 Y_t(D_j) &= \alpha_{11}(D_j)Y_{t-1}(D_j) + \alpha_{12}(D_j)Y_{t-2}(D_j) + \dots + \alpha_{1p}(D_j)Y_{t-p}(D_j) \\
 &\quad + \beta_{11}(D_j)X_{t-1}(D_j) + \beta_{12}(D_j)X_{t-2}(D_j) + \dots + \beta_{1p}(D_j)X_{t-p}(D_j) + v_{Yt} \\
 X_t(D_j) &= \alpha_{21}(D_j)Y_{t-1}(D_j) + \alpha_{22}(D_j)Y_{t-2}(D_j) + \dots + \alpha_{2p}(D_j)Y_{t-p}(D_j) \\
 &\quad + \beta_{21}(D_j)X_{t-1}(D_j) + \beta_{22}(D_j)X_{t-2}(D_j) + \dots + \beta_{2p}(D_j)X_{t-p}(D_j) + v_{Xt}
 \end{aligned}$$

Este grupo de modelos VAR sobre los cuales se basa el análisis de causalidad en el sentido de Granger entre dos variables X e Y muestra las siguientes ventajas del AMR de series temporales respecto del análisis econométrico tradicional:

- a) El AMR permite aprovechar la información contenida en las diferentes escalas temporales de la señal. De esta forma, para el caso de dos series X e Y , la causalidad ya no se analiza solo para los niveles (o las primeras diferencias), sino para cada par de detalles o escalas. Dado esto, el AMR haría posible verificar la hipótesis de que las *relaciones entre variables económicas* -en términos de predicción- *pueden cambiar de sentido si se analizan diferentes escalas temporales*. Como lo sugieren Ramsey y Lampart (1998b), la idea central es que las decisiones económicas muchas veces involucran *horizontes temporales con diferente duración*.
- b) El AMR puede aplicarse a cualquier tipo de serie temporal, *sea o no estacionaria, presente o no quiebres*. Dado que los detalles que se obtienen de cada serie son estacionarios, es posible aplicar directamente el contraste de causalidad en el sentido de Granger entre series *no estacionarias*, analizando los detalles de las mismas. En general, las *wavelet* se caracterizan por capturar los componentes no estacionarios y estacionales contenidos en las series.

Dadas estas ventajas del análisis multiresolución a través del uso de wavelets, es posible evaluar la hipótesis de que la relación de causalidad entre dinero (medido a través de algún agregado monetario relevante) e ingreso (medido a través de algún indicador del nivel de actividad económica) puede cambiar si se consideran diferentes horizontes temporales: en períodos cortos (escalas pequeñas), los movimientos en el nivel de actividad podrían preceder a los de la cantidad de dinero, mientras que en períodos de mediana duración (escalas mayores), los movimientos del dinero podrían preceder a los movimientos del nivel de actividad, mientras que en períodos mayor duración (escalas grandes), podría observarse una doble relación. De esta manera, el uso de wavelets para realizar un análisis multiresolución series de tiempo se constituye en un complemento potencial de la econometría de series de tiempo.



4.3. Datos

Para analizar la relación empírica entre el dinero y el producto tomando como criterio básico la posible existencia de causalidad en el sentido de Granger, se utilizó la información disponible en la base de datos mensual del BCRP, para el período mayo 1992 - diciembre 2002. De esta forma, se utilizó una muestra cuyo tamaño es potencia de 2 (en este caso $n = 128 = 2^7$) para realizar la descomposición de las series a través del uso de funciones *wavelets*¹¹. Sin embargo, el análisis se realizó utilizando la descomposición de las series para el período enero 1993 – diciembre 2001, caracterizado por un esquema de política monetaria con ancla nominal, donde el ancla o meta intermedia era la emisión primaria¹².

Para aproximar empíricamente la variable dinero, se eligieron cinco agregados monetarios nominales: emisión primaria promedio del mes, circulante en moneda nacional, dinero en moneda nacional, liquidez en moneda nacional y liquidez en moneda extranjera (expresada en soles). El agregado monetario dinero está compuesto por el circulante y los depósitos a la vista; la liquidez en moneda nacional por el dinero en moneda nacional más los depósitos de ahorro, plazo y otros valores denominados en moneda nacional; la liquidez en moneda extranjera por los depósitos a la vista, ahorro, plazo y otros valores denominados en moneda extranjera. El producto fue aproximado a través del Producto Bruto Interno real a soles de 1994. Finalmente, para aproximar la variable nivel de precios, se utilizó el índice de precios al consumidor (IPC).

Las series fueron desestacionalizadas¹³ y se utilizaron en logaritmos. Por un lado, el análisis de las series a través del enfoque tradicional se basó en los logaritmos de las series en niveles y en primeras diferencias, además de sus brechas. Por otro lado, para el enfoque de *wavelets* se filtraron los logaritmos de las series utilizando la función *wavelet* Symmlet.

Para realizar el contraste de causalidad en el sentido de Granger a través del enfoque tradicional, se utilizó el estadístico χ^2 sobre los coeficientes respectivos de un VAR cuyas variables son el PBI (nominal o real) y los diferentes agregados monetarios. Para la elección del número de rezagos óptimos del modelo VAR, solo se consideraron aquellos modelos VAR estables y que no presentaban algún patrón de autocorrelación significativo en los residuos. De esta forma, se buscó que el patrón de autocorrelación capture toda la dinámica que podría existir en el sistema además del dinero y nivel de actividad. La elección final del modelo se realizó a través de los contrastes tradicionales de determinación del número de rezagos óptimo: Akaike, Schwarz, Error de Predicción Final, Hannan –Quinn y Ratio de Verosimilitud.

4.4. Enfoque Tradicional: Evidencia Empírica

El primer paso fue analizar la hipótesis de existencia de raíz unitaria en las series. Las pruebas ADF y Phillip Perron mostraron que no es posible rechazar la hipótesis de raíz unitaria. Dado esto, se procedió a aplicar las pruebas de Zivot y Andrews (1992) y Perron (1997), para evaluar la posibilidad de que las series sean estacionarias con quiebre; los resultados mostraron evidencia a favor de la hipótesis de raíz unitaria. De esta manera, se concluyó que los logaritmos de las series en niveles son no estacionarios e integrados de orden 1. Dado este resultado, el enfoque tradicional consiste en analizar la causalidad en el sentido de Granger usando las primeras diferencias de las series, las brechas de las mismas o, en caso exista un vector de cointegración, usando un Modelo de Corrección de Errores (MCE).

¹¹ Dado que la filtración de las series a través de *wavelets* ha considerado 20 períodos adicionales a los analizados (12 previos y ocho posteriores), esto ayuda a eliminar posibles problemas en los extremos de cada una de las series filtradas.

¹² A partir de enero de 2002 la política monetaria sigue un esquema de Metas de Inflación (Inflation Targeting), donde la meta intermedia es la proyección de inflación.

¹³ Las *wavelets* pueden capturar los componentes estacionales de las series. Sin embargo, se optó por trabajar con las series desestacionalizadas para poder comparar los resultados del análisis utilizando la econometría tradicional con el enfoque alternativo usando *wavelets*.



Para evaluar la existencia de vectores de cointegración de las series, se utilizaron las metodologías de Engle y Granger (1987) y la de Johansen (1991,1995)¹⁴. Ambas metodologías muestran evidencia a favor de vectores de cointegración al 1 y 5 por ciento de significancia, entre los diferentes agregados monetarios y el producto real. Debido a esto, se procedió a realizar el análisis de causalidad en el sentido de Granger bajo el supuesto de la existencia de un vector de cointegración y un modelo de corrección de errores correspondiente.

Para la muestra analizada, la existencia de una relación de cointegración entre el producto y los diferentes agregados monetarios en moneda nacional solamente se presenta bajo los siguientes supuestos: (a) no existe tendencia determinística en los datos, (b) el vector de cointegración no presenta intercepto ni tendencia, y (c) el modelo de corrección de errores no presenta intercepto. La existencia de una relación de cointegración entre el producto y la liquidez en moneda extranjera se presenta bajo los mismos supuestos, excepto el (b), pues en este caso fue necesario asumir que el vector de cointegración presenta intercepto pero no tendencia.

El cuadro 2 muestra los resultados del análisis de causalidad en el sentido de Granger en un contexto de cointegración, en donde el producto causa en el sentido de Granger a todos los agregados monetarios considerando las primeras diferencias, excepto para la emisión y la liquidez en moneda extranjera. Por un lado, la emisión y el producto se causan mutuamente en niveles, por lo que muestran evidencia de ser ambas endógenas. Por otro lado, se tiene que el PBI es débilmente exógeno al considerar el agregado monetario dinero. En el caso de circulante y liquidez en moneda nacional, existe evidencia de que el PBI es fuertemente exógeno. Finalmente, solo el agregado monetario liquidez en moneda extranjera es débilmente exógeno.

Cuadro 2

COINTEGRACIÓN Y CAUSALIDAD A LA GRANGER:

1993:01 - 2001:12^{1/}

Hipótesis Nula	VEC	Niveles
PBIR no causa BASE	0,4618	SI
BASE no causa PBIR	0,0592	SI
Rezagos	12	12
PBIR no causa CIR	0,0164	SI
CIR no causa PBIR	0,0651	NO
Rezagos	14	14
PBIR no causa DIN	0,0060	SI
DIN no causa PBIR	0,0472	NO
Rezagos	14	14
PBIR no causa LIQMN	0,0000	SI
LIQMN no causa PBIR	0,0645	NO
Rezagos	24	24
PBIR no causa LIQME	0,5739	NO
LIQME no causa PBIR	0,1010	SI
Rezagos	21	21

^{1/} En todos los casos, existe un vector de cointegración al 1% y 5% de significancia, excepto para el modelo con circulante (solo al 5%).

Estos resultados deben ser considerados con cuidado, pues los supuestos bajo los cuales se han obtenido no son consistentes con la naturaleza de los datos. En particular, el supuesto de ausencia de tendencias determinísticas en los datos no es adecuado, especialmente para los agregados monetarios. Asimismo, solamente cuando las series tienen media cero los supuestos (a), (b) y (c) son relevantes. Debido a esto, se

¹⁴ En el caso del análisis de relaciones bivariadas entre cada agregado monetario con el producto, los resultados proporcionados por la metodología de Engle y Granger fueron similares a los de la metodología de Johansen, por lo cual la presentación de los resultados se basó en los estadísticos obtenidos por esta última metodología.



procedió a la búsqueda de vectores de cointegración con supuestos consistentes con la naturaleza de los datos (en particular la presencia de tendencias determinísticas); sin embargo, en todos los casos no fue posible encontrar vectores de cointegración. Esto tampoco fue posible considerando la relación entre cada agregado monetario, el PBI real y el deflactor del PBI.

Considerando los resultados arriba mencionados, se procedió a realizar el contraste de causalidad en el sentido de Granger utilizando las primeras diferencias de los logaritmos de las series y las brechas de las mismas. Los resultados del análisis de los agregados monetarios y el PBI real se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3

SERIES ESTACIONARIAS Y CAUSALIDAD A LA GRANGER: 1993:01 - 2001:12

Hipótesis Nula	Primeras Diferencias	Brechas HP
PBIR no causa BASE	0,0082	0,0812
BASE no causa PBIR	0,3290	0,4044
Rezagos	4	6 ^{1/}
PBIR no causa CIR	0,0181	0,0899
CIR no causa PBIR	0,1046	0,0001
Rezagos	14 ^{1/}	22
PBIR no causa DIN	0,0092	0,1350
DIN no causa PBIR	0,0339	0,0017
Rezagos	20	21
PBIR no causa LIQMN	0,3630	0,0467
LIQMN no causa PBIR	0,0221	0,0945
Rezagos	1	21
PBIR no causa LIQME	0,4795	0,4172
LIQME no causa PBIR	0,0029	0,0145
Rezagos	24	26

1/ Autocorrelación de primer orden.

Para el caso de las primeras diferencias de los logaritmos de las series (tasas de crecimiento), se concluye que el producto causa en el sentido de Granger al dinero cuando éste se mide como base, circulante, o circulante más depósitos a la vista (dinero); la causalidad se revierte cuando se consideran los agregados monetarios más amplios, tanto en moneda nacional como en moneda extranjera. Para el caso de las brechas, el dinero causa en el sentido de Granger al producto cuando se utiliza el circulante, circulante más depósitos a la vista (dinero) y liquidez en moneda extranjera; el único caso donde el producto causa en el sentido de Granger al dinero es cuando se mide como liquidez en moneda extranjera; cuando se considera la base, no se puede concluir nada acerca de la existencia de causalidad en el sentido de Granger.

En resumen, los resultados no muestran claramente la existencia de una relación de causalidad en el sentido de Granger entre el producto y los diferentes agregados monetarios, tanto en moneda nacional como extranjera. Estos resultados son similares a los que se obtienen incluyendo el deflactor del PBI real¹⁵.

¹⁵ Sin embargo, es posible que exista una relación de largo plazo entre algunos componentes no estacionarios de la series, lo cual se denomina **cointegración oculta** (Granger y Yoon, 2002). En un trabajo próximo a ser publicado, el autor vincula el uso de *wavelets* y el concepto de cointegración oculta y encuentra la existencia de cointegración entre algunos componentes del análisis multiresolución de las series.



4.5. Enfoque Alternativo: Evidencia Empírica

Como alternativa al enfoque tradicional, se realizó el análisis de causalidad en el sentido de Granger entre producto y los diferentes agregados monetarios, a través del análisis multiresolución de las series utilizando *wavelets*. Específicamente, las series fueron filtradas usando la función *wavelet* madre denominada Symmlet de orden 12 (Sym12) - y la *wavelet* padre asociada - caracterizada por ser ortonormal, de soporte compacto y casi simétrica. Se eligió una longitud de 12 para el filtro *wavelet* Symmlet, para que de esta forma la *wavelet* presente buenas propiedades en términos de regularidad¹⁶.

El análisis multiresolución se realizó considerando 6 detalles para cada serie: $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ y un componente suavizado S_6 . El detalle D_1 contiene información de movimientos de la serie (usualmente de alta frecuencia) que ocurren entre $2^1 = 2$ y $2^2 = 4$ meses; el detalle D_2 movimientos de la serie entre $2^2 = 4$ y $2^3 = 8$ meses, el detalle D_3 movimientos de la serie entre $2^3 = 8$ y $2^4 = 16$ meses, . . . , el detalle D_6 movimientos de la serie entre $2^6 = 64$ y $2^7 = 128$ meses.

Considerando los resultados del enfoque tradicional, donde no se encontró evidencia a favor de la existencia de una relación de largo plazo entre el producto real y el dinero nominal, la relación de causalidad en el sentido de Granger se analizó considerando una relación de corto plazo entre dinero y PBI real. Por ello, el análisis de causalidad en el sentido de Granger se realizó a través de un modelo de vectores autorregresivos o VAR sin restricciones.

El cuadro 4 presenta los resultados de la prueba de causalidad en el sentido de Granger entre diferentes agregados monetarios nominales y el PBI real (relación de corto plazo), utilizando cada uno de los detalles de las series obtenidos a partir del AMR de las mismas. Se puede observar que la relación de causalidad entre las variables dinero (medido a través de los diferentes agregados monetarios) y el producto (medido a través del PBI real) **no es única** y que **cambia con la escala temporal analizada**; sin embargo, el cambio en la relación de causalidad difiere entre agregados monetarios. Estos resultados se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Para todos los agregados monetarios, se tiene que el producto causa en el sentido de Granger al dinero cuando se analiza el detalle 1, que contiene movimientos de 2 a 4 meses de las series (escala 1).
- b) Al analizar los siguientes detalles (escalas mayores), la causalidad cambia, observándose causalidad unidireccional de dinero a producto y viceversa, doble causalidad y ausencia de causalidad.
- c) El caso más interesante es del agregado monetario *dinero*, definido como la suma de circulante más depósitos a la vista. En este caso, se tiene que al considerar movimientos de 2 a 4 meses (escala 1), el producto causa en el sentido de Granger al dinero; para movimientos de 4 a 8 meses (escala 2), la causalidad se revierte y el dinero causa en el sentido de Granger al producto; para movimientos de 8 a 16 meses (escala 3), nuevamente el producto causa en el sentido de Granger al dinero¹⁷; finalmente, al considerar movimientos de mayor duración (escalas 4 y 5), se tiene que existe doble causalidad entre producto y dinero¹⁸.

¹⁶ Ver en la sección 2 la discusión sobre las propiedades deseables de una *wavelet* para su aplicación al análisis multiresolución.

¹⁷ Aunque en este caso, existe autocorrelación generada por un proceso autorregresivo de orden 4, donde solo los rezagos 2 y 4 son significativos.

¹⁸ Este resultado está en la línea de la evidencia presentada por Ramsey y Lampart (1998b), Chew (2001) y Gençay, et al. (2002).



Cuadro 4

CAUSALIDAD A LA GRANGER USANDO WAVELETS: 1993:01 - 2001:12
(Series mensuales con ajuste estacional)

Hipótesis Nula	D1 (2 a 4 m.)	D2 (4 a 8 m.)	D3 (8 a 16 m.)	D4 (16 a 32 m.)	D5 (32 a 64 m.)	D6 (64 a 128 m.)
PBIR no causa BASE	0,0157	0,0138	0,2558	0,0005	0,3396	
BASE no causa PBIR	0,7242	0,0119	0,3445	0,0000	0,0018	INESTABLE
Rezagos	16	23	9	18	19	
Autocorrelación	NO	NO	SI	NO	NO	
PBIR no causa CIR	0,0000	0,0000	0,0020	0,0017	0,0000	
CIR no causa PBIR	0,2075	0,2754	0,0079	0,0000	0,0000	INESTABLE
Rezagos	13	22	23	18	27	
Autocorrelación	NO	NO	SI	NO	NO	
PBIR no causa DIN	0,0472	0,3146	0,0032	0,0000	0,0000	0,1856
DIN no causa PBIR	0,9915	0,0004	0,2547	0,0000	0,0000	0,0000
Rezagos	23	18	13	23	23	9
Autocorrelación	NO	NO	SI	NO	NO	SI
PBIR no causa LIQMN	0,0007	0,0289	0,2545	0,1518	0,3431	0,0000
LIQMN no causa PBIR	0,6918	0,2427	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rezagos	29	20	13	20	13	20
Autocorrelación	NO	NO	SI	NO	SI	NO
PBIR no causa LIQME	0,0206	0,5486	0,0258	0,0001	0,1929	0,0001
LIQME no causa PBIR	0,9991	0,2839	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Rezagos	10	14	5	26	6	20
Autocorrelación	SI	SI	SI	NO	SI	NO

De esta manera, a diferencia del enfoque tradicional, el enfoque alternativo a través del uso de *wavelets* y el análisis multiresolución permiten establecer la existencia de causalidad en el sentido de Granger en diferentes direcciones, dependiendo de las escalas de tiempo consideradas y del agregado monetario¹⁹. Así, los resultados muestran evidencia a favor de la hipótesis de que el dinero causa en el sentido de Granger al producto real al considerar ciertos horizontes o escalas temporales, lo cual sugiere el uso de los agregados monetarios como predictores del comportamiento del producto real.

5. Producto de tendencia, brecha del producto e inflación subyacente: otras posibles aplicaciones.

Como se ha mostrado, una serie de tiempo macroeconómica puede ser filtrada mediante el uso de funciones *wavelets*, dando origen a un análisis multiresolución que permite expresar una serie en componentes ortogonales asociados a diferentes escalas y frecuencias. Dado esto, ¿qué tipo de información podría extraerse del análisis multiresolución del PBI real? ¿y del análisis multiresolución de la inflación total? En esta sección, se plantea el uso potencial de las *wavelets* para la construcción de indicadores alternativos de producto de tendencia, brecha del producto e inflación subyacente a partir del análisis multiresolución de las series PBI real e inflación.

5.1. Producto de tendencia y brecha del producto

La brecha del producto es un concepto económico que hace referencia al componente de demanda agregada del nivel de actividad económica. Específicamente, la brecha del producto se define como:

¹⁹ Esta diversidad de relaciones de causalidad en el sentido de Granger también se obtiene cuando se incluye en el análisis el nivel de precios.



$$Brecha = \frac{PBI \text{ real} - PBI \text{ potencial}}{PBI \text{ potencial}}$$

de donde se desprende que es un indicador de presión de demanda, al medir el exceso de demanda respecto del nivel de producción potencial de la economía. Cuando el PBI potencial se aproxima a través de una tendencia obtenida con filtros estadísticos, la brecha del producto se define en términos de un PBI de tendencia:

$$Brecha = \frac{PBI \text{ real} - PBI \text{ tendencia}}{PBI \text{ tendencia}}$$

La brecha del producto es un elemento importante para la toma de decisiones de política económica, pues permite determinar si la economía está en recesión (brecha negativa) o expansión (brecha positiva). En términos de una curva de Phillips, la brecha proporciona información sobre la existencia de presiones inflacionarias (brecha positiva) o deflacionarias (brecha negativa).

Gallegos y Jonson (2001), utilizan funciones *wavelets* para estimar el PBI de tendencia y la brecha del producto asociada; sin embargo, los autores no consideran satisfactorio sus resultados debido a que la serie de producto de tendencia obtenida se parece mucho al producto observado.

Considerando este resultado, y dado que no ha sido posible encontrar en la literatura el uso de *wavelets* en la construcción de un indicador de brecha del producto, en el presente trabajo se plantea realizar un análisis multiresolución de la serie del PBI real (incluso sin ajuste estacional) y determinar -tomando en cuenta criterios económicos y específicos a la economía analizada- cuáles de los detalles cíclicos deberían ser considerados como parte del ciclo económico, cuáles como movimientos transitorios y estacionales, y cuáles como parte de los movimientos tendenciales (los cuales son representados principalmente por el componente suavizado del análisis multiresolución)²⁰.

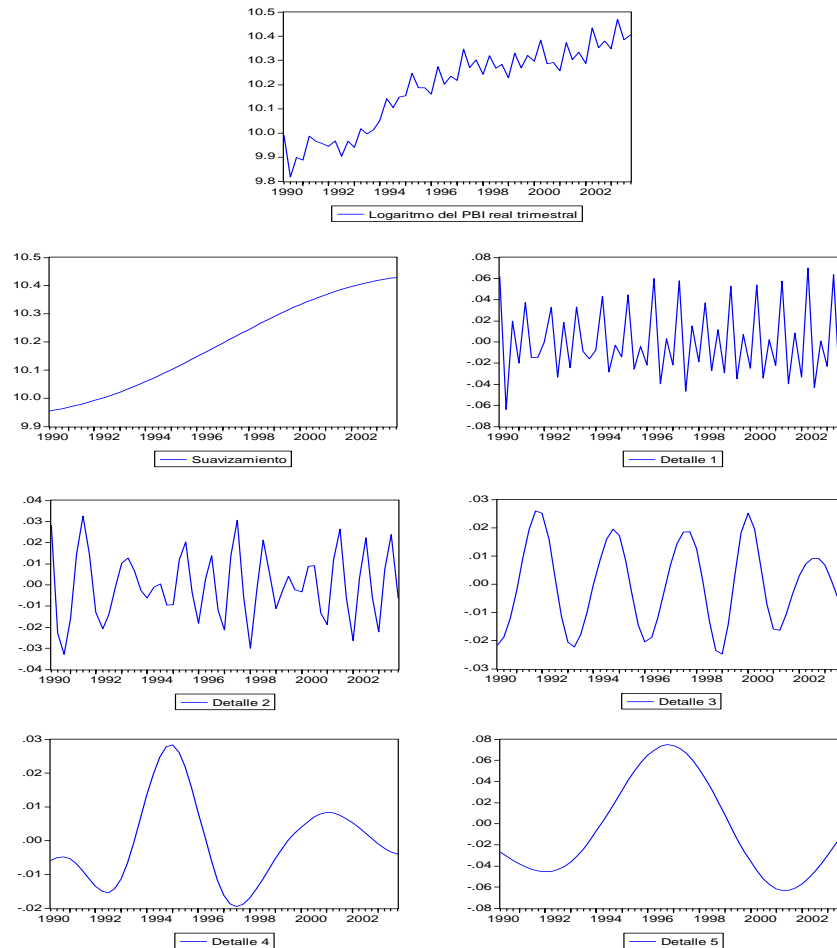
Para ilustrar estas ideas, se realizó un análisis multiresolución de la serie trimestral del PBI real²¹, desde el segundo trimestre de 1990 hasta el cuarto trimestre del 2003. La descomposición de la serie se muestra en el gráfico 5.

²⁰ Aparentemente, Gallego y Jonson no hacen esto, y por ello el suavizamiento que obtienen (que sería el PBI de tendencia), es muy parecido al PBI observado.

²¹ Para esto se usó la wavelet madre Symlet(12).



Gráfico 5
Análisis Multiresolución del logaritmo del PBI real trimestral:
1990-2003



Los criterios que se consideraron para la construcción del producto de tendencia y la brecha fueron los siguientes:

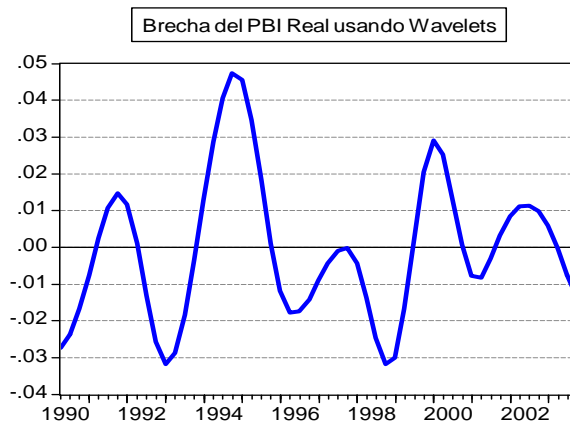
- Burns y Mitchell (1946), plantearon que los ciclos económicos están compuestos por fluctuaciones con un período de 6 a 32 trimestres. Siguiendo este criterio, Baxter & King (1999) sugieren la extracción de fluctuaciones de 2 a 8 años para obtener una buena representación de los ciclos económicos. Dado esto, el primer criterio consiste en incluir en la brecha del producto movimientos cíclicos entre 2 (8 trimestres) y 8 años (32 trimestres).
- El análisis de una serie de PBI real con ajuste estacional puede estar sesgado si el proceso de eliminación de componentes estacionales elimina parcial o totalmente algún componente cíclico importante. Dado esto, un segundo criterio consiste analizar la serie de PBI real sin ajuste estacional.

Así, bajo los criterios establecidos se tiene que:

- La brecha debería incorporar solamente el detalle 3 (movimientos cíclicos de 8 a 16 trimestres) y el detalle 4 (movimientos cíclicos de 16 a 32 trimestres). De esta manera, la brecha sería como se muestra en el gráfico 6.



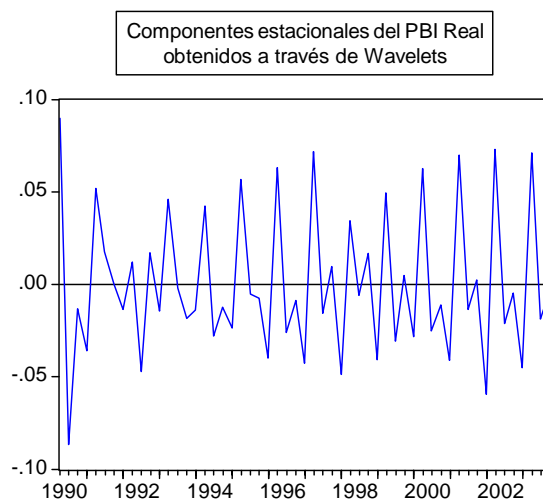
Gráfico 6
Brecha del PBI



Es importante observar que esta brecha es consistente con la evolución de la economía peruana desde inicios de los años 90's. En particular, la brecha del producto obtenida a través de *wavelets* refleja las expansiones de la economía experimentadas a mediados de 1991, 1994-1995, 1999-2000 y 2002

- b) Los componentes estacionales estarían capturados principalmente por el detalle 1 (movimientos cíclicos de 2 a 4 trimestres), y en menor medida por el detalle 2 (movimientos cíclicos de 4 a 8 trimestres). El gráfico 7 muestra esta serie que contiene los componentes estacionales más importantes.

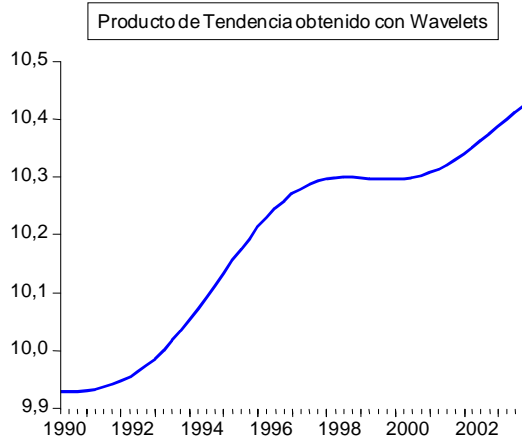
Gráfico 7
Componentes estacionales del PBI



- c) El producto de tendencia estaría compuesto por el suavizamiento y el detalle 5, que equivale al suavizamiento de un análisis multiresolución de la serie considerando solo 4 detalles, como se muestra en el gráfico 8.

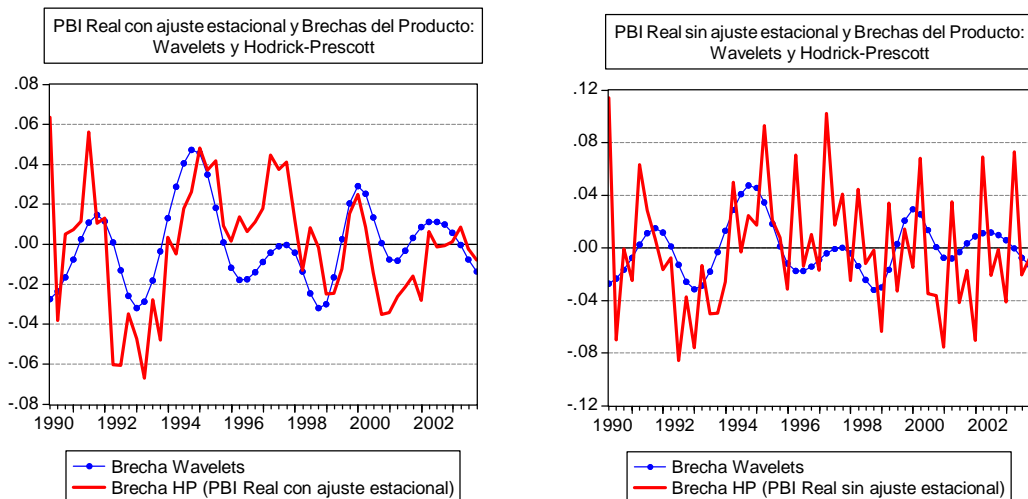


Gráfico 8
Producto de tendencia



El gráfico 9 compara la brecha del producto obtenida a través del uso de *wavelets* y la obtenida con el conocido filtro Hodrick-Prescott (HP). Las brechas presentan en general el mismo comportamiento; sin embargo, en algunos períodos la brecha obtenida con *wavelets* indica que la economía está en expansión, mientras que la brecha obtenida con el filtro HP indica que está en recesión, y viceversa, especialmente durante 1996 y 1997. Este gráfico permite observar que la brecha obtenida a través de *wavelets* es suave a pesar que se ha considerado la serie sin ajuste estacional, lo cual no ocurre con la brecha obtenida a través del filtro HP: la brecha es muy errática cuando se utiliza la serie sin ajuste estacional.

Gráfico 9
Comparación de brechas del producto



Sin embargo, para determinar la superioridad del uso de *wavelets* en la construcción de indicadores de PBI de tendencia y brecha de producto frente a otros filtros univariados -e inclusive multivariados como el VAR estructural o el filtro de Kalman multivariado- es necesario un análisis más riguroso, tanto desde el punto de vista estadístico y como económico.



5.2. Inflación Total y Subyacente

La inflación total se define usualmente como la tasa de crecimiento un índice de precios representativo de la economía que incluye los precios de los bienes más importantes para los consumidores. Este índice se denomina *índice de precios al consumidor* (IPC). Una característica del IPC es que incluye precios con diferente variabilidad, por lo que en la práctica el índice se descompone en dos: (a) IPC subyacente que incluye los precios con menor variabilidad, y (b) IPC no subyacente, que incluye los precios con mucha variabilidad. De esta forma, además de la inflación total, se cuenta con dos medidas adicionales de variación de precios: inflación subyacente o *core inflation* y la inflación no subyacente.

Teóricamente, la inflación presenta un componente persistente (poco volátil) y uno transitorio (más volátil). Por un lado, el componente persistente de la inflación es incorporado usualmente en las expectativas de los agentes, por lo que no necesariamente es perjudicial para la actividad económica (Friedman, 1963). Por otro lado, el componente transitorio de la inflación usualmente es no anticipado, y por lo tanto tendría mayores efectos negativos. Bajo estas consideraciones, Quah y Vahey (1995) definen la inflación subyacente como el componente de la inflación que no tiene efectos de mediano y largo plazo sobre el producto real. En este sentido, bajo la hipótesis de expectativas racionales, la inflación subyacente puede ser aproximada por la inflación total observada excluyendo de ella movimientos transitorios que usualmente son inesperados y por tanto tienen impacto sobre el nivel de actividad real.

Bajo estas consideraciones, se tiene que la inflación subyacente es un indicador de política importante, pues refleja las expectativas de los agentes. Así, en términos de política monetaria –y especialmente bajo un régimen de metas explícitas de inflación o *inflation targeting*– la variable relevante ante la cual debería reaccionar un banco central es la inflación subyacente, pues está asociado principalmente a consideraciones de demanda y no de oferta (como en el caso de la inflación no subyacente).

En la práctica la construcción de los índices depende de la decisión de los especialistas para determinar los precios con mayor y menor volatilidad, lo cual puede cambiar cada cierto tiempo. Sin embargo, es posible determinar los componentes subyacentes econométricamente considerando los efectos de corto y largo plazo de la inflación sobre el producto real, por ejemplo a través de un VAR estructural.

Gencay, et al. (2002), propone el uso de *wavelets* para la construcción de una serie de inflación subyacente. Específicamente, señala como indicador de inflación subyacente el suavizamiento del análisis multiresolución de la serie inflación. En el presente trabajo, se retoma y enriquece esta idea, y se propone una medida de inflación subyacente atendiendo a su definición. Para ilustrar esta propuesta, se realizó un análisis multiresolución de la serie trimestral de la inflación total del índice de precios al consumidor²², desde el primer trimestre de 1988 hasta el cuarto trimestre del 2003. La descomposición de la serie para la muestra 1993-2003 se muestra en el gráfico 10²³.

La construcción de la inflación subyacente consideró toda la serie de inflación menos los detalles 1 y 2, que son los que contienen movimientos asociados a altas frecuencias. De esta manera, se recoge la definición de inflación subyacente propuesta por Quah y Vahey (1995), pues solamente se consideran movimientos de mayor escala y baja frecuencia de la inflación, es decir movimientos suaves asociados a factores de demanda, principalmente.

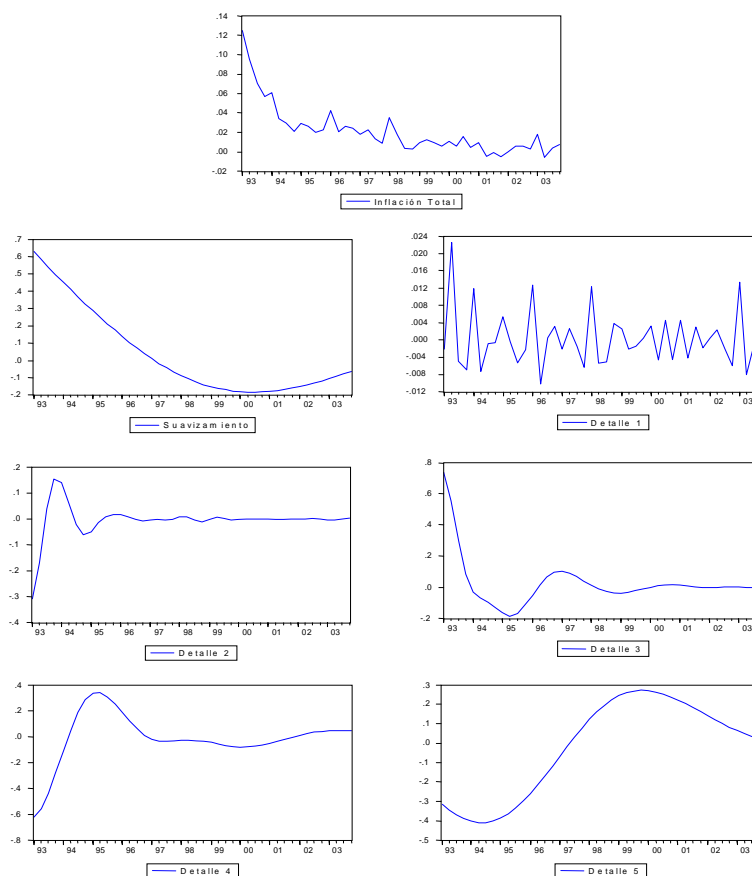
²² Para esto se usó la wavelet madre Symlet(12).

²³ Se ha reducido la muestra para efecto de visualización de los gráficos.



Gráfico 10

Análisis Multiresolución de la Inflación Total trimestral: 1993-2003



Los resultados muestran una serie de inflación subyacente que captura características importantes asociadas a las presiones de demanda convencionales que se han observado en la economía peruana. Por un lado, el gráfico 11 compara la inflación total y la medida de inflación subyacente propuesta, donde se observa una inflación con un comportamiento suave, pero que no necesariamente coincide con el de la inflación total. Por otro lado, el gráfico 12 compara las series de inflación subyacente y brecha del producto, obtenidas utilizando *wavelets*, donde se puede observar que la inflación subyacente recoge las presiones de demanda positivas observadas en el año 1994 (inflación positiva) y las presiones de demanda negativas del 2001 (inflación negativa).

Al igual que en el caso de la medida de brecha de producto propuesta, para determinar la superioridad del uso de *wavelets* en la construcción de indicadores de inflación subyacente frente a otras alternativas es necesario un análisis estadístico y económico más riguroso, además de la consistencia con algunos hechos estilizados que aquí se han mencionado.



Gráfico 11

Análisis Multiresolución de la Inflación Total e Inflación Subyacente

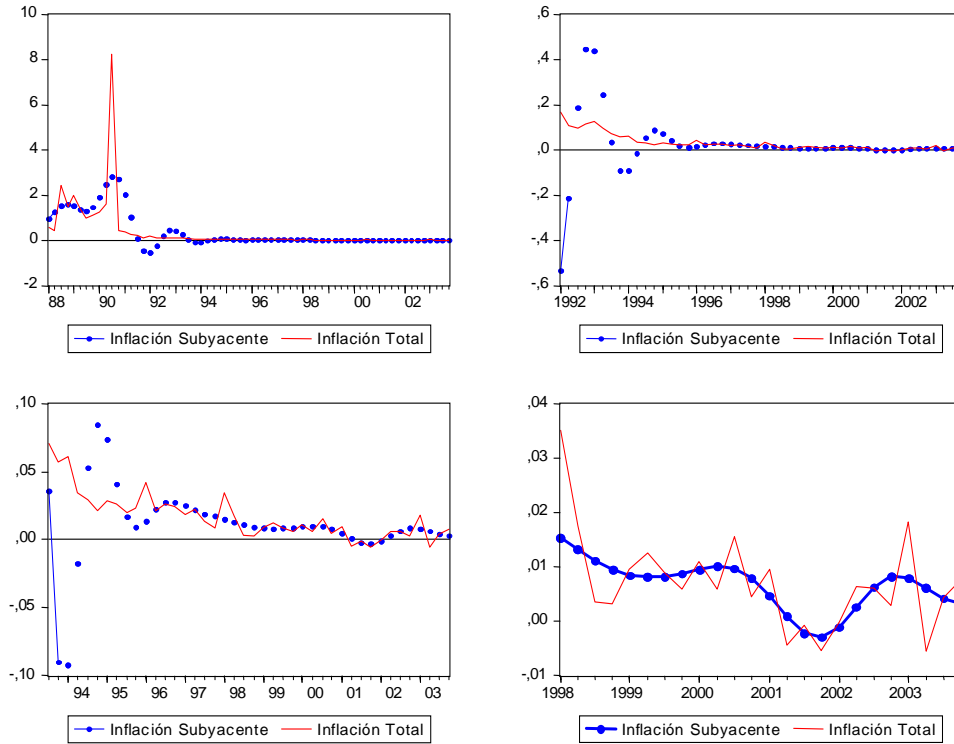
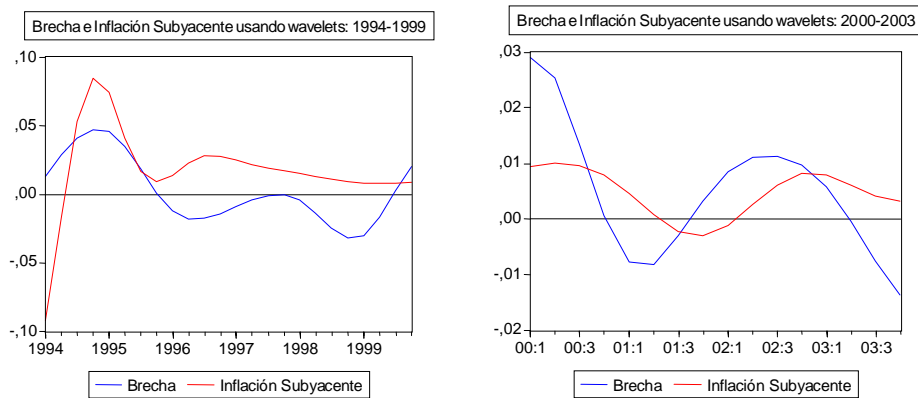


Gráfico 12

Brecha del Producto e Inflación Subyacente.





6. Conclusiones

El objetivo del presente trabajo ha sido presentar e ilustrar de forma introductoria el uso de las funciones *wavelets* en el análisis empírico de variables y relaciones macroeconómicas. Para tal fin, se han presentado de manera general las características básicas de la teoría de *wavelets* y tres aplicaciones utilizando información para la economía peruana: (1) el análisis de la hipótesis de que el dinero causa en el sentido de Granger al producto real al considerar ciertos horizontes o escalas temporales; y dos propuestas de medidas alternativas para la medición de (2) la brecha del producto (*output gap*), y (3) la inflación subyacente (*core inflation*).

Por un lado, los resultados del análisis de la relación de causalidad entre dinero y producto real, a través de la descomposición de las series utilizando funciones *wavelets*, muestran evidencia a favor de la hipótesis de que el dinero causa en el sentido de Granger al producto real en ciertos horizontes o escalas temporales. Específicamente, se tiene que:

- a) Existe causalidad en el sentido de Granger entre el producto real y los diferentes agregados monetarios considerados; sin embargo, esta relación de causalidad no es única y depende de la escala temporal analizada.
- b) En el caso particular del agregado monetario *dinero*, definido como la suma de *circulante más depósitos a la vista*, se obtuvieron los siguientes resultados: al considerar movimientos de 2 a 4 meses (escala 1), el producto causa en el sentido de Granger al dinero; para movimientos de 4 a 8 meses (escala 2), la causalidad se revierte y el dinero causa en el sentido de Granger al producto; para movimientos de 8 a 16 meses (escala 3), nuevamente el producto causa en el sentido de Granger al dinero; finalmente, al considerar movimientos de mayor duración (escalas 4 y 5), se tiene que existe doble causalidad entre producto y dinero.

Dados estos resultados, se propone como parte de una agenda de investigación futura el análisis de la dinámica de la economía a través de un modelo VAR estructural utilizando series de tiempo filtradas a través de funciones *wavelets*. Dado que el análisis multiresolución permite estudiar los diferentes detalles de las series y no simplemente las primeras diferencias, su aplicación puede ayudar a entender mejor los problemas asociados al impacto de choques monetarios sobre el nivel de actividad.

Por otro lado, la propuesta de construcción de indicadores alternativos de producto de tendencia, brecha del producto e inflación subyacente muestran la posibilidad de aprovechar la información proporcionada por el uso de las funciones *wavelets* en el análisis multiresolución de series de tiempo no estacionarias y con componentes estacionales. En particular, para el caso peruano la aplicación de las *wavelets* ha permitido construir:

- a) Un producto de tendencia y una brecha del producto que reflejan características importantes observadas desde inicios de los años noventa. Sin embargo, para determinar la superioridad del uso de *wavelets* en la construcción de indicadores de PBI de tendencia y brecha de producto frente a otros filtros univariados -e inclusive multivariados como el VAR estructural o el filtro de Kalman multivariado- es necesario un análisis más riguroso, estadística y económicamente.
- b) Una serie de inflación subyacente que captura características importantes asociadas a las presiones de demanda convencionales que se han observado en la economía peruana; en particular, esta serie rescata las presiones de demanda positivas observadas en el año 1994 (inflación positiva) y las presiones de demanda negativas del 2001 (inflación negativa). Sin embargo, al igual que en el caso de la brecha de producto propuesta, la superioridad del uso de *wavelets* en la construcción de indicadores de inflación subyacente frente a otras alternativas dependerá de un adecuado análisis estadístico y económico, además de la consistencia con algunos hechos estilizados que aquí se han mencionado.

Finalmente, y considerando posibilidades de mejorar el uso de las funciones *wavelets*, sería importante estudiar la posibilidad de realizar un análisis multiresolución que no dependa de escalas que sean potencias de dos (análisis multiresolución diádico) sino un número cualquiera, permitiendo de esta manera una mejor descripción de los datos económicos. Pollock (2003) es el primer trabajo en esta línea de investigación para aplicaciones a la economía.



7. Bibliografía

Almasri, Abdullah y Ghazi Shukur (2003), An illustration of the causality relation between government spending and revenue using *wavelets* analysis on Finnish data. *Journal of Applied Statistics*. Vol 30, No. 5, p. 571-584.

Baxter, Marianne y Robert G. King (1999), Measuring Business Cycles: Approximate band-pass filters for economic time series. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 81, p. 573-593.

Chew, Cyrene (2001), Money and Income Relationship of European Countries by Time Scale Decomposition using *Wavelets*. New York University: Preliminary Paper, 39 p.

Daubechies, Ingrid (1992), Ten Lectures on *Wavelets*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 357 p.

Engle, Robert F. y Clive W. Granger (1987), Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*. Vol 55. No. 2, p. 251-276.

Gallego, Francisco y Christian Jonson (2001), Teorías y métodos de medición del producto de tendencia: un aplicación al caso de Chile. *Economía Chilena*. Banco Central de Chile. Volumen 4. N° 2, p. 27-58.

Gençay, Ramazan y Otros (2002), An Introduction to *Wavelets* and other Filtering Methods in Finance and Economics. San Diego: Academic Press, 359 p.

Granger, Clive W.J. (1963), Economic processes involving feedback. *Information and Control*. N° 6, p. 28-48.

Granger, Clive W.J. (1999), Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*. N° 36, p. 424-438.

Hamilton, James (1994), Time Series Analysis. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 799 p.

Hendry, David F. y Grayham E. Mizon (1999), The Pervasiveness of Granger Causality in Economics. EN: ENGLE, Robert. Cointegration, causality and forecasting: a festschrift in honour of Clive W. J. Granger. Oxford: Oxford University Press, 497 p.

Johansen, Soren (1998), Statistical Analysis of Cointegrated Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 12, p 231-254.

Johansen, Soren (1991), Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica* 59, p. 1551-1580.

Johansen, Soren (1996), Likelihood Based Inference on Cointegration in the Vector Autoregressive Model. 2da ed. Oxford: Oxford University Press.

Johansen, Soren and Katerina Juselius (1990), Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Application to Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. Vol. 52, p. 169-210.

Kaiser, Gerald (1994), A friendly guide to *wavelets*. Boston: Birkhäuser, 300 p.

Kennedy, Peter (2003), A guide to Econometrics. 5^a ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 621 p.

Lahura, Erick (2003), La relación dinero-producto en el Perú, causalidad en el sentido de Granger y Cointegración: Una aplicación de la teoría de *Wavelets*. Lima: PUCP. Tesis de Licenciatura en Economía.



Misiti, Michel (2002) **y Otros**, *Wavelet Toolbox User's Guide*. Version 2. The Mathworks. (documento electrónico de <http://www.mathworks.com>).

Ogden, R. Todd (1997), *Essential Wavelets for Statistical Applications and data Analysis*. Boston: Birkhäuser, 206 p.

Pollock, Stephen (2003), *Adapting Discrete Wavelet Analysis to the Circumstances of Economics*. Queen Mary, University of London: Working Paper. Marzo, 25 p.

Priestley, M. (1996) , *Wavelets and time-dependent spectral analysis*. *Journal of Time Series Analysis*. Vol. 17, p. 85-103.

Quah, Danny y Shaun Vahey (setiembre-1995), *Measuring Core Inflation*. *The Economic Journal*. Vol. 105, No. 432.

Ramsey, James B. (1998), *The Contribution of Wavelets to the Analysis of Economic and Financial Data*. New York University: Unpublished paper, 14 p.

Ramsey, James and Camille Lampart (1998a), *The Decomposition of Economic Relationship by Timescale using Wavelets: Expenditure and Income*. *Studies in Non-Linear Dynamics and Econometrics*. Vol. 3, p. 23-42.

Ramsey, James and Camille Lampart (1998b), *Decomposition of Economic Relationship by Timescale using Wavelets: Money and Income*. *Macroeconomic Dynamics*. Vol. 2, p. 49-71.

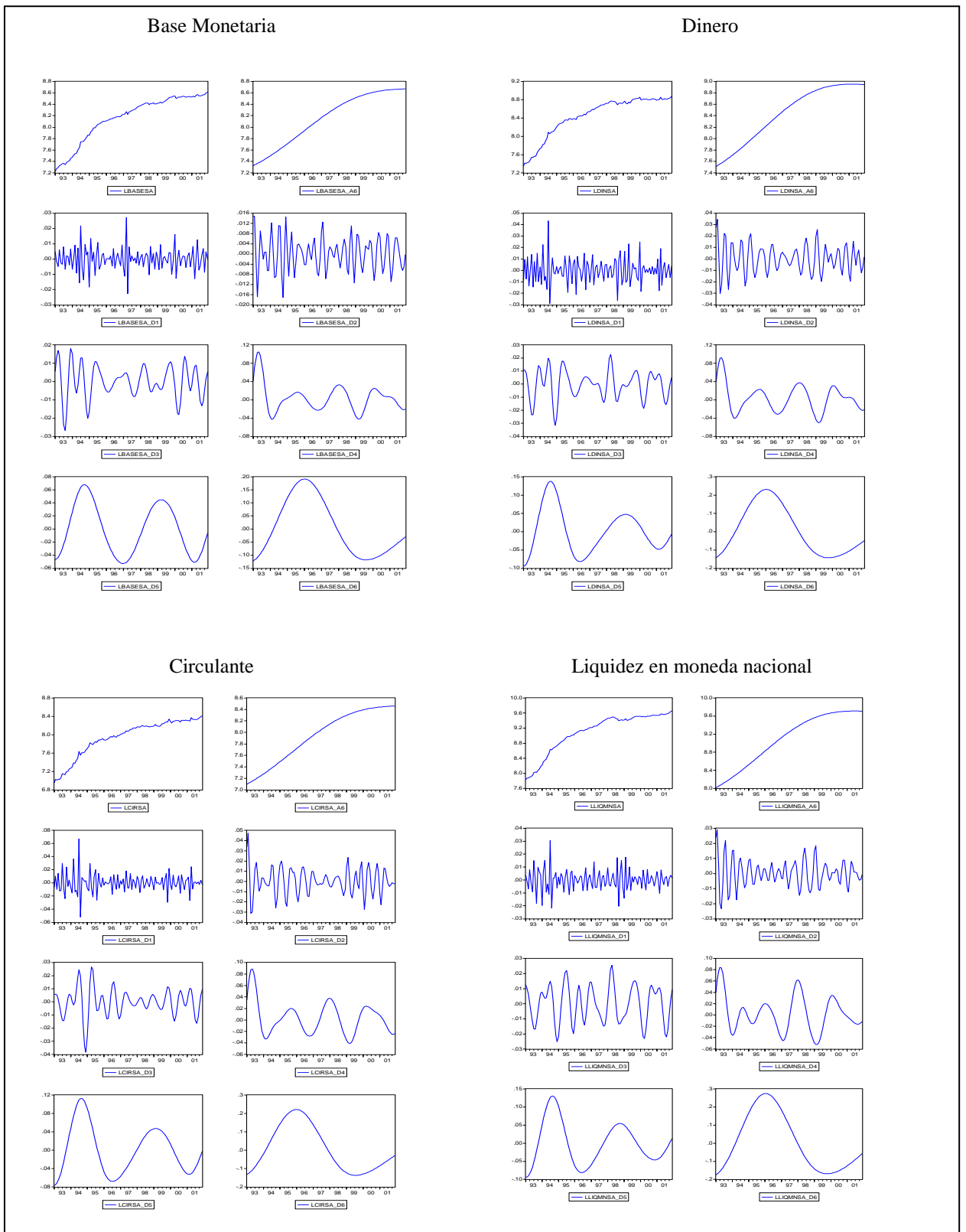
Schleicher, Christoph (1998), *An Introduction to Wavelets for Economists*. Bank of Canada: Working Paper 3, 32 p.

Weaver, Joseph H (1989), *Theory of Discrete and Continuous Fourier Analysis*. New York: Wiley, 307 p.

Wiener, N. (1956), *The theory of prediction*. En: Beckenbach, Edwin F. *Modern mathematics for engineer*. New York: McGraw-Hill, 514 p.

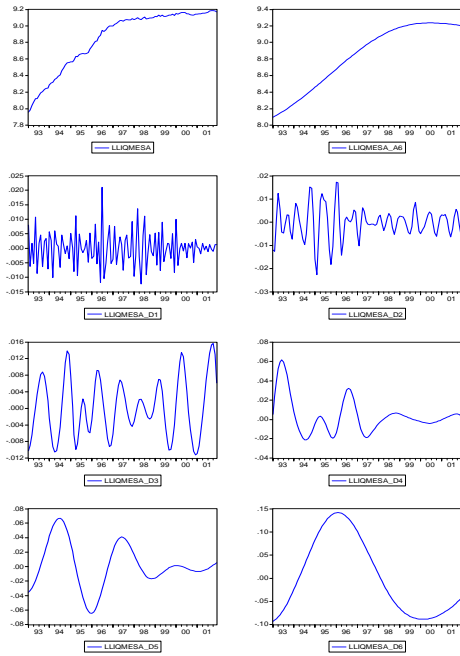


ANEXO: Análisis multiresolución de las series.

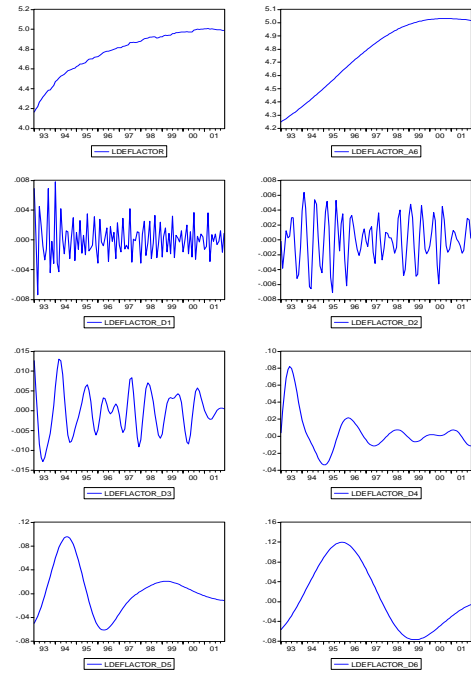




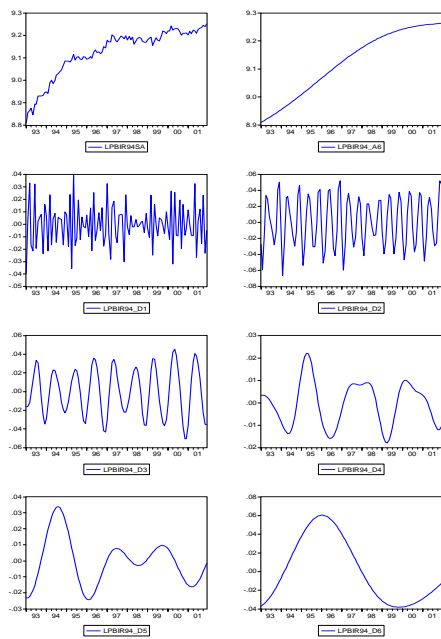
Liquidez en moneda extranjera



Deflactor del PBI



PBI real





Estructura del mercado de créditos y tasas de interés: Una aproximación al segmento de las microfinanzas

Paúl A. Rebolledo Abanto *
rebolledo@bcrp.gob.pe

Robert Soto Chávez **
rsoto@bcrp.gob.pe

1. Introducción

El presente trabajo busca probar formalmente, a través de un modelo basado en fundamentos microeconómicos, las aseveraciones que sostienen que el segmento de las microfinanzas posee una estructura que permite a las entidades prestamistas ejercer cierto poder de mercado para fijar sus tasas de interés y obtener ganancias superiores a las resultantes de una situación de competencia perfecta.

En el mercado peruano de créditos se puede distinguir al menos seis segmentos¹: corporativo, mediana empresa, pequeña empresa, hipotecario, consumo y microfinanzas. Sin embargo, para propósitos del presente estudio, se asume que las entidades financieras en el mercado de créditos focalizan sus operaciones de manera excluyente en dos grandes segmentos: corporativo y microfinanzas.

El modelo a ser utilizado se deriva de la optimización de la función de beneficios de un banco representativo, que elige el nivel de producción (créditos y/o depósitos) que maximiza sus ganancias. Para efectos de la estimación, se aplica la metodología de datos de panel² tanto al segmento de microfinanzas como al corporativo, con datos de periodicidad trimestral desde 1998-I hasta 2002-II.

El trabajo ha sido dividido en cuatro secciones. En la primera, se presenta una revisión teórica sobre las imperfecciones en los mercados de créditos. Se reseña además el comportamiento de las entidades prestamistas en mercados concentrados y la influencia del poder de mercado sobre las tecnologías de crédito desarrolladas por estas entidades. En la segunda, se describe algunas características del mercado doméstico de créditos y su relación con la teoría de organización industrial. En la siguiente sección, se presenta detalles sobre el modelo utilizado: su metodología de estimación y los resultados obtenidos. Finalmente, se analiza tales resultados y se expone las conclusiones sobre la base de los mismos.

* Analista del Departamento de Análisis de Mercado y Programación de la Gerencia de Operaciones Internacionales.

** Analista del Departamento de Regulación Financiera de la Gerencia de Crédito y Regulación Financiera.

Los autores agradecen a Eduardo Costa, Mario Mesía, Juan Ramírez, José Zapata y Felipe Portocarrero M. por sus valiosos comentarios. Los argumentos vertidos en este documento no representan necesariamente los del Banco Central de Reserva del Perú.

¹ Tomado de "El Costo del Crédito en el Perú", estudio publicado por el Banco Central de Reserva del Perú en noviembre de 2002.

² Este tipo de modelo combina datos de series de tiempo y de corte transversal, el cual ofrece ventajas al incrementar el número de grados de libertad y al reducir los efectos de las variables omitidas.



2. Marco teórico

En un mercado competitivo, las entidades crediticias no tienen capacidad para fijar sus tasas de interés, por lo que en el equilibrio, la tasa de interés de mercado es igual a su costo marginal. Sin embargo, la existencia de imperfecciones en los mercados conlleva a que la situación competitiva ideal diste, en mayor o menor medida, de las estructuras de mercado existentes, permitiendo a los oferentes fijar tasas de interés más elevadas y así, obtener ganancias extraordinarias.

La **estructura de un mercado** crediticio se determina por el **comportamiento estratégico** simultáneo de las entidades participantes. La estrategia competitiva se formula dentro de un **entorno** que está caracterizado por: (i) barreras a la entrada de nuevos competidores, (ii) amenaza de productos sustitutos, (iii) poder de negociación de los prestatarios y depositantes; y, (iv) rivalidad entre los actuales competidores. Todos esos aspectos (plan estratégico y entorno) determinan la intensidad de la competencia y por consiguiente, el nivel de las tasas de interés.

Por ejemplo, en un mercado donde existen barreras a la entrada de nuevos competidores, la estrategia de las entidades participantes estará orientada a repartirse el mercado para cobrar mayores tasas de interés.

Las características de cada entorno dependerán, entre otros, de factores del tipo legal (un requerimiento patrimonial elevado o la prohibición explícita a la entrada de determinadas entidades) y factores del tipo estructural (las imperfecciones del mercado debido a los problemas de información: selección adversa y riesgo moral).

Las imperfecciones de mercado restringen la competencia al inducir a las entidades participantes a tomar decisiones ineficientes. Por ejemplo, cuando el problema de obtener suficiente información de calidad se agudiza (como sucede en el segmento de las microfinanzas debido a que muchos de los prestatarios en ese segmento no cuentan con estados financieros o historial crediticio), el negocio de otorgar créditos se vuelve uno de elevado riesgo, obligando a la restricción del crédito y a la salida de algunas entidades (debido a un deterioro rápido de su cartera de créditos). El elevado riesgo representa una barrera a la entrada de nuevos participantes y los que estén dispuestos a ingresar, deberán especializarse en una determinada tecnología de créditos³ que les permita administrar eficientemente sus riesgos.

Dentro de la literatura económica, se ha tratado de caracterizar la estructura del mercado de créditos en diferentes países (Venezuela, Uruguay, Canadá, EE.UU., Alemania, etc.), pero casi siempre tomando al sistema bancario como un conjunto, sin considerar la existencia de segmentación ni la intensidad en los problemas de información.

A continuación, se recopila algunas teorías sobre las imperfecciones en el mercado de créditos y la influencia que ejercen en las decisiones estratégicas de los agentes participantes.

2.1. La asimetría de información en el mercado de créditos

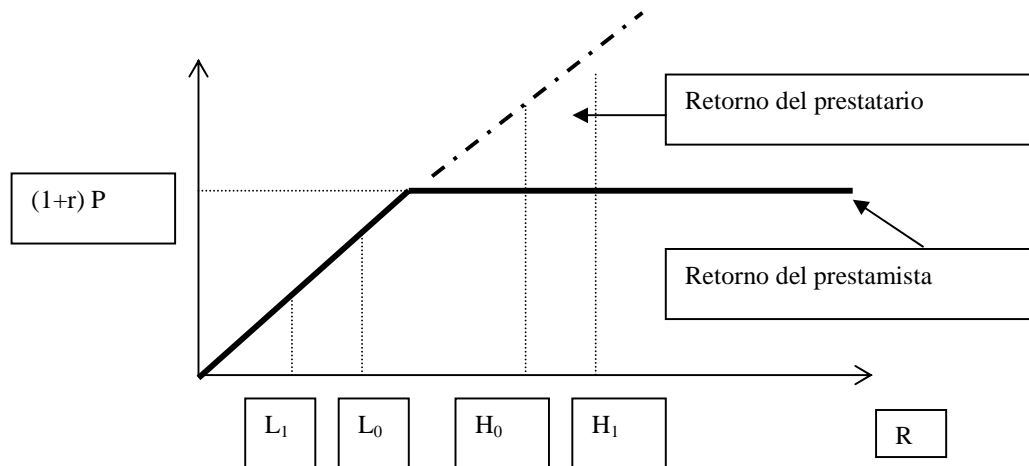
Con el objetivo de entender la naturaleza de las imperfecciones, es útil caracterizar el mercado de créditos. De acuerdo con los economistas institucionales (*Stiglitz* y *Weiss*), estos mercados son incompletos dentro de sus contratos estándar de deuda, en el sentido de que originan problemas asociados a asimetrías de información.

Un contrato estándar de deuda consiste en un préstamo “P”, que es repagado con una tasa de interés “i”, siempre que el valor generado por el proyecto “R” exceda al valor de repago “(1+i) P”.

³ Incluye un conjunto de procedimientos como la recolección, procesamiento y análisis de información de las solicitudes de créditos, además de la cobranza y el monitoreo de las operaciones crediticias efectuadas. La tecnología de créditos busca estimar la capacidad y voluntad de pago del potencial prestatario, así como determinar los incentivos que aseguren la cancelación de sus deudas. La adopción de una tecnología de este tipo no es fácil de obtener por al menos tres razones: el grado de conocimiento (especialización) del mercado, el costo y proceso de adaptación y la inversión en capital humano.



Por lo tanto, cuando R es suficientemente alto, el prestatario repaga $(1+i)P$ y mantiene $R - (1+i)P$. Sin embargo, si R es menor que $(1+i)P$, entonces el prestatario incumple. En este estado de bancarrota, el prestatario sólo paga el rendimiento que el proyecto le rinda. Los pagos a cada parte de acuerdo con los diferentes retornos obtenidos están representados en el siguiente esquema:



En este escenario, se supone que existen dos posibles retornos – alto H_0 , o bajo L_0 - y que son igualmente posibles. Como el diagrama muestra, L_0 está dentro del estado de bancarrota, en el cual el prestatario no obtiene nada y el prestamista recibe todo el producto. Cuando el retorno es H_0 , sin embargo, el prestamista obtiene un pago fijo $(1+i)P$ y el prestatario obtiene el resto.

Luego, se asume que los posibles retornos del proyecto resultan más variables, pero que el promedio es el mismo. Los retornos alto y bajo están representados por L_1 y H_1 , respectivamente. Cuando el retorno es bajo, el prestatario no está peor que antes, dado que obtiene cero en ambos escenarios; el prestamista, sin embargo, empeora su situación puesto que L_1 es menor que L_0 . Cuando el retorno es alto, el beneficio del prestatario se incrementa, pero el prestamista no está mejor porque obtiene $(1+i)P$ de cualquier manera.

En suma, el incremento del riesgo tiende a mejorar la condición del prestatario y empeorar la condición del prestamista. En este contexto, se genera dos tipos de problemas:

- Riesgo moral o toma excesiva de riesgos: si el prestamista no tiene control (es decir, mecanismos claros de monitoreo) sobre el crédito, pueden surgir formas de oportunismo post-contractual. En este caso, el prestatario podría tender a realizar inversiones riesgosas dado que el contrato estándar establece un seguro al prestatario a expensas del prestamista.

En general, si el prestamista intenta incrementar la tasa de interés considerando este fenómeno, esto aumentará la probabilidad de incumplimiento. Ello trae consigo mayores incentivos al prestatario para tomar riesgos. Por lo tanto, una respuesta para este problema consiste en la restricción en el otorgamiento de créditos.

- Selección adversa: si el prestamista no puede observar las características del prestatario, entonces éste puede tomar una ventaja contractual. En particular, cambios en la tasa de interés especificada en el contrato pueden afectar las características de riesgo de los prestatarios así como su demanda por recursos prestables. A cualquier tasa “ i ” existe un prestatario marginal cuyos beneficios esperados son cero. Estos prestatarios saldrán del mercado en este punto.



Sin embargo, otros prestatarios con el mismo nivel de retorno promedio pero con mayor riesgo se mantendrán en el mercado debido a los mayores beneficios potenciales. Como resultado, los beneficios de las entidades bancarias disminuirán cuando aumentan las tasas de interés.

Para acotar la ocurrencia de estos problemas, las entidades prestamistas deben: (i) evaluar rigurosamente a sus potenciales prestatarios con el fin de seleccionar a los que cuentan con la mayor probabilidad de repagar el préstamo; y, (ii) establecer incentivos que eviten la toma excesiva de riesgos luego del otorgamiento del préstamo.

Esos problemas son particularmente más acentuados en el segmento de las microfinanzas, en donde la falta de información y la carencia de garantías reales obliga a las entidades crediticias a especializarse en la generación de su propia información, procesarla y evaluarla con la finalidad de escoger a los verdaderos sujetos de crédito. A consecuencia de esta especialización y considerando la reducida escala de operación (pequeños y micro créditos), las entidades deben enfrentar mayores costos por unidad de crédito.

2.2. Comportamiento de los prestamistas dentro de un mercado de créditos concentrado⁴

La estructura de mercado y el costo del crédito están intrínsecamente vinculados. De acuerdo con la teoría de los mercados competitivos, el prestamista es un tomador de precios. En el caso del cobro de una tasa mayor a la de mercado, el prestamista estaría obligado a salir del negocio crediticio dado que su número de clientes disminuiría en la medida de que éstos podrían encontrar servicios de créditos similares a un precio menor dentro del mercado bancario.

Con respecto al impacto sobre la concentración de entidades en el comportamiento de las tasas de interés, la literatura económica (*Berger y Hannan, 1989*) usualmente presenta dos hipótesis.

La primera hipótesis sugiere que los bancos se coluden y utilizan su poder de mercado para extraer rentas de sus clientes. Algunas estimaciones en los Estados Unidos de América sugieren que los bancos en los mercados más concentrados ofrecen tasas pasivas menores en un rango de 25 a 100 puntos básicos respecto a las que ofrecen en mercados menos concentrados.

Por otro lado, la segunda propone que la concentración bancaria incrementa la eficiencia del mercado. Basada en esta hipótesis, la concentración se originaría por la existencia de bancos más eficientes creciendo a una tasa mayor que los menos eficientes o más bancos eficientes adquiriendo a los menos eficientes. En este caso, al menos hasta cierto punto, los bancos cobrarían tasas más competitivas⁵.

Al respecto, *Petersen y Rajan (1994)* examinan el efecto de la competencia en las tasas de interés que los bancos cobran a pequeños negocios en el contexto de las relaciones crediticias. Estos autores encuentran evidencia de que los prestamistas tienden a suavizar sus tasas de interés sobre el ciclo de vida de la firma en un mercado más concentrado, cobrando una tasa menor que la competitiva durante los primeros años de la firma y una mayor cuando la firma madura. Sin embargo, esta evidencia no sugiere un efecto generalizado sobre todas las tasas de mercado.

La evidencia de *Petersen y Rajan* pierde relevancia cuando se considera que un pequeño negocio, que empezó como cliente de una entidad de crédito especializada, puede ser atraído por la banca corporativa cuando la pequeña firma crezca y se consolide. Por esta razón, es poco probable que las entidades especializadas en microfinanzas subsidien el financiamiento a las pequeñas firmas en sus inicios.

⁴ Aquellos en los que un número reducido de entidades ofrecen servicios financieros y por lo tanto, cuentan con una alta participación de mercado.

⁵ Son aquellas obtenidas en un esquema de competencia perfecta, equivalente a un nivel de precios similar al costo marginal, de manera que las ganancias económicas extraordinarias sean nulas.



2.3. El poder de mercado y la adquisición de información

En un contexto de mercados concentrados, la literatura económica ofrece tres hipótesis acerca de su influencia sobre la actividad de recolección de información de las entidades crediticias.

La primera hipótesis sostiene que los mercados financieros competitivos pueden ser nocivos para el bienestar económico, puesto que las relaciones de largo plazo entre prestamistas y prestatarios son difíciles de sostener. En un entorno competitivo, los prestamistas tienen pocos incentivos para emprender costosos procesos de monitoreo debido a que una vez que el crédito fue otorgado, otros prestamistas potenciales son capaces de adquirir la información derivada del monitoreo a bajo costo. De esta manera, se presenta el fenómeno denominado *free riding*⁶.

En un mercado concentrado, sin embargo, el prestamista tiene la habilidad de compartir el excedente futuro del prestatario cuando ejerce sobre él su poder de mercado. En el modelo teórico desarrollado por *Petersen y Rajan*, el prestamista llega a estar completamente informado luego de un primer período, debido al desarrollo de una tecnología de aprendizaje basada en su otorgamiento de préstamos, la cual es simple y poco costosa. Sin embargo, la evidencia empírica señala que los bancos comerciales emplean considerables recursos para adquirir y procesar información específica del prestatario.

Una segunda hipótesis sugiere que, en un mercado concentrado, el monitoreo realizado por el banco sirve para desincentivar la elección de un proyecto ineficiente del prestatario. Para ello, el banco ejerce su poder de mercado para extraer parte del excedente creado por el proceso de monitoreo, debido a que éste produce decisiones de inversión más eficientes. El poder de mercado, en este sentido, reduce el problema del riesgo moral del banco, derivado de minimizar los esfuerzos costosos de monitoreo luego del otorgamiento del crédito.

Esa idea ha sido formalizada por *Caminal/Matutes* (1997). En este modelo, existe un *trade-off* entre las decisiones que debe tomar una entidad bancaria:

- Un aumento del poder de mercado del banco incrementa el monitoreo, lo cual se refleja en una eficiente asignación del crédito y una mayor disponibilidad del mismo.
- Un aumento del poder de mercado incrementa las tasas de interés e intensifica los problemas de incentivos (selección adversa).

El resultado de estos dos efectos en el bienestar social depende de la severidad de la información asimétrica sobre el monitoreo y tasas de interés.

Una tercera hipótesis desarrollada por *Boot y Thakor* (2000) analiza las decisiones de un banco respecto de la intensidad de la tecnología de información a desarrollar dentro de un modelo de competencia bancaria imperfecta. El modelo es básicamente uno de elección de tecnología bajo el contexto de diferenciación de productos. *Boot y Thakor* muestran que el incremento en la competencia interbancaria podría hacer más atractiva la utilización de tecnologías intensivas en información. Esta teoría se basa en la idea de que, dado el incremento en la competencia, las relaciones crediticias permiten la existencia de bancos heterogéneos que son inmunizados parcialmente de esa competencia, a través del ofrecimiento de productos más diferenciados.

⁶ Se refiere a una situación en la que un agente adquiere un bien sin haber pagado por éste. El *free riding* se presenta cuando los bienes tienen la característica de ser públicos, es decir, a nadie se le puede excluir de su consumo.



3. El mercado peruano de créditos

3.1. La segmentación dentro del mercado crediticio⁷

El mercado peruano de créditos no es homogéneo, sino segmentado. La teoría de organización industrial sostiene que cada segmento de mercado tiene sus propias reglas de juego.

La heterogeneidad de las operaciones de crédito significa que es posible definir distintas particiones de mercado según las propiedades y características que se busque enfatizar. Algunas de las principales propiedades utilizadas al definir segmentos de mercado son: tamaño del cliente, estrato socioeconómico, monto y plazo de la operación, tipo de garantía o aval, utilización o destino del crédito, entre otras.

Dentro del mercado peruano se puede establecer seis segmentos:

- **Corporativo:** constituido por empresas domésticas con ventas anuales en exceso de US\$ 10 millones, así como filiales de empresas multinacionales. Al tener acceso a los mercados de capitales interno y externo, tienen un alto poder de negociación frente a los bancos.
- **Mediana Empresa:** conformado por compañías con ventas anuales entre US\$ 1 y US\$ 10 millones. El poder de negociación de este segmento es variable y depende del acceso que tengan al mercado de capitales doméstico.
- **Pequeña Empresa:** prestatarios con ventas anuales menores de US\$ 1 millón, usualmente no tienen acceso al mercado de capitales y su principal fuente de financiamiento es el sistema bancario.
- **Crédito de Consumo:** destinado a personas naturales de los estratos de ingresos alto y medio con la finalidad de atender el pago de bienes, servicios de uso personal o gastos relacionados con una actividad empresarial. Incluye tarjetas de crédito y préstamos personales.
- **Microfinanzas:** unidades productivas que tienen ventas anuales menores a US\$ 120 mil⁸. La naturaleza particular de este segmento hace que sea difícil precisar la utilización final del crédito al sector de microempresa o de consumo, dado que, en la mayoría de casos, los flujos del negocio y de la economía familiar se entremezclan.
- **Préstamos Hipotecarios:** financia la construcción o adquisición de viviendas personales amparada en garantía hipotecaria.

Los segmentos y características de los productos crediticios se resumen en el cuadro 1:

Cuadro 1

Segmento	Monto	Plazo	Garantía	Utilización
Corporativo	Elevado	Variable	No Especifica	Productivo
Mediana Empresa	Mediano	Variable	Especifica	Productivo
Pequeña Empresa	Pequeño	Un año	Especifica y solidaria	Productivo
Consumo Alto/medio	Variable (hasta US\$ 30 mil)	Hasta tres años	Especifica, no especifica y solidaria	Consumo
Microfinanzas	US\$ 300 (promedio)	Un año	Aval de tercero, solidaria	Productivo Consumo
Hipotecario	No más de US\$ 100 mil (promedio)	Usualmente 12 años	Hipotecaria	Compra y construcción de inmueble

⁷ Tomado de "El Costo del Crédito en el Perú", noviembre de 2002 publicado en página web del BCRP.

⁸ Cabe señalar que dentro de este segmento también están incluidos los créditos para financiamiento de vivienda.



Debe precisarse que las garantías en microfinanzas no constituyen un requisito indispensable para el otorgamiento de un crédito, ya que la tecnología crediticia empleada actualmente por los intermediarios financieros especializados permite evaluar la capacidad de pago del deudor.

Las características del crédito en cada segmento son determinadas con el objetivo de satisfacer puntualmente las necesidades de los demandantes. Así, una vez identificadas éstas, las entidades financieras proceden a dividir su mercado objetivo en función a prestatarios con similares necesidades. Finalmente, tomando en cuenta sus costos operativos y las características del mercado, se fija el precio objetivo (tasa de interés del crédito).

3.2. Participantes de los segmentos corporativo y de microfinanzas

Para propósitos del trabajo, resulta útil dividir el mercado bancario en dos segmentos de manera que el análisis resulte más focalizado.

Según estimados del trabajo “El Costo del Crédito en el Perú”, los participantes del segmento corporativo son los bancos: Crédito, Wiese Sudameris, Continental, Interbank, Citibank, Santander, Boston, Interamericano, Standard Chartered y BNP Andes. Las empresas que reciben estos créditos tienen usualmente un nivel de riesgo crediticio bajo en comparación al del resto del sistema bancario.

A pesar de que algunos bancos (Crédito, Wiese Sudameris, Continental y Santander) tienen una alta participación en el sistema de créditos de consumo y para la pequeña empresa, no se les ha considerado en el segmento de microfinanzas por dirigirse a clientes de mayor tamaño y por ser reducida su participación respecto al total de sus propios préstamos.

En el presente trabajo se ha considerado dentro del segmento de microfinanzas a sus principales participantes: la banca especializada en micro crédito (Trabajo, Mibanco y financiera Solución), las entidades de crédito de la pequeña y micro empresa (EDPYME), las cajas rurales de ahorro y crédito (CRAC) y las cajas municipales de ahorro y crédito (CMAC).

La banca especializada en microfinanzas se caracteriza por haber desarrollado tecnologías de crédito particularmente apropiadas para evaluar clientes de bajos ingresos y microempresas. Sobre la base de las características de las personas (especialmente las socio-económicas) pertenecientes a cada uno de estos niveles, estas entidades desarrollan políticas comerciales, de riesgo, de cobranzas, de nuevos productos, etc. Por ejemplo, el personal contratado (como promotores de créditos) que atenderá a los segmentos de bajos ingresos tiene similar nivel socio-económico que las personas de esos segmentos, con el fin de desarrollar una relación más directa con el cliente.



Recuadro 1 Las EDPYME y las CMAC

El sistema de EDPYME, a diciembre de 2002, está conformado por trece entidades⁹. La primera entidad que se estableció fue Proempresa (enero de 1998) y la última, Alternativa (septiembre de 2001). Estas entidades usualmente cuentan con financiamiento de agencias no gubernamentales del exterior o de organismos internacionales de propósito social, como el BID o la CAF. Algunas líneas de crédito de estas entidades son canalizadas a través de COFIDE. Adicionalmente, el financiamiento de estas empresas incluyen líneas de crédito comerciales tanto nacionales como del exterior. Los créditos de estas empresas son destinados principalmente al sector de comercio, además de los sectores manufacturero, servicios y agrícola.

El sistema de CMAC está conformado por catorce entidades¹⁰. Estas pueden ser caracterizadas como entidades pequeñas, rentables, solventes y eficientes en la administración del riesgo de sus carteras de créditos. Un factor importante a destacar es el apoyo técnico extranjero recibido por estas entidades, el cual se reflejó en la fortaleza de sus políticas crediticias y auditorías vigentes. El éxito de algunas de estas entidades se debe a:

- La asistencia técnica e institucional que brindó la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) durante más de 10 años, la cual permitió la creación de la Federación de Cajas Municipales, quien es en la actualidad responsable de la capacitación técnica de los analistas de crédito, realización de auditorías y de sancionar a sus directivos.
- La creación de una cultura de pago, basada en la confianza y en el empleo de tecnologías de crédito adecuadas a sus zonas de influencia. La gran fortaleza de estas instituciones es la rigurosidad en la evaluación de sus créditos, la cual ha permitido reducir los errores en la asignación de sus colocaciones. **Una característica de este sistema y en general de las entidades especializadas es que los analistas de crédito no sólo se encargan de la evaluación de sus prestatarios sino que se ocupan de todo el ciclo del crédito, es decir, promoción, evaluación, seguimiento y recuperación de los créditos otorgados.**¹¹ Para cumplir con este ciclo, cada analista de créditos se ocupa de una cartera de 400 clientes aproximadamente. Ello les ha permitido conocer mejor el perfil de riesgo de sus clientes y hacer una estimación más exacta de sus capacidades de pago, reduciendo de esta manera su exposición al riesgo de crédito.

3.3. Segmentos corporativo vs. microfinanzas

De acuerdo con la literatura de organización industrial, existen tres factores claves que se deben tomar en cuenta al comparar segmentos dentro de un mercado crediticio: los costos unitarios del segmento, el riesgo crediticio y el poder de negociación de los prestatarios. La interrelación de estos tres factores es evaluada permanentemente por los directivos de las entidades bancarias en función de la evolución del entorno competitivo y la composición y calidad de la demanda.

⁹ A mayo de 2004, este número ascendió a catorce.

¹⁰ Actualmente existen 13 CMACs y 1 Caja Municipal de Crédito Popular, la cual cuenta con su propia legislación.

¹¹ En realidad, esta entidad constituye una característica propia de la tecnología utilizada por todas las instituciones prestamistas al segmento de microfinanzas. Ésta constituye una de las principales diferencias con las entidades bancarias, las cuales hacen una utilización más intensiva de políticas comerciales y promoción de créditos.



El primer elemento diferenciador entre segmentos es el comportamiento de los costos unitarios. La escala de operaciones crediticias es un factor fundamental en la determinación de estos costos. En este sentido, a medida que los montos promedio de préstamos aumentan, los costos fijos que por definición son invariables se prorratarán de manera tal que los beneficios de escala¹² son originados dentro de la función de utilidad de la entidad.

Cabe destacar que, además de los costos fijos unitarios, existen elementos adicionales dentro de la industria bancaria en los que el efecto escala tiende a ser beneficioso, tales como el costo de captación de clientes, la evaluación y selección de clientes, el seguimiento del crédito y la recuperación del mismo.

El segundo elemento consiste en la estimación de la probabilidad de intención de pago y de incumplimiento o pérdida. La estimación ex ante de estos factores constituye el riesgo crediticio. Las pérdidas potenciales se reflejan en la prima de riesgo, que es un retorno adicional exigido en cada operación crediticia debido a la probabilidad de que el préstamo no sea recuperado parcial o totalmente.

El tercer elemento se refiere a la estructura de mercado de cada segmento. Esta estructura está determinada por la cercanía o lejanía del comportamiento respecto del modelo de competencia perfecta. Bajo este último modelo, la empresa (entidad financiera) es tomadora de precios y tiene poder nulo para fijar sus márgenes de ganancia.

De acuerdo con estas características, el perfil del cliente típico del segmento de microfinanzas es muy diferente de aquel del segmento corporativo.

En particular, el cliente típico de microfinanzas solicita un préstamo entre S/. 1 000 y S/. 3 000 por operación crediticia, mientras que el sector corporativo opera con niveles promedio de S/. 100 mil. Por lo tanto, los beneficios de escala son menores en el segmento de microfinanzas que en el segmento corporativo. Adicionalmente, los costos unitarios de selección y evaluación de nuevos clientes son mayores en el segmento de las microfinanzas debido a la menor antigüedad de sus clientes, su relativo escaso perfil crediticio¹³ y su cultura empresarial limitada, entre otras características. Estos factores aumentan los costos de seguimiento y de recuperación del crédito.

En esta línea, los clientes del sector microfinanzas son considerados nuevos usuarios del mercado de créditos, por lo cual la prima de riesgo crediticia expresada en las tasas de interés activas es mayor que en el segmento corporativo. En general, los mismos factores que incrementan los costos de evaluación y selección determinan que las entidades exijan primas de riesgo comparativamente elevadas.

Por otro lado, el segmento corporativo resulta más competitivo y las firmas prestamistas cuentan con menor poder de negociación en comparación al segmento de microfinanzas, donde se manifiesta un menor número de empresas financieras oferentes¹⁴. Estas empresas cuentan, por lo tanto, con un mayor poder de negociación para fijar sus márgenes de ganancia, dado que los prestatarios pertenecientes al segmento microfinanciero usualmente cuentan con fuentes de financiamiento alternativo limitadas o mucho más costosas.

3.3.1. Tecnologías crediticias en los segmentos corporativo y microfinanzas

En general, existen dos tipos de tecnologías crediticias dentro del mercado de créditos peruano:

- Una basada en el seguimiento del ciclo completo del crédito, esto es, la evaluación de clientes potenciales, su captación, el otorgamiento del crédito, el monitoreo del proyecto y finalmente su recuperación realizados

¹² Basado en el razonamiento que los costos fijos unitarios son inversamente proporcionales a la escala de operación.

¹³ Referente a la ausencia de credenciales que muestren su evolución crediticia histórica.

¹⁴ Cabe destacar que algunas entidades del segmento de microfinanzas tales como las cajas municipales, rurales y Edpymes tienen un ámbito de operaciones que se limita a una provincia, departamento o región, es decir, la cobertura de sus operaciones no es tan amplia como la de la banca.



por una sola persona o área. Este tipo de tecnología es actualmente utilizada por las entidades especializadas en el segmento de microfinanzas.

- Otra sustentada en la repartición de actividades a lo largo de dicho ciclo, es decir, las tareas antes mencionadas son ejecutadas por distintas áreas o personas. Este tipo de tecnología es utilizado por las entidades prestatarias dentro del segmento corporativo.

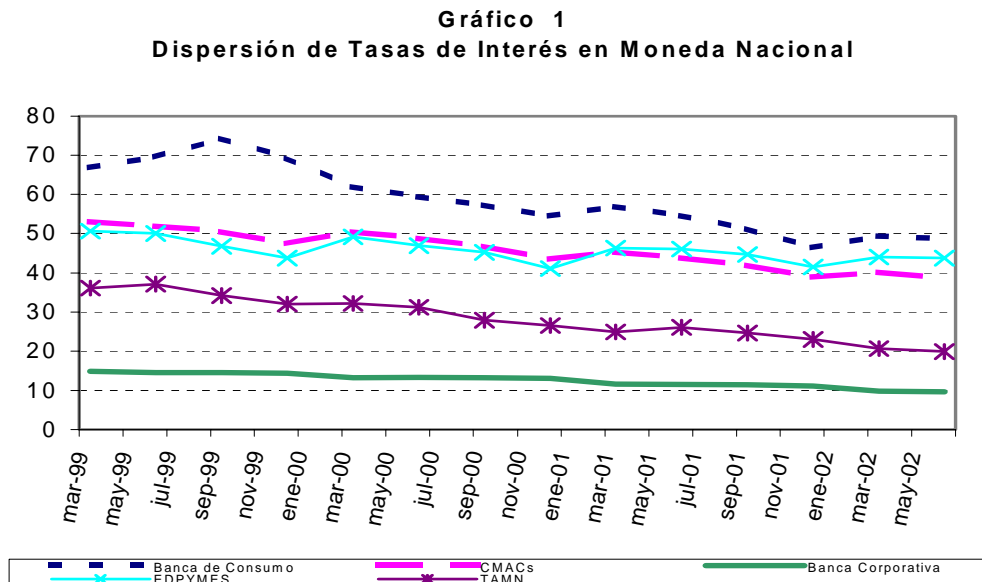
3.4. Evidencia empírica

En el mercado doméstico de créditos resaltan cuatro características:

- La gran dispersión en las tasas de interés cobrados por créditos bancarios.
- Los montos más altos de créditos son otorgados a bajas tasas de interés y el mayor número de demandantes de crédito está ubicado en segmentos con tasas de interés altas.
- La existencia de una tendencia decreciente de tasas de interés durante el período 1998-2002.
- Los niveles de rentabilidad varían fuertemente entre segmentos.

3.4.1. La dispersión de tasas de interés

La heterogeneidad de los productos bancarios ofrecidos en materia de monto, plazos, modalidades, monedas y perfiles de riesgo origina una dispersión en las tasas de interés del mercado bancario peruano. El gráfico 1 revela el grado de dispersión respecto de la media del sistema financiero (TAMN) de acuerdo con la institución otorgante del crédito, incluyendo banca comercial, cajas municipales, banca especializada y Edpymes.



Fuente: Superintendencia de Banca y Seguros.
Elaboración: Departamento de Regulación.

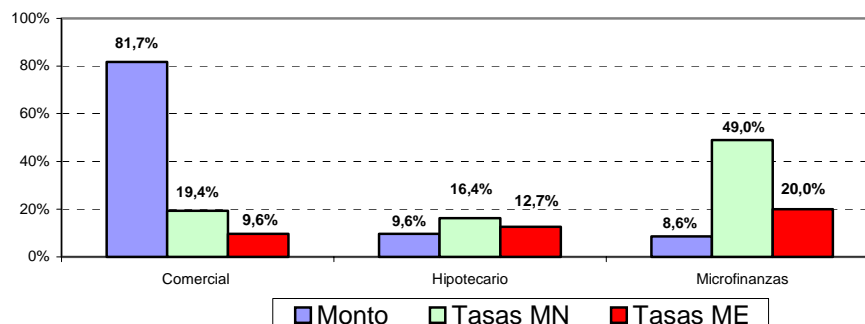


Dentro de los valores promedio de las tasas de interés activas para distintos segmentos de mercado, se observa que la dispersión entre la tasa mínima y máxima es muy significativa. El sector corporativo muestra claramente las tasas menores, mientras que el segmento de microfinanzas experimenta las tasas más altas.

3.4.2. La estructura de las colocaciones

De acuerdo con el gráfico 2, los saldos de créditos acumulados están concentrados en el segmento corporativo que es, a la vez, el que afronta los costos más bajos tanto en soles como en dólares. Asimismo, el segmento de las microfinanzas muestra una menor concentración en materia de créditos y un mayor nivel en sus tasas de interés.

Gráfico 2
Estructura de Crédito por Monto y Tasas de Interés Activas
Sistema Bancario - Dic. 2001



Fuente: Superintendencia de Banca y Seguros.
Elaboración: Departamento de Regulación.

Una de las características que define los segmentos al interior del sistema bancario es el nivel de concentración de los mismos. El indicador para medir el grado de concentración de mercado es el índice de *Herfindahl*, el cual es definido como la suma de los cuadrados de las participaciones de mercado¹⁵.

En el gráfico 3, se puede distinguir el segmento corporativo y el de microfinanzas. Al comparar ambos segmentos, se observa que el sector de microfinanzas exhibe una concentración mayor que la de la banca corporativa. Así, mientras que durante el período 1998-2001, el segmento corporativo obtuvo un coeficiente de Herfindahl de 173,6; la banca especializada registró un coeficiente de 426.

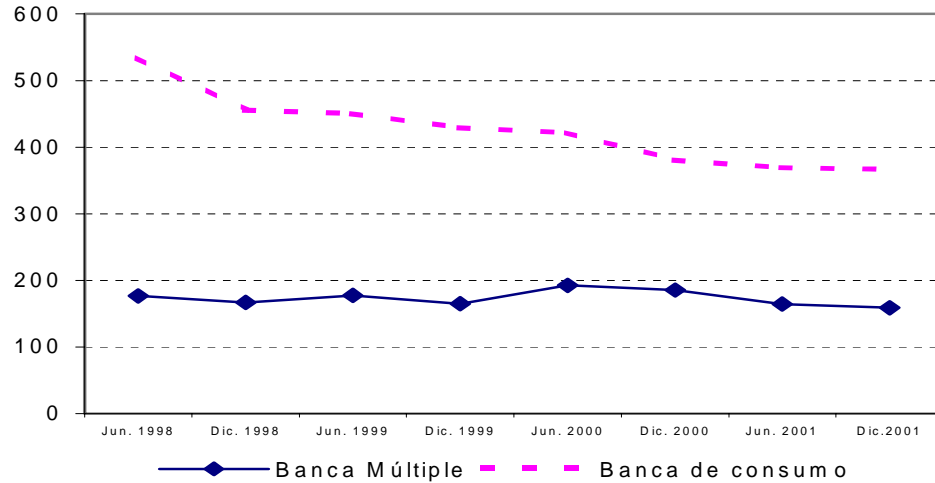
¹⁵ Por ejemplo, para el caso de las colocaciones bancarias, este índice está definido por la siguiente fórmula:

$$\sum_{k=1}^K \left(\frac{Lk}{\sum_{k=1}^K (Lk)} \right)^2 * 1000$$

Donde "Lk" representa las colocaciones dentro de un segmento y "K" el total de participantes. Por lo tanto, el índice de Herfindahl variará entre 1 000 (en caso de un solo banco) y valores cercanos a cero en el caso de segmentos con bancos atómicamente pequeños.



Gráfico 3
Evolución del Índice de Herfindahl



Fuente: Superintendencia de Banca y Seguros.
Elaboración: Departamento de Regulación.

3.4.3. La tendencia decreciente de las tasas de interés

El costo del crédito ha mostrado una tendencia decreciente luego de la liberalización financiera y las reformas estructurales. El descenso acelerado se realizó hasta inicios de 1996. A partir de este año, se experimentó una desaceleración en esta reducción y, en promedio, las tasas en soles parecían seguir un comportamiento estacionario. En 1998, se observó un retroceso en la evolución decreciente de estas tasas debido principalmente a las turbulencias financieras de la región, lo cual se reflejó en un incremento en el nivel de riesgo soberano. No obstante ello, las tasas han retomado su tendencia decreciente desde mediados de 2001 tal como se ha apreciado en el gráfico 1.

3.4.4. Los niveles de rentabilidad

Como se observa en el cuadro 2, los niveles de rentabilidad de los segmentos mencionados difieren notablemente.

Cuadro 2
Rentabilidad Patrimonial
(Diciembre de 2002)

	ROE (Utilidad/Patrimonio)
Corporativo	8,32
Microfinanzas	23,91

Fuente: SBS.



El segmento corporativo, caracterizado por su focalización en prestatarios de bajo riesgo que cuentan con diferentes alternativas de financiamiento, posee un nivel de rentabilidad relativamente bajo. Por otro lado, el sector de microfinanzas, cuyo mercado objetivo cuenta con un mayor riesgo crediticio y acceso limitado a fuentes de financiamiento, muestra un mayor nivel de rentabilidad.

Al interior de este segmento, el sistema de CMAC ha demostrado un mejor desempeño en sus niveles de rentabilidad, mientras que los sistemas de EDPYME y CRAC exhiben niveles bastante austeros respecto de su nivel de riesgo asumido.

4. Derivación del modelo

4.1. Modelo teórico

El modelo a ser utilizado se deriva de la optimización de la función de beneficios de un banco representativo, quien elige el nivel de producción¹⁶ (créditos y/o depósitos) que maximiza sus ganancias¹⁷. Cada banco asume que sus competidores no modificarán su nivel de producción (a lo Cournot).

El modelo resultante nos permitirá probar, bajo ciertos supuestos, cualquiera de las dos hipótesis: i) la estructura de mercado en un segmento particular se aproxima a una en competencia perfecta; o, ii) esa estructura permite a las entidades oferentes fijar sus tasas de interés, debido quizá a la existencia de imperfecciones de mercado.

Sea la función de beneficios B_j del banco j .

$$B_j = \text{Ingresos Totales}_j - \text{Costos Totales}_j = i_p P_j - i_d D_j - C_j \quad (1)$$

$$\text{Sujeto a } P_j = (1-r)D_j$$

Donde:

P_j : Stock de préstamos del banco j

D_j : Stock de depósitos del banco j

C_j : Costo total no financiero (operativo, administrativo, provisiones, etc.) del banco j

r : Tasa de encaje media, la cual se supone igual para todos los bancos.

Se asume que la única fuente de financiamiento de las entidades crediticias proviene de la captación de depósitos. La condición de maximización es:

$$\frac{\partial B_j}{\partial P_j} = i_p + P_j \frac{\partial i_p}{\partial P_j} - i_d \frac{\partial D_j}{\partial P_j} - D_j \frac{\partial i_d}{\partial P_j} - C'_j = 0 \quad (2)$$

¹⁶ Similares resultados se obtiene tomando la tasa de interés como variable de decisión.

¹⁷ Freixas y Rochet en "Microeconomics of Banking", Cap. 3.



Definiendo $n_p = \frac{\partial P}{\partial i_p} \frac{i_p}{P} < 0$ y $n_d = \frac{\partial D}{\partial i_d} \frac{i_d}{D} > 0$ como las elasticidades del mercado de préstamos y depósitos respectivamente; y teniendo en cuenta la restricción crediticia: $\partial P_j = (1 - r)\partial D_j$

La ecuación (2) es transformada en:

$$i_p + i_p \left(\frac{P_j}{P} \frac{\partial P}{\partial P_j} \frac{1}{n_p} \right) = \frac{i_d}{1 - r} + \frac{i_d}{1 - r} \left(\frac{D_j}{D} \frac{\partial D}{\partial D_j} \frac{1}{n_d} \right) - C'_j = 0 \quad (3)$$

Sean $QP_j = \frac{P_j}{P}$ y $QD_j = \frac{D_j}{D}$ la participación de los préstamos y depósitos del banco j en sus totales, respectivamente; y $SP_j = \frac{\partial P}{\partial P_j}$ y $SD_j = \frac{\partial D}{\partial D_j}$ el grado de sensibilidad del total de préstamos y depósitos a cambios en esas variables del banco j. Sustituyendo esas expresiones en (3) tenemos:

$$i_p \left(1 + \frac{QP_j SP_j}{n_p} \right) = \frac{i_d}{1 - r} \left(1 + \frac{QD_j SD_j}{n_d} \right) + C'_j \quad (4)$$

Para simplificar la ecuación anterior, denominemos a las expresiones $\left(1 + \frac{QP_j SP_j}{n_p} \right)$ y $\left(1 + \frac{QD_j SD_j}{n_d} \right)$ como H_p y H_d , respectivamente, las cuales son indicadores del poder de mercado del banco j para fijar sus tasas de interés en los respectivos mercados de préstamos y depósitos. De esta forma, la ecuación (4) queda reducida a:

$$i_p = \frac{i_d}{1 - r} \left(\frac{H_d}{H_p} \right) + \frac{C'_j}{H_p} \quad (5)$$

Los valores teóricos de H_p y H_d son:

$H_p \geq 1$ ($=1$, en competencia perfecta y, >1 cuando el banco tiene poder de mercado para fijar su tasa de interés activa por encima de su costo marginal).

$H_d \leq 1$ ($=1$, en competencia perfecta y, <1 cuando el banco tiene poder de mercado para fijar su tasa de interés pasiva).

Cuando los mercados de préstamos y depósitos funcionan como en competencia perfecta, la ecuación (5) se reduce a la expresión¹⁸:

$$i_p = \frac{i_d}{1 - r} + C'_j$$

Esa relación nos indica que en competencia perfecta, el ingreso por una unidad adicional de crédito (tasa de interés activa) debe ser igual a los costos marginales incurridos en generar ese ingreso.

¹⁸ Ello se debe a que en competencia perfecta, las elasticidades tienden a ser infinitas y la cuota de mercado de cada oferente es pequeña, lo que hace que los valores de H_p y H_d tiendan a uno.



4.2. Modelo empírico

Para obtener un modelo estimable económicamente, se asume que la función de costos no financieros (C_j) es una función de tercer grado con respecto al stock de créditos¹⁹.

$$C_j = a_0 + a_1 P_j + a_2 (P_j)^2 + a_3 (P_j)^3$$

Por lo tanto, la función de costos marginales tiene la forma siguiente:

$$C_j' = a_1 + 2a_2 P_j + 3a_3 (P_j)^2$$

Se espera que los signos de los coeficientes “ a_2 ” y “ a_3 ” sean negativo y positivo, respectivamente para garantizar que la curva de costos marginales tenga su forma típica.

La ecuación (5) es transformada en una de la forma:

$$i_p = b_0 + b_1 i_d^* + b_2 P_j + b_3 (P_j)^2 \quad (6)$$

en donde las tasas de interés activas y pasivas son las implícitas en forma agregada, es decir, no se distingue por tipo de moneda:

$$i_p = \frac{\text{ingresos financieros por créditos} + \text{comisiones}}{\text{crédito promedio}}$$

$$i_d^* = \frac{\text{gastos financieros por depósitos} + \text{comisiones}}{(1 - r) * \text{depósito promedio}} = \frac{\text{gastos financieros por depósitos} + \text{comisiones}}{\text{crédito promedio}}$$

Para propósitos de la estimación, se considera el nivel de adeudados en lugar de depósitos para el caso de las Edpymes, dado que esas entidades no están autorizadas a captar depósitos del público. El nivel de préstamos (P_j) ha sido reemplazado por un índice de préstamos, el cual equivale a 100 para el primer trimestre de 1998.

Para evaluar la estructura del mercado de créditos, usualmente se asume que el mercado de depósitos funciona como uno competitivo, es decir, un mercado en donde los bancos no tienen capacidad para modificar las tasas prevalecientes.²⁰

4.3. Estimación de los coeficientes del modelo

Para efectos de la estimación, se utiliza la metodología de datos de panel²¹, con información de periodicidad trimestral desde 1998-I hasta 2002-II.

En el segmento de microfinanzas se ha considerado a 33 entidades: los bancos Del Trabajo y Mibanco, la financiera Solución, 13 cajas municipales (la de Chíncha fue excluida debido a la insuficiencia en su información histórica), 12

¹⁹ Esta simplificación en la función de costos responde a la alta correlación de los gastos administrativos y de las provisiones por malos préstamos con el nivel de créditos.

²⁰ Es común suponer que el mercado de depósitos se aproxima a una estructura competitiva, ya que todas las entidades captadoras compiten independientemente del segmento al que atienden. Además, la existencia de otras alternativas de financiamiento para las empresas, como el mercado de capitales, genera una mayor competencia entre los bancos. Las entidades más pequeñas son consideradas precio aceptantes.

²¹ Este tipo de modelo combina datos de series de tiempo y de corte transversal, las cuales ofrecen la ventaja de incrementar el número de grados de libertad, considerar los efectos de variables no observadas e incrementar la eficiencia de las estimaciones.



Cajas Rurales y 5 Edpymes. Por su parte, en el segmento corporativo se ha tomado a 12 entidades: la banca en su conjunto con excepción de los bancos Del Trabajo, Mibanco y BNP. Este último banco fue excluido por el mismo problema de información.

Finalmente, el modelo a ser estimado en cada uno de los dos segmentos del mercado de créditos tiene la siguiente forma:

$$i_{ijt} = b_{0j} + b_1 i_{djt}^* + b_2 P_{jt} + b_3 (P_{jt})^2$$

donde “j” representa a las entidades crediticias y “t” al período de tiempo.

Este es un modelo que utiliza la técnica de “efectos fijos”, la cual permite capturar los efectos de variables no observadas (como capacidad gerencial, eficiencia operativa, acceso a la tecnología, etc) y que afectan de manera desigual a cada una de las entidades consideradas. Estos efectos son capturados por el coeficiente b_{0j} el cual se asume diferente para cada entidad crediticia pero constante a lo largo del tiempo. Los resultados de las estimaciones en el segmento corporativo y de microfinanzas son presentados en el cuadro 3.

Cuadro 3
Estimación con datos de panel
(Cross Section Weights)

Parámetro	Microfinanzas*		Corporativo	
	Valor	Confianza	Valor	Confianza
b_1	1,37	100,0%	0,82	100,0%
b_2	-0,03	100,0%	-0,04	100,0%
b_3	$3 \cdot 10^{-6}$	100,0%	$7 \cdot 10^{-5}$	100,0%
R ²	0,97		0,98	
* Se detectó un problema de autocorrelación serial de orden uno en los residuos, el cual fue corregido con la incorporación de un término AR(1).				

Hay que tener en cuenta que el segmento de microfinanzas en el área geográfica de Lima se encuentra altamente concentrado. Hasta la fecha sólo operan tres entidades especializadas: el Banco del Trabajo, Mibanco y la financiera Solución. Por esta razón, el cuadro 4 muestra las estimaciones realizadas en el segmento de microfinanzas tomando en cuenta sólo a ese grupo de entidades.

Cuadro 4
Estimación con datos de panel en el segmento de microfinanzas
(Cross Section Weights)

Parámetro	Banco del Trabajo, Mibanco y Financiera Solución	
	Valor	Confianza
b_1	1,79	100,0%
b_2	- 0,08	100,0%
b_3	$7 \cdot 10^{-5}$	100,0%
R ²	0,93	



4.4. Interpretación de resultados

De los resultados obtenidos, el parámetro b_1 que caracteriza la estructura de mercado en cada uno de los dos segmentos considerados, no permite rechazar la hipótesis de que las entidades crediticias en el segmento de microfinanzas tienen cierto poder de mercado para influir en sus tasas de interés activas, lo cual dista de una situación de competencia perfecta. Esta capacidad de influir en el nivel de sus tasas de interés les habría permitido obtener ganancias superiores a las resultantes de una situación ideal de competencia. Estos resultados concuerdan con los elevados márgenes de ganancias (ROE) que reportan las entidades que atienden a este segmento.

En el caso del segmento corporativo, se encuentra que b_1 es ligeramente menor a uno, lo cual no permite rechazar la hipótesis de que la estructura de mercado en ese segmento se aproxime a una competitiva.

Además, los signos de los parámetros " b_2 " y " b_3 " que caracterizan a la función de costos marginales son los esperados. Hay un elevado nivel de ajuste (R^2) en todas las estimaciones y todos los parámetros son significativos.

Los resultados no permiten rechazar las afirmaciones, basadas en evidencias, de que existe cierto poder de mercado en el segmento de microfinanzas²². Sin embargo, ello no implica que las entidades que operan en este segmento realicen prácticas restrictivas a la libre competencia, como por ejemplo, la colusión o la concertación de tasas de interés. El modelo no permite ni pretende verificar dichas prácticas pero sí permite decir que dadas las características de ese segmento de mercado, el comportamiento optimizador simultáneo de cada entidad permite a las mismas obtener en promedio ganancias superiores a las que podrían obtener en una situación ideal de competencia perfecta.

La existencia de poder de mercado para influir en las tasas de interés del segmento de microfinanzas es una consecuencia de la insuficiente competencia en ese segmento, la cual podría estar relacionada a la existencia de ciertas barreras a la entrada que pueden ser de tipo legal, así como estructural.

Ejemplo de barreras legales son las que restringían el ingreso de las CMAC a Lima²³, a pesar de que estas entidades habían demostrado ser eficientes en la administración de sus riesgos de crédito y en el desarrollo de tecnologías de información en sus respectivas regiones.

Las barreras de tipo estructural que caracterizan al segmento de microfinanzas estarían basadas en las asimetrías en la información y en la ausencia de nuevas tecnologías crediticias más eficientes capaces de evaluar el perfil de riesgo del cliente a costos operativos bajos. Estos problemas son los factores más importantes que desalientan el ingreso de nuevas entidades a este segmento, a pesar de que muchas de las entidades especializadas que allí operan han mostrado un buen desempeño (altas tasas de rentabilidad) a lo largo de los años. Esta situación hace que el negocio de los micro créditos sea uno de considerable riesgo, el cual si no es administrado adecuadamente por la entidad crediticia, podría causar su fracaso²⁴.

De otro lado, el problema de información en el segmento corporativo es menos intenso que en el de microfinanzas, el cual viene siendo enfrentado a través de la tecnología basada en la división de actividades a lo largo del ciclo de crédito. Las empresas corporativas cuentan con mayores fuentes de información (básicamente provenientes de sus estados financieros auditados, las registradas en una central de riesgos, en la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, etc.), lo que permite a los bancos determinar más acertadamente su nivel de riesgo. Además, la existencia de otras alternativas de financiamiento para estas empresas les brinda una capacidad de negociación mayor (respecto a la que tienen las pequeñas y micro empresas).

²² Estas evidencias, mostradas en la parte II.4 del presente documento, también se recogen en el trabajo "El Costo del Crédito en el Perú", publicado recientemente por el Banco Central de Reserva del Perú.

²³ Recientemente la Superintendencia de Banca y Seguros autorizó el ingreso a Lima de las CMAC Arequipa, Trujillo y Piura.

²⁴ Durante los últimos 4 años, varias entidades (Solventa, Serbanco, País, Orión, entre otras) orientadas al segmento de micro crédito tuvieron que salir del mercado, debido principalmente a la utilización de una tecnología de crédito inadecuada.



5. Conclusión y comentarios finales

5.1. Conclusión

Los resultados muestran que existe poder de mercado en el segmento de microfinanzas, la cual no es mala *per se*, dado que ésta no implica necesariamente prácticas de colusión. En este sentido, la propia estructura de mercado otorga poder a sus participantes, dado que los agentes que deciden incursionar en este mercado adquieren determinada especialización, lo cual les permite adquirir ventajas comparativas respecto de los potenciales agentes que ingresen a este mercado. Más aun, la evidencia indica que entidades que entraron a este segmento sin la tecnología de crédito adecuada no lograron los resultados esperados.

5.2. Comentarios finales

- Algunas empresas bancarias pertenecientes al segmento de microfinanzas han venido utilizando intensivamente su tecnología de información de manera que ésta se convierta en un factor diferenciador. El segmento corporativo, por su parte, se aproxima más a una estructura competitiva debido a que las imperfecciones en materia de información son menores y, como consecuencia de ello, los prestatarios cuentan con mayores alternativas de financiamiento. En este sentido, a medida de que la información sea más transparente, el poder de mercado se reduciría dado que las ventajas comparativas de las tecnologías de información desarrolladas se aminoran.
- El grado de competencia en el mercado de crédito influye en la efectividad de la política monetaria. Cuando los mercados son menos competitivos, el mecanismo de transmisión de esta política tiende a ser más lento y por lo tanto, se entorpece. En particular, materia de estudio para trabajos posteriores es la relacionada a la rigidez a la baja de los tipos de interés debido al bajo grado de competencia de los mercados bancarios.
- El desarrollo de tecnologías crediticias adecuadas en el segmento de microfinanzas permite una mejora en el desempeño de las entidades prestatarias. Este desarrollo implica un fortalecimiento de las relaciones crediticias y un mayor acceso a fuentes de financiamiento, tal como es el caso de las cajas municipales.
- Este trabajo plantea como materia de investigación futura temas como la identificación y análisis de la distribución de los riesgos entre el prestamista y el prestatario en el financiamiento semiformal e informal, las características de la demanda insatisfecha de créditos de inversión y vivienda para los sectores de menores recursos y los determinantes de la eficiencia de las tecnologías financieras.



6. Bibliografía

- Adolfo Barajas, Roberto Steiner and Natalia Salazar** (1999), "Interest Spreads in Banking in Colombia, 1974-96". IMF Staff Papers.
- Banco Central de Reserva del Perú**: "El Costo del Crédito en el Perú", noviembre 2002.
- Banco Central de Venezuela**, "Las tasas de interés en Venezuela, diversos criterios", 2001.
- Banco Interamericano de Desarrollo** (2000), "Regulación y Supervisión de las Microfinanzas en América Latina y el Caribe", Unidad de Microempresa, Departamento de Desarrollo Sostenible.
- Berger A.N., Hannan T.H.** (1989), "The price concentration relationship in banking", *Review of Economics and Statistics*.
- Boot A.W., Thakor, A.V.** (2000), "Can relationship banking survive competition?", *Journal of Finance* 55, Nro.3.
- Caminal, R., Matutes, C.** (1997), "Can competition in the credit market be excessive?", Working Paper, Center for Economic Policy Research, Londres.
- Corvoisier, Sandrine** (2001), « Bank Concentration and Retail Interest Rates ». European Central Bank.
- Flores, Yarela, Araya, Iván y Oyarzún, Carlos** (2002), "Competencia y Contestabilidad en el Mercado Bancario Chileno".
- Freixas, Xavier and Rochet, Jean-Charles**: "Microeconomics of Banking".
- Gabe de Bondt** (2001), "Retail Bank Interest Rate Pass-Through: New Evidence at the Euro Area Level". European Central Bank.
- Indecopi** (2001), "Efectos de la Crisis Financiera sobre la Competencia en el Mercado de Créditos de Consumo".
- Karl-Hermann Fisher** (2000), "Acquisition of Information in Loan Markets and Bank Market Power-An Empirical Investigation".
- Levine, Ross** (2000), "Bank Concentration: Chile and International Comparisons", Banco Central de Chile, Working Papers.
- Nicola Cetorelli**, "Competitive Analysis in Banking: Appraisal of the Methodologies". Federal Reserve Bank of Chicago.
- Petersen, Mitchell y Rajan, Raghuram** (1994), "The Effect of Credit Market Competition on Lending Relationships". Working Paper Series. National Bureau of Economic Research, Inc.
- Petersen, Mitchell y Rajan, Raghuram** (1994), "The Benefits of lending relationships: evidence from small business data" *Journal of Finance* 49.
- Uchida, Hirofumi y Tsutsui, Yoshiro** (2002), "Has the Competition in the Japanese Banking Sector Improved?". Wakayama University.



Precios y Política de Medicamentos en el Perú

Milagros de la Lama Eggerstedt*

mdelalama@bcrp.gob.pe

Jorge E. Llado Márquez *

Jorge.Llado@mba05.mcombs.utexas.edu

1. Introducción

El presente trabajo es una extensión de un informe anterior sobre la evolución de los precios de los medicamentos en el período 1996-2002, tema motivado por el mayor incremento de los precios de los medicamentos con relación al registrado por el índice general de precios al consumidor. Una actualización parcial posterior, que comprende hasta el mes de marzo de 2004, confirmaría la misma tendencia.

Si bien los precios de los medicamentos muestran una tendencia similar que la inflación, en el año 2002 aumentaron 3,6 por ciento frente a 1,5 por ciento del IPC y 1,8 por ciento de los bienes industriales.

El aumento de los precios de los medicamentos se dio a pesar de medidas como la reducción de 12 a 4 por ciento de los derechos arancelarios ad valorem CIF aplicables a la importación de insumos, partes y piezas no producidos en el país (D.S N° 073-2001-EF de abril de 2001), entre los que se encontraban diversos insumos químico farmacéuticos.

Ello confirmaría la percepción de que el precio de las medicinas es elevado, problema que también ha sido mencionado en estudios en los que se destaca que el consumo de medicamentos en el Perú es uno de los más bajos de América Latina (Organización Mundial de la Salud, 1998; Jofre, 2002).

El objetivo inicial del presente trabajo fue explicar la evolución de los precios al consumidor de los medicamentos y realizar una comparación internacional. La evidencia encontrada, en particular mayores precios y el alto diferencial entre los precios de medicamentos de marca y genéricos, motivó que se profundizara en el análisis del mercado farmacéutico, en su relación con el mercado internacional y en las medidas de política aplicadas en otros países para reducir sus precios.

2. Características generales del mercado farmacéutico

Una de las principales características de la industria farmacéutica en el mundo es el predominio de las empresas transnacionales. El alto precio de los medicamentos se relaciona con la política de patentes que limita el acceso al mercado de otros competidores.

* Los autores pertenecen a la Gerencia de Estudios Económicos del BCRP. Agradecen la supervisión de Andrés Medina, así como la colaboración de Luis Valdivia Souza Peixoto, Fernando Cornejo y del Dr. Manuel Vargas Girón. Las opiniones vertidas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la visión del BCRP.



2.1. Mercado segmentado

Aproximadamente son diez las grandes corporaciones líderes en el mercado farmacéutico¹, sin embargo, ninguna de ellas alcanza una participación significativa en las ventas totales. Este bajo grado de concentración es aparente ya que se observan sub mercados independientes y agrupados según las características terapéuticas de los medicamentos, en los cuales el grado de concentración es generalmente alto.

Las barreras de entrada, derivadas principalmente de la aplicación de patentes, determinan la presencia de concentraciones oligopólicas al interior de cada categoría terapéutica. Por ejemplo, la empresa líder Merck alcanza menos del 4 por ciento del mercado; sin embargo, el medicamento Fosamax (alendronato de sodio), producido por esta empresa, concentraría el 50 por ciento del mercado de fármacos destinado a incrementar la densidad de los huesos (American Journal Health-Syts Pharm, 2001). La competencia limitada determinaría un mercado segmentado e imperfecto (Godoy, 2001; Gonzáles García, 1999, Katz, 1995).

2.2. Protección por patentes

El marco jurídico está dado por el Acuerdo sobre Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC o TRIPS, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

Las patentes otorgadas bajo este esquema proporcionan a sus titulares los instrumentos jurídicos requeridos para impedir que otros fabriquen, usen o vendan el medicamento durante un período de tiempo limitado (20 años desde el momento del registro). Esta situación ha dado lugar a una clara diferenciación de los medicamentos, según estén o no protegidos por patentes: medicamentos de marca y medicamentos genéricos, respectivamente.

Los laboratorios de medicinas innovadoras señalan que requieren en promedio 13 años de investigación para obtener un nuevo medicamento. Además, mencionan que sólo 1 de 10 mil de los medicamentos obtenidos cumplirá con las exigencias clínicas necesarias para ser introducido en el mercado (Aventis Pharma Chile, 2000).

Si bien se reconoce que los costos de investigación para obtener un nuevo fármaco son elevados, algunos investigadores cuestionan la falta de transparencia de los grandes laboratorios sobre su magnitud. Se cuenta con diferentes estimaciones sobre los costos en que incurren los laboratorios para obtener un nuevo medicamento, las que varían en un rango de US\$ 240 a US\$ 880 millones. También se menciona que estos costos se recuperan generalmente en los primeros años de comercialización y que son utilizados para justificar ganancias oligopólicas (Tobar, 2002).

Los gastos de promoción y publicidad en los que incurren los laboratorios, serían los que elevarían fuertemente los costos totales. Por ejemplo, en Estados Unidos parte del costo creciente de los medicamentos se atribuye a la propaganda proporcionada directamente al consumidor (British Medical Journal, 2000).

Diversos estudios señalan que la estrategia seguida por los grandes laboratorios ha sido la de mantener su posición en el mercado mediante la introducción de productos diferenciados, lo que no representa una contribución importante en términos de calidad terapéutica. Se ha registrado casos en los que las empresas farmacéuticas crean productos similares a su medicamento patentado, cuando la patente está por expirar, o asignan nuevas propiedades terapéuticas a un producto ya patentado. A pesar que generalmente no reportan un beneficio terapéutico significativo, suelen venderse a precios más altos que los medicamentos ya existentes (Boletín AIS Perú, 2001). Por ejemplo, de los setenta principios activos introducidos en España en los años 1998 y 1999, únicamente dos fueron considerados una novedad excepcional y sólo cuatro fueron reconocidos como una importante mejora terapéutica con respecto a medicamentos ya existentes (Azparren, 2000).

¹ Pfizer (fusionada con Warner-Lambert en el año 2000) aparece primera en un ranking de 10 corporaciones farmacéuticas con mayores ventas en 13 economías líderes. Le siguen en orden de importancia: GlaxoSmithKline, Merck&Co., AstraZeneca, Bristol-Myers Squibb, Novartis, Johnson&Johnson, Pharmacie Corp., Aventis y Lilly (IMS Health, febrero 2002). En otras publicaciones se ubica a GlaxoSmithkline (fusión de Glaxo-Wellcome y SmithKline Beecham en el año 2000) como la líder (Revista IQF, diciembre 2001).



2.3. Asimetría de información

En el mercado de medicinas, el demandante (paciente) está menos informado que el oferente (médico, farmacéutico, laboratorio) sobre la eficacia y propiedades del producto. Existen importantes asimetrías de información en la relación médico-paciente, aunque también en la relación del médico con el laboratorio proveedor, ya que usualmente es este último el que informa sobre la calidad y seguridad del medicamento. A este respecto, se considera que la demanda de medicamentos constituye una demanda inducida ya que es el médico quien prescribe el producto que el paciente debe consumir.

2.4. Concentración de la demanda

El consumo de medicamentos está concentrado en los sectores de mayores ingresos, situación que también se presenta a escala mundial. Se estima un monto de ventas anuales de US\$ 272 mil millones, concentrándose cerca del 80 por ciento de éstas en Estados Unidos, Europa y Japón (Droit&Pharmacie, 1999). La mayor parte de los medicamentos no estarían diseñados para combatir enfermedades que afectan mayormente a los países en desarrollo.

3. Medicamentos de marca y genéricos

Una primera clasificación de los medicamentos es entre aquellos cuya venta debe realizarse con receta médica (medicamentos éticos) y aquéllos cuya venta es libre (medicamentos populares u OTC, siglas de Over The Counter). Los medicamentos éticos constituyen la mayor parte del mercado y se clasifican según su patente esté o no vigente.

Los medicamentos están constituidos por una o más drogas, lo que vienen a ser los *principios activos* (sustancia o componente que produce determinado efecto sobre la patología diagnosticada), y por excipientes o sustancias que se utilizan para darle consistencia, sabor y, en general, para facilitar su ingestión.

Un medicamento innovador u original es aquel que contiene un *principio activo* nuevo, obtenido mediante un proceso de investigación y desarrollo. El laboratorio productor, propietario de los derechos, lo comercializa bajo un nombre de marca registrada.

Una vez que los derechos de patente caducan, los *principios activos* incluidos en los medicamentos innovadores pueden ser comercializados libremente por diferentes laboratorios. Ello da origen al medicamento genérico, que es un producto que tiene el mismo *principio activo*, la misma dosis, la misma forma farmacéutica y las mismas características farmacológicas que el medicamento de marca utilizado como referencia.

Siguiendo las recomendaciones de la OMS, los medicamentos genéricos se comercializan con el nombre de la sustancia medicinal correspondiente o Denominación Común Internacional (DCI). El medicamento genérico debe demostrar equivalencia terapéutica con el medicamento original que le sirve de referencia².

Se considera que dos medicamentos son *bioequivalentes*³ si contienen la misma cantidad del mismo *principio activo*, en la misma forma de dosificación y poseen igual *biodisponibilidad*: no exhiben diferencias significativas en la cantidad y velocidad de absorción de un mismo *principio activo*, cuando se administran en la misma dosis y bajo condiciones experimentales similares.

² En el mercado también se encuentran los denominados *medicamentos de segunda marca*, que son los mismos que el medicamento innovador, comercializados por otras compañías farmacéuticas con autorización expresa del investigador, previo pago de un *royalty*. También se comercializan los medicamentos denominados *copias o productos similares* a otros ya autorizados, que copian las fórmulas originales sin el consentimiento del dueño de la patente.

³ Se refiere a la igualdad de potencia y efecto entre dos sustancias farmacológicas, por lo que pueden ser intercambiadas sin modificar el efecto terapéutico.



La evidencia empírica muestra que el precio de los medicamentos genéricos es significativamente menor que los de marca, lo que se atribuye a que sus costos no incluyen los gastos en investigación.

4. El mercado farmacéutico peruano

4.1. Tamaño del mercado

El valor de ventas anuales del mercado farmacéutico peruano se estima en aproximadamente US\$ 500 millones, correspondiéndole al sector privado aproximadamente el 65 por ciento y el restante 35 por ciento al sector público. Este mercado es pequeño ya que, por ejemplo, sólo las ventas anuales del laboratorio Pfizer a nivel mundial se estiman en US\$ 30 mil millones.

De acuerdo a International Marketing Service (IMS)⁴, entre 1977 y el 2000, el valor de ventas del mercado farmacéutico privado peruano pasó de US\$ 126 a US\$ 314 millones, alcanzando su máximo nivel en 1997 (US\$ 458 millones). Por el contrario, en términos de unidades, éstas pasaron de 134,3 a 58,1 millones en el período, lo que en términos per capita implicó una reducción de 8,40 a 2,26 unidades por persona. El precio unitario implícito nominal aumentó, en consecuencia, de US\$ 0,94 en 1977 a US\$ 5,40 en el 2000. Considerando la inflación de Estados Unidos, este precio aumentó de US\$ 2,67 a US\$ 5,40 a precios constantes del 2000. Por lo tanto, se consumiría una menor cantidad de medicamentos y a un precio mayor.

En el año 2001, el valor de ventas anuales alcanzó US\$ 335 millones, de los cuales el 30 por ciento correspondió a productos nacionales y el 70 por ciento a productos importados, lo que se atribuye al mayor precio de éstos últimos. En términos de unidades, el volumen de ventas ascendió a 60 millones de unidades, de los cuales el 60 por ciento correspondió a productos importados, comercializados principalmente en el sector privado, y el restante 40 por ciento a productos elaborados en el Perú. En el año 2002, el valor de las ventas presentó cierto repunte y, en menor medida, las ventas en número de unidades, por lo que el precio implícito continuó aumentando.

4.2. Organización

En el mercado peruano participan los laboratorios nacionales que producen localmente y las transnacionales que importan medicamentos desde sus plantas filiales. Los laboratorios nacionales importan el *principio activo* para efectuar la producción del bien final.

La Asociación de Industrias Farmacéuticas de Origen y Capital Nacional (ADIFAN), agrupa 19 laboratorios peruanos y 2 argentinos. Se estima que los laboratorios más grandes registran ventas anuales entre US\$ 20 y US\$ 25 millones. Los laboratorios transnacionales están representados por la Asociación de Laboratorios Farmacéuticos del Perú (ALAFARPE), que agrupa a 18 grandes laboratorios provenientes de Europa y Estados Unidos, aunque también cuenta con 2 laboratorios peruanos. A partir de los años noventa muchos de estos laboratorios dejaron de producir en el Perú y empezaron a importar de otros países como Ecuador, Argentina y México. Si bien importan la mayor parte de sus productos, se estima que un 10 por ciento lo encargan a laboratorios nacionales.

Luego de reducción de los aranceles a los insumos químicos en abril de 2001, las importaciones de los principales insumos de esta industria aumentaron de US\$ 41 millones en el período enero-agosto de 2001 a US\$ 49 millones en el mismo período de 2002, mientras que la producción nacional aumentó 22 por ciento (gráfico 1).

⁴ Citado por el Dr. Manuel Vargas Girón en "Acceso y Uso Racional de Medicamentos en el Perú" en "La Salud Peruana en el Siglo XXI: Retos y Propuestas de Política", Consorcio de Investigación Económica y Social, julio de 2002.



Gráfico 1



Fuente: INEI

La distribución de medicamentos a los puntos de venta se concentra en pocas empresas, destacando Química Suiza, Droguerías Kahan (Drokasa), Albis, Perúfarma y Difesa. Las medicinas se distribuyen principalmente en farmacias (65 por ciento), clínicas privadas (12 por ciento) y hospitales y en Essalud (23 por ciento).

Existe también una creciente participación de las cadenas de farmacia (por ejemplo, Fasa y Torres de Limatambo), que incluso importan sus propios productos genéricos, con respecto a las boticas y farmacias convencionales. Cabe resaltar que su mayor presencia en el mercado les permite negociar precios con los laboratorios y distribuidores.

4.3. Principales características

4.3.1. Mercado segmentado

El nivel de concentración es relativamente bajo, sin embargo, éste se eleva significativamente a nivel de clase terapéutica. Indecopi (2002) reportó que los grados de concentración de analgésicos y antiinflamatorios ascendían a 46 y 32 por ciento, respectivamente, mientras que los correspondientes a reguladores del calcio óseo y antiácidos ascendían a 95 y 61 por ciento, en cada caso.

4.3.2. Protección de patentes

Desde setiembre del 2000, el Perú se rige por el Acuerdo sobre Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC o TRIPS, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial del Comercio (OMC), tal como lo establece la Decisión N° 486 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). (recuadro 1).

La aplicación de esta norma ha constituido una ampliación a la protección conferida a las patentes de la industria farmacéutica innovadora, ya que anteriormente se excluía a los productos considerados en la lista de medicamentos esenciales (Decisión N° 344).



El régimen de la CAN no permite patentar *segundos usos* de un medicamento ya patentado, con lo que se busca evitar que se prolongue el período de las patentes de 20 años contemplado inicialmente. Sin embargo, la tendencia en los países desarrollados es otorgar *patentes de segundo uso*, aunque no es una obligación en los acuerdos vigentes.

Recuadro 1

Tratados comerciales y política de medicamentos

El Perú, en su calidad de Estado miembro de la Organización Mundial de Comercio (OMC), está obligado a cumplir el Acuerdo sobre Derechos de Propiedad Intelectual relacionado con el Comercio (TRIPS, por sus siglas en inglés) que establece una vigencia mínima de 20 años para las patentes. Su aplicación tiene por objeto proteger la propiedad intelectual y de esta forma hacer posible las investigaciones orientadas al desarrollo de nuevas vacunas y terapias.

La relación entre el TRIPS y la salud pública ha cobrado relevancia en los últimos años, principalmente ante la epidemia del sida y las medidas que tomaron países como Brasil y Sudáfrica para reducir los precios de los antirretrovirales. En el debate se puso de manifiesto dos posiciones diferentes: los que defendían el sistema de patentes, consideran que el monopolio que genera y las consecuentes ganancias incentivan la investigación y el desarrollo de nuevos fármacos; y aquellos que consideran las patentes como un obstáculo para el acceso a los medicamentos.

En la IV Reunión Ministerial de la OMC, celebrada en Doha en noviembre de 2001, se reconoció el efecto que tiene la protección intelectual sobre los precios de los medicamentos y la necesidad de una mayor flexibilidad en la aplicación de los instrumentos ya disponibles en el TRIPS, como las licencias obligatorias, principalmente en los casos de emergencia nacional. Se reafirmó el derecho de los países de emitir, según su criterio, licencias obligatorias y su libertad para determinar qué situaciones pueden ser consideradas emergencias nacionales, en cuyo caso la emisión de licencias obligatorias se aceleraría. Ello permitiría que un país emita licencias obligatorias no sólo en casos de emergencia, sino también para aumentar la oferta de medicamentos y consecuentemente la competencia y así reducir los precios

A pesar del acuerdo global del TRIPS, en las negociaciones bilaterales o multilaterales de comercio se estarían promoviendo normas más estrictas sobre propiedad intelectual, como la prórroga de las patentes por un período superior a los 20 años considerado actualmente en el TRIPS. Otra medida contemplada sería limitar la emisión de licencias obligatorias sólo a emergencias nacionales y únicamente para el sector público, y restringir la importación paralela al área de libre comercio. También se estaría planteando otorgar derechos exclusivos, por un período mínimo de 5 años, a las compañías innovadoras sobre los datos de los análisis farmacéuticos que se les exige para verificar la calidad y eficacia de un medicamento, medida que retrasaría el ingreso de los productos genéricos al mercado ya que esta información es utilizada para demostrar su seguridad.

Se estima que en el Perú se comercializan aproximadamente 5 mil productos farmacéuticos, de los cuales la mayor parte no tiene patente vigente. Entre 1994 y setiembre de 2001, el Indecopi sólo registró 383 patentes farmacéuticas (Indecopi, 2002). A pesar de ello, los precios de los medicamentos de marca vendidos en el país son significativamente mayores que los de los genéricos.

A este respecto, cabe indicar que los precios de los productos comercializados por los laboratorios extranjeros generalmente se determinan en la casa matriz. Ésta establece una banda de precios para la venta de medicinas en cualquier parte del mundo y las filiales eligen un precio dentro de dicha banda.



4.3.3. Oferta heterogénea

Un factor que ha sido determinante en la gran cantidad de fármacos que conforman la oferta en el Perú es el libre registro de medicamentos. Desde 1992, en el Perú se flexibilizó el Registro de Medicamentos - D.L N° 25596- estableciéndose en 30 días el plazo para que el organismo regulador respondiera a la solicitud de registro presentada por una empresa farmacéutica; si después de treinta días no se había obtenido respuesta, la empresa consideraba como otorgado el registro sanitario del medicamento. La Ley General de Salud de 1997 redujo a siete días dicho plazo.

En opinión de los especialistas, esta medida ha dado lugar a la introducción en el mercado nacional de un número significativo de productos de dudosa eficacia, procedente de laboratorios en los que no se cumple necesariamente con los criterios de control de calidad requeridos, ni se realizan pruebas de equivalencia terapéutica.

Por otra parte, la presencia en el mercado de productos falsificados, adulterados y de contrabando ha aumentando en los últimos años y se estima que podría representar el 20 por ciento del mercado. Otro problema mencionado es la eliminación, mediante la R.M N°158-98-SA, de la obligación del canje de medicamentos vencidos, lo que haría posible el reciclaje de medicamentos.

4.3.4. Escasa participación de los medicamentos genéricos

En el Perú, el Estado promueve la sustitución de productos de marca por genéricos con el objetivo de aumentar la competencia en el mercado farmacéutico. La Ley N° 26842 -Ley General de Salud- establece que el médico debe prescribir obligatoriamente, además del nombre de marca, la versión genérica del medicamento. También establece que el químico farmacéutico está facultado para sugerir un medicamento genérico ante la entrega de una receta en la que se prescribe un producto de marca. Además, el Ministerio de Salud publica la Guía Farmacopéutica Nacional, documento oficial que incluye equivalencias entre los medicamentos genéricos y de marca.

Si bien la participación de los productos genéricos ha venido incrementándose en los últimos años, su participación no superaría el 10 por ciento del mercado farmacéutico⁵. Dos factores limitarían su presencia en el mercado:

- El incumplimiento de la norma sobre la prescripción médica que indica que "... al prescribir medicamentos - los médicos- deben consignar obligatoriamente su Denominación Común Internacional (DCI), el nombre de la marca si lo tuviere, la forma farmacéutica, posología, dosis y período de administración ..." (Ley N° 26842, Artículo 26).
- El hecho que la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), encargada de normar, controlar y evaluar la producción, importación, exportación, registro, distribución y comercialización de los productos farmacéuticos, no cuenta con los recursos suficientes para realizar un exhaustivo control de calidad.

En el Perú, el derecho para registrar medicamentos es inferior al que se cobra en otros países de América Latina. Además, no existe la obligación de efectuar estudios de *bioequivalencia* para aquellos medicamentos reproducidos y tampoco se cuenta con pruebas de *biodisponibilidad*.

⁵ Según Indecopi (2002), la participación es del orden de 7 por ciento.



4.3.5. Demanda diferenciada según niveles de ingreso

La OMS (1998) señaló que aproximadamente el 40 por ciento de la población peruana no tenía acceso a los medicamentos esenciales y que los precios de las medicinas eran caros comparados con el poder de compra de la población y con los de otras regiones.

Se estimó un consumo per-capita anual equivalente a US\$ 15, monto significativamente inferior que el de otros países de América Latina. Por ejemplo, en Argentina dicho consumo ascendía a US\$ 100. En el Perú el acceso a los medicamentos sería particularmente complejo debido a la escasa cobertura de los sistemas de salud.

Cortez (2002), con base a la Encuesta Nacional de Demanda de Salud (ENDESA 1995)⁶, encontró que aproximadamente sólo el 27 por ciento de los pobres extremos adquirió las medicinas que se les recetó, mientras que, en el caso de los no pobres, lo hizo en 59 por ciento. El mismo autor, con base a la Encuesta Nacional sobre Medición de Niveles de Vida 2000 (ENNIV 2000), señala que la falta de acceso a los medicamentos es más aguda en los quintiles de menores ingresos y en las zonas rurales.

4.3.6. Asimetría de información

Al igual que en el mercado internacional, se observa información asimétrica entre los agentes del mercado; sin embargo, en el caso del Perú, el que influye en la decisión de compra no siempre es el médico, sino el farmacéutico. A pesar de la obligación legal de vender medicamentos con receta, se señala que la mayor parte de los pacientes adquiere los remedios sin cumplir con este requisito.

5. Evolución de precios de las medicinas

Los precios de las medicinas en el mercado peruano han registrado un continuo incremento, no obstante la reducción dispuesta en los aranceles en abril de 2001. El aumento de los precios de las medicinas ha sido mayor al de la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) y al de los bienes industriales⁷.

Cuadro 1			
IPC, PRECIOS DE BIENES INDUSTRIALES Y DE MEDICINAS			
(Variación porcentual anual)			
	IPC	Bienes industriales	Medicinas
1996	11,8	8,0	17,1
1997	6,5	6,4	12,1
1998	6,0	7,3	9,5
1999	3,7	2,7	14,1
2000	3,7	2,7	6,5
2001	-0,1	0,7	5,1
2002	1,5	1,8	3,6

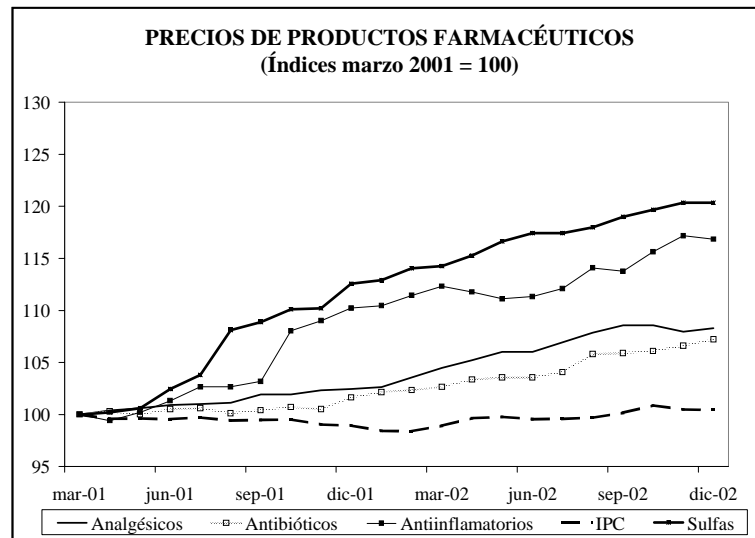
Fuente: INEL.

⁶ Recopilada por el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico entre los días 15 de noviembre de 1995 y 7 de enero de 1996 y aplicada a una muestra de 1 290 hogares.

⁷ En el año 2003 el IPC varió 2,5 por ciento mientras que el promedio de los precios de los bienes industriales aumentó 0,7 por ciento y el precio de las medicinas en 1,7 por ciento. En el período enero-agosto de 2004, el IPC varió 3,2 por ciento, los bienes industriales en 2,7 por ciento y las medicinas en 3,3 por ciento.

Según información del INEI sobre precios de medicinas por categoría terapéutica, en el período abril 2001-diciembre 2002, los mayores incrementos de precios se captaron en sulfas (20 por ciento), antiinflamatorios (16 por ciento), analgésicos (8 por ciento) y antibióticos (7 por ciento). La variación del Índice General de precios al Consumidor en ese período fue 0,44 por ciento. (gráfico 2)

Gráfico 2



5.1. Precios de medicinas de marca y genéricos

En la medida que la información del INEI es agregada y no permite diferenciar entre los precios de las medicinas de marca y genéricos, se recurrió a la información proporcionada por la revista farmacéutica K@iros, la misma que es distribuida a las farmacias de todo el país con periodicidad mensual y que incluye los precios de venta del distribuidor a las farmacias y al público. Se consideraron las presentaciones ofrecidas por los principales laboratorios.

Se observa un alto diferencial de precios existente entre las medicinas de marca y genéricos. En el caso de los corticoides y los antiinflamatorios una medicina de marca puede costar 5 veces más que el producto genérico⁸. Cabe mencionar que los precios reportados son los precios sugeridos de venta al público, por lo que cabría esperar que se apliquen descuentos de precios.

⁸ Cabe tener presente, en forma referencial, que los precios internacionales de algunos medicamentos genéricos habrían disminuido en el año 2001. De acuerdo al International Drug Price Indicator Guide, los precios internacionales de ibuprofeno y amoxicilina disminuyeron 15 y 5 por ciento, respectivamente.



CUADRO 2
PRECIOS SUGERIDOS AL PÚBLICO
(En nuevos soles)

Categoría	Ingrediente activo		mar-01	mar-02	dic-02
Analgésico	Ketorolac	Marca	3,91	3,99	4,09
		Genérico	1,46	1,60	1,68
Antiácido	Ranitidina	Marca	96,97	96,97	98,87
		Genérico	32,18	32,18	32,18
Antibiótico	Amoxicilina	Marca	155,65	173,31	181,07
		Genérico	73,93	74,51	74,51
Antiinflamatorio	Ibuprofeno	Marca	1,99	2,05	2,26
		Genérico	0,41	0,41	0,41
Corticoide	Prednisona	Marca	1,13	1,31	1,31
		Genérico	0,25	0,25	0,25
Expectorante	Bromhexina	Marca	30,04	33,04	34,74
		Genérico	7,06	7,06	7,06
Hipotensor	Captopril	Marca	2,16	2,23	2,27
		Genérico	0,59	0,65	0,68
Sulfas	Sulfametoxazol + trimetoprima	Marca	21,84	27,22	30,75
		Genérico	6,88	6,88	7,05
Antimicótico	Fluconazol	Marca	61,73	61,73	63,82
		Genérico	25,27	25,27	25,27
Antiasmático	Salbutamol	Marca	0,56	0,63	0,68
		Genérico	0,17	0,17	0,17

Fuente: Revista K@iros

5.2. Comparación internacional de los precios

De acuerdo a un estudio de Acción Internacional para la Salud – AIS, en mayo de 2001 y para una muestra de 6 países de América Latina -Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Nicaragua y Perú- se constató una gran variación de los precios de las medicinas entre estos países, siendo Perú el país que mostraba el mayor rango de diferencia de precios entre el producto de marca y el genérico.



CUADRO 3
PRECIOS DE MEDICAMENTOS DE MARCA Y GENÉRICOS
(En US dólares por 100 unidades)

Compuesto principal / presentación		Argentina	Bolivia	Brasil	Ecuador	Nicaragua	Perú
Amoxicilina 500 mg, cápsula	marca	80,2	46,7	53,0	26,1	n.d.	54,2
	genérico	63,5	13,8	38,0	18,0	11,3	9,9
Captopril 25 mg, tableta	marca	31,3	46,8	36,0	36,2	n.d.	58,7
	genérico	n.d.	24,0	17,0	n.d.	57,4	8,4
Fluconazol 150 mg, cápsula	marca	2 087,0	648,0	1 232,0	772,8	1 766,0	1 390,0
	genérico	1 300,0	n.d.	n.d.	375,0	558,0	310,0
Gentamicina 80 mg/ 2 ml inyección	marca	470,0	18,0	157,0	72,0	n.d.	580,0
	genérico	127,0	18,0	92,0	47,0	26,0	59,6
Ibuprofeno 400 mg, tableta	marca	45,6	40,0	22,0	56,5	n.d.	46,3
	genérico	30,9	10,0	n.d.	6,5	45,0	7,8
Sulfametoxazol, trimetoprima 180 /160 mg tableta	marca	79,3	64,0	44,0	40,2	n.d.	72,0
	genérico	34,1	15,0	28,0	3,5	6,0	11,3

Fuente: Acción Internacional para la Salud (AIS). Mayo 2001.

Con el fin de presentar información más reciente de los niveles de precios de las medicinas de marca en el Perú y los correspondientes a otros países, en particular de América Latina, se consultó -vía internet- los precios reportados por la revista *K@iros*. De acuerdo a esta fuente de información, se observó un gran diferencial en precios de las medicinas de marca entre los países de la región, siendo los precios reportados para el Perú los más elevados, seguidos por México.

CUADRO 4
PRECIOS DE PRINCIPALES MEDICINAS DE MARCA 1/
(En US dólares)

Compuesto principal y presentación	Perú	Argentina	Brasil	Chile	España	Estados Unidos	Francia	México	Uruguay	Venezuela
Captopril 50 mg, tableta x30	37,8		13,4	13,5	13,1			34,5	17,3	13,5
Eritromicina 500 mg, tableta x 24	27,8		9,2					13,5		13,7
Fluoxetina 20 mg, cápsula x 28	86,3	24,9	26,9	15,0	21,6	77,9	24,9	49,1		61,9
Amoxicilina 500 mg, cápsula x 12	7,7		4,3		2,5	5,0		7,5		7,0
Alendronato 70 mg, tableta x 2	31,2	11,7	12,7	17,6			17,4	34,3		53,8
Atorvastatina 20 mg, tableta x 30	64,9	12,1	32,7	37,0					43,2	54,6
Fluconazol 200 mg, cápsula x 8	177,7							161,9		68,7
Celecoxib 200mg, cápsula x 10	15,0	10,0				30,7	11,6	24,2		16,9
Ibuprofeno 600 mg, tableta x 30	27,2		4,4	8,3				14,5		18,4
Lincomicina 500 mg, cápsula x 12	17,8			7,1						10,2
Naproxeno 550 mg, comp. x 10	10,0				1,9	16,1	3,7			
Sulfametoxazol, comprimido x 20	9,4		5,5	6,8						4,3

1/ Considera una homogenización de presentaciones de medicinas.
Fuente: Revista *K@iros* para países de América Latina y consultas en los casos de Francia, España y Estados Unidos. Agosto 2002.



6. Evaluación de medidas

Frente a la problemática de los altos precios de las medicinas, los países han aplicado una serie de medidas con el objeto de reducirlos. Entre estas medidas se encuentran la conformación de listas de medicamentos esenciales, el control de precios, así como el aumento de la oferta a través de la promoción de los productos genéricos.

6.1. Conformación de listas

Consiste en seleccionar un grupo de medicamentos no sólo con criterios clínicos sino económicos, los que deben de satisfacer los requerimientos medicinales de la mayor parte de la población. Se espera que estos productos se distribuyan en los hospitales públicos o en los hospitales de la seguridad social.

La lista de medicamentos esenciales promovida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) está conformada mayoritariamente por medicinas con patente vencida y que son de dominio público, lo que tiene la ventaja de desalentar la introducción de productos nuevos con escaso aporte terapéutico y de mayor precio.

En el Perú se aplica programas de medicamentos esenciales, pero en forma restringida. A este respecto, expertos en el tema indican que aproximadamente el 22 por ciento de los medicamentos esenciales incluidos en el Petitorio Nacional de Medicamentos Esenciales no se encuentra disponible en el mercado.

6.2. Control de precios

Esta medida consiste en fijar los precios de las medicinas, teniendo como referencia el costo de productos similares o el precio registrado en otros países. La experiencia en otros países indica que los problemas de información entre el regulador y el regulado no han permitido asegurar que el precio sea equitativo tanto para el consumidor como para el fabricante.

La política seguida por el productor ante el control de precios ha sido generalmente la de incentivar un mayor consumo del producto para ganar por volumen, lo que va en contra del uso racional de los medicamentos. Los laboratorios también han optado por la introducción de productos nuevos para superar el control, lo que no necesariamente implica una mejora en términos terapéuticos. A este respecto, algunos especialistas señalan que si se incorporan al mercado fármacos genéricos, de producción local e importados, bajo un concepto básico de calidad, no habría razón para que exista control de precios.

Otra opción al control de precios ha sido la de fijar un límite máximo para la tasa de retorno por ventas de la industria. Este sistema se ha aplicado en Inglaterra en el sistema de salud pública, que en dicho país constituye el principal mercado para los productos farmacéuticos. Si bien la medida ha permitido un menor costo de las medicinas, entre sus desventajas se señala la mayor concentración de la industria.



Recuadro 2

Proyecto de Ley General de Medicamentos Ley N° 2882

En el Perú se cuenta con una propuesta de control de precios contenida en el proyecto de Ley General de Medicamentos. Entre sus principales planteamientos se encuentran:

- La conformación de un Consejo Nacional de Medicamentos, Insumos y Drogas (CONAMID), que se constituirá en el ente regulador del sector, con atribuciones e independencia mayores que la actual DIGEMID y que tendrá injerencia en la producción, importación, comercialización y distribución de los medicamentos;

- El CONAMID intervendrá en la supervisión y regulación de los precios de los medicamentos y sus insumos y materias primas. Para tal efecto designará una comisión técnica especial que fijará los precios máximos de venta al público, mediante la elaboración y difusión de listas de referencia de precios máximos de medicamentos de marca y medicamentos genéricos (Artículo N° 38). Con esta finalidad, en el Artículo N° 39 se señala que el CONAMID reunirá información sobre los costos de producción, precios de las materias primas y precios de los medicamentos en otros países. También se determinará los márgenes de ganancia de los diferentes participantes en el proceso de elaboración y distribución de los productos farmacéuticos.

Este proyecto ha sido objetado por el Indecopi -Informe N° 048-2002/GEE de julio de 2002-, que señala que la fijación administrativa de precios, del valor de insumos y materias primas y de márgenes de ganancias contraviene los principios de libre competencia y contratación, consagrados en la Constitución. Bajo el actual ordenamiento jurídico, le compete al Estado sancionar el abuso de posiciones dominantes, las prácticas restrictivas de la libre competencia y la competencia desleal.

Indecopi realiza importantes objeciones sobre las dificultades prácticas para aplicar una medida de control de precios. Señala que los márgenes de ganancia, al igual que los precios, constituyen variables que controlan las empresas, con la diferencia que, mientras los segundos son públicos, los primeros no son directamente observables. La aplicación de un sistema como el descrito, exigiría contar con mecanismos de control y auditoría contable, que difícilmente tiene el Estado o, en todo caso, generará elevados costos de fiscalización y supervisión.

También menciona que las condiciones de oferta y demanda suelen ser cambiantes, por lo que existe el riesgo que el Estado sobrevalúe o subvalúe un producto o servicio, lo que distorsionaría la asignación de recursos y puede dar lugar a mercados negros y contrabando. La fijación administrativa de precios también puede ser altamente discrecional y favorecer a determinados agentes que intervienen en el mercado.

6.3. Sustitución de productos de marca por genéricos

La sustitución del producto de marca por uno genérico -fármaco con el mismo *principio activo*- o por medicamentos con similar utilidad terapéutica, permite que el consumidor enfrente mayores opciones a precios significativamente inferiores.

A este respecto, destaca el caso de Estados Unidos, país que registra una disminución de precios de los medicamentos en los últimos años debido a la introducción de productos genéricos en el mercado. Desde 1984, para autorizar su venta, sólo debe probarse que el medicamento genérico contiene el mismo *principio activo* que el de marca y que cumple con buenas prácticas de manufactura.

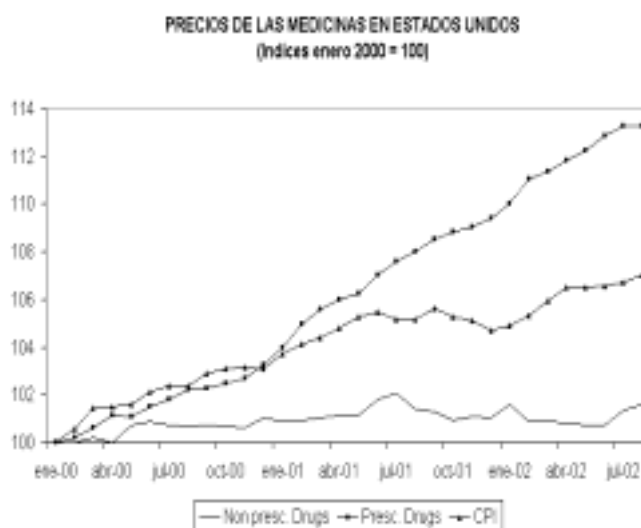


En el caso de ese país, se permite la sustitución entre medicamentos por parte del farmacéutico. El Centro para la Evaluación e Investigación de Fármacos (CDER, por sus siglas en inglés) es el organismo encargado de garantizar que los medicamentos genéricos sean seguros, eficaces y *bioequivalentes* con el producto de referencia, y de asegurar que estén al alcance de la población.

Recuadro 3

Precios de Medicamentos en Estados Unidos

En forma referencial, de acuerdo a información del Bureau of Labor Statistics de Estados Unidos, el incremento de precios de las medicinas de marca es mayor que el incremento de precios al consumidor, habiéndose ampliado dicha diferencia en el transcurso del tiempo. Por su parte, los precios de las medicinas genéricas han aumentado en un monto menor que el nivel de precios promedio de bienes y servicios.



El aumento de los precios de medicamentos de marca se ha atribuido a los gastos de promoción y publicidad por parte de la industria farmacéutica, desde que se permitió la publicidad directa de estos productos.

Por su parte, en los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) durante el período 1996-1997, la participación promedio de los genéricos en el valor total de medicamentos fue 11 por ciento. La mayor participación se registró en Alemania (39 por ciento), Dinamarca (38 por ciento) y Finlandia (32 por ciento), mientras que las más bajas se reportaron en Portugal (3 por ciento), Italia (3 por ciento), Francia (2 por ciento) y España (insignificante). Cabe mencionar que en España y Portugal los productos de marca falsificada presentaron una elevada participación⁹.

Entre las políticas que contribuyeron a aumentar la demanda por genéricos se menciona: i) la falta de incentivos financieros a los médicos para recetar productos de marca y la retribución financiera por disminuir el gasto en medicinas, como ocurre con los médicos en los hospitales públicos, o en los sistemas de seguros de salud públicos; ii) la autorización para la sustitución de medicamentos de marca por genéricos; iii) la libertad de elección de los consumidores.

⁹ Fuera de Europa, la participación más alta de medicamentos genéricos se captó en Canadá (15 por ciento), mientras que en Estados UNIDOS alcanzó 11 por ciento.



El precio de los genéricos fue controlado en 16 países, a través de los sistemas de seguros de salud, que fijaron un precio de reembolso por debajo del precio del producto original. Por ejemplo, en Estados Unidos con el fin de reducir sus costos, la política seguida por los seguros privados ha sido incentivar el uso de medicamentos genéricos, fijando el valor de reembolso al del precio más barato de los medicamentos comparables.

La experiencia internacional indica que los cambios en la prescripción médica de medicamentos de marca a genéricos puede lograrse mejorando la información proporcionada a los médicos a través de cartillas o cursos de capacitación y con incentivos económicos -por ejemplo, en los seguros de salud se puede premiar al médico que disminuya el costo de las aseguradoras-. En los sistemas de seguro público, el reembolso al asegurado se realiza con base al medicamento más barato de un grupo de productos similares; ello implica proporcionar información al consumidor sobre listas de medicamentos, lo que también contribuirá a que haga un uso racional de los mismos.

En América Latina, destaca el caso de Chile, país que presenta los precios de fármacos más baratos del continente (Godoy, 1999). Dos características básicas del caso chileno son la presencia de una industria farmacéutica nacional predominante y el rol que cumplen los medicamentos genéricos, que representan cerca del 40 por ciento del mercado total. Cabe señalar que el precio promedio de los genéricos es 4 veces menor que el conjunto de medicamentos y que el farmacéutico tiene la capacidad para sustituir medicinas, encontrándose incentivado por el mayor margen de ganancia que ofrecen los genéricos.

En el caso de Perú, cabe relevar la propuesta de la Comisión Multisectorial creada mediante Resolución Suprema N° 196-2001-SA¹⁰, con el objetivo de diseñar una estrategia que facilitara el abastecimiento de medicinas y posibilitara una reducción de los precios de las medicinas esenciales para la salud humana.

La principal recomendación de la Comisión fue la de hacer cumplir la disposición que en las recetas se consigne el nombre genérico del medicamento. Para que esta medida fuese efectiva se le otorgaba a la DIGEMID la facultad de aplicar sanciones a los médicos. Por su parte, el Indecopi tendría la facultad de sancionar a las farmacias que no brindaran dicha información. Asimismo, se autorizaba a la DIGEMID y al INDECOPI a difundir listas comparativas de precios de productos farmacéuticos.

Otra propuesta importante fue la de dotar de mayores recursos a la DIGEMID para que pudiera cumplir de forma efectiva con su labor fiscalizadora; también se recomendó la aplicación de un sistema que permita realizar los estudios de biodisponibilidad y bioequivalencia necesarios.

6.4. Compras consolidadas

La compra en grandes volúmenes por parte del sector público, con base a una lista de medicamentos básicos y nombres genéricos, es una práctica usual para disminuir los precios de estos productos. Ello requiere de una correcta previsión de la demanda y del nivel de stock que se debe mantener.

En el Perú las compras centralizadas de medicamentos por parte del Ministerio de Salud y ESSALUD habrían contribuido a reducir los precios en el sector público. Otro hecho relevante es el acuerdo de los Ministros de Salud de la Comunidad Andina respecto a la compra conjunta de antirretrovirales.

¹⁰ La Comisión estuvo integrada por representantes del Ministerio de Salud, Seguro Social de Salud, Colegio Médico del Perú, Academia Nacional de Medicina, ALAFARPE, ADIFAN, Defensoría del Pueblo, Indecopi y Colegio de Químicos Farmacéuticos del Perú.



6.5. Licencias obligatorias e importaciones paralelas

Se consideran un medio para reducir los precios de los medicamentos y para incrementar la oferta local. La OMS, invocando el estado de emergencia sanitaria, ha apoyado el derecho de los países en desarrollo a fabricar o importar genéricos, aun cuando la patente no haya expirado.

Bajo el Acuerdo ADPIC de la OMC, el titular de la patente está obligado a explotar la invención patentada, en cualquier país miembro, bajo la forma de producción industrial del producto objeto de la patente, su importación o el uso integral del procedimiento patentado de forma suficiente para atender la demanda del mercado. De no darse esta explotación, se establece que cualquier persona puede solicitar una licencia obligatoria: se permite la manufactura y uso de medicamentos sin el consentimiento del titular de la patente.

La industria farmacéutica innovadora se ha opuesto a las licencias obligatorias aduciendo que configuran un clima de inseguridad para la inversión y la transferencia tecnológica, razón por la que sería preferible suprimirla o, en todo caso, que se otorguen sólo en casos excepcionales.

Las importaciones paralelas se refieren al caso que un agente, no autorizado por el productor del fármaco, importe este medicamento desde un país distinto de aquel donde fue fabricado. De esta forma, puede obtenerlo a un precio más bajo ya que las compañías farmacéuticas transnacionales fijan precios diferentes para un mismo producto según países¹¹. Los precios del mismo producto pueden variar de un país a otro debido a diversos factores, como las reglas de protección de la propiedad intelectual, nivel de ingresos y grado de competencia entre los productores.

En Perú, ADIFAN ha propuesto el establecimiento de las licencias obligatorias como un derecho del Estado en casos de emergencia nacional o de urgencia. Al respecto, se ha señalado que si bien la importación paralela puede ser beneficiosa al introducir más competencia, se debe tener cuidado de no importar fármacos que no tienen control de calidad. Debido a ello, se propone establecer la obligación por parte de las importadoras de presentar un certificado de Buenas Prácticas de Manufactura del laboratorio fabricante y que este documento sea emitido por la autoridad competente de su país.

¹¹ Consumer Project on Technology (1998) encontró los siguientes precios de la versión del Amoxil de SmithKline Beechman: Pakistán, US\$ 8; Canadá, US\$ 14; Italia, US\$ 16; Nueva Zelanda, US\$ 22; Filipinas, US\$ 29; Malasia, US\$ 36; Indonesia, US\$ 40; y Alemania, US\$ 60.



7. Conclusiones

1. En los últimos años, los precios de las medicinas en el mercado peruano, han registrado un continuo incremento, en particular los medicamentos de marca, superando en muchos casos el correspondiente a los mismos productos en otros países.
2. Las características imperfectas de este mercado han determinado en el ámbito internacional, la intervención por parte del Estado, la cual ha adoptado desde formas de políticas de difusión de listas de medicamentos, hasta el control directo de precios, no siempre con los resultados esperados. En el Perú los problemas pueden superarse mediante medidas que permite el actual marco normativo en este campo, como la obligatoriedad de escribir en la receta el nombre genérico del medicamento.
3. Entre las principales acciones que se deben contemplar se encuentra la de brindar información suficiente para que los agentes que actúan en el mercado adopten decisiones adecuadas. Ello implica una campaña de difusión de medicamentos genéricos y de sus precios -por ejemplo, a través de medios como hojas electrónicas en internet tal como lo ha propuesto Indecopi- y, en una perspectiva de mediano plazo, una mayor cobertura de seguros público o privado, lo que aseguraría una mayor información y el uso racional de medicamentos.
4. Corresponde al organismo regulador establecer los métodos de evaluación que aseguren la equivalencia farmacéutica y la equivalencia terapéutica, pero con especial cuidado de no introducir una barrera técnica adicional para el acceso del medicamento genérico al mercado. Esto último requiere el aporte de los especialistas en temas como la intercambiabilidad, entre medicamentos de marca y genéricos, la relación farmacocinética y farmacodinámica de los productos, los criterios de bioequivalencia, y en general sobre las pruebas requeridas para cumplir con el objetivo de calidad y eficacia terapéutica de los medicamentos.
5. A nivel mundial la importancia de fomentar la investigación orientada al desarrollo de nuevos medicamentos a través de la aplicación del sistema de patentes se enfrenta a la evidencia de que un gran porcentaje de la población que requiere justamente de esos medicamentos no está en capacidad de adquirirlos. La tendencia creciente de los precios de las medicinas ha llevado incluso a plantear la interrogante sobre la capacidad futura de los sistemas de seguros, incluso privados, de cubrir costos cada vez mayores de reembolso por concepto de medicamentos. El escaso acceso los medicamentos no sería por lo tanto sólo un problema de baja capacidad adquisitiva de la población, sino de precios elevados. Contener los precios a través de una mayor competencia sin afectar la innovación constituye el reto actual de la política de medicamentos.



8. Bibliografía

Acción Internacional para la Salud (1999), Boletín AIS-LAC.

Acción Internacional para la Salud (2001), Boletín AIS-LAC.

Acción Internacional para la Salud, Documento (2001), AIS-LAC: Genéricos e intercambiabilidad.

Acción Internacional para la Salud (2002), Boletín AIS-LAC.

Azparren, Ana (2000), Promoción de medicamentos, Revista Bit.

Consejo Internacional de Organizaciones con Servicio en SIDA (ICASO) (1999), Licencias obligatorias e importaciones paralelas.

Correa Salde, Viviana; Uema, Sonia y Solá, Nancy (2002), Información activa sobre medicamentos. Los medicamentos genéricos ¿qué necesitamos saber?, Boletín Fármacos, Volumen 5, Número 2.

Cortez, Rafael (Editor) (2002), Salud, equidad y pobreza en el Perú: Teoría y nuevas evidencias, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

Godoy Garraza, Lucas (2001), Contención de costos en medicamentos. La experiencia internacional y el caso chileno, Universidad de Chile, Magister en Gestión y Políticas Públicas, Estudio de caso N° 59.

González García, Ginés (1999), El mercado de medicamentos en la Argentina, Fundación ISALUD, Estudios de la Economía Real N° 13.

Indecopi (2002), Compras estatales y competencia en el mercado de productos farmacéuticos, Documento de Discusión N° 05-2002/GEE, Gerencia de Estudios Económicos.

Indecopi (2001), Informe N° 033-2001/GEE .

Indecopi (1999), Resolución N° 0084-999/TDC-INDECOPI .

National Economic Research Associates (1998), Policy relating to generic medicines in The OECD.

OPS/OMS (2002), Análisis de la situación Perú, Programa Especial de Análisis de Salud.

Queijo, Virginia (2000), La industria farmacéutica en el Uruguay.

Semana Económica (2001), La industria farmacéutica. Año 17, N° 793, Lima.

Tobar, Federico (2002), Acceso a los medicamentos en Argentina: Diagnóstico y alternativas. En Boletín Fármacos, volumen 5.

Vargas Girón, Manuel (2002), “Acceso y uso racional de medicamentos en el Perú” en “La salud peruana en el siglo XXI: Retos y propuestas de política” Consorcio de Investigación Económica y Social.



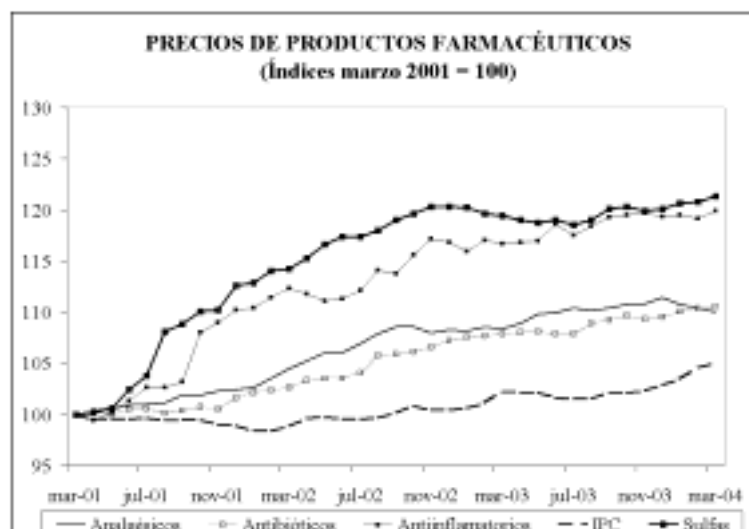
ANEXO 1

**IPC, PRECIOS DE BIENES INDUSTRIALES Y DE MEDICINAS
(Variación porcentual anual)**

	IPC	Bienes industriales	Medicinas
1996	11,8	8,0	17,1
1997	6,5	6,4	12,1
1998	6,0	7,3	9,5
1999	3,7	2,7	14,1
2000	3,7	2,7	6,5
2001	-0,1	0,7	5,1
2002	1,5	1,8	3,6
2003	2,5	0,3	1,7
2004 1/	3,2	2,7	3,3

1/ Enero-agosto

Fuente: INEI





**ANEXO 2
PRECIOS DE MEDICINAS
(En nuevos soles)**

Clase Terapéutica	Ingredientes Activo		Presentación		mar-00	mar-01	dic-01	mar-02	dic-02	mar-03	dic-03	mar-04
Analgésicos	Metamizol sódico +Dipirone	marca	1g. Iny. Amp x 2 ml	FPB	5,32	6,26	6,26	7,26	8,05	9,35	10,38	10,38
		genérico	1g/2 ml Amp x 25	FPB	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	102,56	102,56	102,56	102,56
	Paracetamol	marca	tab*100	FPB	30,15	34,00	33,99	33,99	36,87	39,75	40,89	40,89
		genérico	500 mg. Tab x 100	FPB	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	20,90	21,30	21,30	21,30
	Ácido Acetilsalicílico	marca	500 mg tab x 100	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	15,84	15,84	17,40	17,40
		genérico	500 mg tab x 100	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	5,79	5,79	5,79	5,79
	Ketorolac	marca	10mg. Tab x 10	FPB	36,10	39,13	39,91	39,91	40,91	40,90	44,37	44,37
		genérico	10 mg tab x 200	FPB	s.i.	292,60	292,60	319,20	335,16	335,16	335,16	335,16
Anticídicos	Hidróxido de aluminio+hidróxido magnesio+dietilicona	marca	tab x 145	FPB	113,30	120,84	121,63	122,41	123,03	123,64	124,69	124,69
		genérico	200 mg tab x 30	FPB	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	24,36	26,57	29,23	29,23
	Rambidina	marca	150 mg comp x 50	FPB	91,48	96,97	96,97	96,97	98,87	98,87	99,71	99,71
		genérico	150 mg tab x 100	FPB	s.i.	64,35	64,35	64,35	64,35	64,35	64,35	64,35
	Simeticona	marca	80 mg/ 1ml. Gotas x 15 ml	PVF	s.i.	10,38	10,38	10,38	10,49	10,60	11,09	11,09
		genérico	80 mg/ 1ml. Gotas x 15 ml	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14,88	14,88
genérico		40 mg/0,6 ml. gotas x 15 ml	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	5,78	5,78	5,78	5,83	
Antibióticos	Amoxicilina	marca	500 mg cap x 100	PVF	143,07	155,65	165,06	173,31	181,07	183,63	183,63	183,63
		genérico	500 mg cap x 100	PVF	s.i.	73,93	74,51	74,51	74,51	74,51	75,14	75,14
	Eritromicina	marca	500 mg tab x 100	FPB	282,60	324,02	340,42	340,42	366,88	393,18	396,51	396,51
		genérico	500 mg tab x 50	FPB	96,52	101,35	101,35	101,35	101,35	106,35	101,35	101,35
	Doxiciclina	marca	500 mg. Caps x100	PVF	216,46	233,20	185,92	191,51	199,23	206,20	202,91	202,91
		genérico	500 mg caps x 60	PVF	s.i.	39,50	39,50	39,50	39,50	39,50	39,50	39,50
	Ceftriaxona	marca	1000 mg vial x 1	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	112,23	112,23	113,18	113,18
		genérico	1000 mg IV Iny amp x 1	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	44,84	44,84	44,84	44,84
Antibacterianos	Furazolidona	marca	50 mg/15 ml susp. X 120 ml	FPB	30,50	30,50	31,72	31,72	32,36	33,00	37,32	37,60
		genérico	50 mg/15 ml susp. X 120 ml	FPB	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	5,89	11,77	11,77	11,77
Antiinflamatorios	Ibuprofeno	marca	400 mg. grageas x 30	FPB	59,64	59,64	61,48	61,48	67,70	69,67	69,67	70,26
		genérico	400 mg tab x 30	FPB	15,23	15,23	16,52	16,29	16,88	17,12	17,26	18,14
		genérico	400 mg tab x 100	FPB	39,24	41,23	41,23	41,23	41,23	41,23	41,23	41,23
		genérico	400 mg tab x 100	FPB	42,00	42,00	42,00	42,00	42,65	43,30	43,30	43,30
	Naproxeno	marca	550 mg tab x 100	PVF	s.i.	231,01	254,84	254,84	254,84	254,84	277,80	277,80
		genérico	500 mg tab x 30	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	15,77	16,07	16,07	16,07
genérico	550 mg tab x 100	PVF	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	93,10	93,10	93,10	93,10		



**ANEXO 2
PRECIOS DE MEDICINAS
(En nuevos soles)**

Clase Terapéutica	Ingredientes Activo	Presentación	mar-00	mar-01	dic-01	mar-02	dic-02	mar-03	dic-03	mar-04		
Antiespasmódicos	Rofecoxib	marca	25 mg caja tab x 14	FFS	69,47	70,85	70,85	74,19	76,06	77,92	77,92	77,92
		genérico	25 mg caja tab x 10	FFS	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	39,30	39,30
	Celecoxib	marca	200 mg cap x 10	FFS	40,54	54,40	54,37	54,37	54,37	54,36	54,36	54,82
		genérico	200 mg cap x 60	FFS	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	240,12	242,15	242,15
Corticoides	Dexametazona	marca	4 mg/iny amp. X 2 ml	FFS	8,31	10,31	10,31	11,15	13,47	14,12	15,33	15,33
		genérico	4mg / 2 ml amp x 25	FFS	86,31	86,31	86,32	86,32	86,32	86,32	87,85	87,85
	Prednisona	marca	5 mg tab x 30	FFS	30,87	33,94	35,66	39,22	39,22	39,22	39,22	39,22
		genérico	5 mg tab x 100	FFS	24,80	24,80	24,80	24,80	24,80	24,80	25,81	25,81
Expectorantes mucolíticos	Bromhexina	marca	jarabe x 100 ml	FFS	28,60	30,04	30,04	33,04	34,74	36,43	36,73	36,73
		genérico	jarabe x 100 ml	FFS	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06
	Ambroxol	marca	30 mg/ibe x 100 ml	FFS	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	51,46	51,46	51,90	51,90
		genérico	30 mg / 5 ml/ibe. X 120 ml	FFS	14,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Hipotensores	Captopril	marca	25 mg blát. Tab x 100	FFS	313,15	324,61	334,34	334,34	338,36	344,37	357,71	357,71
		genérico	25 mg tab x 100	FFS	38,52	38,52	38,52	65,17	68,40	68,40	68,40	68,43
	Enalapril	marca	5 mg tab x 40	FFS	66,25	73,04	76,81	82,34	82,68	83,01	85,51	85,51
		genérico	5 mg tab x 50	FFS	26,80	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30
Tranquilizantes	Diazepam	marca	10 mg tab x 100	PVF	43,36	43,36	43,36	43,36	43,38	43,40	46,41	46,41
		genérico	10 mg tab x 20	PVF	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
	Bromazepam	marca	3 mg comp x 30	PVF	s.i.	90,11	107,52	120,42	144,23	151,90	172,12	172,12
		genérico										
Alprazolam	marca	0,5 mg tab x 100	FFS	273,33	295,19	309,94	309,94	351,16	361,39	361,39	364,45	
	genérico	0,5 mg tab x 100	FFS	70,62	70,62	77,69	77,69	77,69	77,69	78,34	78,34	
Sulfos, antibióticos y antiparasitarios	Sulfametoxazol + trimetoprima	marca	7be x 60 ml	PVF	30,22	21,34	25,93	27,22	30,75	31,50	31,77	31,77
		genérico	5 sup. X 60 ml	PVF	s.i.	6,88	6,88	6,88	7,05	7,22	7,28	7,28
	Nofloxacina	marca	400 mg tab x 14	FFS	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	91,90	92,79	97,42	97,42
		genérico	400 mg tab x 14	FFS	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Fluconazol	marca	150 mg cap x 1	FFS	61,73	61,73	61,73	61,73	63,82	65,90	66,86	66,83	
	genérico	150 mg tab x 1	FFS	25,27	25,27	25,27	25,27	25,27	25,27	25,48	25,48	
Antiasmáticos	Salbutamol	marca	4 mg tab x 30	PVF	14,53	16,71	18,82	18,82	20,26	20,26	20,43	20,43
		genérico	4 mg tab x 20	PVF	3,40	3,30	3,30	3,30	3,55	3,40	3,40	3,40

Fuente: Revista K@rmas

s.i. = Sin información. No aparece el registro del producto

FFS = Precio sugerido al público

PVF = Precio de venta a las farmacias