



## POLÍTICA MONETARIA Y LA ENFERMEDAD HOLANDESA: RIGIDEZ DE PRECIOS Y DE SALARIOS\*

Constantino Hevia\*\*  
Juan Pablo Nicolini\*\*\*

### I. INTRODUCCIÓN

Estudiamos la política monetaria y cambiaria óptima para una economía pequeña y abierta, con rigidez tanto de precios como de salarios, tras un *shock* al precio de un producto exportable. Desde un punto de vista teórico, y como demostramos, la presencia de ambos tipos de rigidez implica que, en la medida en que la política fiscal no responda a los *shocks*, una estabilidad total de precios no es óptima.

El presente artículo es parte de un proyecto de investigación motivado por las experiencias de muchas economías pequeñas y abiertas que, en las últimas dos décadas —y con gran éxito— adoptaron un esquema de metas de inflación. Varias de ellas producen materias primas, y el tamaño de este sector es muy grande en relación al PIB. Por ejemplo, entre los años 2000 y 2010, las exportaciones de cobre y productos del mar de Chile promediaron alrededor de 17% del PIB, en tanto las exportaciones de petróleo y productos del mar de Noruega representaron el 20% del PIB (Hevia y Nicolini, 2013). En la misma década, el precio real del cobre y del petróleo subieron cerca de 300%. La magnitud de estos *shocks* supera cualquier otro *shock* al ciclo económico que hayamos visto.

Dichos *shocks* tienen efectos directos en el lado monetario de estas economías. En efecto, la correlación entre el precio del bien exportable filtrado por HP y el tipo de cambio nominal filtrado por HP —para concentrar nuestro análisis en la frecuencia del ciclo económico— va de -50% a -70% en ambos países, según si se incluyen en la muestra los últimos tres períodos de la década. Dicho período fue testigo de drásticos cambios en los precios de materias primas, en comovimiento con el peso chileno y la corona noruega<sup>1</sup>. El gráfico 1 describe los datos filtrados por HP para el tipo de cambio nominal y el precio del respectivo recurso para ambos países. La correlación es obvia.

Claramente, esta correlación no puede ser independiente del régimen de política vigente. En un sistema de tipo de cambio fijo, dicha correlación es naturalmente cero. Así, cabría esperar que la correlación entre el precio del

\* Las opiniones aquí expresadas son las de los autores y no representan necesariamente las de la Reserva Federal de Minneapolis o del Sistema de Reserva Federal.

\*\* Universidad Torcuato Di Tella, Argentina. E-mail: chevia@utdt.edu

\*\*\* Reserva Federal de Minneapolis y Universidad Torcuato Di Tella. E-mail: juanpa@utdt.edu

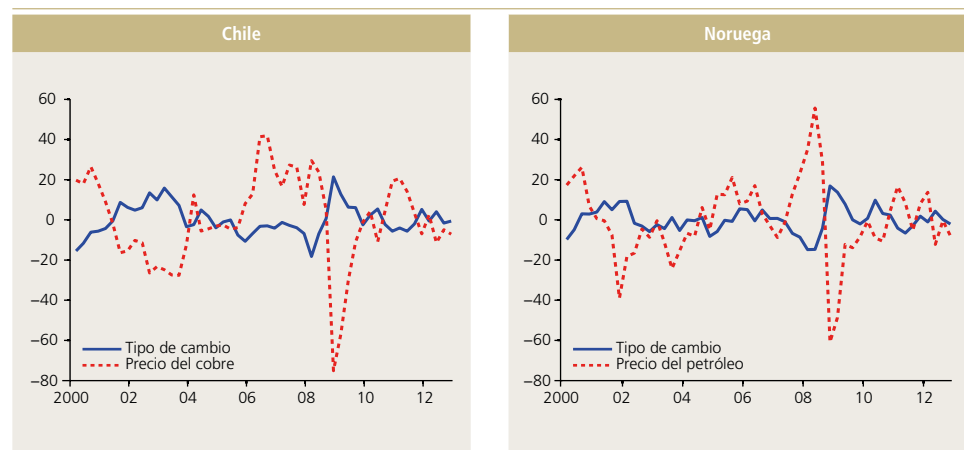
1 Primero se saca logaritmo a las series y luego se filtran por HP con un parámetro de suavizamiento de 1600.

cobre y el tipo de cambio de Chile fuera mucho más cercana a cero durante los primeros años noventa, cuando se bajó la inflación de casi 30% anual a menos de 10% usando un tipo de cambio manejado. Pero en un régimen muy exitoso de metas de inflación, como el que siguieron ambos bancos centrales durante el período, el tipo de cambio nominal flota libremente, de modo que la correlación la determinan las fuerzas del mercado. De acuerdo con el siguiente modelo, la correlación negativa es consecuencia directa del régimen de metas de inflación. De hecho, en el modelo, luego de un aumento importante del precio del bien exportable, y con estabilidad de precios dada, el tipo de cambio nominal —y también el real, dada la estabilidad de precios— sufre una aguda apreciación, generando el tradicional efecto de la enfermedad holandesa, que es la respuesta óptima de los precios y cantidades a un *shock* a los precios relativos.

Nos interesa estudiar las condiciones en las que un régimen de metas de inflación estricto es óptimo. Dicho de otro modo, intentamos dilucidar bajo qué condiciones estos episodios de enfermedad holandesa son ineficientes desde la perspectiva de la asignación de recursos. En nuestra opinión, esta es una de las principales preguntas que se hace la autoridad de política en países como Chile. En efecto, durante el exitoso período de metas de inflación, el Banco Central se alejó dos veces de la regla estricta: una en abril del 2008 y más tarde en enero del 2011. En ambas ocasiones, la intervención se justificó con esencialmente el mismo argumento: los términos de intercambio estaban muy altos y el tipo de cambio nominal estaba muy bajo.

Gráfico 1

### Tipos de cambio nominales y precio del principal producto de exportación



Fuente: Elaboración de los autores basada en fuentes nacionales y en datos del Banco Mundial (*Global Economic Monitor*).



En un estudio anterior (Hevia y Nicolini, 2013), analizamos una economía con solo fricciones de precios y demostramos que, incluso en un entorno segundo mejor con impuestos distorsionadores, la estabilidad de precios internos será óptima siempre que las preferencias sean de tipo isoelástico (típicamente utilizado en la literatura), incluso si la política fiscal es incapaz de responder a un *shock*. En otras palabras, las restricciones a la fijación de precios no implican necesariamente que las grandes y persistentes desviaciones observadas en el tipo de cambio nominal y real de países como Chile sean subóptimas, mientras la política monetaria se ejecute con el objetivo de estabilizar los precios internos. Así, el modelo de dicho estudio justifica plenamente un régimen puro de metas de inflación (a una tasa de inflación de precios internos igual a cero). En otras palabras, la enfermedad holandesa en realidad no es una enfermedad; es simplemente la respuesta óptima de los precios y las cantidades a un *shock* a los precios relativos.

En la conclusión de nuestro estudio anterior, anotamos que nuestros resultados se desmoronan en la presencia de fricciones tanto de precios como de salarios. La exploración cuantitativa de esto es el objetivo de este artículo. Explorar este problema de política en el contexto de rigidez de precios y salarios nos parece el paso natural. La mayoría de los modelos a mediana escala que se utilizan hoy día para evaluar la política monetaria exhiben los dos tipos de rigidez, siguiendo los trabajos de Christiano, Eichenbaum y Evans (2005) y de Smets y Wouters (2007). ¿A qué distancia de la estabilidad de precios pura está la política óptima cuando están presentes los dos tipos de fricción? ¿Cuáles son sus implicancias en el debate sobre la “flotación sucia” en los países que sufren grandes fluctuaciones en sus términos de intercambio? Responder estas preguntas es la contribución de este artículo.

Como dijimos, la teoría es clara: la presencia de ambas fricciones más instrumentos tributarios inflexibles, implica que una estabilidad total de precios no es óptima. En aras de la integridad, primero generalizamos los resultados para economía cerrada de Correia et al. (2013), y para economía pequeña y abierta de Hevia y Nicolini (2013), con solo fricciones de precios, a nuestro modelo de economía pequeña y abierta con fricciones de precios y de salarios y luego mostramos que, en general, una estabilidad de precios total no es óptima cuando los impuestos no pueden depender del tiempo y del estado. Pero la mayor exploración del presente artículo es cuantitativa: por un lado, exploramos numéricamente qué tan lejos de un esquema de metas de inflación está la política óptima; por el otro, computamos la diferencia de bienestar entre la política óptima y el régimen estricto de metas de inflación. Para la versión calibrada de nuestro modelo, encontramos que el factor clave es el grado de rigidez de los salarios. De hecho, cuando los salarios son muy rígidos (un parámetro de Calvo tan alto como 0,8) y existe suficiente rigidez de precios (un parámetro de Calvo de al menos 0,25), el efecto de bienestar de la estabilidad total de precios relativo a la política óptima puede llegar a ser tan alto como un 0,5% del consumo de toda la vida. Sin embargo, si la rigidez se concentra mayoritariamente en los precios con algo de rigidez de salarios, el efecto de bienestar tiene un límite superior de 0,1% del consumo de toda la vida. También mostramos que un sistema de flotación sucia aproxima la política óptima notablemente bien.

El modelo utilizado aquí es el que exploramos en Hevia y Nicolini (2013), pero en este modelo permitimos una fuerza de trabajo heterogénea con poder de

mercado y fricciones en la determinación de los salarios. Una virtud del modelo es que es totalmente coherente con la evidencia presentada en el gráfico 1, como se muestra en el artículo. Presentamos el modelo en la sección II, en la sección III describimos la calibración y las soluciones numéricas para luego discutir la política óptima. La sección IV concluye.

## II. EL MODELO

Estudiamos un modelo temporal discreto para una economía pequeña y abierta habitada por hogares, el gobierno, firmas competitivas que producen un bien transable, firmas competitivas que producen bienes finales, y un continuo de firmas que producen bienes intermedios diferenciados. Se transan dos bienes finales diferenciados: uno producido en el país y el otro producido en el resto del mundo. La economía pequeña y abierta enfrenta una demanda de pendiente descendente por el bien final que produce, pero toma el precio internacional del bien final como dado. También existen dos materias primas —una local, la otra importada— que se usan para producir los bienes intermedios. Estos bienes intermedios se usan a la vez en la producción del bien final nacional.

### 1. Hogares

El hogar representativo tiene preferencias sobre secuencias contingentes de dos bienes de consumo final,  $C_t^h$  y  $C_t^f$ , y ocio  $L_t$ . La función de utilidad es débilmente separable entre los bienes de consumo final y el ocio, y se representa como

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, L_t), \tag{1}$$

donde  $0 < \beta < 1$  es un factor de descuento,  $C_t = H(C_t^h, C_t^f)$  es una función homogénea de grado uno y creciente en cada argumento, y  $U(C, L)$  es cóncava y creciente en ambos argumentos.

#### *Salarios rígidos*

Para permitir salarios rígidos, suponemos que el único hogar tiene un continuo de miembros indexados por  $h \in [0, 1]$ , donde cada uno provee un insumo laboral diferenciado  $n_{ht}$ . Las preferencias del hogar están descritas en (1), donde ocio es

$$L_t = \bar{L} - \int_0^1 n_{ht} dh, \tag{2}$$

y  $\bar{L}$  es la cantidad total de tiempo disponible para trabajo o para ocio.

Las variedades diferenciadas de trabajo se agregan en un insumo laboral total  $N_t$ , que se usa en la producción, según el agregador de Dixit-Stiglitz

$$N_t = \left[ \int_0^1 n_{ht}^{\frac{\theta^w - 1}{\theta^w}} dh \right]^{\frac{\theta^w}{\theta^w - 1}}, \theta^w > 1. \tag{3}$$



Cada miembro del hogar, que provee una variedad laboral diferenciada, se comporta como en competencia monopólica. Los trabajadores fijan su salario como en Calvo (1983), con probabilidad de poder revisar el salario  $1-\alpha^w$ . Esta lotería es *i.i.d.* para todos los trabajadores y a través del tiempo. Todos los trabajadores que no pueden determinar su salario en el período 0, tienen el mismo salario  $w_{-1}$ . Los demás precios vienen dados. Existe un set completo de activos contingentes al estado de la naturaleza. Consideramos un impuesto adicional, por planilla en la liquidación de salario pagada por las firmas,  $\tau_t^p$ .

### Estructura de mercado

Los mercados financieros son completos. Sean  $B_{t,t+1}$  y  $B_{t,t+1}^*$  bonos de descuento de un período denominados en moneda local y extranjera, respectivamente. Estos son bonos emitidos en el período  $t$  que pagan una unidad de la respectiva moneda en el período  $t+1$  en un estado particular del mundo y cero en los demás casos. La restricción presupuestaria del hogar es

$$P_t^h C_t^h + P_t^f C_t^f + E_t \left[ Q_{t,t+1} B_{t,t+1} + S_t Q_{t,t+1}^* \tilde{B}_{t,t+1}^* \right] \leq W_t (1 - \tau_t^n) N_t + B_{t-1,t} + S_t \frac{\tilde{B}_{t-1,t}^*}{1 + \tau_t^*}, \quad (4)$$

donde  $S_t$  es el tipo de cambio nominal entre la moneda local y la moneda extranjera,  $W_t$  es la tasa salarial nominal,  $\tau_t^n$  es un impuesto al ingreso laboral,  $\tau_t^*$  es un impuesto al retorno de los bonos en moneda extranjera (un impuesto a los flujos de capital), y  $Q_{t,t+1}$  es el precio en moneda local del bono nacional contingente de un período normalizado por la probabilidad condicional del estado de la economía en el período  $t+1$  condicional al estado en el período  $t$ . Igualmente,  $Q_{t,t+1}^*$  es el precio en moneda extranjera normalizado del bono externo<sup>2</sup>. En esta restricción, suponemos que los dividendos tienen impuesto total y que el impuesto al consumo es cero (explicaremos esto después).

Utilizando la restricción presupuestaria de los períodos  $t$  y  $t+1$  y reordenando, obtenemos la condición de no arbitraje entre el bono nacional y el externo:

$$Q_{t,t+1} = Q_{t,t+1}^* (1 + \tau_{t+1}^*) \frac{S_t}{S_{t+1}}. \quad (5)$$

Conviene trabajar con el valor presente de la restricción presupuestaria. Para ello, para todo  $k > 0$ , sea  $Q_{t,t+k} = Q_{t,t+1} Q_{t+1,t+2} \dots Q_{t+k-1,t+k}$  el precio de una unidad de moneda local en una historia particular de *shocks* en el período  $t+k$  en términos de la moneda local en el período  $t$ ; una definición análoga es válida para  $Q_{t,t+k}^*$ . Iterando hacia adelante en (4) e imponiendo la condición no Ponzi  $\lim_{t \rightarrow \infty} E_0^* [Q_{0,t} B_t + S_t Q_{0,t}^* \tilde{B}_t^*] \geq 0$ , obtenemos

<sup>2</sup> Utilizamos la notación  $\tilde{B}_{t,t+1}^*$  en vez de simplemente  $B_{t,t+1}^*$  para distinguir los bonos externos en poder de los hogares de los bonos externos en poder de la economía como un todo.

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} Q_{0,t} \left( P_t^h C_t^h + P_t^f C_t^f - W_t (1 - \tau_t^n) N_t \right) \leq 0, \quad (6)$$

donde hemos supuesto que la riqueza financiera inicial es cero, o  $B_{-1,0} = \tilde{B}_{-1,0}^* = 0$ . El hogar maximiza (1) sujeto a (6). Las condiciones de optimalidad provienen de

$$\frac{H_{C_t^h}(C_t^h, C_t^f)}{H_{C_t^f}(C_t^h, C_t^f)} = \frac{P_t^h}{P_t^f} \quad (7)$$

$$\frac{U_C(C_t, L_t) H_{C_t^h}(C_t^h, C_t^f)}{P_t^h} = \beta \frac{1}{Q_{t,t+1}} \frac{U_C(C_{t+1}, L_{t+1}) H_{C_t^h}(C_t^h, C_t^f)}{P_{t+1}^h}, \quad (8)$$

más una decisión de salario óptimo que discutiremos más adelante.

## 2. Gobierno

El gobierno aplica la política fiscal y monetaria y cobra impuestos para pagar consumo exógeno del bien final local,  $G_t^h$ <sup>3</sup>. La política monetaria consiste en reglas para la tasa de interés nominal  $R_t$ , o para el tipo de cambio nominal  $S_t$ . La política fiscal consiste en impuestos laborales  $\tau_t^n$ ; impuestos por planilla  $\tau_t^n$ , aranceles a la exportación  $\tau_t^h$  y a la importación de bienes externos  $\tau_t^f$ , impuestos al retorno sobre activos externos  $\tau_t^*$ ; e impuesto a los dividendos  $\tau_t^d$ .

Las dos fuentes de renta pura del modelo son los dividendos de las firmas de bienes intermedios y las ganancias de los productores de materias primas. En forma equivalente, se puede entender estas últimas como un impuesto a la renta asociado a un factor fijo de producción. A través del artículo suponemos que todas las rentas son gravadas en su totalidad, de modo que  $\tau_t^d = 1$  para todo  $t$ . La razón tras este supuesto es que si las rentas puras no son gravadas en su totalidad, el gobierno de Ramsey utilizará otros instrumentos para gravar dichas rentas en forma parcial. Aquí nos abstraemos deliberadamente de tales efectos en el problema de política óptima.

Nuestra descripción de política fiscal habla de completitud. Es bien sabido<sup>4</sup> que cuando la política fiscal puede responder a un *shock* y existe un set completo de instrumentos, la estabilidad de precios es óptima. Los impuestos descritos en esta sección definitivamente representan un set completo de instrumentos. La política monetaria óptima deja de ser trivial una vez que los instrumentos fiscales se restringen exógenamente para que no respondan a los *shocks*.

<sup>3</sup> Es natural permitir que también el gobierno consuma bienes importados.

<sup>4</sup> Véase Adao, Correia y Teles (2009); Correia, Nicolini y Teles (2008); Correia et al. (2013); Farhi, Gopinath e Itshhoki (2014); Hevia y Nicolini (2013).



### 3. Firmas productoras de bienes finales

Empresas perfectamente competitivas producen el bien final nacional  $Y_t^h$  combinando un continuo de bienes intermedios no transables indexados por  $i \in (0,1)$ , y utilizando la tecnología

$$Y_t^h = \left[ \int_0^1 y_{it}^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}},$$

donde  $\theta > 1$  es la elasticidad de sustitución entre cada par de bienes intermedios. Tomando el precio del bien final  $P_t^h$  como dado, y los precios de cada variedad individual de bienes intermedios  $P_{it}^h$  para  $i \in (0,1)$ , el problema de la firma implica la condición de minimización de costos

$$y_{it} = Y_t^h \left( \frac{P_{it}^h}{P_t^h} \right)^{-\theta} \quad (9)$$

para todo  $i \in (0,1)$ . Integrando esta condición sobre todas las variedades, y usando la función de producción, se tiene un índice de precios que relaciona el precio del bien final con los precios de las variedades individuales

$$P_t^h = \left( \int_0^1 P_{it}^{h(1-\theta)} di \right)^{\frac{1}{1-\theta}}. \quad (10)$$

### 4. Minimización del costo laboral

Antes de describir las tecnologías de los sectores que demandan trabajo, creemos conveniente describir el problema de la minimización del costo laboral. Las firmas minimizan

$$\int_0^1 w_{ht} n_{ht} dh,$$

donde  $w_{ht}$  es el salario del  $h$ -labor, para un agregado dado  $N_t$ , sujeto a (3). La demanda por  $n_{ht}$  es

$$n_{ht} = \left( \frac{w_{ht}}{W_t} \right)^{-\theta^w} N_t, \quad (11)$$

donde  $W_t$  es el nivel de sueldos agregado, dado por

$$W_t = \left[ \int_0^1 w_{ht}^{1-\theta^w} dh \right]^{\frac{1}{1-\theta^w}}. \quad (12)$$

De allí se desprende que

$$\int_0^1 w_{ht} n_{ht} dh = W_t N_t.$$

Las condiciones de una determinación de salarios óptima por parte de los trabajadores en competencia monopólica son ahora

$$w_t = \frac{\theta^w}{\theta^w - 1} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \eta_{t,j}^w \frac{U_L(t+j)}{U_C(t+j)} \frac{(1 + \tau_{t+j}^c) P_{t+j}}{(1 - \tau_{t+j}^n)}, \quad (13)$$

con

$$\eta_{t,j}^w = \frac{(1 - \tau_{t+j}^n) (\alpha^w \beta)^j \frac{U_C(t+j)}{(1 + \tau_{t+j}^c) P_{t+j}} (W_{t+j})^{\theta^w} N_{t+j}}{E_t \sum_{j=0}^{\infty} (1 - \tau_{t+j}^n) (\alpha^w \beta)^j \frac{U_C(t+j)}{(1 + \tau_{t+j}^c) P_{t+j}} (W_{t+j})^{\theta^w} N_{t+j}}. \quad (14)$$

El nivel de salarios (12) puede formularse como

$$W_t = \left[ (1 - \alpha^w) w_t^{1-\theta^w} + \alpha^w W_{t-1}^{1-\theta^w} \right]^{\frac{1}{1-\theta^w}}. \quad (15)$$

Utilizando (11), se puede formular (2) como

$$N_t = \left[ \int_0^1 \left( \frac{w_{ht}}{W_t} \right)^{-\theta^w} dh \right]^{-1} (\bar{L} - L_t). \quad (16)$$

De (12), debe cumplirse que  $\int_0^1 \left( \frac{w_{ht}}{W_t} \right)^{-\theta^w} dh \geq 1$ .

Esto significa que, para un tiempo total dado dedicado a trabajar  $\bar{L} - L_t$ , los recursos disponibles para la producción se maximizan cuando no existe dispersión de salarios.

En equilibrio

$$\bar{L} - L_t = N_t \sum_{j=0}^{t+1} \varpi_j^w \left( \frac{w_{t-j}}{W_t} \right)^{-\theta^w},$$

donde  $\varpi_j^w$  es la participación de miembros del hogar que definieron sus salarios,  $j$  períodos antes,  $\varpi_j^w = (\alpha^w)^j (1 - \alpha^w)$ ,  $j = 0, 2, \dots, t$ , y  $\varpi_{t+1}^w = (\alpha^w)^{t+1}$ , que denota la participación de los trabajadores que nunca establecieron sus salarios y cobran el salario exógeno  $w_{-1}$ .

## 5. Sector productor de materias primas

Se utilizan dos materias primas transables, representadas por  $x$  y  $z$ , como insumos en la producción de bienes intermedios. La economía local, sin embargo, es capaz de producir solo el bien  $x$ , por lo que el bien  $z$  se debe importar.  $P_t^x$  y  $P_t^z$  representan los respectivos precios de ambos bienes en moneda local.





El total producido del bien  $x$ , representado por  $X_t$ , se produce con la tecnología

$$X_t = A_t (n_t^x)^\rho, \quad (17)$$

donde  $n_t^x$  es trabajo,  $A_t$  es el nivel de productividad, y  $0 < \rho \leq 1$ . Esta tecnología tiene implícito el supuesto de un factor fijo de producción (cuando  $\rho < 1$ ), el que definimos ampliamente como terrenos.

La maximización de utilidades implica que

$$\rho P_t^x A_t (n_t^x)^{\rho-1} = W_t (1 + \tau_t^p). \quad (18)$$

Como los dos bienes se pueden transar libremente, se cumple la ley de un solo precio:

$$\begin{aligned} P_t^x &= S_t P_t^{x*}, \\ P_t^z &= S_t P_t^{z*}, \end{aligned} \quad (19)$$

donde  $P_t^{x*}$  y  $P_t^{z*}$  denotan los precios en moneda extranjera de los bienes  $x$  e  $y$ .<sup>5</sup>

Podemos usar (18) y (19) para obtener

$$\rho S_t P_t^{x*} A_t (n_t^x)^{\rho-1} = W_t (1 + \tau_t^p),$$

que, dados los valores para los *shocks* exógenos y dada una asignación, restringe los valores posibles para  $\{S_t, W_t, \tau_t^p\}$ .

## 6. Firmas productoras de bienes intermedios

Cada bien intermedio  $i \in (0,1)$  es producido por una firma en competencia monopólica que utiliza trabajo y los dos bienes transables con tecnología

$$y_{it} = \bar{\eta} Z_t x_{it}^{\eta_1} z_{it}^{\eta_2} (n_{it}^y)^{\eta_3},$$

donde  $x_{it}$  y  $z_{it}$  denotan la demanda por los bienes,  $n_{it}^y$  es trabajo,  $Z_t$  el nivel de productividad,  $\eta_j \geq 0$  para  $j = 1, 2, 3$ ,  $\sum_{j=1}^3 \eta_j = 1$ , and  $\bar{\eta} = \eta_1^{-\eta_1} \eta_2^{-\eta_2} \eta_3^{-\eta_3}$ .

La función asociada de costo marginal nominal es común a todas las productoras de bienes, y viene dada por

$$MC_t = \frac{(P_t^x)^{\eta_1} (P_t^z)^{\eta_2} W_t^{\eta_3} (1 + \tau_t^p)^{\eta_3}}{Z_t}.$$

Utilizando (18) y (19), se puede formular el costo marginal nominal como  $MC_t = S_t MC_t^*$ , donde el costo marginal medido en moneda extranjera  $MC_t^*$  está dado por

---

<sup>5</sup> También podríamos permitir aranceles a los insumos intermedios. Sin embargo, en este contexto tales aranceles son redundantes como instrumentos.

$$MC_t^* = \frac{(P_t^{x*})^{1-\eta_2} (P_t^{z*})^{\eta_2} (\rho A_t (n_t^x)^{\rho-1} (1 + \tau_t^p)^{\eta_3})}{Z_t} \quad (20)$$

Así, el costo marginal en moneda extranjera depende del precio internacional de las materias primas, de factores tecnológicos y de la asignación del trabajo en equilibrio en el sector de materias primas.

Además, la minimización del costo implica que las firmas que producen bienes intermedios finales escogen el mismo ratio de insumos

$$\frac{x_{it}^y}{n_{it}^y} = \frac{\eta_1}{\eta_3} \rho A_t (n_t^x)^{\rho-1} (1 + \tau_t^p) \quad (21)$$

$$\frac{z_{it}^y}{n_{it}^y} = \frac{\eta_2}{\eta_3} \frac{P_t^{x*}}{P_t^{z*}} \rho A_t (n_t^x)^{\rho-1} (1 + \tau_t^p) \text{ para todo } i \in (0,1),$$

donde usamos (18) en la segunda ecuación.

Incorporando (21) a la función de producción, tenemos

$$y_{it} = n_{it}^y \frac{Z_t}{\eta_3} (\rho A_t (n_t^x)^{\rho-1} (1 + \tau_t^p))^{1-\eta_3} (P_t^{x*})^{\eta_2} (P_t^{z*})^{-\eta_2} \quad (22)$$

Cada monopolio  $i \in (0,1)$  enfrenta la curva de demanda descendente (9), Siguiendo la tradición neokeynesiana convencional, imponemos rigidez de precios a la Calvo. Específicamente, en cada período, las firmas productoras de bienes intermedios son capaces de reoptimizar los precios nominales con probabilidad constante  $0 < \alpha^p < 1$ . Aquellas que tienen la posibilidad de fijar un nuevo precio, lo fijan según

$$p_t^h = \frac{\theta}{\theta-1} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \chi_{t,j} \frac{(P_{t+j}^x)^{\eta_1} (P_{t+j}^z)^{\eta_2} [W_{t+j} (1 + \tau_{t+j}^p)]^{\eta_3}}{Z_{t+j}} \quad (23)$$

donde

$$\chi_{t,j} = \frac{\alpha^{pj} Q_{t,t+j} (P_{t+j}^h)^\theta Y_{t+j}^h}{E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j Q_{t,t+j} (P_{t+j}^h)^\theta Y_{t+j}^h} \quad (24)$$

Se puede formular el nivel de precios en (10) como

$$P_t^h = \left[ (1 - \alpha^p) (p_t^h)^{1-\theta} + \alpha^p (P_{t-1}^h)^{1-\theta} \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (25)$$

## 7. Sector externo y factibilidad

Suponemos una demanda externa isoelástica para el bien final nacional de forma

$$C_t^{h*} = (K_t^*)^\mu (P_t^{h*})^{-\mu} \quad (26)$$

donde  $\gamma > 1$ ,  $P_t^{h^*}$  es el precio en moneda extranjera del bien final local, y  $K_t^*$  es un proceso estocástico que transforma unidades de moneda extranjera en bienes de consumo nacionales<sup>6</sup>.

El gobierno cobra un impuesto  $(1 + \tau_t^h)$  sobre los bienes finales exportados al resto del mundo, y un arancel  $(1 + \tau_t^f)$  a los bienes finales importados. La ley de un solo precio en los bienes finales nacionales y extranjeros requiere que

$$\begin{aligned} P_t^h (1 + \tau_t^h) &= S_t P_t^{h^*} \\ P_t^f &= S_t P_t^{f^*} (1 + \tau_t^f), \end{aligned} \quad (27)$$

donde  $P_t^{f^*}$  es el precio en moneda extranjera del bien final externo.

Las exportaciones netas medidas en moneda extranjera están dadas por

$$m_t^* = P_t^{h^*} C_t^{h^*} - P_t^{f^*} C_t^f + P_t^{x^*} \left[ X_t - \int_0^1 x_{it} di \right] - P_t^{z^*} \int_0^1 z_{it} di. \quad (28)$$

Por lo tanto, los activos netos del país, representados por  $B_{t,t+1}^*$ , evolucionan de acuerdo con

$$B_{t-1,t}^* + m_t^* = E_t B_{t,t+1}^* Q_{t,t+1}^*. \quad (29)$$

Resolviendo esta ecuación desde el período 0 hacia adelante, y suponiendo activos externos iniciales de 0, se obtiene la restricción de factibilidad del sector externo en moneda extranjera en el momento 0:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} Q_{0,t}^* m_t^* = 0. \quad (30)$$

Además, para despejar el mercado de bienes finales nacionales se requiere que

$$Y_t^h = C_t^h + C_t^{h^*} + G_t^h, \quad (31)$$

y la factibilidad del mercado laboral está dada por

$$N_t = \int_0^1 n_{it}^y di + n_t^x. \quad (32)$$

## 8. Política fiscal y política monetaria

A continuación mostramos cómo un sistema de tipo de cambio flexible combinado con un impuesto por planilla flexible pueden conjuntamente estabilizar los precios y salarios nacionales. Primero, utilizando la ley de un solo precio para las materias primas

---

<sup>6</sup> Permitimos que los bienes finales se transen, de modo que un caso particular de nuestro modelo (el que tiene  $A = 0$  y  $\eta_1 = \eta_2 = 0$ ) sin materias primas es el que típicamente analiza la literatura neokeynesiana para una economía pequeña y abierta.

$$P_t^x = S_t P_t^{x*}$$

$$P_t^z = S_t P_t^{z*},$$

se puede formular la condición de minimización de costos en el sector de materias primas (19) y el costo marginal de la firma productora del bien intermedio

$$\rho S_t P_t^{x*} A_t (n_t^x)^{\rho-1} = W_t (1 + \tau_t^p)$$

$$MC_t = S_t \frac{(P_t^{x*})^{1-\eta_2} (P_t^{z*})^{\eta_2} (\rho A_t (n_t^x)^{\rho-1})^{\eta_3}}{Z_t}.$$

Dado que los precios nacionales son proporcionales a los costos marginales, son constantes cuando los costos marginales son constantes, lo que implica que

$$MC = S_t \frac{(P_t^{x*})^{1-\eta_2} (P_t^{z*})^{\eta_2} (\rho A_t (n_t^x)^{\rho-1})^{\eta_3}}{Z_t},$$

de modo que el tipo de cambio nominal se mueve para absorber los *shocks* a la productividad y a los precios de materias primas. Obsérvese que la correlación negativa entre el tipo de cambio nominal y los precios del bien exportable (gráfico 1) es resultado directo de la estabilidad de precios. Luego podemos usar esta relación implícita de equilibrio para resolver para el tipo de cambio nominal y utilizarlo en la condición de minimización de costos del sector de materias primas, para obtener

$$\rho^{1-\eta_3} MC \left( \frac{P_t^{x*}}{P_t^{z*}} \right)^{\eta_2} Z_t A_t (n_t^x)^{(\rho-1)(1-\eta_3)} = W_t (1 + \tau_t^p).$$

Así, para estabilizar los salarios, el impuesto por planilla se debe mover de acuerdo con

$$(1 + \tau_t^p) = \frac{1}{W} \rho^{1-\eta_3} MC \left( \frac{P_t^{x*}}{P_t^{z*}} \right)^{\eta_2} Z_t A_t (n_t^x)^{(\rho-1)(1-\eta_3)}.$$

Claramente, en la medida en que la política fiscal no se puede usar en conjunto con la política monetaria, se plantea un dilema entre eliminar la distorsión de precios o eliminar la distorsión de salarios. El análisis numérico de este dilema es el tema de la siguiente sección.

### III. CALIBRACIÓN Y ANÁLISIS NUMÉRICO DE LA POLÍTICA MONETARIA

Antes de empezar corresponde clarificar un asunto. Hasta aquí hemos guardado silencio respecto a la implementación de equilibrios particulares a través de políticas. A partir del trabajo de Sargent y Wallace (1975), se ha desarrollado una vasta literatura para analizar el problema de implementación única utilizando metas específicas de política. Para resumir brevemente, en general, cuando el banco

central usa el dinero o la tasa de interés como instrumento de política, típicamente hay múltiples equilibrios que son coherentes con una sola regla de política. Por el contrario, si el tipo de cambio es fijo, lo típico es que surja un equilibrio único. Se han planteado muchas soluciones. La más popular, en el contexto de reglas de tasas de interés, es considerar solo un equilibrio acotado y asumir reglas que satisfagan el principio de Taylor. Nos abstenemos totalmente del tema de la implementación y suponemos simplemente que la política puede ponerse como meta (y lograrla) una variable nominal, o una combinación de dos, como los precios de bienes nacionales  $P_t^h$ , los salarios nominales  $W_t$  o el tipo de cambio nominal  $S_t$ .

Consideramos la siguiente función de utilidad:

$$U(C, L) = \frac{C^{1-\gamma}}{1-\gamma} - \zeta \frac{(\bar{L} - L)^{1+\psi}}{1+\psi},$$

donde  $\gamma$ ,  $\zeta$ , y  $\psi$  son parámetros positivos. La función de subutilidad entre bienes finales nacionales y extranjeros es de la forma de sustitución de elasticidad constante

$$C = H(C^h, C^f) = \left[ (1 - \varpi)^{1/\phi} (C^h)^{\frac{\phi-1}{\phi}} + \varpi^{1/\phi} (C^f)^{\frac{\phi-1}{\phi}} \right],$$

donde  $\phi$  es la elasticidad de sustitución entre bienes nacionales y extranjeros, y  $\varpi$  es el parámetro de participación asociado al bien extranjero. Como se usa habitualmente en la literatura,  $\varpi$  puede interpretarse como el grado de apertura de la economía.

En el modelo, cada unidad de tiempo representa un trimestre. La mayoría de los parámetros que utilizamos para calibrar el modelo son estándares y se reportan en la cuadro A1 del apéndice. Escogemos  $\beta$  tal que el factor de descuento es 0,95 en base anualizada y establecemos un parámetro estándar de aversión al riesgo de  $\gamma = 2$ . El parámetro  $\psi$  es el recíproco de la elasticidad de la oferta de trabajo de Frisch. Definimos  $\psi = 1$ , que queda entre las estimaciones micro y macro de esta elasticidad (Chetty et al., 2011). Además, este número es estándar en la literatura (ver, por ejemplo, Catão y Chang, 2013). Los parámetros  $\zeta$  y  $\bar{L}$  definen unidades de medida y no son importantes para los resultados cuantitativos de este artículo; definimos  $\zeta = 1$  y escogemos  $\bar{L}$  de modo que en estado estacionario, los trabajadores asignan un tercio de todo su tiempo disponible a actividades mercantiles.

El parámetro  $\phi$  mide la elasticidad de sustitución de Armington entre bienes finales nacionales y extranjeros. Las estimaciones de la elasticidad de Armington utilizando datos microeconómicos tienden a ser mucho más altas que las que se basan en datos macroeconómicos. Definimos  $\phi = 1,5$ , que es una cifra común en la literatura internacional sobre el ciclo económico (Backus, Kehoe y Kydland, 1994). Este valor también es coherente con las estimaciones macro de la elasticidad de Armington reportadas en Feenstra et al. (2014). Fijamos el parámetro de participación en  $\varpi = 0,2$ . Este valor es coherente con el sesgo

de inversión interna observado en el consumo (Obstfeld y Rogoff, 2001) y es similar al que utilizan Catão y Chang (2013)<sup>7</sup>.

La función de producción de los productos intermedios internos se caracteriza por medio de tres parámetros de participación,  $\eta_1$ ,  $\eta_2$ , y  $\eta_3$  y del nivel de productividad  $Z_t$ . Fijamos los primeros en  $\eta_1=0,1$ ,  $\eta_2=0,4$ , y  $\eta_3=0,5$ . Una participación del trabajo de 50% es una parametrización estándar. Escogemos  $\eta_1=0,1$  para capturar la observación de que el recurso local no se usa intensivamente en la producción de bienes nacionales. La participación de insumos intermedios importados de  $\eta_2=0,4$  no tiene como fin capturar la importación de un bien único, como sería el petróleo en el caso de Chile, sino una amplia gama de insumos y bienes intermedios utilizados en la producción de bienes en la economía pequeña y abierta. Normalizamos el nivel de productividad de largo plazo a  $\bar{Z}=1$ .

En cuanto a la tecnología para producir el bien local, fijamos una participación baja para el trabajo de  $\rho = 0,1$ , para capturar el hecho de que la producción de materias primas es intensiva, o en capital, o en terreno, y fijamos el nivel de tecnología de estado estacionario,  $\bar{A}$ , en 0,2. Con esta calibración, la participación de estado estacionario del trabajo en el sector de materias primas es cercana a 0,15. Este es el número meta de Hevia, Neumeyer y Nicolini (2013), quienes utilizan una definición amplia del sector de materias primas y una matriz de insumo producto para Chile (más detalles en el artículo mencionado).

Para la parametrización de la demanda externa por el bien final nacional en la ecuación (26), suponemos una elasticidad de  $\mu = 1,5$  y fijamos  $K^*$  constante en 0,1. La demanda externa no juega un rol importante en las simulaciones que vemos a continuación, por lo que estos parámetros son prácticamente irrelevantes.

Los parámetros  $\alpha^p$  y  $\alpha^w$  determinan el número promedio de períodos entre el ajuste de precios y el ajuste de salarios. Nos basamos en Christiano, Eichenbaum y Rebelo (2011) y usamos  $\alpha^w = 0,85$ . Establecemos el parámetro  $\alpha^p$  en 0,5, lo que implica una duración esperada de los precios de dos trimestres, lo que es coherente con la evidencia de Klenow y Malin (2010)<sup>8</sup>. Finalmente, como es habitual en la literatura, suponemos un estado estacionario eficiente. Esto es equivalente a imponer un subsidio laboral constante que elimina las distorsiones monopólicas, y un arancel constante que extrae las rentas monopólicas del comercio del bien final nacional. Lo anterior obedece a que la economía pequeña y abierta enfrenta una demanda externa descendente por el bien final.

Pasamos ahora a la calibración de los procesos estocásticos para los distintos *shocks*. Suponemos que ambos parámetros de productividad,  $A_t$  y  $Z_t$ , siguen procesos autorregresivos de la forma

---

<sup>7</sup> Galí y Monacelli (2005) y de Paoli (2009) utilizan  $\varpi = 0,4$ . Los resultados cuantitativos son similares si fijamos  $\varpi$  en 0,4 en lugar de 0,2.

<sup>8</sup> El valor que utilizan Christiano, Eichenbaum y Rebelo (2011) es  $\alpha^p = 0,85$ . Como demostramos, los resultados apenas cambian si usamos el mismo valor.



$$\log(A_t / \bar{A}) = \rho_A \log(A_{t-1} / \bar{A}) + \varepsilon_{At}$$

$$\log(Z_t / \bar{Z}) = \rho_Z \log(Z_{t-1} / \bar{Z}) + \varepsilon_{Zt},$$

donde  $\varepsilon_{At}$  y  $\varepsilon_{Zt}$  son *shocks* independientes de media cero con desviación estándar de  $\sigma_A$  y  $\sigma_Z$ , respectivamente. Fijamos los valores de estos parámetros en  $\rho_A = \rho_Z = 0,95$ , y  $\sigma_A = \sigma_Z = 0,013$ . Estos son los valores habitualmente utilizados en la literatura sobre el ciclo económico en economías pequeñas y abiertas (Neumeyer y Perri, 2005).

Nos resta calibrar los procesos de precios. Los precios de las materias primas tienden a estar correlacionados entre sí. Una posibilidad es calibrar dichos procesos corriendo una autorregresión vectorial (VAR) con los precios de las materias primas exportables e importables. Surge un problema, sin embargo. No es tan obvio cómo identificar el bien importable. De hecho, mientras los bienes exportables se identifican fácilmente, los importables no se concentran en unos cuantos productos. Por ello procedemos así: calibramos el proceso de precios del recurso local corriendo una autorregresión de primer orden utilizando el precio internacional del cobre filtrados por HP, deflactado por el índice de precios al consumidor de Estados Unidos para el período 2000-2014:

$$\log(P_t^{x*} / \bar{P}^{x*}) = \rho_x \log(P_{t-1}^{x*} / \bar{P}^{x*}) + \varepsilon_{xt},$$

donde  $\varepsilon_{xt} : N(0, \sigma_x^2)$  La estimación da  $\rho_x = 0,72$  y  $\sigma_x = 0,016$ . Luego imponemos una estructura VAR de forma

$$\begin{bmatrix} \log(P_t^{x*} / \bar{P}^{x*}) \\ \log(P_t^{z*} / \bar{P}^{z*}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_x & \zeta \\ \zeta & \rho_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \log(P_{t-1}^{x*} / \bar{P}^{x*}) \\ \log(P_{t-1}^{z*} / \bar{P}^{z*}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{xt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix},$$

donde  $\rho_Z = \rho_x$ , de manera que el bien importable es tan persistente como el nacional, pero  $\sigma_z = \sigma_x/2$ , o sea que un *shock* a un grupo de materias primas es menos volátil que un *shock* a un solo bien. Por último, fijamos el parámetro libre  $\zeta$  tal que el modelo es capaz de replicar la correlación entre el precio del bien nacional y el tipo de cambio nominal observado en Chile a través del período muestral ya comentado. Poner  $\zeta = 0,18$  implica que hay una correlación entre el tipo de cambio nominal y el precio del bien de  $-0,63$  bajo una política de estabilidad de precios. A modo de referencia, si fijamos  $\zeta = 0$ , esta última correlación cae a  $-0,20$ .

En lo que sigue, y dada la regla de política que estamos revisando, simulamos el modelo sacando todos los *shocks* menos el del precio de las materias primas  $P_t^{x*}$ . Para aproximar la solución del modelo, utilizamos el método de perturbación cuadrática alrededor del estado estacionario desarrollado por Schmitt-Grohé y Uribe (2004).

## 1. La regla de política

Con el fin de capturar nuestra interpretación de la experiencia chilena reciente, se podría considerar un régimen cuyo principal objetivo explícito es la estabilidad

de precios, pero con algunas intervenciones para quitar volatilidad al tipo de cambio nominal (similares a las intervenciones del 2008 y del 2011).

Nótese que, a partir de la solución para el costo marginal, podemos formular

$$MC_t = S_t MC_t^*,$$

donde

$$MC_t^* = \frac{(P_t^{x*})^{1-\eta_2} (P_t^{z*})^{\eta_2} (\rho A_t (n_t^x)^{\rho-1})^{\eta_3}}{Z_t}.$$

Claramente,  $MC_t^*$  —el costo marginal en moneda extranjera— es función de los *shocks* subyacentes. Como dijimos antes, una estabilidad de precios total implica costos marginales constantes en moneda local, de modo que

$$S_t = \frac{MC}{MC_t^*}.$$

Ahora hacemos lugar a una regla general según la cual las desviaciones del logaritmo del tipo de cambio nominal ajusta una fracción de las desviaciones del logaritmo de los costos marginales en moneda extranjera, o

$$d \ln S_t = -v d \ln MC_t^*. \quad (33)$$

Así, cuando  $v = 1$ , tenemos metas de inflación puras; cuando  $v = 0$  tenemos tipo de cambio fijo, y si permitimos  $v \in (0, 1)$ , podemos tener todos los casos intermedios: a menor valor de  $v$ , menor la volatilidad del tipo de cambio nominal y mayor la volatilidad de la inflación local. Con esta especificación de la regla de política, el modelo se puede resolver numéricamente.

El dilema de política implícito en la regla anterior puede reflejar el dilema implícito en regímenes de flotación sucia, que permiten intervenir en los mercados cambiarios. En teoría, suavizar los movimientos del tipo de cambio nominal aumenta la volatilidad de los costos marginales y por esa vía la volatilidad del nivel de precios. Sin embargo, lo que parece un dilema más natural por la naturaleza de las dos distorsiones, es entre estabilizar los precios y estabilizar los salarios nominales. En la sección teórica, mostramos cómo puede usarse un impuesto por planilla junto con el tipo de cambio nominal para estabilizar los precios y los salarios. Una vez que no puede utilizarse el impuesto por planilla, puede recurrirse al tipo de cambio nominal para estabilizar unos u otros pero no los dos. Sea

$$w_t^h \equiv \frac{W_t}{P_t^h}.$$

Entonces, podemos definir una política en la que

$$d \ln W_t = v d \ln w_t^h. \quad (34)$$





Así, si  $v = 0$ , los salarios nominales están totalmente estabilizados, en tanto si  $v = 1$  hay estabilidad total de precios. La política óptima viene dada por el valor de  $v$  que maximiza el bienestar, dado el proceso para el *shock* exógeno, en este caso el precio del recurso exportable. La anterior discusión sugiere que la política óptima en efecto incluirá  $v \in (0,1)$ . Esta conjetura se verificará más adelante en forma numérica. En el apéndice describimos la comparación del bienestar entre distintas reglas.

En vista de la discusión precedente, consideramos primero el caso en que el dilema de política está entre la estabilidad de precios y la estabilidad de los salarios nominales, que es el que entrega la política óptima. Luego discutimos cómo se comporta la regla que se mueve entre la estabilidad de precios y la estabilidad del tipo de cambio nominal, particularmente en comparación con la política óptima. Pensamos que explorar esta regla que a priori es subóptima es de interés por dos razones. Una, porque es la que, en nuestra opinión, mejor aproxima el debate sobre la política de flotación sucia, como sugiere nuestra discusión sobre la reciente experiencia de Chile. Y dos, porque si bien estabilizar los salarios en este modelo simple es trivial, lo es mucho menos en una economía real con todos sus sectores y diferentes tipos de trabajo. Sí nos parece mucho más atractivo centrar el debate de política en un único precio extremadamente visible.

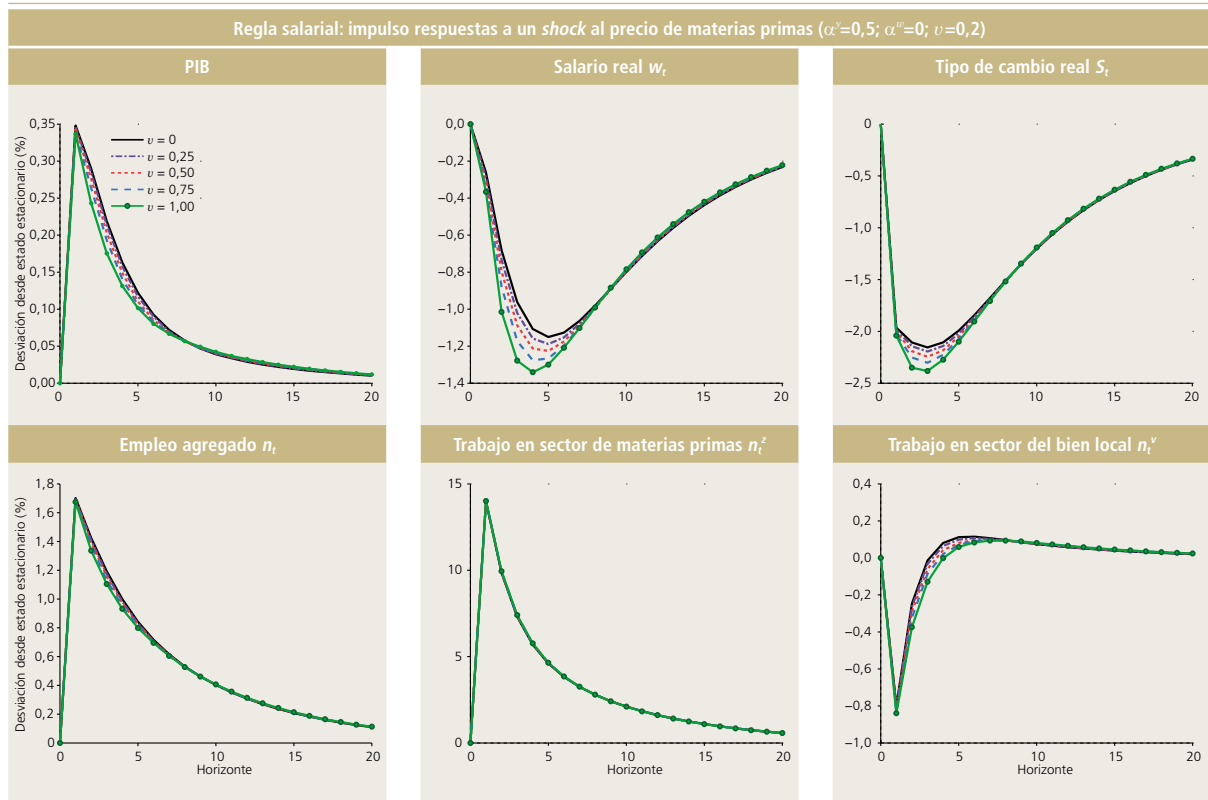
## 2. El dilema entre precios y salarios

Primero revisamos los resultados de utilizar la regla general de política (ecuación 34). Comenzamos presentando simulaciones para el modelo con la calibración base, excepto que fijamos la rigidez de salarios en cero. La ventaja de este caso es que, cuando los precios están totalmente estabilizados ( $v=1$ ), obtenemos la asignación óptima, que usamos como referencia. El gráfico 2 presenta las respuestas para el producto, el salario real, el tipo de cambio real y el trabajo tras un *shock* positivo de una desviación estándar al precio del bien exportable, para varios valores de  $v$ . A lo largo del artículo, el producto (PIB) se computa como la suma del valor agregado valorizado a precios de estado estacionario.

Tal como se esperaba, en la asignación eficiente ( $v = 1$ ), se produce una redistribución del trabajo hacia el sector exportable (el trabajo aumenta en 14% en el sector de materias primas y cae 0,8% en el sector del bien nacional). El consumo del bien nacional se encarece mucho, de modo que baja, aumentando la oferta total de trabajo. Esto hace caer el salario real y las empresas contratan más trabajo en general, y el PIB aumenta en casi 0,35%. Como los precios son estables, al bajar el tipo de cambio nominal, también baja el tipo de cambio real. Cuando los salarios nominales están estabilizados ( $v = 0$ ), se pueden obtener los mismos equilibrios vía incrementos del nivel de precios, si los precios son totalmente flexibles. Pero no lo son, o sea que la caída de los salarios reales es menor en este caso. Como el precio de los bienes finales no sube tanto, la demanda por el bien de consumo final es relativamente más alta, de modo que la caída del empleo en el sector del bien local es menor y el aumento del PIB es mayor (aunque el efecto es pequeño). Como el nivel de precios no sube lo suficiente, el tipo de cambio real no cae mucho.

Gráfico 2

## Economía sin rigidez de salarios



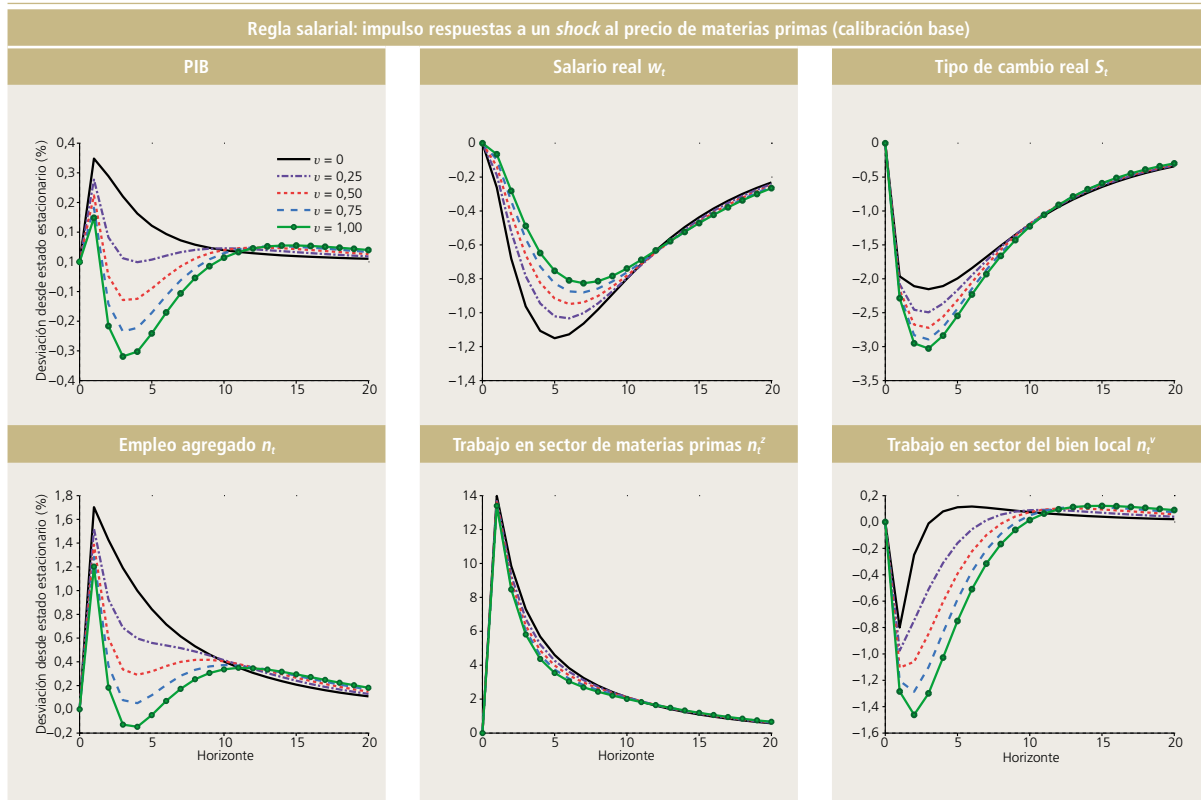
Fuente: Elaboración propia.

Un rasgo interesante que se aprecia en el gráfico 2 es que el efecto del régimen de política (desde tipo de cambio fijo hasta una flotación total con precios estabilizados) no causa un impacto muy grande en el mecanismo de transmisión de un *shock* a los precios de materias primas, aun con un parámetro de Calvo relativamente alto ( $\alpha^p = 0,5$ ). Las mayores diferencias están en los movimientos del salario real y del tipo de cambio real, pero no en la asignación real, que es lo que importa desde el punto de vista del bienestar.

El efecto del régimen de política es mucho más drástico para la calibración de referencia (con  $\alpha^w = 0,85$ ), donde no se puede implementar la asignación óptima debido a la presencia de rigideces tanto de precios como de salarios. Las impulso respuestas pertinentes se muestran en el gráfico 3. Cuando la política estabiliza por completo los salarios nominales, el empleo y el producto se comportan bastante similares a la asignación eficiente: el producto total sube alrededor de 0,35%; el empleo total sube alrededor de 1,7%, y la reasignación del trabajo es muy similar. Cabe destacar, sin embargo, que una estabilización total de los precios nominales da un resultado bien diferente: el PIB cae 0,3%, y el empleo total, 0,2%.

## Gráfico 3

## Escenario económico base



Fuente: Elaboración propia.

También resolvimos el modelo fijando la participación de bienes externos en 0,01 y 0,4 (la referencia es 0,2) y el grado de rigidez de precios en 0,25 y 0,85 (la referencia es 0,5). Los resultados son básicamente similares (apéndice).

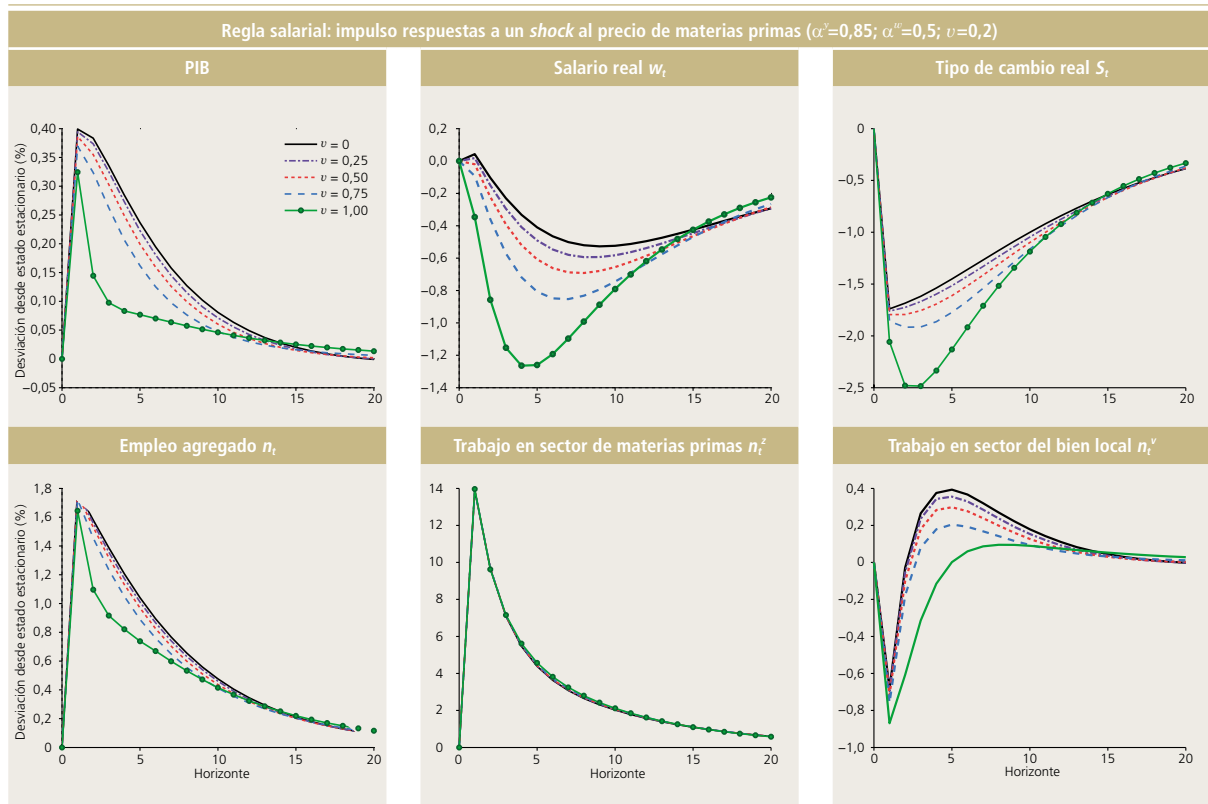
Finalmente, intercambiamos el grado de rigidez entre precios y salarios en relación con la referencia. En otras palabras, aumentamos el grado de rigidez de precios a  $\alpha^p = 0,85$  y redujimos la rigidez de salarios a  $\alpha^w = 0,5$  (resultados en gráfico 4). Ahora, la elección de régimen de política es mucho menos relevante que en el caso de la referencia. Como puede apreciarse, la estabilidad total de precios entrega resultados muy similares a la asignación óptima: un aumento del producto de casi 0,35%, un aumento del empleo total cercano a 1,6%, y una reasignación del trabajo muy parecida. Esto es natural, puesto que es en este escenario de precios donde tenemos la mayor fricción. Cabe notar, sin embargo, que un régimen que estabiliza totalmente los salarios no tiene grandes efectos en la asignación: genera una expansión ineficientemente mayor, pero es de todos modos pequeña (0,45 en vez de 0,35%). Para tener una mejor comparación

visual, mostramos en el gráfico 5 las impulso respuestas del producto, del salario real y del trabajo en el sector del bien final para el caso de referencia ( $\alpha^p = 0,5$  y  $\alpha^w = 0,85$ ) y para este último caso analizado, en el que se han intercambiado los grados de rigidez de precios y de salarios ( $\alpha^p = 0,85$  y  $\alpha^w = 0,5$ ) usando las mismas escalas. La diferencia es notable.

El análisis de bienestar está en línea con la discusión previa. Mostramos en el gráfico 6 la ganancia de bienestar en unidades de consumo por toda la vida, de valores alternativos de  $v \in [0,1]$ , relativo al régimen  $v = 0$ , que es equivalente a la estabilidad total de salarios. Naturalmente, para el caso en que  $\alpha^w = 0$ , la estabilidad total de precios es óptima, como refleja la siempre creciente línea con circulitos. Nótese, sin embargo, que la política contraria, esto es, la que estabiliza totalmente los salarios ( $v = 0$ ), conlleva un costo de solo 0,1% del consumo de toda la vida. Por otro lado, para nuestra parametrización base, la política óptima es apenas menor que  $v = 0,1$ , que es como decir estabilidad casi total de salarios nominales.

Gráfico 4

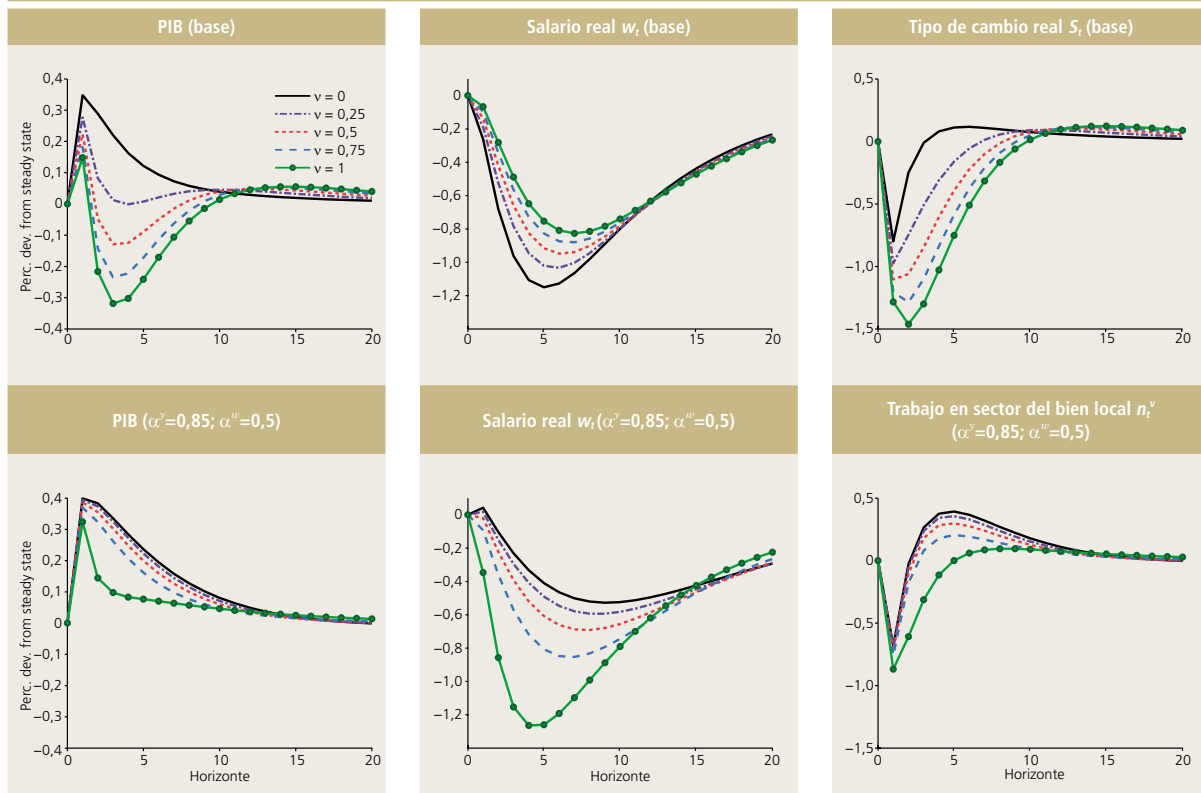
Economía con mayor rigidez de precios y menor rigidez de salarios



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5

### Comparación de distintos grados de rigidez de precios y de salarios bajo la regla salarial



Fuente: Elaboración propia.

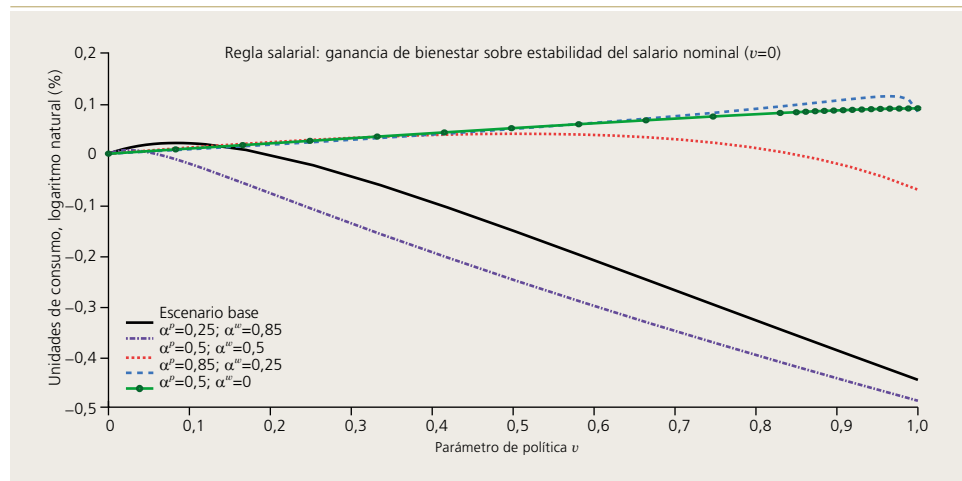
Cabe destacar que en este caso, que exhibe un alto grado de rigidez de salarios, el costo en bienestar de la estabilidad total de precios supera el 0,45% del consumo de toda la vida, casi cinco veces más. Esto está en línea con nuestra discusión anterior: cuando existe un alto grado de rigidez de salarios y algún grado de rigidez de precios, la elección de régimen de política gana en importancia. Nótese que al bajar el grado de rigidez de precios a  $\alpha^p = 0,25$  se acerca aún más la política óptima a la estabilidad total de salarios. Aun así, el efecto del régimen de política (el valor de  $v$ ) es muy importante. Por último, cuando se rebaja la rigidez de salarios a  $\alpha^w = 0,5$ , el régimen óptimo se acerca a  $v = 0,5$ , y el efecto de la estabilidad total de precios se hace inferior al 0,1% del consumo de toda la vida.

En general, nuestros resultados implican que el régimen de política importa mucho más cuando existe un grado sustancial de rigidez de salarios y alguna

rigidez en los precios. A la inversa, si existe un alto grado de rigidez de precios y alguna rigidez de salarios, qué régimen de política se escoja será menos importante en comparación. La razón se encuentra en la lógica del mecanismo de la asignación óptima antes comentada: la caída del salario real, que aumenta el empleo total y genera una expansión. Cuando los precios están estabilizados, el salario nominal debe caer. Si los salarios nominales son muy rígidos, los salarios reales no caen y las firmas no contratan mucho trabajo, lo que crea la típica recesión que se observa en los modelos con rigidez de salarios. Por otro lado, cuando los precios son muy rígidos pero los salarios no, si se estabilizan los salarios el ajuste debe ocurrir vía un aumento de precios. Nuevamente, si los precios son muy rígidos, no suben y los salarios reales no caen, creando una recesión. Pero al contrario del caso anterior, como los precios no suben, el consumo se abarata, y la demanda sube. Este efecto de demanda, que es común también en modelos con rigidez de precios, compensa en parte la falta de ajuste del salario real. Así, mientras más rígidos los precios, más pequeño el ajuste del salario real, pero mayor el efecto de demanda. Por lo tanto, la rigidez de precios es menos importante que la rigidez de salarios.

Gráfico 6

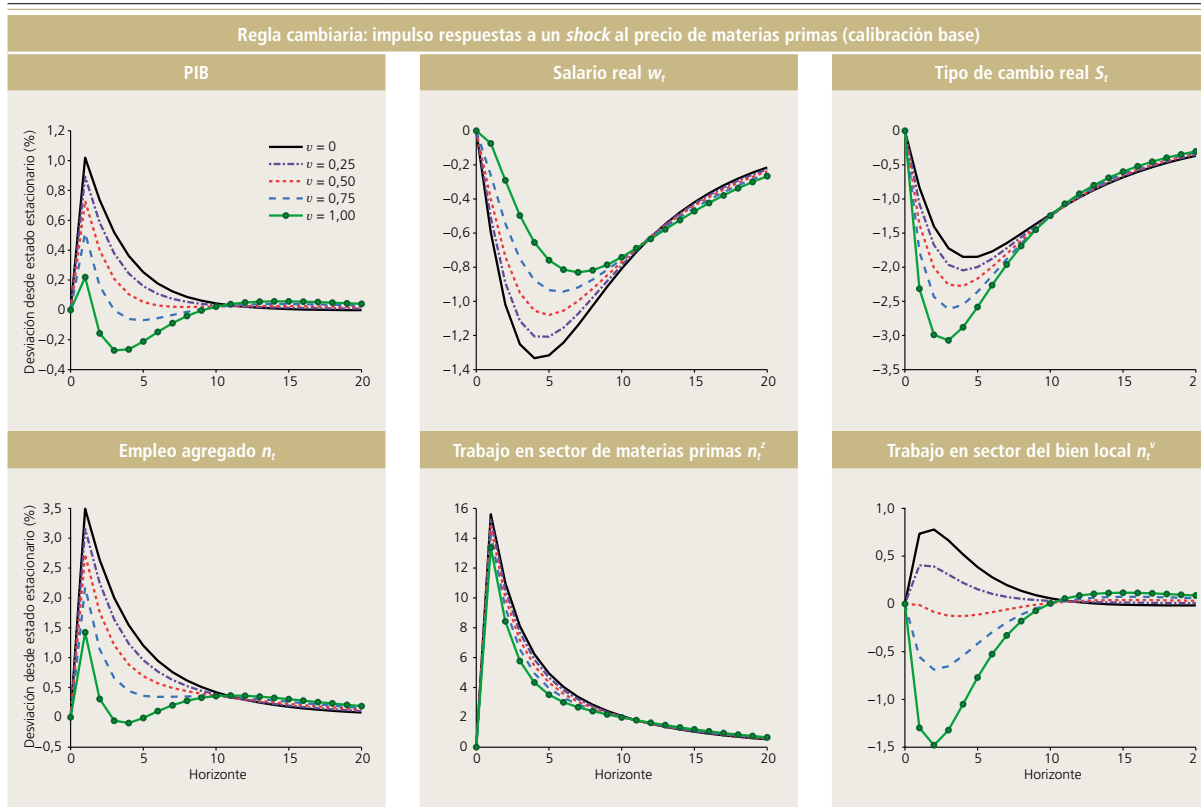
Bienestar comparado para distintas reglas salariales



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7

## Escenario económico base bajo la regla cambiaria



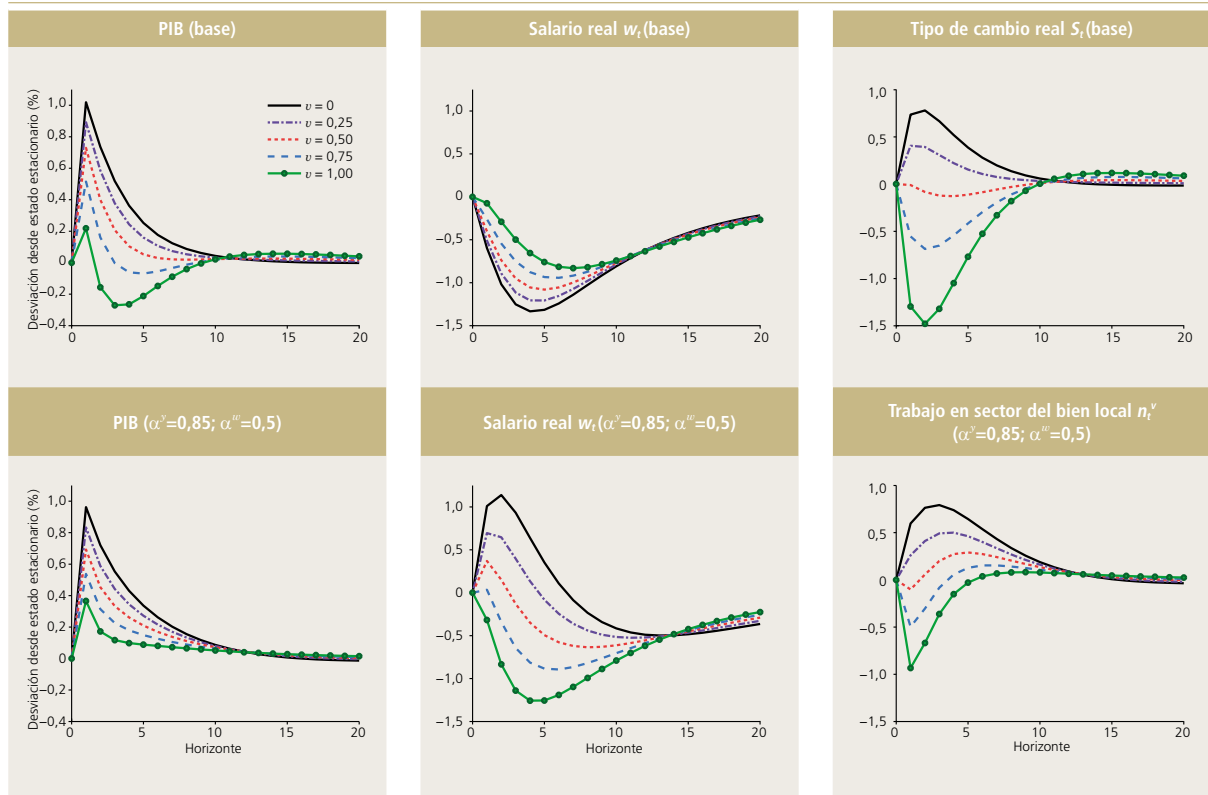
Fuente: Elaboración propia.

### 3. El dilema entre precios y tipo de cambio

Es cierto que la noción de estabilidad del salario nominal es mucho más sencilla en el modelo que en la economía real. Por tanto, consideramos ahora un problema de política óptima restringida donde escogemos el mejor valor para  $\nu$  pero utilizamos la regla de la ecuación (33) que elige entre estabilidad de precios y estabilidad del tipo de cambio nominal. El gráfico 7 muestra las impulso respuestas frente a un aumento de una desviación estándar del precio del bien exportable para la calibración base. En el gráfico 8, comparamos las impulso respuestas del caso de referencia para el producto, el salario real y el trabajo en el sector del bien final con el caso en el que se revierte el grado de rigidez ( $\alpha^p = 0,85$  y  $\alpha^w = 0,5$ ). Nuevamente, el régimen de política cobra importancia cuando los salarios son más rígidos que los precios.

Gráfico 8

Comparación de distintos grados de rigidez de precios y de salarios bajo la regla cambiaria



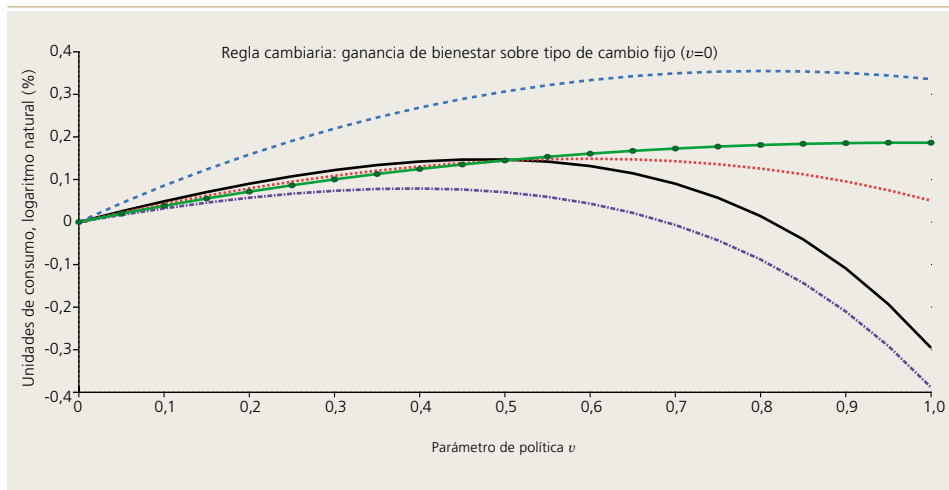
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 9 muestra el efecto bienestar, en unidades de consumo de toda la vida, para valores alternativos de  $v \in (0,1)$ , relativo al régimen  $v = 0$ , equivalente a la estabilidad total del tipo de cambio. Cabe notar que para la calibración base, el valor óptimo de  $v$  es cercano a 0,5, lo que significa un grado sustancial de flotación sucia. El gráfico 9 revela tres características interesantes. La primera es que, al igual que antes, la pérdida de bienestar de implementar el régimen equivocado es mayor cuando la fricción se concentra en los salarios más que en los precios (aunque la diferencia no es tan grande como antes).



Gráfico 9

## Bienestar comparado para distintas reglas cambiarias



Fuente: Elaboración propia.

La segunda característica es que la mejor política para la calibración base es cercana a 0,45% del consumo de toda la vida, en relación con la estabilidad de precios. Interesante, ya que es muy similar a la ganancia de bienestar de usar la política óptima descrita en la subsección anterior, también en relación con la estabilidad total de precios. Esto significa que el bienestar en el mejor régimen de flotación sucia es muy parecido al bienestar en la política óptima. Dada la dificultad práctica de implementar una política orientada a estabilizar los salarios nominales, este resultado sugiere que el mejor sistema de flotación cambiaria sucia debe ser casi igual de bueno en términos de establecer asignaciones buenas.

La tercera característica se aleja de esta discusión, pero de todos modos reviste interés. Un estudio reciente (Schmitt-Grohé y Uribe, 2012) sostiene que el costo de un régimen de tipo de cambio fijo puede ser muy alto en comparación con un sistema de metas de inflación puro. Nuestros resultados nos entregan un inesperado ejemplo que arroja su total opuesto: cuando la rigidez de salarios es mayor que la rigidez de precios, una política que estabiliza totalmente los precios es peor que otra que fija el tipo de cambio nominal. En nuestro caso, la diferencia puede llegar hasta un 0,4% del consumo de toda la vida. Dejamos para más adelante una investigación de la robustez de este resultado utilizando las distintas experiencias de Chile (que tiene metas de inflación) y de Ecuador (dolarizado) por los últimos 15 años.

#### IV. CONCLUSIONES

En teoría, la presencia de rigidez de precios y de salarios implica que la meta de inflación pura no es la política óptima. En los países exportadores de materias primas, que están sujetos a drásticos cambios de precios que producen agudas fluctuaciones en el tipo de cambio real, este asunto puede ser serio. El tema de la estabilización del tipo de cambio real ha tomado un rol central en los debates de política.

En este artículo, estudiamos un modelo de economía pequeña y abierta que es capaz de reproducir las grandes fluctuaciones del tipo de cambio nominal y real, y que exhibe fricciones de precios y de salarios. Primero demostramos que si se puede hacer que los instrumentos de política fiscal (como los impuestos por planilla) sean tan flexibles como los de política monetaria, entonces la estabilidad de precios es la política óptima. Pero si no se puede, surge el dilema entre estabilizar los precios internos o los salarios nominales. Mostramos que este dilema es de especial importancia para el diseño de la política cuando hay un grado alto de rigidez de los salarios nominales (parámetro de Calvo superior a 0,8) y algún grado de rigidez de precios (parámetro de Calvo superior a 0,25). En este caso, adoptar el régimen equivocado puede costar tanto como un 0,45% del consumo de toda la vida, en relación con la regla óptima. Por otra parte, si la rigidez de precios es la más severa, el régimen equivocado no cuesta más de 0,1% del consumo de toda la vida. En nuestra calibración de referencia, que se basa en modelos para Estados Unidos, en efecto la rigidez de salarios es la más severa. En la medida en que esta sea una calibración razonable para economías pequeñas y abiertas, esto significa que un régimen flexible de meta de inflación que permite que los precios internos se muevan algo puede ser mejor que un régimen puro de estabilización de precios.

Si bien implementar una regla que se debate entre la estabilidad de precios y la estabilidad de salarios es sumamente sencilla en el modelo, dada la heterogeneidad de los salarios en las economías reales, parece mucho más útil plantear la discusión en términos de estabilización de la inflación y del tipo de cambio. Así, también consideramos tal regla y mostramos que esta puede aproximar la política óptima notablemente bien. Por lo tanto, nuestro trabajo sugiere que una fuerte rigidez de salarios, combinada con algo de rigidez de precios, puede justificar un régimen de flotación sucia, en el que la política estabiliza parcialmente el tipo de cambio nominal (y real).



## REFERENCIAS

---

- Adao, B., I. Correia y P. Teles (2009). “On the Relevance of Exchange Rate Regimes for Stabilization Policy”. *Journal of Economic Theory* 144 (4): 1468–1488 .
- Backus, D.K., P.J. Kehoe y F.E. Kydland (1994). “Dynamics of the Trade Balance and the Terms of Trade: The J-Curve?” *American Economic Review* 84(1): 84–103.
- Calvo, G.A. (1983). “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework”. *Journal of Monetary Economics* 12(3): 383–98.
- Catão, L. y R. Chang (2013). “Monetary Rules for Commodity Traders”. *IMF Economic Review* 61(1): 52–91.
- Chetty, R., A. Guren, D. Manoli y A. Weber (2011). “Are Micro and Macro Labor Supply Elasticities Consistent? A Review of Evidence on the Intensive and Extensive Margins”. *American Economic Review* 101(3): 471–5.
- Christiano, L.J., M. Eichenbaum y C.L. Evans. (2005). “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”. *Journal of Political Economy* 113(1): 1–45.
- Christiano, L.J., M. Eichenbaum y S. Rebelo. (2011). “When Is the Government Spending Multiplier Large?” *Journal of Political Economy* 119(1): 78–121.
- Correia, I., E. Farhi, J.P. Nicolini y P. Teles (2013). “Unconventional Fiscal Policy at the Zero Bound”. *American Economic Review* 103(4): 1172–211.
- Correia, I., J.P. Nicolini y P. Teles (2008). “Optimal Fiscal and Monetary Policy: Equivalence Results”. *Journal of Political Economy* 116 (1): 141–170.
- De Paoli, B. (2009). “Monetary Policy and Welfare in a Small Open Economy”. *Journal of International Economics* 77(1): 11–22.
- Farhi, E., G. Gopinath y O. Itskhoki (2014). “Fiscal Devaluations”. *Review of Economic Studies* 81(2): 725–60.
- Feenstra, R.C., P. Luck, M. Obstfeld y K.N. Russ. (2014). “In Search of the Armington Elasticity”. NBER Working Paper N°20063.
- Gali, J. y T. Monacelli (2005). “Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy”. *Review of Economic Studies* 72(252): 707–34.

Hevia, C. y J.P. Nicolini (2013). “Optimal Devaluations”. *IMF Economic Review* 61(1): 22–51.

Hevia, C., P.A. Neumeyer y J.P. Nicolini (2013). “Optimal Monetary and Fiscal Policy in a New Keynesian Model with a Dutch Disease: The Case of Complete Markets”. Documento de Trabajo, WP ECO N°3, Universidad Torcuato di Tella.

Klenow, P.J. y B.A. Malin (2010). “Microeconomic Evidence on Price-Setting”. En *Handbook of Monetary Economics*, editado por B.M. Friedman y M. Woodford. Amsterdam, Países Bajos: Elsevier.

Neumeyer, P.A. y F. Perri (2005). “Business Cycles in Emerging Economies: The Role of Interest Rates”. *Journal of Monetary Economics* 52(2): 345–80.

Obstfeld, M. y K. Rogoff (2001). “The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There a Common Cause?” En *NBER Macroeconomics Annual 2000*, editado por B.S. Bernanke y K. Rogoff. Cambridge, MA: MIT Press.

Sargent, T.J. y N. Wallace (1975). “Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule”. *Journal of Political Economy* 83(2): 241–54.

Schmitt-Grohé, S. y M. Uribe (2004). “Solving Dynamic General Equilibrium Models Using a Second-Order Approximation to the Policy Function”. *Journal of Economic Dynamics and Control* 28 (4): 755–75.

Schmitt-Grohé, S. y M. Uribe (2015). “Downward Nominal Wage Rigidity, Currency Pegs, and Involuntary Unemployment”. *Journal of Political Economy*. *Forthcoming*.

Smets, F. y R. Wouters (2007). “Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach”. *American Economic Review* 97(3): 586–606.

## APÉNDICE

### COMPARACIÓN DEL BIENESTAR

Este apéndice elabora los conceptos de bienestar comparado y comentado en el artículo. Supongamos que existe una política base, representada por  $b$ , asociada a una asignación en equilibrio del consumo, el empleo agregado, y las distorsiones laborales  $\{C_t^b, N_t^b, \Delta_{t+j}^{w,b}\}$ . Esta política propuesta produce un nivel de bienestar  $V_t^b$  en el momento  $t$ , dado el estado de la economía, que llamamos  $\mathbf{x}_t$

$$V_t^b = E_t \sum_{j=0}^{\infty} U(C_{t+j}^b, \Delta_{t+j}^{w,b} N_{t+j}^b) \equiv V_t^{C,b} - V_t^{N,b},$$

donde

$$V_t^{C,b} = E_t \left[ \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \frac{(C_{t+j}^b)^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right]$$
$$V_t^{N,b} = E_t \left[ \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \zeta \frac{(\Delta_{t+j}^{w,b} N_{t+j}^b)^{1+\psi}}{1+\psi} \right].$$

Ahora supongamos una política alternativa,  $a$ , que tiene asociados una asignación  $\{C_t^a, N_t^a, \Delta_{t+j}^{w,a}\}$  y un nivel de utilidad

$$V_t^a = V_t^{C,a} - V_t^{N,a}.$$

Nuestro objetivo es medir la ganancia de bienestar que trae la política  $a$  por sobre la política  $b$  en términos de unidades de consumo. Para ello, nos preguntamos qué fracción de la tendencia de consumo asociada a la política  $b$  habría que aumentar (o reducir) para siempre para lograr el mismo nivel de utilidad que el de la política alternativa  $a$ . En particular, buscamos un valor de  $\lambda_t$  que satisfaga

$$V_t^a = E_t \sum_{j=0}^{\infty} U((1+\lambda_t) C_{t+j}^b, \Delta_{t+j}^{w,b} N_{t+j}^b) = (1+\lambda_t)^{1-\gamma} V_t^{C,b} - V_t^{N,b}.$$

Resolviendo para  $\lambda_t$ , obtenemos

$$\lambda_t = \left( \frac{V_t^{C,a} - V_t^{N,a} + V_t^{N,b}}{V_t^{C,b}} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}} - 1.$$

La estructura recursiva del modelo implica que los valores  $V_t^{C,j}$  y  $V_t^{N,j}$  para  $j = a, b$  son funciones invariantes temporales del estado  $\mathbf{x}_t$

$$\begin{aligned} V_t^{C,j} &= V^{C,j}(\mathbf{x}_t) \\ V_t^{N,j} &= V^{N,j}(\mathbf{x}_t), \end{aligned}$$

que a su vez implican que la ganancia de bienestar también es una función invariante temporal de  $\mathbf{x}_t$ ,  $\lambda_t = \lambda(\mathbf{x}_t)$ . Por tanto, podemos formular

$$\lambda(\mathbf{x}_t) = \left( \frac{V^{C,a}(\mathbf{x}_t) - V^{N,a}(\mathbf{x}_t) + V^{N,b}(\mathbf{x}_t)}{V^{C,b}(\mathbf{x}_t)} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}} - 1.$$

Reportamos el valor medio de  $\lambda(\mathbf{x}_t)$  bajo la distribución invariante temporal del estado  $\mathbf{x}_t$ . Este valor medio se obtiene computando una simulación de 1.200 períodos en el modelo a partir de la condición de estado estacionario, eliminando los primeros 200 valores simulados, y luego computando el promedio a través de la trayectoria de la muestra simulada. Para comparar entre niveles de bienestar es esencial realizar una aproximación de las funciones de política de grado mayor que uno (de segundo orden en nuestro caso); de lo contrario, todas las políticas dan el mismo nivel de utilidad.

**Cuadro A1**
**Parámetros base**

Parámetro	Descripción	Valor
$\beta$	Factor de descuento (utilidad, anualizada)	0,95
$\gamma$	Aversión al riesgo (utilidad)	2
$\varsigma$	Parámetro de ocio (utilidad)	1
$\psi$	Exponente de ocio (utilidad)	1
$\phi$	Elast. de sust. $h$ y $f$ (utilidad)	1,5
$\varpi$	Participación del bien externo (utilidad)	0,2
$\rho$	Participación del trabajo en materias primas tecnología	0,1
$\eta_1$	Participación del bien local en bienes intermedios	0,1
$\bar{A}$	Productividad de bienes intermedios en estado estacionario	0,2
$\eta_2$	Participación del bien externo en intermedios	0,4
$\eta_3$	Participación del trabajo en intermedios	0,5
$\bar{Z}$	Productividad de intermedios en estado estacionario	1
$\alpha^P$	Parámetro de Calvo en intermedios locales	0,5
$\alpha^w$	Parámetro de Calvo en salarios	0,85
$\theta^P$	Elast. de sust. variedades de intermedios	6
$\theta^w$	Elast. de sust. variedades de trabajo	6
$\mu$	Elasticidad de demanda externa por bienes locales	1,5
$K^*$	Parámetro de demanda externa por bienes locales	0,1
$\rho_x$	Coefficiente de valor rezagado de precio del bien local	0,72
$\sigma_x$	Shock de 1 desviación estándar al precio del bien local	0,105
$\rho_z$	Coefficiente de valor rezagado de precio de bien externo	0,72
$\sigma_z$	Shock de 1 desviación estándar al precio del bien externo	0,05
$\zeta$	Correlación cruzada entre bien local y externo en VAR	0,18
$\nu$	Parámetro de política	Varía

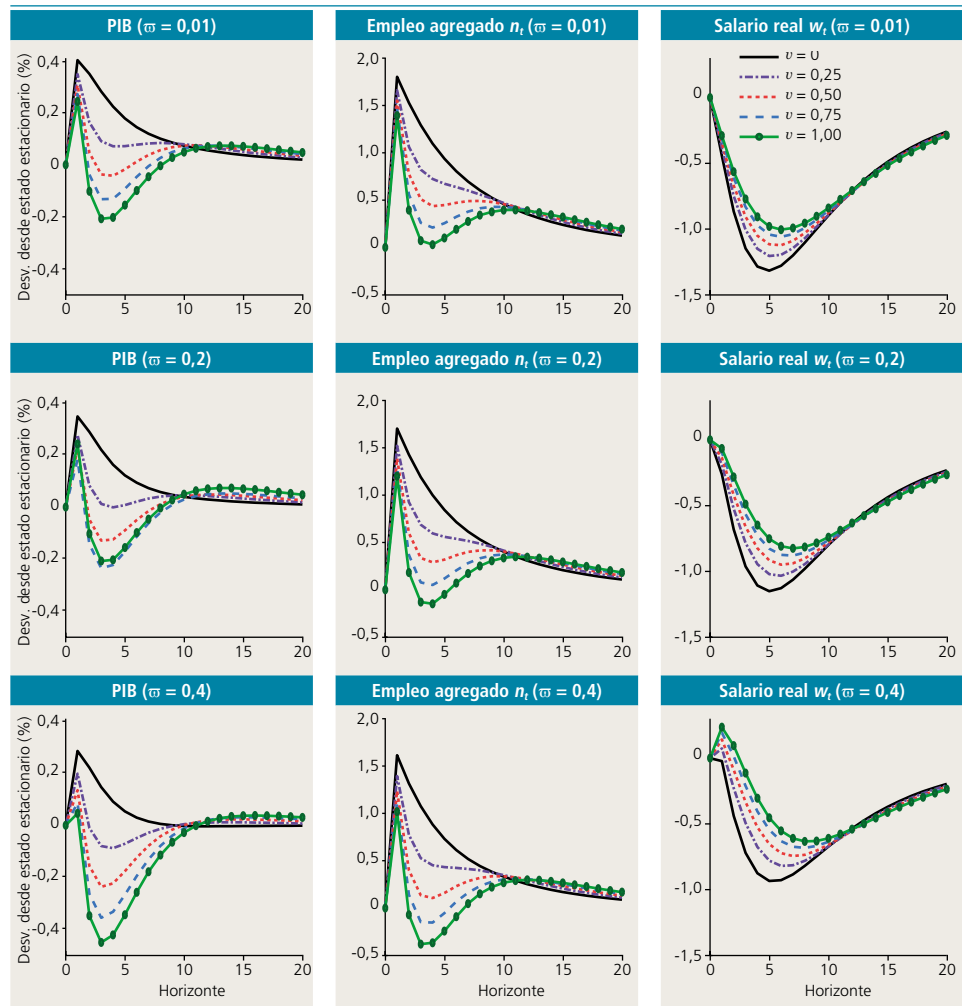
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico A1 muestra las impulso respuestas del PIB, del empleo agregado y del salario real para distintos valores de la participación de los bienes externos en el bien representativo local  $\varpi$ . Las cifras de la primera fila representan una economía con una participación muy baja de productos finales externos en el

consumo ( $\varpi = 0,01$ ); las cifras de la segunda fila corresponden al escenario económico base ( $\varpi = 0,2$ ); las cifras de la tercera fila representan una economía con una participación mayor de bienes finales externos en el consumo ( $\varpi = 0,4$ ).

Gráfico A1

**Regla salarial: Impulso respuestas a un *shock* al precio de materias primas para diferentes valores de la participación del bien externo  $\varpi$**



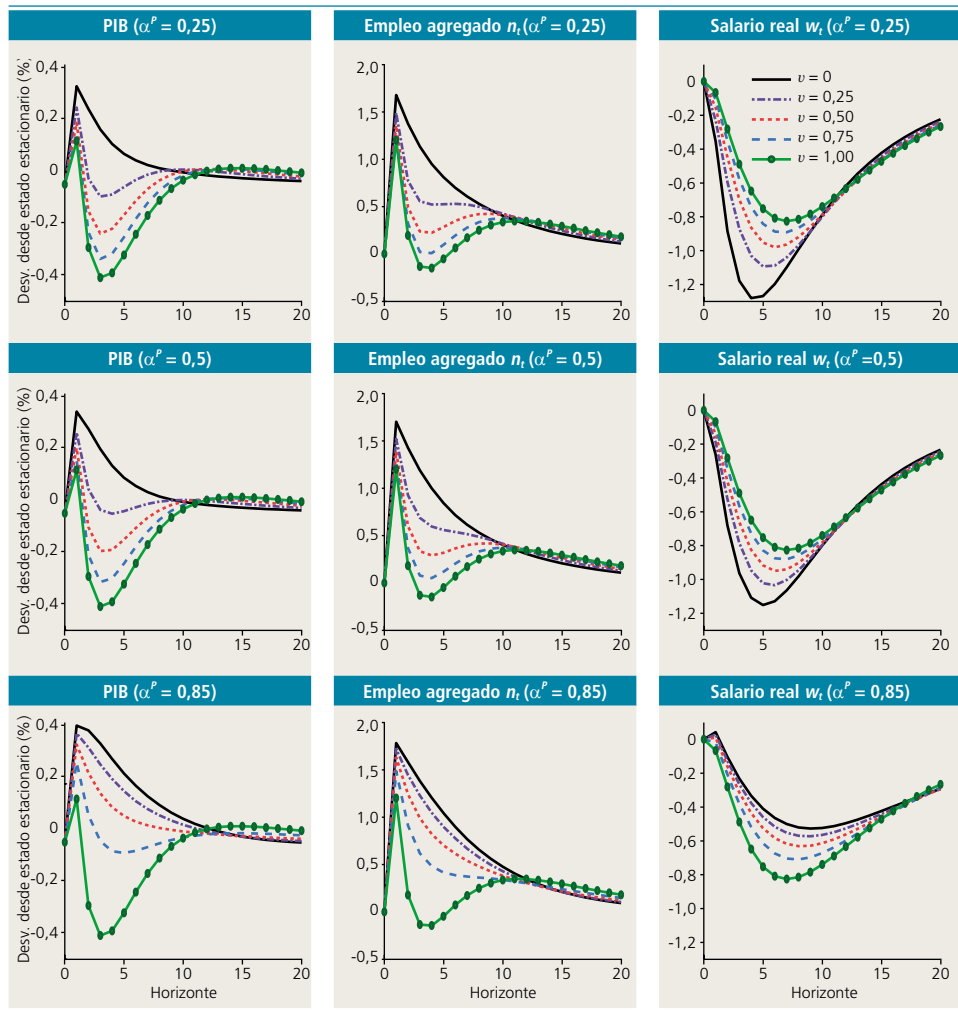
Fuente: Elaboración propia.



El gráfico A2 muestra las impulso respuestas del PIB, del empleo agregado, y del salario real para distintos valores de la participación del parámetro de rigidez de precios  $\alpha^p$ . Las cifras de la primera fila representan una economía con un grado relativamente bajo de rigidez de precios ( $\alpha^p = 0,25$ ); las cifras de la segunda fila corresponden al escenario económico base ( $\alpha^p = 0,5$ ); las cifras de la tercera fila representan una economía con un grado mayor de rigidez de precios ( $\alpha^p = 0,85$ ).

Gráfico A2

### Regla salarial: Impulso respuestas a un *shock* al precio de materias primas para diferentes valores de rigidez de precios $\alpha^p$



Fuente: Elaboración propia.