

**Tipo de documento:** Tesis de Maestría



*Departamento de Economía. Maestría en Economía*

# Sub-Asignación de Crédito Bancario y sus Efectos Agregados

**Autoría:** Rosé, Tomás

**Año:** 2024

## ¿Cómo citar este trabajo?

Rosé, T. (2024) "*Sub-Asignación de Crédito Bancario y sus Efectos Agregados*". [Tesis de Maestría. Universidad Torcuato Di Tella].

Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13225>

El presente documento se encuentra alojado en el Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Argentina (CC BY-NC-SA 4.0 AR)

Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



**UNIVERSIDAD  
TORCUATO DI TELLA**

**UNIVERSIDAD TORCUATO DI TELLA**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA**

**MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

**Shocks de Oferta y Efectos de Histéresis en Pequeñas Economías Abiertas**

Alumno: Ramiro Sciandro

Tutor: Francisco Ciocchini

Fecha: 10/05/2024

# Shocks de Oferta y Efectos de Histéresis en Pequeñas Economías Abiertas

Maestría en Economía Universidad Torcuato Di Tella

Alumno: Ramiro Sciandro

Legajo: 16X566

Tutor: Francisco Ciocchini

Fecha: 10/05/2024

## Resumen

En este trabajo se adapta el modelo desarrollado en Fornaro & Wolf (2023) al contexto de una pequeña economía abierta. En particular, se estudia el impacto macroeconómico de una disrupción de oferta bajo diferentes configuraciones de los parámetros del modelo, y bajo diferentes esquemas cambiarios. Se concluye que bajo determinada configuración de los parámetros un shock de oferta negativo puede generar una contracción de la absorción doméstica que domina a la contracción del producto, llevando a una mejora en el saldo en cuenta corriente, pero este resultado varía dependiendo del grado de curvatura de la función de inversión. Un mayor curvatura lleva a una menor elasticidad de la inversión frente a las disrupciones de oferta, lo que deviene en menores efectos de histéresis para la economía. Por otra parte, dependiendo del impacto inicial que el shock tenga sobre las cuentas externas, una mayor sensibilidad de la prima de riesgo país frente a cambios en la posición de inversión internacional puede disminuir o aumentar los efectos de histéresis. A su vez, se encuentra que dada una política fiscal neutra, rigideces nominales en el tipo de cambio pueden llevar a una amplificación de los efectos de histéresis. Sin embargo, la combinación de un tipo de cambio estable con una política fiscal contra-cíclica que subsidie la inversión puede resguardar el crecimiento en la misma medida que una política de tipo de cambio flexible, sin generar saltos inflacionarios.

## Introducción

La economía mundial se ha visto recientemente afectada por fuertes shocks a las cadenas de suministro globales; inmediatamente uno puede pensar en la pandemia del COVID, que paralizó tanto el comercio doméstico como externo en la mayoría de las economías, o la invasión rusa a Ucrania, que afectó severamente la oferta global de alimentos y combustibles, generando disrupciones en las cadenas de oferta y presiones inflacionarias sobre las principales economías del mundo. Enfrentada a este tipo de shocks de oferta, una economía puede ver su sendero de crecimiento afectado de manera permanente, incluso cuando el shock es de carácter transitorio. Esto ocurre en la medida en que el impacto directo de la disrupción sobre la productividad y los ingresos es anticipado por los agentes económicos, llevándolos a modificar sus decisiones tanto de inversión como de consumo; la caída en los niveles de inversión implica un desvío de la economía respecto de su sendero de crecimiento original, a la vez que puede generar mayores presiones inflacionarias a futuro cuando se materialice la desaceleración en el ritmo de crecimiento de la productividad. Este impacto de largo plazo que perdura en las variables económicas incluso cuando la disrupción original ya se encuentra normalizada se denomina en la literatura "efecto de histéresis", y merece ser estudiado en profundidad. L. Fornaro y M. Wolf dedican un artículo reciente (Fornaro y Wolf 2023) precisamente a la formalización teórica de estos efectos, y muestran como bajo cierta configuración de los parámetros de su modelo, la presencia de estos efectos puede llevar a que la demanda se contraiga más que la oferta frente a shocks de oferta. Esto sucede cuando el efecto de la caída en la inversión presente sobre la productividad futura es lo suficientemente importante como para generar un efecto riqueza negativo adicional en los consumidores; la demanda refleja la anticipación de los efectos futuros de la disrupción, mientras que la oferta inicialmente solo se ve afectada por el impacto directo del shock en el período actual. Esto implica que la tasa real natural de interés puede caer frente a un shock de oferta. A raíz de esto, los autores advierten sobre los potenciales efectos contraproducentes que puede tener una típica política monetaria contractiva que tiene como objetivo la desinflación; la contracción monetaria puede desincentivar aún más la inversión, profundizando los efectos de histéresis, y generando mayores presiones inflacionarias a futuro. En este trabajo, buscaré adaptar el modelo original, que fue pensado para una economía cerrada, al caso de una pequeña economía abierta. Esto me permitirá evaluar los impactos que los shocks de oferta tienen sobre las cuentas externas de una economía, y cómo la persistencia y la profundidad de los efectos de histéresis varía dependiendo del régimen cambiario adoptado.

El estudio se organizará de la siguiente manera: en la primera sección, presentaré una versión del modelo desarrollado por los autores del trabajo original, que contiene modificaciones para adaptarlo al estudio de una pequeña economía abierta. Asimismo, se definirá qué constituye un equilibrio de economía abierta en este contexto, encontraré el valor de estado estacionario para el conjunto de variables endógenas, y presentaré una calibración base para los parámetros. La segunda sección presenta los primeros resultados numéricos; el impacto macroeconómico de una disrupción de oferta sobre una pequeña economía abierta, bajo el supuesto de que la entidad monetaria calibra el tipo de cambio con el objetivo de mantener la economía en pleno empleo. En esta sección también se analiza como estos resultados se ven alterados frente a modificaciones en dos parámetros clave: la sensibilidad de la prima de riesgo país a cambios en la posición de inversión internacional, y la curvatura de la función de inversión. Será de particular interés evaluar como estas modificaciones alteran los efectos de histéresis encontrados. En la tercera sección, presentaremos como se ve alterado el impacto de una disrupción de oferta cuando se modifican las reglas de política monetaria; en particular compararemos los resultados anteriores con los resultados en un esquema de tipo de cambio fijo. Adicionalmente, y en línea con las conclusiones de los autores del trabajo original, se evaluarán los resultados de una política mixta, en la que simultáneamente se ancla el nivel general de precios con un tipo de cambio fijo y se protege la inversión con una política fiscal contra-cíclica. Finalmente, concluiré en la sección cuatro.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Todas las simulaciones fueron realizadas utilizando Dynare. Los códigos están disponibles a pedido del lector, pueden ser solicitados escribiendo a rsciandro@mail.utdt.edu.

## 1. El Modelo para una Pequeña Economía Abierta

En primer lugar, es preciso aclarar que en esta sección se utilizará la misma notación que en el artículo original para referirse a cada variable.

Para esta adaptación de economía abierta, asumiremos que el único bien final en la economía es comercializable, y que tiene un precio internacional fijo igual a 1. La ley de un solo precio se cumple, lo que significa que el precio local coincidirá con el tipo de cambio:

$$P_t^* E_t = E_t = P_t$$

### 1.1 Maximización de la Utilidad de los Hogares

Hecha esa aclaración, podemos pasar a evaluar nuestra versión del problema de los hogares para este modelo. Como en el modelo original, los hogares proporcionarán trabajo de forma inelástica, pero elegirán el consumo y la tenencia de bonos en cada período, sujeto a su restricción presupuestaria. En comparación con el caso de economía cerrada, la única diferencia será que los hogares no solo tendrán acceso al bono doméstico (no comercializable), sino que también podrán poseer uno negociado internacionalmente. Siguiendo a Schmitt-Grohé & Uribe (2003), la tasa de interés internacional  $r_t$  que estos bonos pagan será endógena, y dependerá de la posición de inversión internacional del país; cuanto mayor sea el stock de bonos extranjeros normalizado por la productividad agregada ( $b_t^*$ ), menor será la prima de riesgo enfrentada por los hogares:

$$r_t = r^* + d(b_t^*)$$

donde

$$d(b_t^*) = \varphi(e^{b^* - b_t^*} - 1)$$

Nótese que esta forma funcional implica que la prima de riesgo país será igual a 0 en estado estacionario (y por lo tanto,  $r_t = r^*$ ).

Esta modificación se introduce para inducir estacionariedad en el stock de bonos normalizado. En los modelos estándar de pequeñas economías abiertas, los agentes tienen acceso a una tasa internacional exógena y, en consecuencia, el estado estacionario del modelo depende de la posición inicial de inversión internacional. En estos modelos, los shocks transitorios que solo impactan brevemente en el consumo y la inversión pueden tener impactos permanentes en el stock de activos extranjeros de estado estacionario. Como veremos más adelante, este no es el caso una vez que adoptamos este tipo de formulación, que permite que el stock de bonos normalizado regrese a su valor de estado estacionario  $b^*$  después de una disrupción. Intuitivamente, cuando un shock transitorio induce un aumento en el ahorro, la tasa disminuirá, incentivando la absorción doméstica; y cuando un shock transitorio induce déficits en la cuenta corriente, la tasa aumentará, desalentando la deuda. En este sentido, estamos "cerrando" esta economía abierta, para evitar ese componente de *random walk* en la dinámica del equilibrio.

Dicho esto, el problema del hogar es:

$$\begin{aligned} & \max_{\{C_t, B_t, B_t^*, I_t\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \ln C_t \\ & \text{s. a.} \quad P_t C_t + P_t B_t^* + B_t = W_t L_t + P_t B_{t-1}^* (1 + r_{t-1}) + B_{t-1} (1 + i_{t-1}) + D_t \\ & \quad B_{-1}, B_{-1}^* \text{ dados} \end{aligned}$$

Nótese que, al resolver su problema, el hogar no internaliza el efecto que su acumulación o desacumulación de activos tendrá sobre la posición de inversión internacional, y consecuentemente sobre la prima de riesgo que enfrenta.

El Lagrangiano es entonces:

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \ln C_t + \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t [W_t L_t + P_t B_{t-1}^* (1 + r_{t-1}) + B_{t-1} (1 + i_{t-1}) + D_t - P_t C_t - P_t B_t^* - B_t]$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_t} = 0 &\Rightarrow \frac{\beta^t}{C_t} - \beta^t \lambda_t P_t = 0 && \Rightarrow \lambda_t = \frac{1}{P_t C_t} \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial B_t} = 0 &\Rightarrow -\beta^t \lambda_t + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} (1 + i_t) = 0 && \Rightarrow \lambda_t = \beta (1 + i_t) \lambda_{t+1} \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial B_t^*} = 0 &\Rightarrow -\beta^t P_t \lambda_t + \beta^{t+1} P_{t+1} \lambda_{t+1} (1 + r_t) = 0 && \Rightarrow \lambda_t = \beta (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \lambda_{t+1} \end{aligned}$$

Combinando las expresiones anteriores:  $\frac{1}{P_t C_t} = \beta (1 + i_t) \frac{1}{P_{t+1} C_{t+1}} \Rightarrow \frac{C_{t+1}}{\beta C_t} = (1 + i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \frac{C_{t+1}}{\beta C_t} &= \frac{1+i_t}{\pi_{t+1}} \\ \frac{C_{t+1}}{\beta C_t} &= 1 + r_t \end{aligned}$$

donde  $\pi_{t+1} \equiv \frac{P_{t+1}}{P_t}$  es la tasa de inflación bruta.

A su vez, de las dos ecuaciones anteriores se sigue que:

$$1 + i_t = (1 + r_t) \pi_{t+1}$$

Esta es la ecuación de Fisher, que coincide con la ecuación de paridad descubierta de la tasa de interés (dado que la inflación local coincide con la depreciación del tipo de cambio, y la tasa de bonos extranjeros coincide con la tasa de interés real).

## 1.2 Problema del Productor del Bien Final

Para el productor del bien final (comercializable), el problema de maximización de beneficios permanece exactamente igual que en el modelo original; debe maximizar sus beneficios tomando como dados el precio internacional del bien final, el tipo de cambio, el salario de mercado, y el precio de los bienes intermedios. A su vez, debe naturalmente respetar su restricción tecnológica. Obsérvese que la productividad de los factores tiene dos componentes; uno que evoluciona exógenamente ( $Z_t$ ) y un componente endógeno ( $A_{jt}$ ), que representa la calidad del bien intermedio  $j$ . La caída del primero constituirá un shock de oferta. Por otro lado, la evolución de  $A_{jt}$  dependerá de la inversión que realicen en cada período los productores de bienes intermedios.

$$\begin{aligned} \max_{Y_t, L_t, (x_{jt})} \quad & P_t Y_t - W_t L_t - \int_0^1 P_{jt} x_{jt} dj \\ \text{s. a.} \quad & Y_t = (Z_t L_t)^{1-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^\alpha dj \end{aligned}$$

Sustituyendo la restricción en la función objetivo, podemos escribir el problema como:

$$\max_{L_t, (x_{jt})} P_t Z_t^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^\alpha dj - W_t L_t - \int_0^1 P_{jt} x_{jt} dj$$

Las condiciones de primer orden son:

$$L_t : \quad P_t(1 - \alpha)Z_t^{1-\alpha}L_t^{-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^\alpha dj = W_t$$

$$x_{jt} : \quad P_t\alpha Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{\alpha-1} = P_{jt}$$

Dado que este es un mercado competitivo, el precio de los factores será igual al valor de la productividad marginal de cada uno.

### 1.3 Problema del Productor del Bien Intermedio

El problema de maximización de beneficios para el productor del bien intermedio (no comercializable, lo que permite cierto grado de poder de mercado) tampoco cambia. Debe maximizar su beneficio enfrentando dos restricciones; la primera es su función de producción (precisa una unidad del bien final para producir una unidad de bien intermedio), mientras que la segunda es la función de demanda del bien intermedio, que proviene del problema del productor de bien final que acabamos de resolver. Este problema es estático puesto que aún no estamos considerando las decisiones de inversión del productor. Esto implica que estos beneficios no están aún tomando en consideración los costos de inversión.

$$\max_{P_{jt}, x_{jt}, z_t} P_{jt} x_{jt} - P_t f_{jt}$$

s. a.  $x_{jt} = f_{jt}$

$$P_{jt} = P_t\alpha Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{-(1-\alpha)}$$

Sustituyendo las restricciones en la función objetivo:

$$\max_{x_{jt}} P_t\alpha Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{-(1-\alpha)}x_{jt} - P_t x_{jt}$$

$$\max_{x_{jt}} P_t\alpha Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^\alpha - P_t x_{jt}$$

La condición de primer orden es:

$$P_t\alpha^2 Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{\alpha-1} = P_t$$

Entonces:

$$\alpha^2 Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{-(1-\alpha)} = 1$$

$$x_{jt}^{1-\alpha} = \alpha^2 Z_t^{1-\alpha}L_t^{1-\alpha}A_{jt}^{1-\alpha}$$

$$x_{jt} = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} Z_t L_t A_{jt}$$

Finalmente:

$$x_{jt} = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t$$

Sustituyendo la expresión anterior dentro de  $P_{jt} = P_t \alpha Z_t^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha} A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{-(1-\alpha)}$  llegamos a:

$$P_{jt} = P_t \alpha Z_t^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha} A_{jt}^{1-\alpha} \left( \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t \right)^{-(1-\alpha)}$$

$$P_{jt} = P_t \alpha Z_t^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha} A_{jt}^{1-\alpha} \alpha^{-2} A_{jt}^{-(1-\alpha)} Z_t^{-(1-\alpha)} L_t^{-(1-\alpha)}$$

Entonces:

$$P_{jt} = \frac{1}{\alpha} P_t$$

Es decir, el precio determinado por el productor del bien intermedio será igual al costo de su único insumo, el bien final, más un margen.

Las ganancias nominales, sin considerar el costo de la inversión, serán:

$$\begin{aligned} \text{Ganancias}_{jt} &= P_{jt} x_{jt} - P_t f_{jt} = P_{jt} x_{jt} - P_t x_{jt} \\ &= (P_{jt} - P_t) x_{jt} = \left( \frac{1}{\alpha} P_t - P_t \right) \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t \\ &= P_t \left( \frac{1}{\alpha} - 1 \right) \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t \\ &= P_t \varpi A_{jt} Z_t L_t \end{aligned}$$

Donde  $\varpi \equiv \left( \frac{1}{\alpha} - 1 \right) \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} > 0$ .

Sustituyendo  $x_{jt} = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t$  en  $Y_t = (Z_t L_t)^{1-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^\alpha dj$  llegamos a una expresión para la producción del bien final:

$$\begin{aligned} Y_t &= (Z_t L_t)^{1-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} \left[ \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t \right]^\alpha dj \\ &= (Z_t L_t)^{1-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{jt}^\alpha Z_t^\alpha L_t^\alpha dj \\ &= Z_t^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} Z_t^\alpha L_t^\alpha \int_0^1 A_{jt} dj \\ &= \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} Z_t L_t \int_0^1 A_{jt} dj \end{aligned}$$

Entonces:

$$Y_t = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_t Z_t L_t$$

donde  $A_t \equiv \int_0^1 A_{jt} dj$ .

#### 1.4 Inversión y Crecimiento de la Productividad

En el modelo original, la ley de movimiento para la productividad agregada es lineal respecto a la inversión, que tiene un rendimiento constante igual a  $\chi$  :  $A_{jt+1} = A_{jt} + \chi I_{jt}$ . Esto significa que el problema enfrentado por los productores de bienes intermedios puede expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \max_{\{I_t, A_{jt+1}\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{\delta_t} (\varpi A_{jt} Z_t L_t - I_{jt}) \\ \text{s. a.} \quad & A_{jt+1} = A_{jt} + \chi I_{jt} \\ & A_{j0} > 0 \end{aligned}$$

donde  $\delta_t$  satisface  $\frac{\delta_t}{\delta_{t-1}} = 1 + r_{t-1} + \eta$ , con  $\eta \geq 0$ .

Entonces el problema puede expresarse como:

$$\max_{\{A_{jt+1}\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{\delta_t} \left( \varpi A_{jt} Z_t L_t - \frac{1}{\chi} A_{jt+1} + \frac{1}{\chi} A_{jt} \right)$$

Las condiciones de primer orden son:

$$-\frac{1}{\delta_t} \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\delta_{t+1}} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{1}{\chi} \right) = 0$$

$$\frac{1}{\chi} = \frac{1}{1 + r_t + \eta} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{1}{\chi} \right)$$

donde tenemos el costo marginal fijo de la inversión en el lado izquierdo, y el beneficio marginal de la inversión en el lado derecho (el impacto en la producción de  $t + 1$ , más el ahorro que surge de no tener que invertir en ese momento para obtener los beneficios de tener un stock tecnológico más alto en  $T \geq t + 2$ ). Mientras que en el modelo original de economía cerrada podemos derivar una tasa de interés real de equilibrio a partir de esta ecuación, este no es el caso en nuestra economía abierta, en la cual la tasa de interés real está determinada por una tasa internacional exógena más una prima de riesgo dependiente del stock de bonos. Dados los parámetros del modelo, la evolución exógena de  $Z_{t+1}$ , y el hecho de que asumiremos que la política monetaria se establecerá de manera que se logre el pleno empleo en cada período ( $L_t = 1$ ), la linealidad de este problema es un obstáculo; considerando que la tasa de interés real de estado estacionario es exógena, a menos que los parámetros del modelo sean tales que  $\frac{1}{\chi} = \frac{1}{1+r^*} \left( \varpi \bar{Z} + \frac{1}{\chi} \right)$ , entonces o bien el costo marginal de inversión en estado estacionario será mayor que el beneficio marginal, o viceversa, dando lugar a soluciones de esquina.

Para evitar esto, convertimos el problema en uno no lineal. Siguiendo el Apéndice E del artículo original, consideraremos rendimientos decrecientes de la inversión:

$$A_{jt+1} = A_{jt} + \chi I_{jt}^{\zeta} A_t^{1-\zeta}$$

Donde  $0 < \zeta \leq 1$  es un parámetro que captura la curvatura de la función de inversión. Bajo esta formulación, las empresas combinan la inversión y el stock agregado existente de tecnología para aumentar la productividad futura. Nótese que a medida que  $\zeta$  se aproxima a 1, nos acercamos al caso original, en el que la tecnología actual no tiene impacto en la decisión de inversión, mientras que si  $\zeta$  se aproxima a 0, nos acercamos al caso de crecimiento exógeno de la productividad, en el cual la inversión no tiene relevancia y el stock de tecnología crece a una tasa constante de  $1 + \chi$ .

En este caso, el Lagrangiano es:

$$\max_{\{A_{jt+1}\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{\delta_t} \right) (\varpi A_{jt} Z_t L_t - I_{jt}) + \lambda_t \left( A_{jt+1} - A_{jt} - \chi I_{jt}^{\zeta} A_t^{1-\zeta} \right)$$

El problema puede expresarse como:

$$\max_{\{A_{jt+1}\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{\delta_t}\right) \left( \varpi A_{jt} Z_t L_t - A_t^{\frac{\zeta-1}{\zeta}} \left( \frac{A_{jt+1} - A_{jt}}{\chi} \right)^{\frac{1}{\zeta}} \right)$$

La condición de optimalidad para la inversión será:

$$\frac{1}{\chi \zeta} \left( \frac{A_{jt+1} - A_{jt}}{\chi A_t} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} = \frac{1}{1+r_t+\eta} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{1}{\chi \zeta} \left( \frac{A_{jt+2} - A_{jt+1}}{\chi A_{t+1}} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right)$$

Finalmente, utilizando que  $A_t^{\frac{\zeta-1}{\zeta}} \left( \frac{A_{jt+1} - A_{jt}}{\chi} \right)^{\frac{1}{\zeta}} = I_{jt}$  la ecuación anterior puede escribirse como:

$$\frac{1}{\chi \zeta} \left( \frac{I_t}{A_t} \right)^{1-\zeta} = \frac{1}{1+r_t+\eta} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{1}{\chi \zeta} \left( \frac{I_{t+1}}{A_{t+1}} \right)^{1-\zeta} \right)$$

donde también hemos impuesto que por simetría  $I_{jt} = I_t$  en equilibrio. Esto también implica que en equilibrio  $A_{jt} = A_t$ , y por lo tanto se puede derivar de la ley de movimiento para el stock de tecnología que:

$$\frac{A_{t+1}}{A_t} = g_{t+1} = 1 + \chi \left( \frac{I_t}{A_t} \right)^{\zeta} \rightarrow \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} = \left( \frac{I_t}{A_t} \right)^{1-\zeta}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\chi \zeta} \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} &= \frac{1}{1+r_t+\eta} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{1}{\chi \zeta} \left( \frac{g_{t+2} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right) \\ \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} &= \frac{1}{1+r_t+\eta} \left( \chi \zeta \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \left( \frac{g_{t+2} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right) \end{aligned}$$

### 1.5 Curva de Phillips para los Salarios e Inflación

Al igual que en el modelo original, imponemos que los salarios nominales evolucionan de acuerdo con la siguiente Curva de Phillips:

$$\frac{W_t}{W_{t-1}} = \bar{g} \left( \frac{L_t}{\bar{L}} \right)^{\xi} \pi_{t-1}^{\lambda}$$

donde  $\xi > 0$  y  $\lambda \in [0,1)$ ,  $\bar{L}$  = pleno empleo (oferta laboral inelástica), y  $\bar{g}$  = crecimiento de la productividad en estado estacionario. La derivación de la ecuación de inflación es exactamente la misma que en el modelo de economía cerrada.

Sustituyendo  $x_{jt} = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t$  dentro de  $P_t(1-\alpha)Z_t^{1-\alpha}L_t^{-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^{\alpha} dj = W_t$  tenemos que:

$$\begin{aligned}
W_t &= P_t(1 - \alpha)Z_t^{1-\alpha}L_t^{-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} x_{jt}^\alpha dj \\
W_t &= P_t(1 - \alpha)Z_t^{1-\alpha}L_t^{-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} \left( \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t \right)^\alpha dj \\
W_t &= P_t(1 - \alpha)Z_t^{1-\alpha}L_t^{-\alpha} \int_0^1 A_{jt}^{1-\alpha} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{jt}^\alpha Z_t^\alpha L_t^\alpha dj \\
W_t &= P_t(1 - \alpha) \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} Z_t^{1-\alpha} L_t^{-\alpha} Z_t^\alpha L_t^\alpha \int_0^1 A_{jt} dj \\
W_t &= P_t(1 - \alpha) \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} Z_t A_t
\end{aligned}$$

Intuitivamente, los salarios reales serán iguales a la productividad marginal del trabajo, que en esta formulación no depende de la cantidad de horas trabajadas. Una disminución en la productividad, dada por una disminución en  $Z_t$  o  $A_t$ , llevará a una caída en la demanda de trabajo, lo que, dada la oferta de trabajo inelástica, generará inicialmente desempleo. En equilibrio, esto se corregirá con una caída en los salarios reales.

Sustituyendo la expresión anterior en la Curva de Phillips de Salarios:

$$\begin{aligned}
\frac{P_t(1-\alpha)\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}}Z_tA_t}{P_{t-1}(1-\alpha)\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}}Z_{t-1}A_{t-1}} &= \bar{g} \left( \frac{L_t}{L} \right)^\xi \pi_{t-1}^\lambda \\
\frac{P_t}{P_{t-1}} &= \frac{Z_{t-1}}{Z_t} \frac{A_{t-1}}{A_t} \bar{g} \left( \frac{L_t}{L} \right)^\xi \pi_{t-1}^\lambda
\end{aligned}$$

Usando  $\frac{P_t}{P_{t-1}} = \pi_t$  y  $\frac{A_t}{A_{t-1}} = g_t$ :

$$\pi_t = \frac{Z_{t-1}}{Z_t} \frac{1}{g_t} \bar{g} \left( \frac{L_t}{L} \right)^\xi \pi_{t-1}^\lambda$$

Finalmente:

$$\pi_t = \frac{\bar{g}}{g_t} \frac{Z_{t-1}}{Z_t} \left( \frac{L_t}{L} \right)^\xi \pi_{t-1}^\lambda$$

La expresión anterior implica que en un estado estacionario de pleno empleo,  $\pi = 1$  (tasa de inflación = 0).

## 1.6 Evolución del PIB

Nuevamente, nada cambia con respecto al modelo original en la derivación del PIB. Dado que el PIB es la suma del valor agregado en ambos sectores productivos, y en este modelo no se agrega valor en el sector de bienes intermedios, podemos escribirlo como el valor agregado en el sector de bienes finales:

$$\begin{aligned}
PIB_t &= Y_t - \int_0^1 x_{jt} dj \\
&= \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_t Z_t L_t - \int_0^1 \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{jt} Z_t L_t dj \\
&= \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_t Z_t L_t - \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} Z_t L_t \int_0^1 A_{jt} dj \\
&= \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_t Z_t L_t - \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_t Z_t L_t \\
&= (1 - \alpha^2) \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_t Z_t L_t
\end{aligned}$$

Entonces:

$$PIB_t = \Psi A_t Z_t L_t$$

donde  $\Psi \equiv (1 - \alpha^2) \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} > 0$ .

### 1.7 Agregación y Cuenta Corriente

En nuestra adaptación de economía abierta, naturalmente debemos derivar una expresión para la evolución del stock de bonos extranjeros (es decir, una expresión para la cuenta corriente de la balanza de pagos). Para hacer esto, primero consideramos la restricción presupuestaria agregada para esta economía:

$$P_t C_t + P_t B_t^* = W_t L_t + P_t B_{t-1}^* (1 + r_{t-1}) + \left( P_t Y_t - W_t L_t - \int_0^1 P_{jt} X_{jt} \right) + \left( \int_0^1 P_{jt} X_{jt} - P_t \int_0^1 X_{jt} - P_t \int_0^1 I_{jt} \right)$$

donde ya hemos impuesto  $B_t = 0$  en el agregado, y hemos incorporado que los dividendos recibidos por los hogares son iguales a la suma de las ganancias tanto del sector de bienes finales como del sector de bienes intermedios.

Ahora, simplificando, obtenemos:

$$P_t C_t + P_t B_t^* = P_t B_{t-1}^* (1 + r_{t-1}) + \left( P_t Y_t - \int_0^1 X_{jt} \right) - P_t I_t$$

$$B_t^* - B_{t-1}^* = r_{t-1} B_{t-1}^* + PIB_t - I_t - C_t$$

que es la expresión estándar para el saldo de la cuenta corriente con transferencias de no residentes iguales a 0.

Podemos normalizar la expresión anterior por la productividad agregada dividiendo ambos lados por  $A_t$ :

$$\frac{B_t^*}{A_t} - \frac{B_{t-1}^*}{A_{t-1}} \frac{A_{t-1}}{A_t} = r_{t-1} \frac{B_{t-1}^*}{A_{t-1}} \frac{A_{t-1}}{A_t} + \Psi Z_t L_t - \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1}{\zeta}} - \frac{C_t}{A_t}$$

donde hemos usado  $PIB_t = \Psi A_t Z_t L_t$  y  $\frac{A_{t+1}}{A_t} = g_{t+1} = 1 + \chi \left( \frac{I_t}{A_t} \right)^\zeta$

A partir de aquí, escribiremos las variables normalizadas en minúsculas. Nuestra expresión final para la evolución del stock normalizado de bonos extranjeros es:

$$b_t^* - \frac{b_{t-1}^*}{g_t} = r_{t-1} \frac{b_{t-1}^*}{g_t} + \Psi Z_t L_t - \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1}{\zeta}} - c_t$$

### 1.8 Definición del Equilibrio

La ecuación de Euler  $\frac{C_{t+1}}{\beta C_t} = \frac{1+i_t}{\pi_{t+1}}$  puede reescribirse de la siguiente manera:

$$C_t = \frac{1}{\beta} \frac{\pi_{t+1}}{1+i_t} C_{t+1}$$

$$\frac{C_t}{A_{t+1}} = \frac{1}{\beta} \frac{\pi_{t+1}}{1+i_t} \frac{C_{t+1}}{A_{t+1}}$$

$$\frac{C_t}{g_{t+1} A_t} = \frac{1}{\beta} \frac{\pi_{t+1}}{1+i_t} \frac{C_{t+1}}{A_{t+1}}$$

$$\frac{C_t}{A_t} = \frac{g_{t+1}}{\beta} \frac{\pi_{t+1}}{1+i_t} \frac{C_{t+1}}{A_{t+1}}$$

Entonces:

$$c_t = \frac{g_{t+1}}{\beta} \frac{\pi_{t+1}}{1+i_t} c_{t+1} \quad (IS)$$

Usando  $1 + r_t = \frac{1+i_t}{\pi_{t+1}}$  también podemos escribirla como:

$$c_t = \frac{g_{t+1}}{\beta} \frac{1}{1+r_t} c_{t+1} \quad (IS')$$

Además, a partir de la decisión óptima de inversión, derivamos la evolución del crecimiento de la productividad:

$$\left(\frac{g_{t+1}-1}{\chi}\right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} = \frac{1}{1+r_t+\eta} \left(\chi\zeta\varpi Z_{t+1}L_{t+1} + \left(\frac{g_{t+2}-1}{\chi}\right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}}\right) \quad (GG)$$

También conocemos la fórmula para el PIB y la inversión normalizados:

$$pib_t = \Psi Z_t L_t \quad (PIB)$$

$$\frac{I_t}{A_t} = \left(\frac{g_{t+1}-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}}$$

Hemos supuesto una prima de riesgo dependiente de la posición de inversión internacional:

$$r_t = r^* + \varphi(e^{b^*-b_t} - 1) \quad (RP)$$

De todo lo anterior, derivamos la evolución para el stock de bonos extranjeros:

$$b_t^* - \frac{b_{t-1}^*}{g_t} = r_{t-1} \frac{b_{t-1}^*}{g_t} + \Psi Z_t L_t - \left(\frac{g_{t+1}-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - c_t \quad (CA)$$

También tenemos la Curva de Phillips:

$$\pi_t = \frac{\bar{g}}{g_t} \frac{Z_{t-1}}{Z_t} \left(\frac{L_t}{\bar{L}}\right)^{\xi} \pi_{t-1}^{\lambda} \quad (PC)$$

Finalmente, tenemos la ecuación de Fisher, que en este caso coincide con la paridad de tasas descubierta:

$$1 + i_t = (1 + r_t)\pi_{t+1} \quad (FE)$$

En general, cualquier equilibrio de economía abierta será una secuencia  $\{g_{t+1}, L_t, c_t, \pi_t, b_t^*, r_t, pib_t, i_t\}_{t=0}^{\infty}$  que satisface IS, GG, PIB, CA, PC, RP y FE, así como  $L_t \in (0, \bar{L}]$ ,  $g_{t+1} > 1$ , y  $c_t > 0$  para todo  $t \geq 0$ , dada la tasa de interés internacional exógena  $r^*$ , el shock de oferta  $\{Z_t\}_{t=0}^{\infty}$ , y las condiciones iniciales  $\pi_{-1}, Z_{-1}, b_{t-1}^*$ . Nótese que se han enumerado 8 variables endógenas pero solo 7 ecuaciones, pues el sistema que caracteriza el equilibrio se completa con nuestro supuesto respecto a la política monetaria; inicialmente vamos a considerar un equilibrio de pleno empleo en el que el nivel de empleo es calibrado por la autoridad monetaria usando el tipo de cambio como herramienta principal. En este caso, dado el objetivo de  $L_t = \bar{L}$  para todo  $t \geq 0$ , la tasa exógena, el shock de oferta  $\{Z_t\}_{t=0}^{\infty}$ , y las condiciones iniciales  $\pi_{-1}, Z_{-1}, b_{t-1}^*$ , las ecuaciones IS, GG, CA, PC, RP y FE determinan el sendero para la política monetaria  $\{\pi_t\}_{t=0}^{\infty}$  y el resto de las variables endógenas.

## 1.9 Estado Estacionario con Pleno Empleo (FEES)

Un estado estacionario (o sendero de crecimiento balanceado) se caracteriza por valores constantes de  $g_{t+1}, L_t, c_t, \pi_t, i_t, b_t^*, r_t$  y  $Z_t$  que satisfacen las condiciones de equilibrio arriba descriptas.

En FEES, la ecuación (IS) se simplifica a:

$$c\beta \frac{(1+r^*)}{g} = c \rightarrow \beta(1+r^*) = g$$

Donde hemos usado (RP), y el hecho de que  $b_t^* = b^*$  en estado estacionario.

A su vez, normalizando la productividad exógena y el empleo de manera que  $Z = L = 1$  en FEES, la ecuación (GG) se convierte en:

$$\left(\frac{g-1}{\chi}\right) = \frac{1}{1+r^*+\eta} \left( \chi\zeta\varpi + \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right)$$

$$\left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} (r^* + \eta) = \chi\zeta\varpi$$

$$g = \left(\frac{\chi\zeta\varpi}{r^* + \eta}\right)^{\frac{\zeta}{1-\zeta}} \chi + 1$$

Usando  $\beta(1+r^*) = g$ :

$$\beta = \left[ \left(\frac{\chi\zeta\varpi}{r^* + \eta}\right)^{\frac{\zeta}{1-\zeta}} \chi + 1 \right] \frac{1}{1+r^*}$$

Nótese que en esta versión del modelo, el hecho de que la tasa de interés real de estado estacionario sea exógena significa que perdemos un grado de libertad en la elección de los valores de nuestros parámetros; en este caso,  $\beta$  debe satisfacer la fórmula anterior.

En FEES, el PIB normalizado simplemente será igual a  $\Psi$

El stock normalizado de bonos será inversamente proporcional al saldo comercial normalizado. Para ver esto, observe que la ecuación (CA) se reduce a:

$$b^* - \frac{b^*}{g} = r^* \frac{b^*}{g} + \Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - c$$

$$b^* \left(1 - \frac{1+r^*}{g}\right) = \Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - c$$

$$b^* \frac{\beta - 1}{\beta} = \Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - c$$

Dado  $b^* \geq 0$ , la ecuación de arriba implica que el saldo comercial normalizado es menor a 0:

$$\frac{TB_t}{A_t} = tb = \Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - c \leq 0$$

Además, para que el consumo sea positivo en FEES, es necesario que:

$$\Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} > b^* \frac{\beta-1}{\beta} \rightarrow \frac{\beta}{\beta-1} \left(\Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}}\right) < b^*$$

Dado que  $\frac{\beta}{\beta-1} < 0$ , sabemos que si los parámetros son tales que  $\Psi > \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}}$  entonces cualquier  $b^* \geq 0$  satisface la condición, y sabemos que  $c = \Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - b^* \frac{\beta-1}{\beta}$  será estrictamente positivo. De otra manera, si la condición no se satisface,  $\frac{\beta}{\beta-1} \left(\Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}}\right) < b^*$  efectivamente impone un mínimo estrictamente positivo para  $b^*$ .

Finalmente, a partir de la ecuación (PC), sabemos que la inflación/depreciación del tipo de cambio en FEES será igual a 1.

### 1.10 Calibración

Al igual que en el modelo de economía cerrada, debemos calibrar el siguiente conjunto de parámetros:  $\{\chi, \alpha, \beta, \eta, \lambda, \xi\}$ . Además, en este caso debemos establecer la tasa de interés internacional exógena  $r^*$ , la "intensidad" de los rendimientos decrecientes de la inversión  $\zeta$ , y  $\varphi$ , que determina el impacto que tienen las desviaciones de la posición de inversión internacional de estado estacionario en la prima de riesgo del país. En cuanto a este último parámetro, inicialmente lo estableceremos en 0.007, aunque más adelante evaluaremos el impacto de aumentar la sensibilidad de la prima de riesgo del país. Por otro lado, fijando  $r^* = 0.025$ , y dado que apuntamos a un crecimiento de estado estacionario del 2% ( $g = 1.02$ ), (IS) evaluada en FEES nos dice que  $\beta$  debe ser igual a  $\frac{1.02}{1.025} = 0.995$ . Siguiendo nuestra derivación anterior, esto impone una restricción en la relación entre  $\chi, \zeta, \alpha$  y  $\eta$ :

$$0.995 = \left[ \left( \frac{\chi \zeta \varpi}{0.025 + \eta} \right)^{\frac{\zeta}{1-\zeta}} \chi + 1 \right] \frac{1}{1.025}$$

Al igual que en el modelo original, establecemos  $\eta = 0.115$ , para igualar la tasa de descuento real promedio de 0.14 encontrada por Gormsen y Huber (2022) en su muestra de empresas estadounidenses. En el artículo original, con rendimientos constantes de la inversión y tasa de interés real de estado estacionario endógena,  $\chi$  y  $\alpha$  se establecen de modo que dos ecuaciones se cumplan simultáneamente:

1. El crecimiento de la productividad es igual a 2% en estado estacionario:

$$g = \beta(\chi\omega + 1 - \eta) = 1.02$$

2. La inversión en I&D tiene una participación de 2% en el PIB (cerca del valor observado para EE.UU.)

$$\left(\frac{g-1}{\chi}\right) = \Psi * 0.02$$

Sin embargo, en este caso debemos calibrar conjuntamente tres parámetros,  $\chi, \alpha, \zeta$  y la tasa de interés real de estado estacionario exógena significa que no tenemos la primera ecuación (recuérdese que en nuestro modelo,  $g = \beta(1 + r^*)$ ). De hecho, tenemos dos ecuaciones para determinar tres parámetros:

$$0.995 = \left[ \left( \frac{\chi \zeta \varpi}{0.025 + 0.115} \right)^{\frac{\zeta}{1-\zeta}} \chi + 1 \right] \frac{1}{1.025} \quad (1)$$

$$\left(\frac{1.02-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} = 0.02\Psi \quad (2)$$

Para fijar los valores de los tres parámetros, comenzaremos estableciendo  $\zeta = 0.996$ . Téngase en cuenta que, cuanto más cercano sea  $\zeta$  a 1, más nos acercaremos al modelo original, en el que el stock actual de tecnología no tiene impacto en el crecimiento de la productividad, y hay un rendimiento fijo de la inversión igual a  $\chi$ . Intuitivamente, cuanto menor sea  $\zeta$ , más irrelevante se vuelve la inversión, y más nos acercaremos a la variante de crecimiento de la productividad exógeno, en la que los shocks de oferta negativos no producen efectos de histéresis. Elegir  $\zeta$  cercano a 1 significa que nuestro modelo no minimizará significativamente la magnitud de los efectos de histéresis en relación con el modelo original.

Dada esta calibración, podemos derivar a partir del sistema de ecuaciones anterior los valores para los parámetros restantes:  $\chi = 2.047$  y  $\alpha = 0.164$

Nótese que, dados estos valores para los parámetros, se satisface  $\Psi > \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}}$ , lo que significa que no hay un límite inferior estrictamente positivo para el stock normalizado de activos extranjeros en estado estacionario. Para simplificar, asumiremos que  $b^* = 0$ , lo que a su vez significa que  $c = \Psi - \left(\frac{g-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}}$ , y que tanto la balanza comercial como la cuenta corriente de la balanza de pagos serán iguales a 0 en estado estacionario.

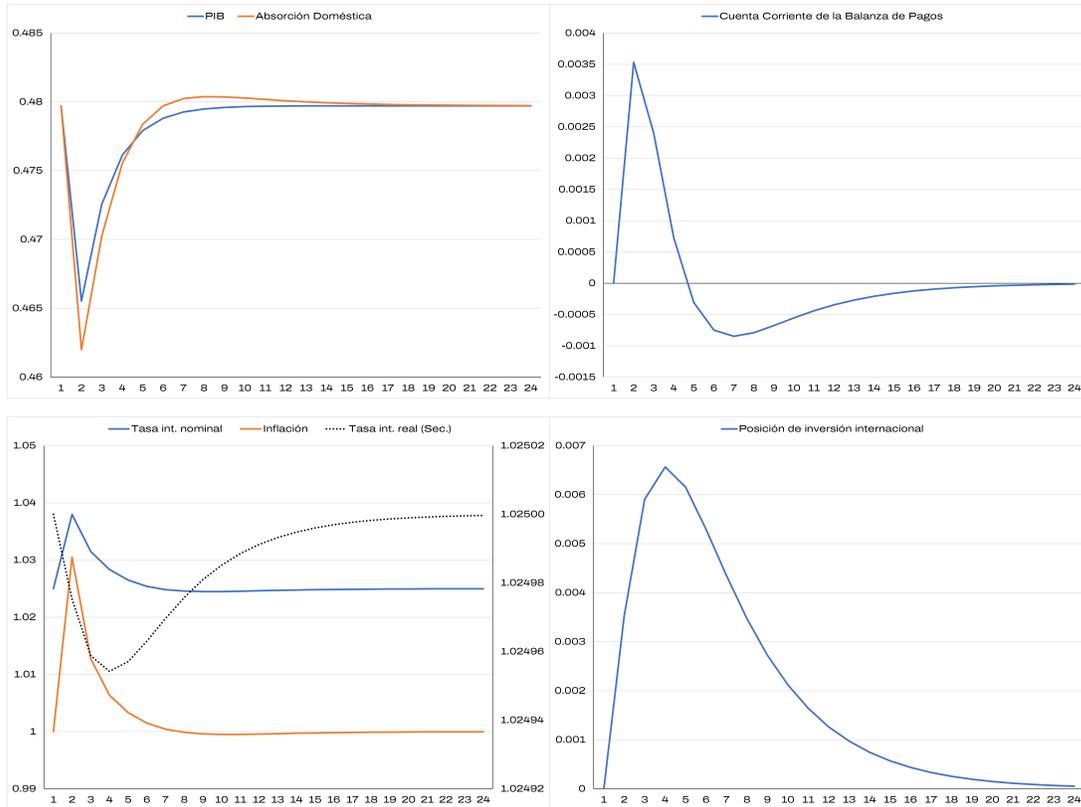
Finalmente, pasando al shock de oferta, seguimos la calibración del modelo original:  $\log(Z_0) = -0.03$  y  $\rho = 0.5$ , de modo que el impacto directo sobre el producto potencial es una caída de 3%, y la vida media del shock es de un año. También seguiremos la calibración original para los parámetros restantes;  $\lambda$  (medida de indexación de los salarios a la inflación pasada) y  $\xi$  (impacto de las desviaciones del pleno empleo en la inflación salarial), se fijarán en 0.5 y 0.19 respectivamente.

## 2. Evaluación del Impacto Macroeconómico de un Shock de Oferta en una Pequeña Economía Abierta - Mandato de pleno empleo

### 2.1 Calibración base

La Figura 1 ilustra el impacto macroeconómico de las interrupciones de oferta en nuestra pequeña economía abierta, asumiendo que la política monetaria replica la asignación de pleno empleo ajustando libremente el tipo de cambio, y por lo tanto el nivel general de precios.

**Figura 1: Impacto macroeconómico de un shock de oferta negativo en una pequeña economía abierta**



La primera imagen muestra la evolución del PIB y la absorción doméstica (ambas variables normalizadas); al igual que en el trabajo original, los efectos de histéresis hacen que la interrupción en la oferta sea un shock keynesiano, en el que el impacto negativo sobre la absorción supera el impacto en la oferta, lo que conduce a una caída en la tasa de interés natural. La endogeneidad de las decisiones de inversión es esencialmente lo que da lugar a este resultado; se espera que el shock tenga un impacto persistente en la productividad exógena, lo que afecta negativamente a las ganancias futuras. Esto, a su vez, significa menos incentivos para invertir hoy, y por lo tanto menos crecimiento de la productividad endógena, lo que llevará a menores ingresos para los hogares en el futuro, más allá de lo que ya se pierde debido al shock. Estos efectos se anticipan hoy, por lo que el consumo se reduce más allá de lo que el impacto directo sobre la producción demandaría. En el modelo original, el exceso de oferta no era posible en equilibrio, pero lo es en nuestra economía abierta; el saldo de la balanza comercial se vuelve positivo, al igual que el saldo en cuenta corriente.

El aumento en la tenencia de bonos extranjeros normalizados conduce a una disminución en la prima de riesgo del país, y por lo tanto a condiciones financieras más laxas para los hogares; por eso vemos una caída inicial en la tasa de interés real. Sin embargo, las tasas de interés nominales aumentarán debido a la mayor inflación. La interpretación detrás del aumento en los precios de equilibrio es la misma que en el modelo

original, pero aquí podemos pensar en ello como una consecuencia directa de la depreciación del tipo de cambio; el banco central de nuestra economía conoce la curva de Phillips y está preocupado por mantener el pleno empleo en todo momento. En este contexto, la caída en la productividad marginal del trabajo lleva a un aumento en el costo laboral unitario real (o lo que es lo mismo, los costos laborales unitarios medidos en moneda extranjera). Con un tipo de cambio fijo y salarios rígidos, los empleadores buscarían recuperar la productividad marginal reduciendo puestos de trabajo, y dado que la oferta de trabajo es inelástica, esto llevaría a un aumento en el desempleo. Para evitar esto, el banco central deprecia el tipo de cambio, sabiendo que esto aumentará directamente los precios y reducirá los costos laborales unitarios reales para los empleadores sin sacrificar empleo. El aumento en la tasa de interés nominal de equilibrio también es consistente con la paridad de tasas descubierta; aunque el riesgo país disminuye, los inversores que deseen comprar bonos nacionales deben ser compensados por las expectativas de devaluación que genera la disrupción en la oferta.

A medida que el impacto directo en la productividad exógena comienza a disiparse, tanto el PIB como la absorción doméstica comienzan a recuperarse, impulsados no solo por la recuperación en  $Z_t$  (y el efecto riqueza positivo asociado) sino también por las condiciones financieras más laxas que la acumulación inicial de activos permitió, lo que reduce la tasa de descuento de los futuros beneficios y fomenta la inversión. Esto significa que el saldo comercial inicialmente positivo se torna rápidamente negativo, y el balance en cuenta corriente también, lo que lleva a una desacumulación de activos extranjeros (el déficit en la cuenta corriente se financia con un superávit en la cuenta financiera de la balanza de pagos). A medida que este proceso continúa en el tiempo, y el stock de bonos extranjeros se acerca nuevamente a 0, la prima de riesgo país vuelve gradualmente a su valor de estado estacionario.

Por otro lado, la inflación se mantiene por encima de su valor de estado estacionario durante algún tiempo después del shock inicial, en línea con lo que ya vimos en el modelo original; la caída inicial en la inversión lleva a un menor crecimiento de la productividad endógena en períodos posteriores, y durante algún tiempo esto es más que suficiente para compensar el impacto positivo de la recuperación de  $Z_t$ . Como resultado, el crecimiento general de la productividad permanece por debajo de su valor de estado estacionario durante un tiempo, y el banco central debe seguir compensando el impacto en los costos laborales unitarios con depreciaciones del tipo de cambio. La indexación de los salarios a la inflación pasada también claramente juega un papel en esta dinámica de inercia inflacionaria.

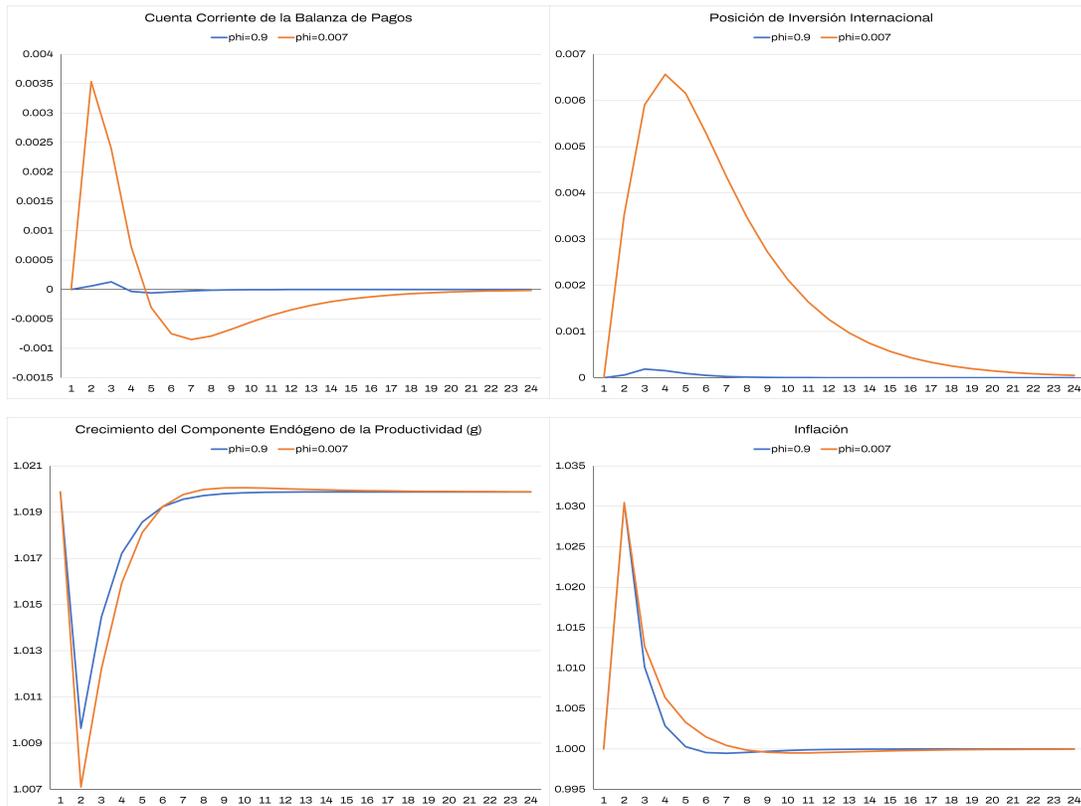
## 2.2 Modulando los Efectos de Histéresis

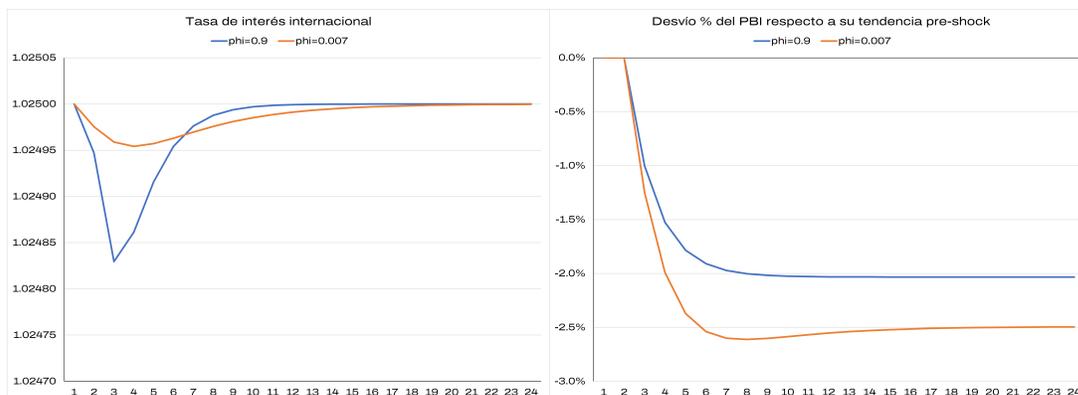
### 2.2.1 Sensibilidad del riesgo país a cambios en la PII (posición de inversión internacional)

En esta próxima sección, evaluaremos la respuesta macroeconómica a un shock negativo de oferta bajo una calibración ligeramente diferente de los parámetros; fijaremos  $\varphi$  en 0.9 en lugar de 0.007, aumentando así la sensibilidad de la prima de riesgo país de nuestra economía a los cambios en la posición de inversión internacional. Esto naturalmente modificará el impacto que el shock tiene en las decisiones de consumo e inversión, y consecuentemente en el tamaño/duración de los efectos de histéresis. Este es un ejercicio interesante que claramente no se podría hacer en el contexto del modelo de economía cerrada original, donde el impacto del shock en la tasa de interés real natural era determinado por la evolución de  $Z_t$ .

La Figura 2 ilustra las diferencias entre la calibración original y la calibración con un  $\varphi$  más alto para la evolución del saldo de la cuenta corriente, la posición de inversión internacional, la inflación y las tasas de interés. Además, podemos derivar en cada caso el impacto que el shock tiene en las desviaciones de los niveles de PIB de su tendencia previa al shock.

Figura 2: Modulando los Efectos de Histéresis vía cambios en  $\varphi$





Como podemos ver, la mayor sensibilidad de la tasa de interés no altera los valores de estado estacionario (esto ya lo podríamos anticipar), pero acorta el período de estabilización. El saldo comercial, el stock de bonos y la inflación se vuelven significativamente menos volátiles en respuesta al shock, y regresan más rápidamente a sus valores de estado estacionario. Esto también es cierto para el crecimiento de la productividad endógena, lo que se traduce en una caída menor respecto a la tendencia previa al shock en la producción y una recuperación más rápida. Estos resultados son intuitivos; como hemos visto en la sección anterior, los efectos de histéresis significan que el shock afecta más profundamente a la absorción doméstica que a la producción, lo que conduce a una mejora en el saldo comercial y en la posición de inversión internacional. Con un  $\varphi$  más alto, la prima de riesgo país caerá más que en el escenario original, proporcionando mayores incentivos para la recuperación tanto del consumo como de la inversión, lo que significa que el saldo comercial mejorará menos que antes. Por el contrario, cuando el saldo de la cuenta corriente se vuelve negativo y la posición de inversión internacional empeora, la prima de riesgo país aumentará más y más rápido, desalentando un déficit más profundo en el saldo comercial. En general, esto significa que el shock producirá más volatilidad en la tasa de interés real, pero menos en las cuentas externas.

Además, la recuperación más rápida de la inversión (que permite un riesgo país inicialmente más bajo) significa que el crecimiento de la productividad endógena también se recuperará más rápido, y por lo tanto el impacto del shock en la inflación no será tan duradero como en el escenario original. Por supuesto, la menor volatilidad de la inversión también favorece una recuperación más rápida de la producción; aunque nunca recuperará su tendencia previa al shock, se estabilizará en su nueva tendencia más rápido que antes, y la pérdida permanente de producción será menor. En resumen, está claro que una mayor sensibilidad de la prima de riesgo país a los cambios en la posición de inversión internacional reduce los efectos de histéresis en el contexto de un shock de oferta keynesiano.

### 2.2.2 Curvatura de la Función de Inversión ("Intensidad" de los rendimientos decrecientes)

En su trabajo original, Fornaro y Wolf sugieren una forma diferente y conveniente en la que se pueden modular los efectos de histéresis; al cambiar la calibración de  $\zeta$ , podemos alterar el impacto que tiene un shock de oferta en el crecimiento de la productividad, y por lo tanto en la economía en su conjunto. Como se mencionó en la sección de calibración, originalmente fijamos  $\zeta = 0.996$  sabiendo que cuanto más cerca de la unidad fijáramos este valor, más relevancia tendrían las decisiones de inversión en el crecimiento futuro de la productividad. En el caso extremo de  $\zeta = 1$ , el crecimiento tecnológico sería una función lineal de la inversión, al igual que en el modelo original, y nada más importaría. Por otro lado, cuanto más cerca fijemos  $\zeta$  a 0, más nos acercaremos al caso de crecimiento exógeno de la productividad, en el que la tecnología mejora a una tasa constante, independientemente de cualquier shock. Es intuitivo entonces que al reducir  $\zeta$  deberíamos obtener un resultado intermedio, con efectos de histéresis más pequeños.

Sin embargo, también recordemos de nuestra discusión acerca de la calibración del modelo que el hecho de que  $r$  sea exógeno en estado estacionario impone una restricción en la relación entre  $\chi, \zeta$  y  $\alpha$ :

$$0.995 = \left[ \left( \frac{\chi \zeta \varpi}{0.025 + 0.115} \right)^{\frac{\zeta}{1-\zeta}} \chi + 1 \right] \frac{1}{1.025}$$

También nos gustaría calibrar nuestros parámetros de tal manera que se reproduzca el hecho de que la participación de la inversión en I&D en el PIB sea cercana al 2%:

$$\left( \frac{1.02 - 1}{\chi} \right)^{\frac{1}{\zeta}} = 0.02\Psi$$

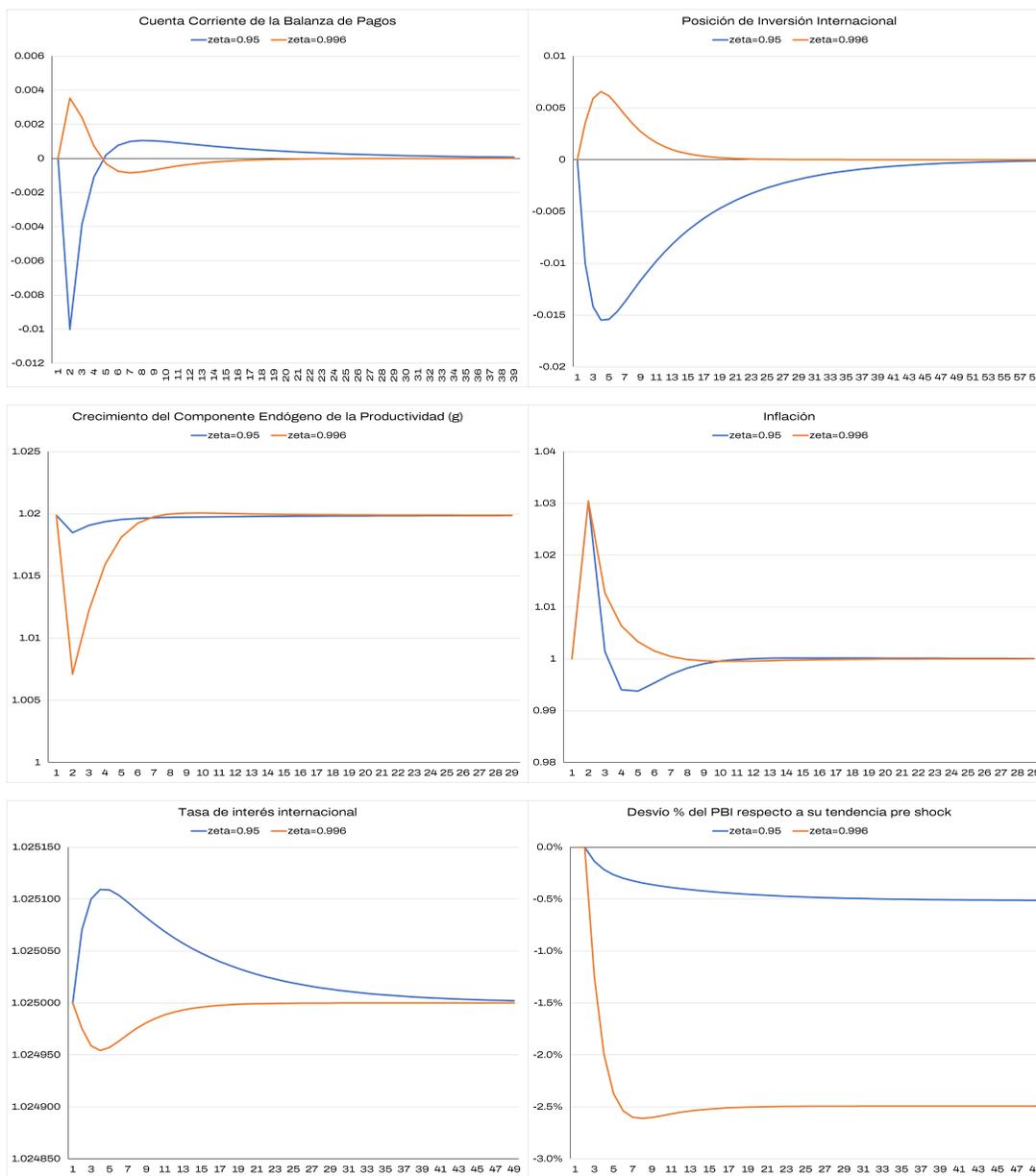
Esto significa que cambiar  $\zeta$  implica cambiar  $\chi$  y  $\alpha$  también. En particular, al fijar  $\zeta = 0.95$ , debemos establecer  $\chi = 1.699$  y  $\alpha = 0.173$  para cumplir con las restricciones anteriores. La caída en  $\chi$  reduce el rendimiento marginal de la inversión para cualquier nivel de inversión, sin embargo, el valor más bajo de  $\zeta$  significa que la inversión en realidad se vuelve menos relevante para determinar la productividad futura, que ahora está parcialmente determinada por la tecnología existente  $A_t$ . Para ver esto, es preciso recordar que bajo nuestra formulación de rendimientos decrecientes de la inversión, la productividad evoluciona de la siguiente manera:

$$A_{t+1} = A_t + \chi I_t^\zeta A_t^{1-\zeta}$$

A su vez, una mayor curvatura de la función de inversión implica que los niveles de inversión presente se volverán menos sensibles a cambios en las expectativas respecto a las ganancias futuras; intuitivamente, mientras más bajo  $\zeta$  más rápido caerá el rendimiento marginal de la inversión a medida que aumenta el stock de tecnología disponible  $A_t$  (podemos asociar una baja  $\zeta$  a un incremento en los costos de ajuste del proceso de innovación). Esto implica que reajustar el stock de tecnología en el futuro se vuelve más costoso relativo a la opción de invertir para ajustarlo en el presente, lo que lleva a una menor caída de la inversión en respuesta al shock.

En el modelo original, un shock negativo de oferta afecta a la absorción doméstica de dos maneras: por un lado, disminuye el componente exógeno de la productividad futura, y por lo tanto las ganancias esperadas; esto desalienta la inversión actual, lo que a su vez profundiza la caída en la productividad endógena futura. Por otro lado, la caída en la productividad se anticipa hoy por los consumidores, lo que provoca un efecto riqueza negativo y una caída en el gasto en consumo. Como ya hemos establecido, al fijar  $\zeta$  en un valor más bajo, ocurren 2 cosas: 1) la inversión presente se vuelve menos sensible a cambios en las expectativas de ganancias futuras, y 2) la caída en la inversión presente tiene un impacto menor en el crecimiento futuro de la productividad endógena. Esto lleva a una menor caída y una más rápida recuperación del componente endógeno de la productividad, y por lo tanto el ingreso y el consumo de los hogares se verá afectado en menor medida. Esto se ilustra claramente en la Figura 3:

Figura 3: Modulando los Efectos de Histéresis vía cambios en  $\zeta$



En este caso, podemos ver cómo los menores efectos de histéresis llevan a que el shock de oferta negativo ya no desencadene una caída en la absorción doméstica mayor que la caída en la producción, por lo que observamos un saldo negativo en la balanza comercial y en la cuenta corriente. El deterioro de la posición de inversión internacional lleva a un aumento en la prima de riesgo país, lo que nuevamente nos ayuda a evitar el componente de *random walk* en la dinámica de equilibrio de nuestra economía abierta; el aumento en el costo del crédito desalienta el consumo y la inversión, y por lo tanto el déficit de la cuenta corriente se convierte rápidamente en un superávit. Por otro lado, el hecho de que el crecimiento de la productividad endógena se vea afectado en menor medida significa que la depreciación del tipo de cambio que se necesita para mantener el pleno empleo no es tan grande, y por lo tanto la inflación alcanzará un pico más bajo, y después de eso caerá mucho más rápido, incluso llegando a estar transitoriamente por debajo de su nivel de estado estacionario (en este caso, significa deflación, o apreciación del tipo de cambio). En ejercicios anteriores, la inflación gradualmente se estabilizaba alrededor del estado estacionario a medida que la mejora en el componente exógeno de la productividad

comenzaba a compensar el hecho de que el componente endógeno permanecía por debajo de su nivel de estado estacionario durante algún tiempo. Sin embargo, en este caso, el componente endógeno solo se ve muy ligeramente afectado por el shock, y por lo tanto la resolución de las disrupciones en las cadenas de oferta es suficiente no solo para causar desinflación, sino también para provocar deflación. Dicho de otra manera, llega un punto en el que la productividad general comienza a mejorar, ejerciendo presión a la baja sobre los costos laborales unitarios medidos en moneda extranjera (o en términos reales). Dado que hay una oferta de trabajo inelástica, esto también ejerce presión a la baja sobre el tipo de cambio. A medida que el banco central aprecia la moneda local, los precios domésticos caen, los salarios reales aumentan y el mercado laboral vuelve al equilibrio. Por supuesto, esto es sensible a cambios en el grado de indexación salarial, pero sigue siendo un resultado interesante. Esta dinámica sirve como un claro ejemplo de cómo los déficits en cuenta corriente no son ni buenos ni malos, y de ninguna manera están asociados inequívocamente con una caída en la competitividad y depreciaciones futuras del tipo de cambio. En este caso, la disminución de los activos extranjeros fue la contrapartida de una menor sensibilidad de la inversión a los cambios en las condiciones macroeconómicas, y esto a su vez permitió que la productividad mejorara cuando las disrupciones de oferta comenzaron a aliviarse; esto llevó a costos laborales unitarios más bajos (la medida de la competitividad en este modelo) y una apreciación del tipo de cambio. Finalmente, podemos ver cómo bajo esta calibración, la desviación del PIB de su tendencia previa al shock es significativamente menor, y como se estabiliza en su senda de crecimiento de estado estacionario mucho antes.

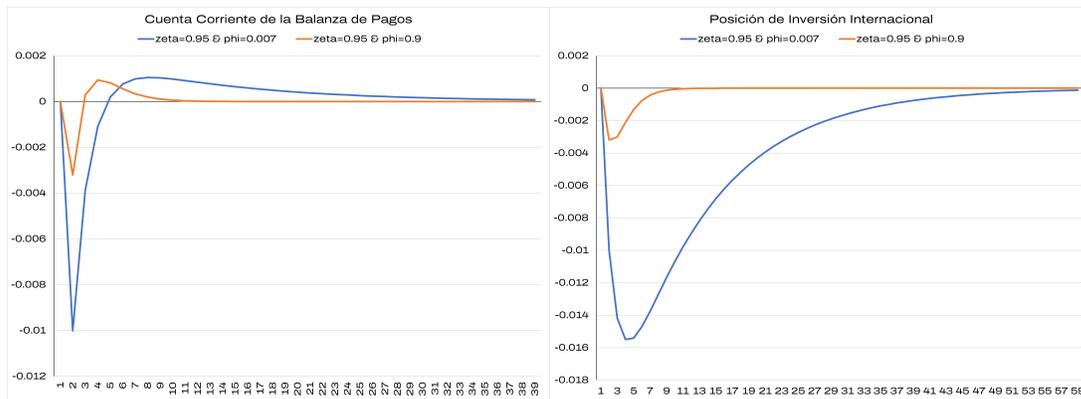
### 2.2.3 Aumento de la sensibilidad del riesgo país en el contexto de un shock no keynesiano

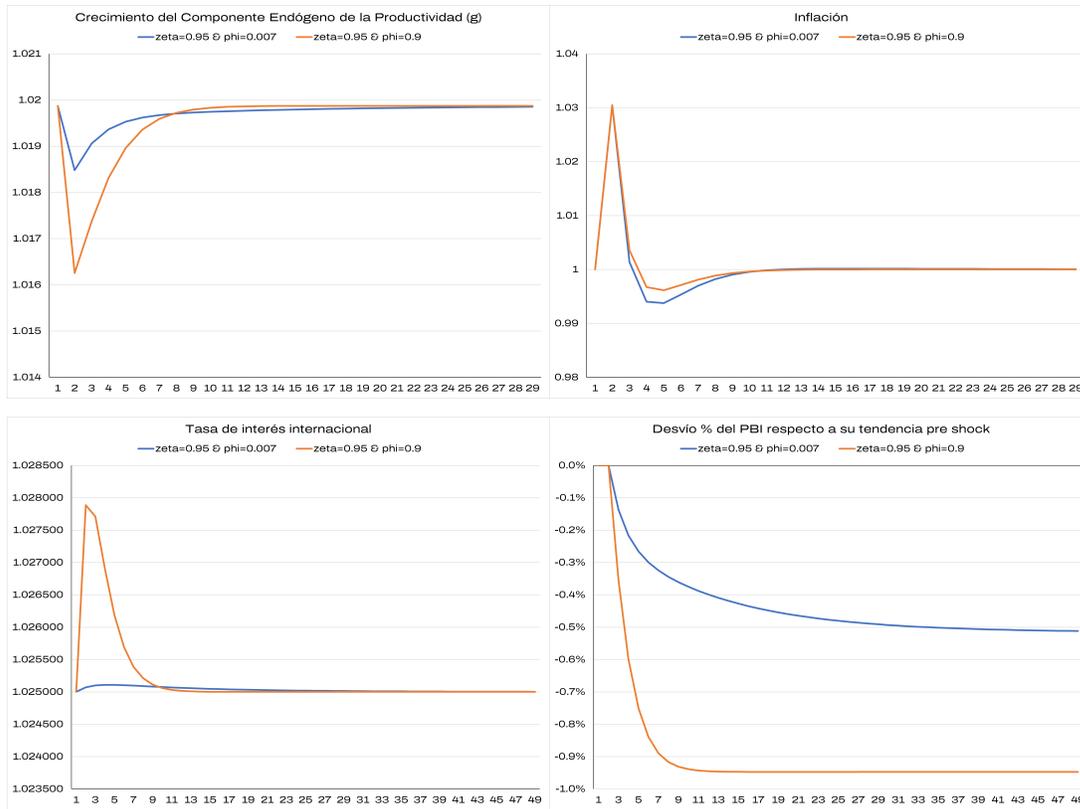
Hasta el momento hemos arribado a dos resultados:

- 1) En el contexto de un shock de oferta keynesiano, un aumento de la sensibilidad de la prima de riesgo país a cambios en la posición de inversión internacional lleva a menores efectos de histéresis.
- 2) Un mayor grado de curvatura en la función de inversión (o una mayor "intensidad" de los rendimientos decrecientes de la inversión) llevan a una menor elasticidad de la absorción doméstica frente al shock, y por lo tanto también contribuye a menores efectos de histéresis.

Resta evaluar los resultados para una calibración que contempla las dos modificaciones que hemos introducido, al mismo tiempo. Así como una mayor sensibilidad de las condiciones de financiamiento generaron incentivos que aceleraron la recuperación cuando el shock generó una mejora en la posición de inversión internacional, resultaría intuitivo que, cuando el shock empeora las cuentas externas, la mayor sensibilidad del riesgo país amplifique los efectos de histéresis. La figura 4 muestra los resultados macroeconómicos de la disrupción de oferta bajo esta calibración alternativa:

**Figura 4: Modulando los Efectos de Histéresis vía cambios en  $\zeta$  y  $\varphi$**





Los resultados confirman nuestra intuición inicial. En el contexto de un shock de oferta no keynesiano, en el que la inversión y (consecuentemente) el consumo reaccionan en menor medida llevando a un deterioro de la cuenta corriente, introducir una mayor sensibilidad de la prima de riesgo genera resultados contrarios a los de la primera variante que analizamos. El endeudamiento externo genera una suba rápida y agresiva en la prima de riesgo país, desincentivando la inversión y llevando a una caída más profunda en el crecimiento de la productividad endógena. Esto naturalmente deviene en que la pérdida irrecuperable de producción sea mayor.

### 3. Evaluación del Impacto Macroeconómico de un Shock de Oferta en una Pequeña Economía Abierta - Mandato de estabilidad de precios

#### 3.1 Modificaciones en las ecuaciones que caracterizan el equilibrio

Todas las variantes que hemos evaluado del modelo de economía abierta hasta el momento han incluido el supuesto de que la política monetaria se basa en la utilización del tipo de cambio como herramienta para neutralizar el impacto de shocks exógenos (y de decisiones endógenas) sobre los niveles de empleo. En esta última sección, evaluaremos como se ven afectados los resultados cuando el mandato de la entidad monetaria no es mantener la economía en pleno empleo en todo período, sino mantener la estabilidad de precios. En el caso de nuestra pequeña economía abierta, que cuenta con un único bien final transable, este mandato se traduce a un régimen de tipo de cambio fijo. De esta manera, la inflación del bien final y la tasa de interés nominal pasaran a estar dadas, mientras que ahora sí permitiremos fluctuaciones en los niveles de empleo.

En este contexto, debemos redefinir las ecuación que caracterizan un equilibrio. En primer lugar, recordemos la ecuación que define el nivel de salarios:

$$W_t = P_t(1 - \alpha)\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} Z_t A_t$$

En el contexto de un régimen de tipo de cambio fijo,  $P_t = 1$  (hemos normalizado el tipo de cambio fijo a 1), por lo que podemos fácilmente deducir una expresión para la inflación de salarios:

$$\pi_t^w = \frac{W_t}{W_{t-1}} = \frac{Z_t}{Z_{t-1}} g_t$$

Intuitivamente, con inflación del bien final nula, el aumento de salarios en un determinado período dependerá únicamente del crecimiento de la productividad agregada de la mano de obra; a mayor productividad, la correspondiente mejora en el salario real se debe dar 100% vía aumento del salario nominal. Asimismo, nótese que al eliminar la movilidad del nivel general de precios estamos admitiendo la posibilidad de que en equilibrio los salarios nominales caigan frente a una caída de la productividad.

Por otra parte, bajo inflación nula la curva de Phillips de los salarios se transforma en:

$$\frac{W_t}{W_{t-1}} = \bar{g} \left( \frac{L_t}{\bar{L}} \right)^\xi$$

Es decir que el empleo en equilibrio puede escribirse como:

$$L_t = \left( \frac{\pi_t^w}{\bar{g}} \right)^{\frac{1}{\xi}} \bar{L} = \left( \frac{Z_t}{Z_{t-1}} \frac{g_t}{\bar{g}} \right)^{\frac{1}{\xi}} \bar{L}$$

Sin embargo, recordemos que en todo período debe cumplirse que  $L_t \leq \bar{L}$  por lo que en realidad la función del nivel de empleo de equilibrio se encuentra partida. En particular, si  $\left( \frac{Z_t}{Z_{t-1}} \frac{g_t}{\bar{g}} \right) \leq 1$ , que implica  $\left( \frac{Z_t}{Z_{t-1}} g_t \right) \leq \bar{g}$ , entonces el nivel de empleo se rige por la ecuación de arriba. Caso contrario, si  $\left( \frac{Z_t}{Z_{t-1}} g_t \right) > \bar{g}$  la inelasticidad de la oferta restringe activamente al nivel de empleo, y  $L_t = 1$ . Intuitivamente, cuando el crecimiento de la productividad agregada supere su nivel de estado estacionario la demanda de empleo también aumentará por encima de su nivel de estado estacionario y se verá restringida por el límite de la oferta, generando presiones adicionales sobre la inflación de salarios.

En síntesis, en esta variante del modelo podemos caracterizar nuestro equilibrio a través de las siguientes ecuaciones:

$$c_t = \frac{g_{t+1}}{\beta} \frac{1}{1+r_t} c_{t+1} \quad (IS)$$

$$\left(\frac{g_{t+1}-1}{\chi}\right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} = \frac{1}{1+r_t+\eta} \left( \chi \zeta \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \left(\frac{g_{t+2}-1}{\chi}\right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right) \quad (GG)$$

$$pib_t = \Psi Z_t L_t \quad (PIB)$$

$$r_t = r^* + \varphi(e^{b^*-b_t^*} - 1) \quad (RP)$$

$$b_t^* - \frac{b_{t-1}^*}{g_t} = r_{t-1} \frac{b_{t-1}^*}{g_t} + \Psi Z_t L_t - \left(\frac{g_{t+1}-1}{\chi}\right)^{\frac{1}{\zeta}} - c_t \quad (CA)$$

$$\pi_t^w = \frac{Z_t}{Z_{t-1}} g_t \quad (WI)$$

$$\bar{L} = I_{\left\{\left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} g_t\right) \leq \bar{g}\right\}} \left(\frac{\pi_t^w}{\bar{g}}\right)^{\frac{1}{\zeta}} \bar{L} + I_{\left\{\left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} g_t\right) > \bar{g}\right\}} \bar{L} \quad (L)$$

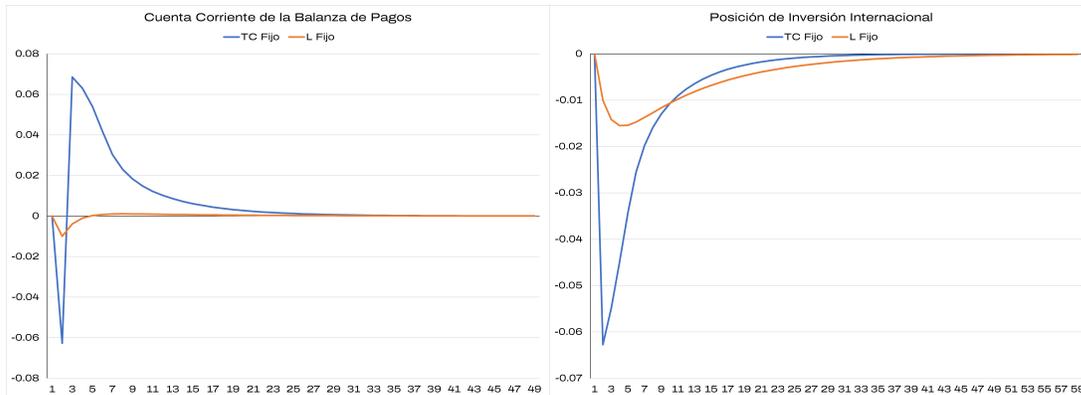
Donde  $I_{\{x\}}$  es la función indicadora, que toma valor 1 cuando la condición  $x$  se cumple, y valor 0 en cualquier otro caso. Nótese que, a excepción del empleo, nada ha cambiado en las ecuaciones que rigen el comportamiento de las variables reales (consumo, inversión, producto, tasa real, cuenta corriente).

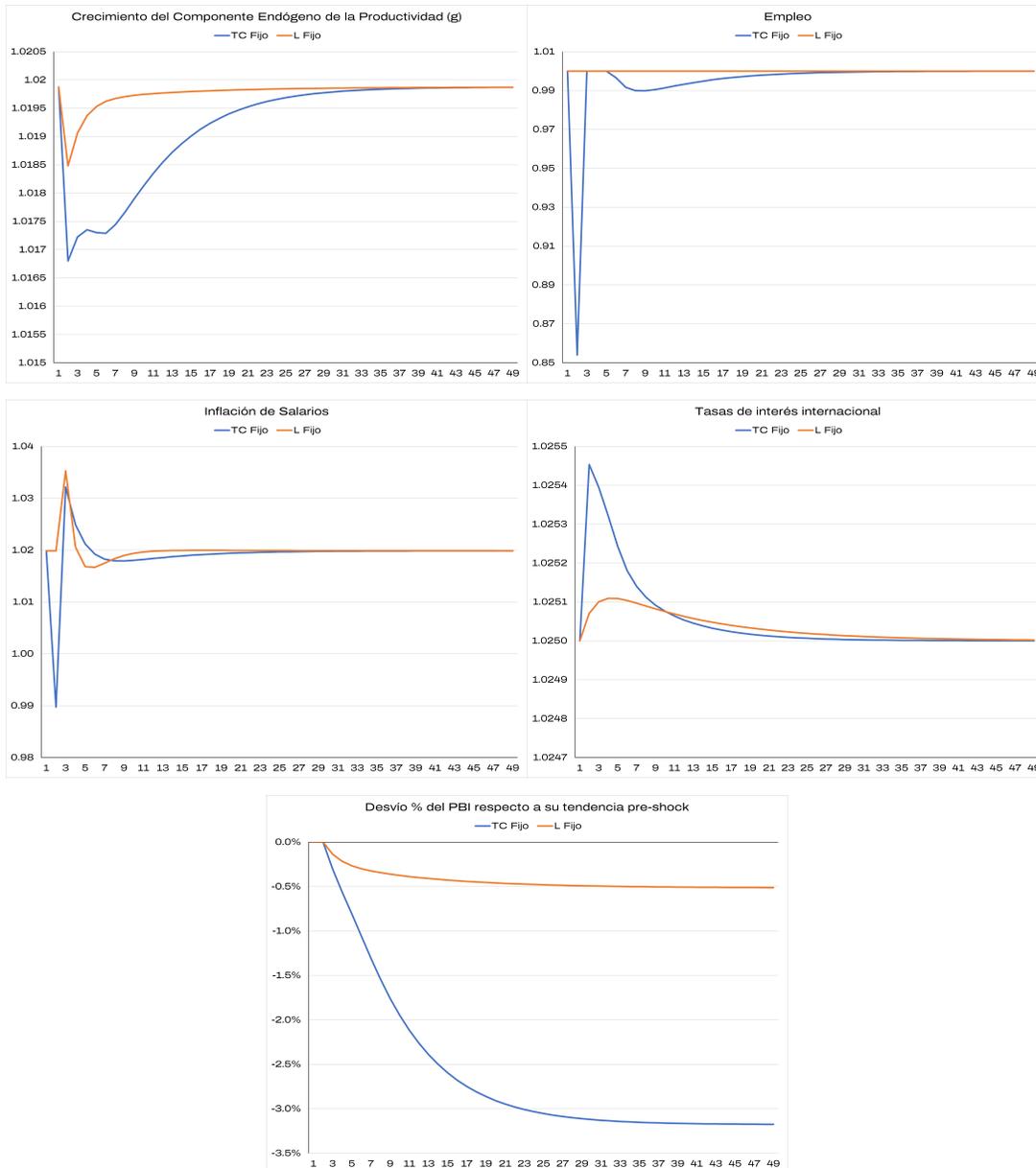
En este caso, nuestro equilibrio bajo régimen de tipo de cambio fijo consistirá de una secuencia  $\{g_{t+1}, L_t, c_t, \pi_t^w, b_t^*, r_t, pib_t\}_{t=0}^{\infty}$  que satisface IS, GG, CA, PIB, RP, WI y L, así como  $g_{t+1} > 1$ , y  $c_t > 0$  para todo  $t \geq 0$ , dada la tasa de interés internacional exógena  $r^*$ , el shock de oferta  $\{Z_t\}_{t=0}^{\infty}$ , y las condiciones iniciales  $\pi_{-1}, Z_{-1}, b_{t-1}^*$  (Nótese que ya no es necesario precisar que  $L_t$  debe siempre ser menor o igual a  $\bar{L}$ ).

### 3.2 Resultados numéricos

La figura 5 compara los efectos macroeconómicos de una disrupción de oferta en el contexto de un esquema de tipo de cambio fijo con los observados bajo el régimen de tipo de cambio flotante:

**Figura 5: Impacto macroeconómico de un shock de oferta negativo bajo un régimen de tipo de cambio fijo**





Los resultados resultan intuitivos. En primer lugar, es importante aclarar que ambas variantes del modelo fueron calibradas con un  $\zeta=0.95$ , lo que contribuye a que en este caso también observemos una suba de la tasa natural de interés frente al shock. Dicho esto, es evidente que bajo el esquema de tipo de cambio fijo el shock resulta significativamente más dañino para el crecimiento, tanto en el corto como en el largo plazo. El impacto que la caída de productividad tiene inicialmente sobre el mercado de trabajo ya no logra ser suavizado vía una depreciación del tipo de cambio; lo que observamos ahora es que la caída en la demanda de empleo presiona a la baja los salarios nominales, pero esta caída no resulta lo suficientemente importante como para evitar que se dispare la tasa de desempleo. Esto impacta directamente en el PIB del primer período, que se ve sensiblemente más afectado que en el caso en que la política monetaria sostiene los niveles de empleo. Esto lleva a que el primer impacto del shock sobre la riqueza de los agentes sea mucho más importante, lo que se ve reflejado en una mayor caída del consumo y la inversión. Por otra parte, la perspectiva de que la productividad y sobre todo el empleo y las ganancias comenzarán a recuperarse desde sus niveles mínimos a partir del período siguiente lleva a que hoy los hogares busquen suavizar su consumo, lo que deviene en una balanza comercial negativa y un empeoramiento de la posición de inversión internacional. Si bien observamos esto mismo en el caso de tipo de cambio flotante, resulta evidente que en este caso el desequilibrio es mucho mayor, algo que

resulta intuitivo cuando consideramos que el impacto del shock sobre el ingreso presente relativo a los ingresos esperados en el futuro es claramente superior. Naturalmente esto implica un mayor aumento en la tasa real de equilibrio para los períodos subsiguientes, lo que pesará en el consumo y la inversión, y por lo tanto en el crecimiento de la productividad endógena, que demorará mucho más en alcanzar su ritmo de estado estacionario.

Si bien en los primeros períodos la recuperación del componente exógeno de la productividad  $Z_t$  es suficientemente significativa como para compensar por la lentitud en la recuperación de la inversión y el crecimiento de la productividad endógena (lo que acelera la demanda de empleo y presiona la inflación de salarios por encima de su valor de estado estacionario), este efecto no tarda en diluirse, a medida que se normalizan las condiciones de oferta. Esto lleva a que a partir del séptimo período, con el componente exógeno de la productividad estable y el endógeno creciendo aún bien por debajo del ritmo de estado estacionario, la demanda de empleo vuelva a deprimirse, generando un rebrote en el desempleo y desinflación en salarios. A su vez, la perspectiva de que la economía volverá a ingresar en un período de desempleo (si bien en niveles muy inferiores a los iniciales) desalienta la inversión, lo que a su vez le da persistencia al estancamiento de la productividad y al desempleo. El ciclo comienza a revertirse a partir de que la desaceleración del consumo y la inversión llevan a la mejora del saldo comercial y a la baja de tasas de interés, lo que fomenta la recuperación de la inversión, el crecimiento endógeno de la productividad, y consecuentemente el empleo. El último gráfico da cuenta de como la rigidez del tipo de cambio y el impacto sobre los niveles de empleo lleva a que en este caso los efectos de histéresis resulten mucho más profundos.

### 3.3 Combinación de un ancla cambiaria con subsidios a la inversión

Los resultados anteriores dan cuenta de como bajo determinada configuración de los parámetros, una política monetaria con tipo de cambio flexible puede resultar óptima por sobre una de tipo de cambio fijo en el contexto de una disrupción de oferta. En el segundo caso, la estabilidad de precios conlleva un gran costo en términos de actividad económica, un *trade off* que ya se hacía presente en el trabajo original de los autores. Sin embargo, no puede decirse que estas conclusiones sean válidas universalmente. En el caso de economías que presentan un largo historial de inestabilidad nominal, es común observar en la práctica un cierto grado de bimonetarismo, que implica una alta indexación de salarios a la evolución del tipo de cambio. Esto lleva a que al enfrentarse con un shock que afecta negativamente la productividad, buscar la reducción de costos laborales unitarios y la recuperación de la competitividad vía sucesivas devaluaciones puede devenir en un proceso inflacionario persistente, que por supuesto no resulta inocuo para los niveles de actividad económica en el mediano y largo plazo. Asimismo, la expectativa de largos períodos de inestabilidad nominal también afectan la capacidad de inversores (tanto locales como extranjeros) de prever proyectos a largo plazo, lo que se ve reflejado en aumentos en la prima de riesgo país, una dinámica que ha quedado excluido del análisis en este trabajo. Este tipo de economías con historiales de inestabilidad también suelen caracterizarse por tener un sistema financiero poco profundo, con baja presencia de inversores institucionales, lo que lleva a un mayor grado de sensibilidad de los flujos de capitales a nuevos episodios de inestabilidad cambiaria. Todo lo anterior lleva a pensar en que para este tipo de economías, un sistema cambiario que ancle creíblemente las expectativas inflacionarias, combinado con la implementación de una política fiscal contracíclica que suavice el efecto de los shocks de oferta sobre la inversión, podría resultar óptimo. Fornaro y Wolf dedican la última sección de su trabajo precisamente a evaluar los resultados de la implementación de una política de este estilo, combinando una autoridad monetaria que aumenta las tasas de política en función de una regla de Taylor, y un sector público no financiero que provee un subsidio a la inversión financiado con impuestos de suma fija.

En esta última sección de análisis de resultados, evaluaremos numéricamente el impacto macroeconómico de un shock de oferta cuando el banco central fija el tipo de cambio, pero el gobierno complementa esta medida protegiendo la inversión con un subsidio. El problema de maximización del beneficio de los inversores pasa a ser el siguiente:

$$\max_{\{A_{jt+1}\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \left( \prod_{j=1}^t \frac{1}{1+r_{j-1}+\eta} \right) (\varpi A_{jt} Z_t L_t - (1-S_t) I_{jt}) + \lambda_t (A_{jt+1} - A_{jt} - \chi I_{jt}^{\zeta} A_t^{1-\zeta})$$

Siguiendo los mismos pasos que en el problema sin subsidio, llegamos a que la condición de optimalidad para la inversión será:

$$\frac{(1 - S_t)}{\chi\zeta} \left( \frac{I_t}{A_t} \right)^{1-\zeta} = \frac{1}{1 + r_t + \eta} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{(1 - S_{t+1})}{\chi\zeta} \left( \frac{I_{t+1}}{A_{t+1}} \right)^{1-\zeta} \right)$$

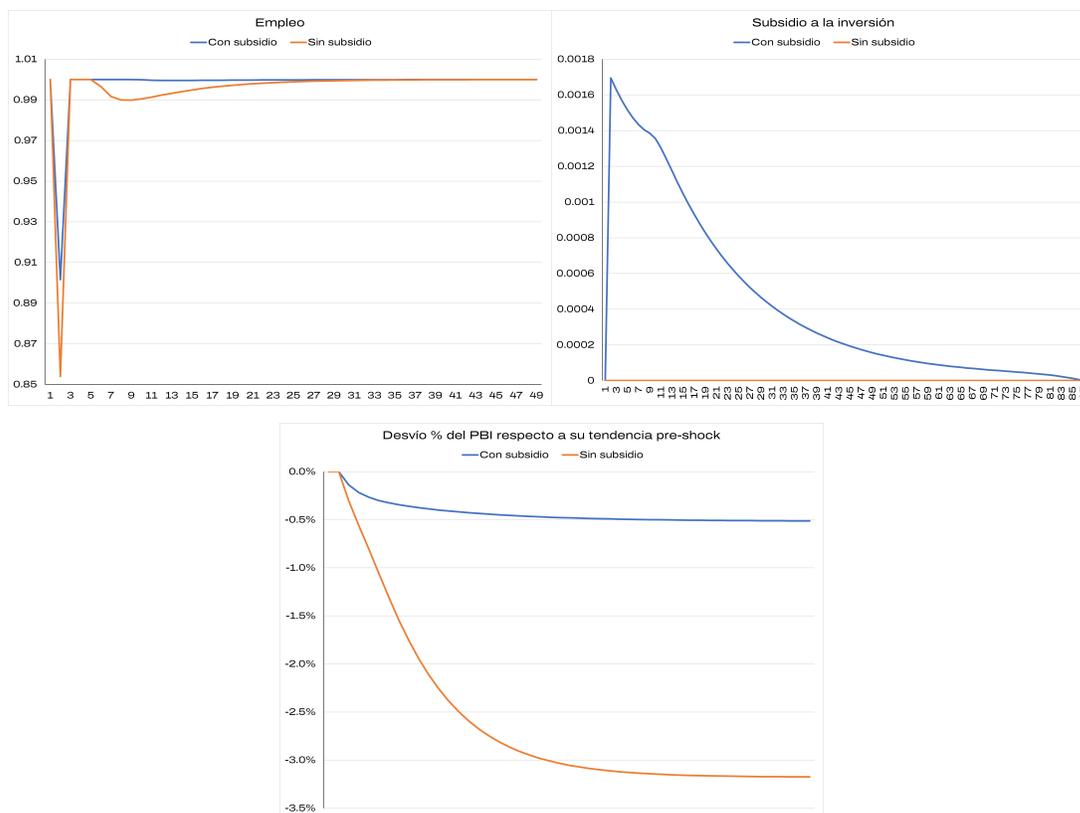
Ahora, utilizando la ley de movimiento para el stock de tecnología:

$$\frac{(1 - S_t)}{\chi\zeta} \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} = \frac{1}{1 + r_t + \eta} \left( \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + \frac{(1 - S_{t+1})}{\chi\zeta} \left( \frac{g_{t+2} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right)$$

$$(1 - S_t) \left( \frac{g_{t+1} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} = \frac{1}{1 + r_t + \eta} \left( \chi\zeta \varpi Z_{t+1} L_{t+1} + (1 - S_{t+1}) \left( \frac{g_{t+2} - 1}{\chi} \right)^{\frac{1-\zeta}{\zeta}} \right)$$

Podemos asumir que el subsidio es financiado con un fondo fiscal contra-cíclico, o con un impuesto de suma fija, en cualquier caso lo importante es que no afectará ninguna otra de las condiciones que caracterizan el equilibrio. Finalmente, siguiendo a los autores del trabajo original haremos el supuesto de que el subsidio es calibrado con el objetivo de generar el mismo sendero para el crecimiento de la productividad endógena ( $g_t$ ) que el obtenido bajo la política monetaria que sostiene el pleno empleo en todo período. La figura 6 presenta los resultados numéricos para esta última variante:

**Figura 6: Combinación de un ancla cambiaria y un subsidio a la inversión**



La figura muestra la optimalidad de proteger la inversión mediante políticas fiscales contra-cíclicas; al sostener los niveles de inversión, la productividad del trabajo no se ve tan severamente afectada en

los períodos futuros, y esto a su vez contribuye a una rápida recuperación de los niveles de empleo. Las perspectivas de mejores condiciones de empleo y el menor deterioro del consumo de los hogares significa una mayor producción y demanda de insumos por parte de los productores de bien final, mayores ganancias para los productores de bien intermedio, y por lo tanto mayores incentivos a la inversión de estos últimos. De esta manera, la introducción del subsidio evita el ciclo vicioso que se describió en el caso anterior, en el que el desempleo desalienta la inversión, la falta de inversión desacelera el crecimiento de la productividad, y el estancamiento de la productividad retroalimenta el desempleo. Finalmente, vemos que en este escenario los efectos de histéresis sobre el PIB son prácticamente idénticos a los obtenidos en el caso en el que la política monetaria se preocupaba por sostener el pleno empleo en todo período, pero en este caso ese resultado no trae aparejado un salto inflacionario.

#### 4. Conclusión y Reflexiones Finales

Este trabajo ha revisitado el modelo desarrollado por Luca Fornaro y Martin Wolf en su trabajo "*The Scars of Supply Shocks: Implications for Monetary Policy*", en el que se estudia cómo tomar en cuenta la endogeneidad en las decisiones de inversión puede llevar a concluir que, bajo cierta configuración de los parámetros, la demanda agregada puede caer más que el producto frente a una disrupción de oferta, generando una caída en la tasa natural de equilibrio. No solo esto, sino que también se muestra como el impacto que la caída en la inversión tiene sobre el ritmo de crecimiento de la productividad puede llevar a que la economía se desvíe de manera permanente del sendero de crecimiento que mantenía previo al shock, incluso cuando este es de carácter transitorio. En este trabajo, el modelo original de los autores fue adaptado para estudiar el fenómeno de efectos de histéresis frente a shocks de oferta en el contexto de una pequeña economía abierta. En particular, esta adaptación nos llevó a considerar una economía con rendimientos decrecientes a la inversión, y con acceso a una tasa de interés internacional que depende directamente de la posición de inversión internacional del país. Estas modificaciones nos permitieron en primera instancia evaluar como los efectos de histéresis dependen de cambios en los parámetros que definen la sensibilidad del riesgo país a cambios en el endeudamiento externo, y la curvatura de la función de inversión. En particular, se observa que, en el contexto de un shock de oferta keynesiano, un aumento en la sensibilidad de las condiciones de financiamiento lleva a que la inversión se vea afectada en menor medida frente a un shock negativo, lo que deviene en menores efectos de histéresis.

Por otra parte, al evaluar los resultados para una mayor intensidad de los rendimientos decrecientes de la inversión no solo obtuvimos menores efectos de histéresis, sino que observamos una reversión con respecto a uno de los resultados claves de la calibración original; la absorción doméstica se contrae en menor medida que el producto, llevando a un déficit en cuenta corriente. A su vez, la menor sensibilidad de la inversión frente al shock permite que la productividad total aumente a medida que se alivian las restricciones exógenas, lo que conduce a una caída en los costos laborales unitarios medidos en moneda extranjera, y una apreciación del tipo de cambio que lleva a que la inflación se ubique levemente por debajo de su nivel de estado estacionario durante un tiempo. Sin embargo, este último resultado es sensible a cambios en el grado de indexación de salarios a la inflación del bien final. A su vez, evaluando ambas modificaciones al modelo en simultáneo, encontramos que una mayor sensibilidad de la prima de riesgo país en el contexto de un shock de oferta no keynesiano amplifica los efectos de histéresis en lugar de moderarlos, lo que resulta intuitivo.

Finalmente, se evaluó el impacto de este tipo de disrupciones cuando consideramos un régimen de tipo de cambio fijo; el modelo de pequeña economía abierta permite una manera fácil y directa de analizar como cambian los resultados cuando se introducen restricciones sobre la inflación del bien final, algo que no se evalúa en el trabajo original. En este caso, se puede ver rápidamente que los efectos de histéresis resultantes son más profundos y duraderos; al no proveer el estímulo necesario para sostener el pleno empleo frente a la caída de productividad, la autoridad monetaria permite que la economía ingrese en un ciclo vicioso en el que el desempleo y la des-inversión se retroalimentan entre sí. En este sentido, este modelo muestra un claro *trade off* entre la estabilidad de precios y la persistencia de los efectos de histéresis, una discusión que Fornaro y Wolf plantean en su trabajo original en el contexto de una economía cerrada, con una autoridad monetaria que busca combatir la inflación mediante una suba en las tasas de política, sin tener ninguna consideración por como esta decisión impacta en los niveles de inversión.

Sin embargo, esto no implica que la política cambiaria óptima frente a un shock de oferta sea necesariamente un salto devaluatorio; en la práctica, y sobre todo en economías que cuentan con un alto grado de indexación de precios y salarios al tipo de cambio, buscar la reducción de costos laborales unitarios vía sucesivas devaluaciones puede devenir en un proceso inflacionario persistente, que tampoco resulta inocuo para los niveles de actividad económica en el mediano y largo plazo. Si bien el impacto que la inestabilidad nominal puede tener sobre el crecimiento, las condiciones de financiamiento, la solvencia del sistema financiero, y el flujo de capitales extranjeros no fue incluido formalmente en el modelo bajo análisis, no deja de ser algo a considerar a la hora de formar nuestras conclusiones. En economías con un historial de inestabilidad nominal, un esquema óptimo podría incluir un ancla nominal en el tipo de cambio, que a su vez se encuentre complementada por la formación de un fondo fiscal contra-cíclico. Este fondo permitiría subsidiar la inversión frente a disrupciones de oferta, lo que ayudaría a evitar el ciclo

vicioso descrito anteriormente. De esta manera, el trabajo conjunto entre la autoridad monetaria y el sector público no financiero podría contribuir a una política de respuesta a shocks que persigue tanto la estabilidad de precios como el sostenimiento de los niveles de empleo e inversión, minimizando los efectos de histéresis. Estas conclusiones se encuentran en línea con las de los autores del trabajo original, que destacan la optimalidad de combinar una política monetaria restrictiva que ancle las expectativas de inflación con un subsidio a la inversión.

## Referencias

Fornaro, Luca & Wolf, Martin, 2023. "The scars of supply shocks: Implications for monetary policy," *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 140(S), pages 18-36.