

---

# Documento de Trabajo



## Shocks a la productividad y ciclos económicos reales en Nicaragua

David Miranda Largaespada

ISSN 2409-1863

Documento de Trabajo No. 087

Diciembre 2022



*Banco Central de Nicaragua*  
*Emitiendo confianza y estabilidad*



*Banco Central de Nicaragua*  
*Emitiendo confianza y estabilidad*

## **Shocks a la productividad y ciclos económicos reales en Nicaragua**

**David Miranda Largaespada**

DT-087-2022

La serie de documentos de trabajo es una publicación del Banco Central de Nicaragua que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar a la discusión de temas de interés económico y de promover el intercambio de ideas. El contenido de los documentos de trabajo es de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Nicaragua. Los documentos pueden obtenerse en versión PDF en la dirección <https://www.bcn.gob.ni>.

The working paper series is a publication of the Central Bank of Nicaragua that disseminates economic research conducted by its staff or third parties sponsored by the institution. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant economic issues and to promote the exchange of ideas. The views expressed in the working papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Nicaragua. PDF versions of the papers can be found at <https://www.bcn.gob.ni>.

# *Shocks* a la productividad y ciclos económicos reales en Nicaragua

David Miranda Largaespada\*

## Resumen

En 2018 Nicaragua sufrió el choque económico más severo desde la década de 1980. Este suceso ha vuelto a resaltar la importancia de tener un marco teórico que permita entender y explicar cuáles son las causas y el dinamismo dentro de las fluctuaciones económicas. Este documento adopta la teoría CER, que establece que los ciclos económicos son causa de choques a la productividad, con el objetivo de conocer el efecto de un *shock* a la productividad total de los factores en las principales series económicas del país. Para ello, se construye un modelo DSGE con características neoclásicas que se asemeje a la realidad de la economía nicaragüense durante el período de 2006-2019. Posteriormente, se realiza una medición de bondad de ajuste y se derivan funciones impulso-respuesta para el choque a la productividad. Los resultados obtenidos se asemejan a la dinámica observada en la economía nacional durante la contracción económica de 2018.

**Palabras Clave:** Nicaragua, Escuela neoclásica, Teoría CER, Modelo DSGE, Ciclos económicos

**Códigos JEL:** B13, D58, E32

---

\*El autor agradece los comentarios y sugerencias de Mario Aráuz Torres, Néstor Torres Betanco, Luvy Barquero Vega y Rolando Largaespada. Para comentarios comunicarse al correo: [davidmirandal@outlook.es](mailto:davidmirandal@outlook.es). El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no necesariamente representa la posición oficial del Banco Central de Nicaragua.

## 1. Introducción

Los ciclos económicos son fenómenos que se observan frecuentemente. Entender las causas de las fluctuaciones económicas puede llegar a ser de gran relevancia para suavizar la amplitud de estos. Aunque existen diversas teorías de diferentes escuelas de pensamiento sobre el origen de dichos ciclos, la teoría de los Ciclos Económicos Reales (CER) es una de las más aceptadas en la academia, que ha venido ganando terreno desde la década de 1980.

La teoría CER afirma que los ciclos económicos son causados únicamente por fenómenos reales<sup>1</sup> (Parkin et al. 2007, p. 371). Empíricamente se ha observado que en algunos países como Estados Unidos la política monetaria ha tenido incidencia sobre las fluctuaciones económicas, sin embargo, el hecho de que la economía nicaragüense opere bajo un régimen cambiario reptante<sup>2</sup> podría limitar el impacto de la oferta monetaria en los ciclos económicos del país (Saballos 2001, p. 60).

En 2018, en Nicaragua inició el choque económico más severo desde el período de guerra en la década de 1980. Esta recesión se generó principalmente debido a la inestabilidad política que se vivió durante ese año (Banco Central de Nicaragua 2019, p. 7). La economía continuó otros dos años seguidos con decrecimiento económico, reforzado por la pandemia de COVID-19 en 2020 (Banco Central de Nicaragua 2021, p. 30). Debido a su naturaleza, la crisis de 2018 podría estudiarse desde el eje de la teoría CER, tomando como principal determinante a la Productividad Total de los Factores (PTF, en adelante).

Considerando lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo conocer el efecto de un *shock* a la PTF en las principales variables macroeconómicas del país. Para ello, se construye un modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (DSGE, por sus siglas en inglés<sup>3</sup>) que trata de simular la economía nicaragüense durante el período 2006-2019. Adicionalmente, se mide la bondad de ajuste del modelo a la economía del

---

<sup>1</sup>Entiéndase como variable real cualquier variable no monetaria (ejemplos de variables monetarias son la oferta monetaria, precios, tasa de interés nominal, tipo de cambio).

<sup>2</sup>Consiste en un tipo de cambio cuasifijo donde la autoridad monetaria define con anterioridad la tasa de devaluación (o revaluación) de la moneda nacional con respecto a una moneda de referencia. Esto restringe la capacidad de la Banca Central de influir en la oferta monetaria y, por lo tanto, en la producción nacional.

<sup>3</sup>*Dynamic and Stochastic General Equilibrium*.

país y se derivan las funciones impulso-respuesta que permitan cuantificar los efectos de un cambio repentino en la productividad del país, todo esto con los fundamentos extraídos de las obras seminales del tópico.

Los principales resultados indican que un *shock* negativo a la productividad (de 1 desviación estándar) tiene un efecto negativo significativo en la producción y demás variables del sistema a partir del primer trimestre. Para el caso del Producto Interno Bruto (PIB), este efecto (medido como la diferencia logarítmica entre la serie y su respectivo estado estacionario) resulta de 5.3 por ciento. Mientras que para el consumo, la inversión y el gasto de gobierno es de 2.5, 2.1 y 0.7 por ciento, respectivamente. Asimismo, el modelo sugiere que el choque es persistente, ya que después de 40 trimestres, el efecto del mismo sobre el ciclo económico parece no haber desaparecido por completo.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. La sección 2 presenta una revisión de literatura. La sección 3 construye el modelo utilizado. La sección 4 expone los datos. La sección 5 define la calibración de parámetros. Mientras que la sección 6 muestra los resultados obtenidos, así como un análisis de sensibilidad y una discusión de los mismos. Finalmente, la sección 7 concluye.

## 2. Revisión de Literatura

El ciclo económico es un fenómeno que ha sido ampliamente estudiado por economistas desde hace mucho tiempo y que, hoy en día, sigue siendo objeto de estudio a nivel mundial. Los ciclos económicos pueden definirse como las oscilaciones de la economía que dan lugar a la expansión y la contracción alternada de la economía en forma de eventos sucesivos (Resico 2010). Comúnmente, el ciclo económico suele dividirse en cuatro fases:

- **Expansión:** Los individuos cuentan con mayores recursos para satisfacer sus necesidades, por lo que se eleva el consumo de los hogares y, en consecuencia, la producción de bienes y servicios. El empleo y la producción aumentan, al igual que el nivel de precios, debido a la mayor oferta y demanda de bienes y servicios.
- **Auge o pico:** La economía se encuentra en su punto más alto. La producción y los precios están en su nivel más alto, puede producirse un sobrecalentamiento de la economía, y ya no es posible tener más crecimiento económico.

- Recesión o contracción: Se presenta una contracción notable de las principales actividad económicas, se reducen la inversión, el comercio y el empleo, lo que puede provocar un crecimiento económico negativo.
- Valle: es el punto más bajo de la economía. El nivel de desempleo se dispara, la producción está en su estado más bajo del ciclo y ya no es posible decrecer más.

Durante el período 1930-1970, los modelos de ciclos económicos se caracterizaban por considerar variables de demanda agregada (en especial monetarias), como los principales determinantes de las fluctuaciones cíclicas de los países. Por ejemplo, la escuela keynesiana afirmaba que las fluctuaciones económicas eran causadas por las expectativas de los agentes económicos, mejor conocidas como *animal spirits*. La escuela austriaca consideraba que el principal determinante de los ciclos económicos eran los movimientos en la tasa de interés de política monetaria, mientras que para la escuela monetarista eran los movimientos en la tasa de crecimiento de la oferta monetaria. Recientemente, la escuela de las expectativas racionales atribuía los movimientos cíclicos de la producción a los movimientos no anticipados en la demanda agregada (Parkin et al. 2007, p. 362).

No obstante, durante de la década de 1970, estas teorías fueron fuertemente criticadas, pues se consideraba que partían de la base que los agentes económicos formaban sus expectativas de manera muy simple (Alonso et al. 2011, p. 79). En 1973, sucedió la primer crisis del petróleo, que provocó que coexistiera un alto nivel de desempleo con un alto nivel de inflación, algo que se consideraba improbable, siguiendo la analogía de la curva de Phillips y las teorías predominantes de esa época.

Otra crítica realizada hacia estas teorías, esta vez a la modelización de las fluctuaciones económicas, fue la de Lucas (1976), la cual sostiene que, bajo la hipótesis de expectativas racionales, los parámetros estimados a partir de un modelo econométrico no se mantendrían constantes ante cambios de política económica. La crítica de Lucas sugiere que, para predecir el efecto de una perturbación o de una política, esta debería modelarse con fundamentos microeconómicos que tomen en cuenta las reglas de decisión óptimas de los agentes económicos.

Algunos autores identifican a la teoría Schumpeteriana de ciclo económico como el precursor de la teoría de ciclos reales. La teoría de Schumpeter (1912) establece que las fluctuaciones económicas son originadas por oleadas

de innovación que producen los empresarios en busca de nuevas ganancias (i.e., progreso técnico). En esta búsqueda de beneficios, se produce un desequilibrio momentáneo entre la producción real y la potencial, la cual culmina cuando se llega a un nuevo equilibrio coherente con las nuevas condiciones de optimización. Schumpeter, fue en su momento, uno de los primeros autores en considerar al progreso técnico (o productividad) como un determinante de las fluctuaciones económicas.

Formalmente, la teoría de los Ciclos Económicos Reales (CER) surge con la contribución de [Kydland & Prescott \(1982\)](#), la cual introduce tres ideas completamente revolucionarias en ese momento. La primera idea se basa en que los ciclos económicos son causados por factores reales (e.g., tecnología, productividad, gasto de gobierno, balanza comercial, términos de intercambio, entre otros) y no por factores monetarios (oferta monetaria, tasa de interés, inflación). La segunda idea es que los ciclos económicos deben estudiarse utilizando modelos de Equilibrio General Dinámicos y Estocásticos (DSGE). Finalmente, la tercera idea consiste en que es posible unificar modelos de ciclos económicos con teorías de crecimiento económico, ya que las teorías de ciclo económico deberían ser consistentes con las regularidades empíricas del crecimiento a largo plazo ([Rebelo 2005](#), p. 217).

Un año después, [Long & Plosser \(1983\)](#) publicaron otra investigación que sirvió de base para esta revolución. Este documento adopta de manera formal el concepto de Ciclos Reales. Para estos autores, los ciclos económicos son un comportamiento conjunto de las series de tiempo de un rango de variables económicas como los precios, la producción, el empleo, el consumo y la inversión. En la mayoría de las economías este comportamiento exhibe dos regularidades: (1) suele existir un alto nivel de persistencia entre estas variables, y (2) muchas de estas actividades se mueven de manera conjunta, ya sea en el mismo sentido o en sentido opuesto ([Long & Plosser 1983](#), p. 39).

El fenómeno CER define que el consumo, la inversión, las horas trabajadas, el empleo y la mayoría de las series económicas son procíclicas, mientras que el desempleo y el saldo comercial son contracíclicos y los salarios reales son, en la mayoría de los casos, acíclicos<sup>4</sup>. Además, la inversión es cerca de tres veces más volátil que la producción, y esta última es alrededor de dos veces más volátil que el consumo y casi igual de volátil que las horas trabajadas ([Adam & Merkel 2019](#), [Rebelo 2005](#)).

---

<sup>4</sup>Los precios suelen ser procíclicos la mayoría del tiempo, pero hay ocasiones en que pueden ser contracíclicos.

Dicho esto, la teoría CER es la aplicación de la teoría de equilibrio general al análisis cuantitativo de las fluctuaciones de los ciclos económicos (Prescott 1986, p. 3). Esta teoría afirma que los ciclos económicos son causados por factores reales y no por factores monetarios. Según Parkin et al. (2007, p. 371), la teoría CER considera a las fluctuaciones aleatorias de productividad como la principal causa de las fluctuaciones económicas. A pesar de ello, también se han considerado como posibles causas: choques a las compras de gobierno, términos de intercambio, precios de la energía, preferencias, entre otros; que siguen siendo considerados como variables reales (Romer 2012, McGrattan 2006).

De acuerdo con la teoría CER, después de un cambio negativo en la productividad ocurren dos efectos inmediatos<sup>5</sup>: (1) una parte del capital se vuelve obsoleta y (2) disminuye la productividad laboral. Estos dos efectos en conjunto causan que las empresas sean más escépticas sobre el futuro, por lo que se reduce tanto la demanda de inversión como la demanda de trabajo (Parkin et al. 2007, p. 372).

Con la caída en la demanda de inversión, la tasa de interés real y la inversión agregada (y por ende, el *stock* de capital) también caen. Esta disminución en el tipo de interés provoca, además, una reducción de la oferta de trabajo por parte de los hogares. Esta contracción, aunque significativa, por lo general suele ser menor que la observada en la demanda de trabajo, por lo que se espera que las horas trabajadas y los salarios reales sean menores. A raíz de la pérdida de poder adquisitivo de los consumidores, el consumo de bienes y servicios se ve reducido y, en general, el nivel de precios suele caer también (Parkin et al. 2007, p. 373).

La disminución de los factores de producción trabajo y capital, en conjunto con la misma disminución en la productividad, desplazan la curva de oferta agregada hacia un nivel más bajo. Adicionalmente, la reducción de la inversión y el consumo precede a una contracción en la demanda agregada de la economía. Por tanto, el efecto final de este canal es una caída en la actividad económica (Parkin et al. 2007, p. 374).

Prescott (1986) establece que el comportamiento cíclico de una serie de tiempo en la teoría CER es la diferencia entre el valor observado y su

---

<sup>5</sup>Se describen estos efectos y sus consecuencias durante una recesión. En una expansión, funcionan de manera opuesta a la descrita aquí.



tendencia, y propone estudiar su dinámica con el filtro Hodrick-Prescott (HP). King et al. (1988a) imponen restricciones a las funciones de utilidad para garantizar que el estado estacionario en el sistema sea factible. King et al. (1988b) plantean una discusión sobre las consecuencias de que la productividad tenga tendencia estocástica o determinista.

Serrano (1995) construye un modelo de Equilibrio General para la economía mexicana. En su investigación, el autor encuentra que su modelo de equilibrio no es incompatible con los ciclos observados en México en las décadas previas a su realización. Por su parte, Prada (2005) diseñó un modelo básico CER para la economía colombiana, encontrando que su modelo resultó ser una buena herramienta en la reproducción de los hechos estilizados para ese país en el período 1977-2005.

Para el caso de Nicaragua, Acevedo (2011) construyó un modelo DSGE con el fin de estimar el impacto de 5 reformas tributarias implementadas entre 1997 y 2010. Dicho modelo se elaboró a partir de supuestos neoclásicos: una economía cerrada y pequeña, un gobierno sin deuda, sin considerar rigideces en precios y salarios, y mercados perfectamente competitivos. Los resultados sugieren que su sistema de ecuaciones es capaz de replicar adecuadamente algunos momentos de los hechos estilizados observados entre 1994 y 2007.

Por otro lado, Flores (2013) diseñó un modelo DSGE con características neokeynesianas para una economía pequeña, abierta y sin gobierno, con el fin de evaluar el efecto de las perturbaciones internas y externas en las principales variables de la economía nicaragüense. El autor encuentra que un choque positivo a la productividad tiende a aumentar la producción, el consumo, el ahorro, las exportaciones netas y la misma productividad, mientras que la inflación, la tasa de interés nominal y los salarios nominales presentan un efecto negativo.

Miranda (2016) estudió la relación entre el producto y la productividad en Nicaragua, utilizando un enfoque keynesiano durante el período 1981-2014, llegando a la conclusión de que el producto causa a la productividad y no viceversa. Este resultado es interesante, dado que contradice los planteamientos neoclásicos y de los teóricos CER que se utilizan como base en este documento.

Mendieta (2021) identificó los hechos estilizados de la economía nicaragüense para el período 2006-2019 con una frecuencia trimestral, para el desarrollo

de modelos como el elaborado en el presente documento. Dentro de sus principales hallazgos, se destacan el hecho de que el consumo, la inversión, las exportaciones, importaciones y los factores de producción son variables procíclicas. Del mismo modo, el consumo resulta ser la variable más estable, por su parte, la inversión resulta ser la más volátil. Además, dentro de sus contribuciones también está el haber estimado los parámetros del filtro Hodrick-Prescott que son óptimos para las series económicas del país.

Tinoco (2021) investigó la incidencia de la política monetaria sobre los ciclos económicos de Nicaragua durante el período 2006-2020 con una frecuencia trimestral mediante un modelo VAR. En sus conclusiones, el autor sugiere que los choques económicos han influenciado las fluctuaciones económicas. No obstante, el estudio presenta algunas debilidades que pudieran ser mejoradas, como mostrar los intervalos de confianza de las funciones impulso-respuesta para sustentar sus resultados, o utilizar los parámetros encontrados por Mendieta (2021) del filtro Hodrick-Prescott que resultarían más adecuados. De igual modo, el autor encontró que esta influencia es menor que la mostrada en otros países de la región latinoamericana, y que la poca influencia podría explicarse por la falta de una política monetaria independiente.

### 3. El modelo

En la presente sección se construye un modelo DSGE con supuestos neoclásicos: competencia perfecta, consumidor representativo, firma representativa, con un gobierno y una economía cerrada. El modelo plasmado está inspirado por el desarrollado por Acevedo (2011) y el modelo con consumidores no ricardianos de Torres (2016).

En esta economía, existen dos tipos de hogares: ricardianos y no ricardianos. Los primeros, también conocidos como optimizadores, tienen acceso a los mercados financieros, lo que les permite elegir una combinación de ahorro y préstamo para suavizar su consumo a lo largo de su vida. Por otro lado, los hogares no ricardianos, también conocidos como *rule-of-thumb*, no tienen acceso a estos mercados, por lo que su consumo presente depende únicamente de sus ingresos presentes. Se supondrá que una fracción  $\omega$  de los hogares del país son optimizadores, mientras que el restante son hogares que siguen una regla de dedo. Así mismo, los hogares ricardianos son dueños del trabajo y el capital, mientras que los demás solamente poseen el factor de producción trabajo.

### 3.1. Hogares ricardianos

Los hogares ricardianos desean maximizar su función de utilidad intertemporal:

$$\max_{C_{r,t}, O_{r,t}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_{r,t}, O_{r,t}) \quad (1)$$

Esta función de utilidad depende positivamente de su nivel de consumo  $C_{r,t}$  y las horas de ocio  $O_{r,t}$ <sup>6</sup>. El término  $\beta^t$  donde  $0 < \beta < 1$  indica que los consumidores le dan un mayor peso al consumo y ocio presente que al consumo y ocio futuro. Ahora, si se supone que  $L_{r,t} + O_{r,t} = 1$ , donde  $L_{r,t}$  representa el número de horas trabajadas por hogares ricardianos<sup>7</sup>, y además, se adopta una función de utilidad log-lineal, se tiene el siguiente problema de maximización:

$$\max_{C_{r,t}, L_{r,t}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\gamma \log C_{r,t} + (1 - \gamma) \log (1 - L_{r,t})] \quad (2)$$

Estos hogares se enfrentan a su restricción presupuestaria, de modo que su consumo más su nivel de ahorro (igual a la inversión  $I_{r,t}$ , debido a que se trata de una economía cerrada), debe ser igual a los salarios que estos hogares perciban más las ganancias por prestaciones de capital. Si se define  $w_t$  como el salario real por hora y  $r_t$  como la tasa de retorno real del capital, matemáticamente se tiene:

$$(1 + \tau_C) C_{r,t} + I_{r,t} = (1 - \tau_L) w_t L_{r,t} + (1 - \tau_K) r_t K_{r,t} \quad (3)$$

En la ecuación 3 se tienen en cuenta además los impuestos que deben pagarse. Para esta economía existen tres tipos de tributos: impuestos al consumo (siendo  $\tau_C$  la tasa impositiva), impuestos al trabajo (siendo  $\tau_L$  la tasa impositiva) e impuestos a las ganancias de capital (siendo  $\tau_K$  la tasa impositiva). También debe tomarse en cuenta la ecuación de crecimiento del capital. Se define que la variación del *stock* de capital ricardiano  $K_{r,t}$  es igual a la formación neta de capital fijo que, a su vez, es igual a la suma de la formación bruta de capital fijo<sup>8</sup> menos el consumo de capital fijo. Es decir,

<sup>6</sup>El subíndice  $r$  indica que se trata de los hogares ricardianos.

<sup>7</sup>Más específicamente, bajo ese supuesto,  $L_{r,t}$  representaría el porcentaje o la proporción de las horas existentes dedicadas al trabajo.

<sup>8</sup>En este documento las expresiones inversión y formación bruta de capital fijo se usan como sinónimos, a pesar de que en cuentas nacionales la inversión bruta es igual a la

$$K_{r,t+1} = I_{r,t} + (1 - \delta) K_{r,t} \quad (4)$$

Donde  $\delta$  es igual a la tasa de depreciación. Combinando la ecuación 3 y 4:

$$(1 + \tau_C) C_{r,t} + K_{r,t+1} = (1 - \tau_L) w_t L_{r,t} + [(1 - \tau_K) r_t + 1 - \delta] K_{r,t} \quad (5)$$

Teniendo la función a optimizar y su restricción presupuestaria, se construye el lagrangiano:

$$\begin{aligned} \max_{C_{r,t}, L_{r,t}, K_{r,t+1}} \mathcal{L} = & \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\gamma \log C_{r,t} + (1 - \gamma) \log (1 - L_{r,t}) \\ & - \lambda_t [(1 + \tau_C) C_{r,t} + K_{r,t+1} - (1 - \tau_L) w_t L_{r,t} \\ & - [(1 - \tau_K) r_t + 1 - \delta] K_{r,t}] \end{aligned} \quad (6)$$

Calculando las condiciones de primer orden (CPO):

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_{r,t}} = \beta^t \gamma (C_{r,t})^{-1} - \beta^t \lambda_t (1 + \tau_C) = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_{r,t}} = -\beta^t (1 - \gamma) (1 - L_{r,t})^{-1} + \beta^t \lambda_t (1 - \tau_L) w_t = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_{r,t+1}} = -\beta^t \lambda_t + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} [(1 - \tau_K) r_t + 1 - \delta] = 0 \quad (9)$$

De las cuales se desprenden las ecuaciones:

$$\lambda_t = \frac{\gamma}{(1 + \tau_C) C_{r,t}} \quad (10)$$

$$\lambda_t = \frac{1 - \gamma}{(1 - \tau_L) w_t (1 - L_{r,t})} \quad (11)$$

$$\frac{1}{C_{r,t}} = \frac{\beta}{C_{r,t+1}} [(1 - \tau_K) r_t + 1 - \delta] \quad (12)$$

---

formación bruta de capital fijo más la variación de existencias. Este es un supuesto plausible debido a que en esta economía los mercados se vacían y, por lo tanto, no se acumulan inventarios.

Combinando las ecuaciones 10 y 11:

$$w_t = \frac{(1 - \gamma)}{\gamma} \frac{(1 + \tau_C)}{(1 - \tau_L)} \frac{C_{r,t}}{(1 - L_{r,t})} \quad (13)$$

La ecuación 12 corresponde a la oferta de inversión ricardiano, mientras que la ecuación 13 corresponde a la oferta de trabajo ricardiano. La primera de ellas, también conocida como ecuación de Euler del consumo, indica que los hogares optimizadores desean suavizar su consumo siguiendo la hipótesis del ciclo vital. La segunda indica una relación entre el consumo, el trabajo y el salario real.

### 3.2. Hogares no ricardianos

Los hogares no ricardianos también desean maximizar su función de utilidad intertemporal:

$$\max_{C_{nr,t}, O_{nr,t}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_{nr,t}, O_{nr,t}) \quad (14)$$

Esta función de utilidad depende positivamente de su nivel de consumo  $C_{nr,t}$  y las horas de ocio  $O_{nr,t}$ . Si se hacen los mismos supuestos que con los hogares ricardianos, se llega a la siguiente función a optimizar:

$$\max_{C_{nr,t}, L_{nr,t}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\gamma \log C_{nr,t} + (1 - \gamma) \log (1 - L_{nr,t})] \quad (15)$$

Debido a que estos hogares no ahorran y no tienen acceso al crédito, estos consumen sus ganancias por prestar trabajo. Sin embargo, tampoco son poseedores de bienes de capital. Es por ello que su restricción presupuestaria únicamente es:

$$(1 + \tau_C) C_{nr,t} = (1 - \tau_L) w_t L_{nr,t} \quad (16)$$

Por tanto, se forma el lagrangiano:

$$\begin{aligned} \max_{C_{nr,t}, L_{nr,t}} \mathcal{L} = & \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\gamma \log C_{nr,t} + (1 - \gamma) \log (1 - L_{nr,t}) \\ & - \lambda_t [(1 + \tau_C) C_{nr,t} - (1 - \tau_L) w_t L_{nr,t}] \end{aligned} \quad (17)$$

Calculando las CPO:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_{nr,t}} = \beta^t \gamma (C_{nr,t})^{-1} - \beta^t \lambda_t (1 + \tau_C) = 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_{nr,t}} = -\beta^t (1 - \gamma) (1 - L_{nr,t})^{-1} + \beta^t \lambda_t (1 - \tau_L) w_t = 0 \quad (19)$$

De las cuales se desprenden las ecuaciones:

$$\lambda_t = \frac{\gamma}{(1 + \tau_C) C_{nr,t}} \quad (20)$$

$$\lambda_t = \frac{1 - \gamma}{(1 - \tau_L) w_t (1 - L_{nr,t})} \quad (21)$$

Combinando las ecuaciones 20 y 21:

$$w_t = \frac{(1 - \gamma) (1 + \tau_C)}{\gamma (1 - \tau_L)} \frac{C_{nr,t}}{(1 - L_{nr,t})} \quad (22)$$

De esta manera, la ecuación 22 corresponde a la oferta de trabajo de los hogares no ricardianos. Debido a que estos no tienen ecuación de Euler, en ellos no se cumple la hipótesis del ciclo vital, y tampoco tienen función de oferta de inversión.

### 3.3. Agregación

Sea  $X$  una de las variables relacionadas a los hogares: consumo, trabajo, inversión y capital. El agregado de esta variable (en términos *per cápita*) a nivel general tendrá la forma:

$$X_t = \int_0^1 X_{h,t} dh = \omega X_{r,t} + (1 - \omega) X_{nr,t} \quad (23)$$

Por tanto, para agregar consumo  $C_t$  y las horas trabajadas  $L_t$  se usan las fórmulas:

$$C_t = \omega C_{r,t} + (1 - \omega) C_{nr,t} \quad (24)$$

$$L_t = \omega L_{r,t} + (1 - \omega) L_{nr,t} \quad (25)$$

En el caso de la inversión  $I_t$  y el capital  $K_t$ , los hogares no ricardianos no ahorran y tampoco poseen bienes de capital. Por tanto,

$$K_t = \omega K_{r,t} \quad (26)$$

$$I_t = \omega I_{r,t} \quad (27)$$

### 3.4. Las empresas

En esta economía existe una empresa representativa, que desea maximizar sus ganancias presentes  $\pi_t$ . Su producción  $Y_t$  equivale a su nivel de ingresos, mientras que sus costos están dados por los salarios que paga y el monto desembolsado por el uso de capital, insumos que son utilizados para determinar su nivel de producción.

$$\max_{K_t, L_t} \pi_t = Y_t - (r_t + \delta)K_t - w_t L_t \quad (28)$$

Se asumirá que la oferta agregada equivale a una función de producción Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (29)$$

Para completar, se asumirá que la productividad  $A_t$  sigue un proceso logarítmico auto-regresivo de orden 1:

$$\ln A_t = \rho \ln A_{t-1} + \varepsilon_t \quad (30)$$

Donde  $\varepsilon_t \sim NID(0, \sigma)$  representa la serie de los *shocks* a la productividad. Combinando las ecuaciones 28 y 29, el problema de maximización es:

$$\max_{K_t, L_t} \pi_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} - (r_t + \delta)K_t - w_t L_t \quad (31)$$

Con las condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial K_t} = \alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} - r_t - \delta = 0 \quad (32)$$

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial L_t} = (1 - \alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha} - w_t = 0 \quad (33)$$

De donde se desprenden las ecuaciones:

$$r_t = \alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} - \delta = \alpha \frac{Y_t}{K_t} - \delta \quad (34)$$

$$w_t = (1 - \alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha} = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{L_t} \quad (35)$$

La ecuación 34 corresponde a la demanda de inversión, mientras que la ecuación 35 corresponde a la demanda de trabajo.

### 3.5. El gobierno

El gobierno únicamente cumple con su restricción presupuestaria. En este sentido, el gasto público es el mismo monto que recauda a través de impuestos en el período actual:

$$G_t = \tau_C C_t + \tau_L w_t L_t + \tau_K (r_t - \delta) K_t \quad (36)$$

### 3.6. Factibilidad

Para finalizar, la economía debe cumplir con la condición de factibilidad:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (37)$$

La ecuación 37 corresponde a la demanda agregada.

### 3.7. Equilibrio del modelo

Por último, el equilibrio competitivo en esta economía está dado por un sistema de 15 variables endógenas<sup>9</sup>  $Y_t, C_t, C_{r,t}, C_{nr,t}, I_t, I_{r,t}, G_t, L_t, L_{r,t}, L_{nr,t}, K_t, K_{r,t}, w_t, r_t, A_t$ , una variable exógena  $\varepsilon_t$ ; 15 ecuaciones (4), (12), (13), (16), (22), (24), (25), (26), (27), (29), (30), (34), (35), (36), (37) y 10 parámetros  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \rho, \sigma, \tau_C, \tau_L, \tau_K, \omega$ .

## 4. Los datos

Para la elaboración de la presente investigación, se recopilaron las series trimestrales del Producto Interno Bruto (PIB), consumo del gobierno (gasto

---

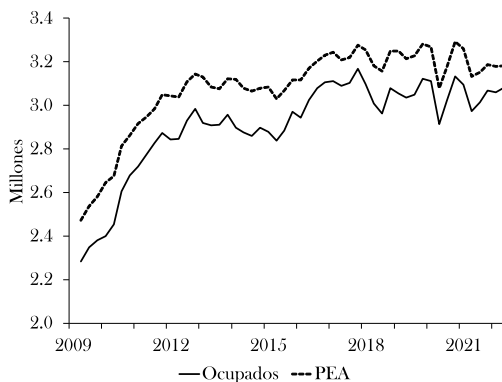
<sup>9</sup>9 variables agregadas y 6 variables de hogares ricardianos y no ricardianos. Las variables de consumo, inversión, trabajo y capital resultan de la agregación de estas mismas variables para los hogares ricardianos y no ricardianos.



de gobierno), consumo individual de hogares e ISFLSH<sup>10</sup> (consumo privado) y formación bruta de capital (inversión) para el período 2006T1:2022T2, así como las series de la tasa global de participación y la tasa bruta de ocupación para el período 2009T2:2022T2, provenientes de la página web del Banco Central de Nicaragua (BCN)<sup>11</sup> y del Instituto Nacional de Información de Desarrollo<sup>12</sup> (INIDE). Adicionalmente, se obtuvo la serie trimestral de *stock* de capital físico construido por Mendieta (2021) hasta 2019T4, la cual se continuó hasta 2022T2 utilizando su misma metodología. Todas las variables están expresadas en córdobas de 2006 y porcentajes.

Con respecto al número de ocupados, actualmente no se publican estadísticas oficiales. Para la construcción de esta serie, primeramente se recogieron estimaciones anuales de la población en edad de trabajar (PET) provenientes de la página web de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Dichas estimaciones fueron trimestralizadas suponiendo un cambio lineal trimestral equivalente para el cambio anual, técnica utilizada por Aráuz & Torres (2020) para la población total.

FIGURA 1: PEA y Ocupados



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, los datos trimestrales de la PET fueron multiplicados por la tasa global de participación y por la tasa bruta de ocupación para obtener la Población Económicamente Activa (PEA) y el número de ocupados, respectivamente. Ambas series, disponibles a partir de 2009T2, se muestran

<sup>10</sup>Instituciones Sin Fines de Lucro que Sirven a los Hogares.

<sup>11</sup><https://www.bcn.gob.ni/cuentas-nacionales-trimestrales>.

<sup>12</sup><https://www.inide.gob.ni/Home/ech>.

en la Figura 1. Como puede observarse, tanto la PEA como el número de ocupados mostraron una tendencia creciente marcada hasta 2012, cuando su crecimiento se estabiliza. Comparando los datos del último trimestre de cada año con los datos anuales calculados por Mendieta (2021), se encuentra que ambas estimaciones son bastante similares entre sí.

Otra variable de la cual no se publican estadísticas oficiales es la productividad de factores (PTF). Para su estimación, se utilizó el método del residuo de Solow, el cual consiste en calcular la tasa de crecimiento de la PTF (o tasa de progreso técnico) como una diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción y la tasa de crecimiento promedio ponderada de los insumos de producción: capital y trabajo. Suponiendo una función de producción Cobb-Douglas, como la que se detalló en la ecuación 29, la tasa de progreso técnico equivale a:

$$\frac{\Delta A_t}{A_{t-1}} = \frac{\Delta Y_t}{Y_{t-1}} - \alpha \frac{\Delta K_t}{K_{t-1}} - (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_{t-1}} \quad (38)$$

siendo  $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$ . Al igual que en la sección anterior,  $\alpha$  equivale a la participación del capital en la producción agregada. Dado que se cuenta con las series del PIB, *stock* de capital y el número de ocupados, únicamente basta con asignarle un valor a  $\alpha$ , el cual se fijó en 34.6 por ciento, en base al promedio de 2006-2019 encontrado por Mendieta (2021). Es importante señalar que para este cálculo se utilizó la serie desestacionalizada del PIB publicada por el BCN, y del capital y los ocupados, las cuales se obtuvieron mediante el método X13-TRAMO-SEATS. Esta metodología también fue utilizada por Angulo et al. (2020) para su propia construcción de la PTF anual de Nicaragua.

Una vez obtenidas las tasas de crecimiento intertrimestrales de la PTF, se construyó un índice (2017=100) de la siguiente manera: primeramente, se calculó la PTF de los cuatro trimestres de 2017 tomando en cuenta las tasas de variación porcentuales, de modo que el promedio simple anual resultara igual a 100; para luego, con las mismas tasas de variación, obtener los datos de los demás trimestres, tanto antes como después de 2017. Dicho índice se muestra en la Figura 2.

Durante 2009T3:2011T4, puede observarse una caída paulatina de este índice, lo que afirma que la producción estaba creciendo a menor velocidad que los insumos de producción. A partir del cuarto trimestre de 2011, la productividad repunta, y su tendencia pasa a ser creciente hasta llegar

a su punto máximo en el tercer trimestre de 2015. Después de ciertas fluctuaciones, la productividad se desploma de manera abrupta en el segundo trimestre de 2018, justo después de los eventos ocurridos en abril de ese año y que, según el BCN, fueron el principal determinante en la contracción de la actividad económica.

FIGURA 2: Productividad Total de los Factores

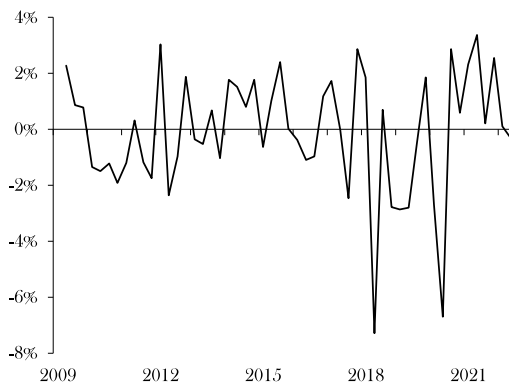


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se obtuvo una variable *proxy* de los *shocks* a la productividad. Para ello, se estimó la siguiente regresión:

$$\ln A_t = c + \rho \ln A_{t-1} + \varepsilon_t \quad (39)$$

donde la variable  $\varepsilon_t$ , al igual que en la sección anterior, se define como la perturbación a la PTF. Luego de estimada la regresión, se obtuvieron sus residuos como la variable *proxy* del choque de productividad (resultados de la regresión en la Tabla A1). Esta serie se muestra en la Figura 3, de la cual puede destacarse una caída notoria en el segundo trimestre de 2018, que también coincide con los sucesos de abril de ese año.

FIGURA 3: *Shock* a la PTF (*proxy*)

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Calibración

Para la calibración de la proporción de hogares ricardianos a hogares totales ( $\omega$ ), otros estudios suelen utilizar como *proxy* el porcentaje de personas con al menos un instrumento financiero. Siguiendo la misma línea, con base en la encuesta de inclusión financiera realizada por el [Banco Central de Nicaragua \(2017\)](#), se utilizó el porcentaje de personas entrevistadas a nivel nacional que poseía una cuenta de ahorro en ese momento, que era igual a 12.4 por ciento.

Para el cálculo de la proporción del consumo ( $\gamma$ ), [Torres \(2016\)](#) afirma que puede utilizarse como aproximado la proporción del consumo de los hogares al ingreso, o al producto total. En ese sentido, se fijó un valor de 76 por ciento, que representa la relación consumo privado-PIB promedio entre el período 2006-2019, calculado por [Mendieta \(2021\)](#).

Con respecto a los parámetros relacionados con las tasas de impuestos a la renta y al capital ( $\tau_L$ ,  $\tau_K$ ), se adoptaron los mismos valores fijados en el modelo DSGE construido por [Acevedo \(2011\)](#), los cuales eran iguales a 6 y 8 por ciento, respectivamente. Por su parte, la tasa impositiva al consumo ( $\tau_C$ ) se fijó en 15 por ciento, con base en la alícuota del impuesto al valor agregado (IVA), según la Ley de Concertación Tributaria del país (Tabla 1).

De la regresión auto-regresiva de la PTF estimada en la sección anterior se obtuvieron otros dos parámetros. En primer lugar, la autocorrelación o

persistencia de primer orden del logaritmo de la productividad equivale a la estimación de la pendiente de esa misma regresión, que es igual a 0.84. En segundo lugar, la desviación estándar del *shock* a la productividad, se obtuvo de calcular la desviación estándar de los residuos de esa misma regresión, que es igual a 0.0218, o 2.18 por ciento.

Otros parámetros calibrados fueron: el factor de descuento intertemporal, se fijó en 0.99, ya que es el valor que la literatura suele adoptar para modelos trimestrales (Torres 2016); la participación del capital en la producción, se fijó en 34.6 por ciento, a como se definió en la sección anterior; y la tasa de depreciación trimestral, la cual se fijó en 1.23 por ciento, suponiendo una tasa de depreciación anual de 5 por ciento, la cual fue definida por di Bella et al. (2012) y utilizada por Mendieta (2021) para sus estimaciones del *stock* de capital. En la Tabla 1 se muestra un resumen de todos los parámetros calibrados.

TABLA 1: Valores Calibrados Para los Parámetros

Parámetro	Significado	Valor	Fuente
$\alpha$	Participación del capital en el ingreso	34.6 %	Mendieta (2021)
$\beta$	Factor de descuento intertemporal	0.99	Torres (2016)
$\gamma$	Proporción del consumo	76 %	Mendieta (2021)
$\delta$	Tasa de depreciación trimestral del capital	1.23 %	di Bella et al. (2012)
$\rho$	Componente autorregresivo de la PTF	0.84	Cálculos propios
$\sigma$	Desviación estándar del <i>shock</i> a la PTF	0.0218	Cálculos propios
$\tau_C$	Tasa impositiva al consumo	15 %	Cálculos propios
$\tau_L$	Tasa impositiva al trabajo	6 %	Acevedo (2011)
$\tau_K$	Tasa impositiva al capital	8 %	Acevedo (2011)
$\omega$	Proporción de hogares ricardianos	12.4 %	BCN (2017)

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios consultados.

## 6. Resultados

En la presente sección, se muestran los resultados obtenidos a través del modelo construido en las secciones anteriores. Primeramente, se realiza una comparación entre los momentos de los ciclos de las principales variables macroeconómicas arrojados por el modelo, y los observados durante el período 2006-2019. Luego, a través de funciones impulso-respuesta, se muestra el efecto de un *shock* de una desviación estándar a la productividad en las principales series económicas. Posteriormente, se realiza un estudio de la sensibilidad del modelo, variando algunos parámetros del mismo. Para finalizar, se realiza una discusión en relación a lo observado en la economía

nicaragüense a partir del segundo trimestre de 2018.

### 6.1. Bondad de ajuste

Para medir la bondad de ajuste del modelo se comparan los momentos arrojados por el mismo (e.g., desviaciones estándar, correlaciones y auto-correlaciones) con los datos observados durante un período de tiempo. Esta técnica es utilizada por los autores más influyentes como [Kydland & Prescott \(1982\)](#) y [Long & Plosser \(1983\)](#), y la misma indica qué tan bueno es el modelo para predecir los hechos estilizados de una economía en particular.

En la Tabla 2 se muestra una comparación entre los momentos de los componentes cíclicos de las variables obtenidas a través del modelo simulado, y los momentos empíricos identificados por [Mendieta \(2021\)](#) para la economía de Nicaragua durante el período 2006T1:2019T4. En relación con las auto-correlaciones de primer orden ( $\rho_i$ ), el modelo replica medianamente bien los momentos empíricos encontrados ya que, a excepción del gasto del gobierno, la diferencia entre las auto-correlaciones simuladas y reales se mantiene por debajo de 0.12.

TABLA 2: Comparación de Momentos Simulados y Empíricos

Variable	$\rho_i$		$\sigma_i/\sigma_y$		$\rho_{iy}$	
	Simulado	Real	Simulado	Real	Simulado	Real
PIB	0.64	0.76	1	1	1	1
Consumo privado	0.64	0.52	0.64	0.92	0.99	0.69
Inversión	0.63	0.57	3.44	6.44	0.99	0.67
Gasto de gobierno	0.64	-0.23	0.87	2.06	0.99	0.28
<i>Stock</i> de capital	0.93	0.84	0.12	0.67	0.28	0.43
Tasa de interés	0.63	0.73	1.46	0.09	0.99	-0.07

Nota:—La columna ‘simulado’ reporta las autocorrelaciones, desviaciones estándar y correlaciones cruzadas obtenidas para los componentes cíclicos de las variables simuladas. La columna ‘real’ reporta los mismos datos observados por [Mendieta \(2021\)](#) para la economía nicaragüense durante el período 2006-2019 con frecuencia trimestral. Para ambos casos, el componente cíclico se obtiene de aplicar el filtro Hodrick-Prescott con un  $\lambda$  de 1,121.

Fuente: Elaboración propia con base en [Mendieta \(2021\)](#) y cálculos propios.

Pasando ahora a las volatilidades relativas, calculadas como el cociente de las desviaciones estándar normalizadas de las variables y la del PIB ( $\sigma_i/\sigma_y$ ), puede observarse que el modelo subestima consistentemente estos momentos en relación a los resultados empíricos. Sin embargo, es importante destacar que cualitativamente algunos resultados obtenidos están acorde a lo esperado. Por ejemplo, el consumo y el gasto de gobierno resultan ser

menos volátiles que la producción, y la inversión resulta ser mucho más volátil que este último.

En el caso de las correlaciones cruzadas entre los ciclos de las variables del sistema con el ciclo del PIB ( $\rho_{iy}$ ), sucede todo lo contrario al caso anterior: el modelo parece sobre-estimar de manera consistente los momentos simulados. De ello, se puede destacar que los resultados son cualitativamente satisfactorios, ya que los signos de las correlaciones de las variables incluidas en la tabla son positivos, con excepción de la tasa de interés. También es importante mencionar que el modelo asigna correlaciones bastante fuertes entre los ciclos del PIB y de las principales series macroeconómicas del país.

De la Tabla 2, puede concluirse que el modelo construido presenta resultados cualitativamente correctos, pero cuantitativamente aún hay margen para mejorar su bondad de ajuste a la economía nacional. Identificar de qué manera se puede construir un modelo que replique de manera más precisa los momentos simulados con los resultados empíricos del país, puede conllevar resultados interesantes para investigaciones futuras. De igual modo, también resulta valioso aclarar que algunos momentos no pudieron ser comparados debido a que no se cuenta con los hechos estilizados de estas series económicas, como es el caso de los salarios reales, el número de ocupados y/o horas trabajadas, y la productividad.

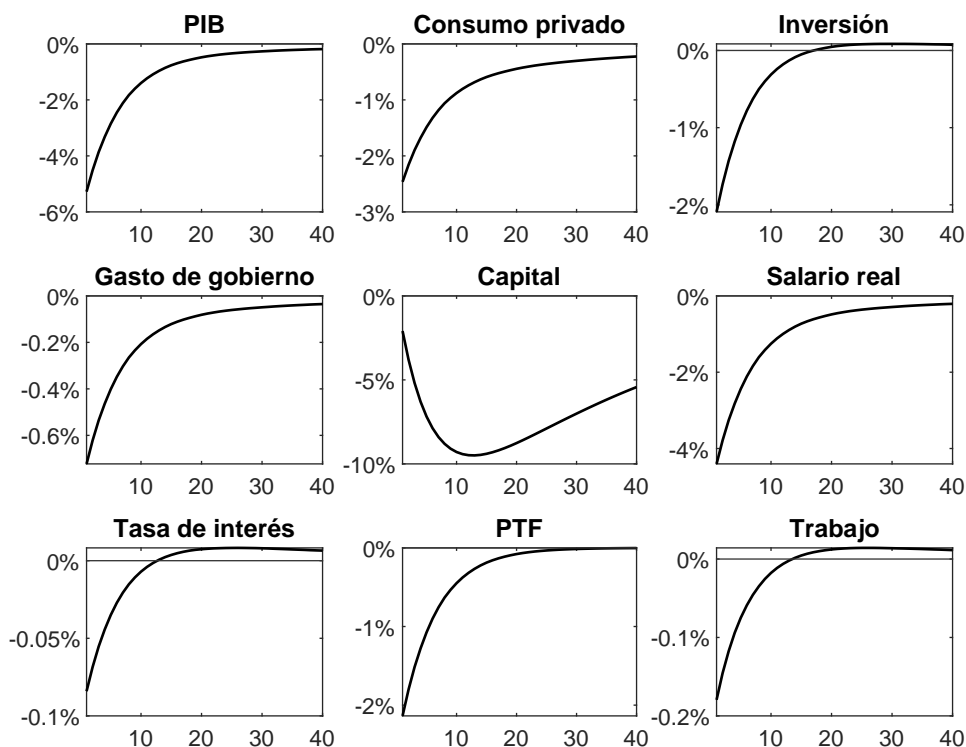
## 6.2. *Shock* a la productividad

En la Figura 4 se muestra la respuesta de las variables del modelo ante un *shock* negativo de una desviación estándar (-2.18 %) a la productividad. En el primer trimestre, este choque negativo provoca una disminución del PIB de 5.3 por ciento con respecto a su estado estacionario. A medida que pasa más tiempo luego del choque, el efecto acumulado del *shock* se va disipando, hasta que el efecto sobre el PIB parece ser relativamente insignificante luego del trigésimo trimestre.

Con respecto a los factores de producción, el choque tiene efectos negativos sobre el trabajo, el capital y la misma productividad. En el primer trimestre, la perturbación produce una desviación negativa con respecto a su estado estacionario del trabajo y el capital de 0.2 y 2.1 por ciento, respectivamente. No obstante, ambas series siguen trayectorias diferentes: mientras que el efecto del *shock* sobre el trabajo, no solo se disipa, sino que se revierte a partir del décimo tercer trimestre; el capital, a diferencia de las demás

variables del sistema, cuyo mayor efecto se da en el primer trimestre, tiene su efecto más significativo hasta el décimo cuarto trimestre. Asimismo, el *shock* de productividad resulta bastante persistente, ya que su incidencia parece extenderse hasta el vigésimo trimestre.

FIGURA 4: *Shock* Negativo a la Productividad



Nota:—La línea continua representa la respuesta de las variables del sistema ante un *shock* negativo de una desviación estándar (-2.18%) a la productividad. El eje vertical representa la diferencia logarítmica entre el valor observado y su estado estacionario después de ocurrido el choque, y el eje horizontal representa el número de trimestres.

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el sistema de precios de los insumos productivos (i.e., trabajo y capital), el salario real sufre una disminución de 4.4 por ciento en el primer trimestre, mientras que la tasa de interés real cae en 0.04 por ciento. Ambas series tienen una trayectoria de estabilización hacia su estado estacionario, pero difieren en el tiempo de convergencia al mismo. La tasa de interés llega a su estado estacionario en el décimo segundo trimestre; momento a partir del cual el efecto se torna positivo. Por su parte, el



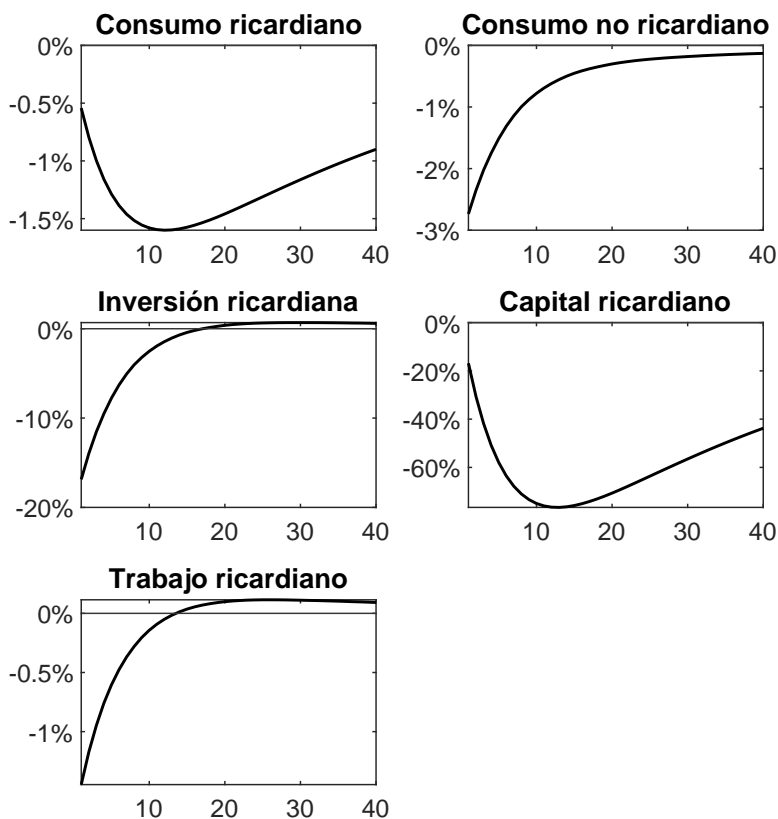
salario real resulta ser más rígido, ya que luego de 40 trimestres, aún no ha regresado a su estado estacionario.

Finalmente, con respecto a los componentes de demanda agregada, la perturbación a la productividad disminuye el consumo privado, la inversión y el gasto del gobierno en el primer trimestre en 2.5, 2.1 y 0.7 por ciento, respectivamente. La formación bruta de capital, al ser más volátil que las demás series, retorna a su estado estacionario mucho más rápido que los demás componentes, los cuales resultan ser más persistentes ante el choque.

Para poder profundizar más en el impacto de la perturbación de la productividad sobre las variables agregadas, en la Figura 5 se muestra la respuesta de dichas variables de los hogares ricardianos y no ricardianos, ante el mismo choque negativo de productividad. De ella resulta interesante el contraste del efecto en el consumo: para los hogares ricardianos, el efecto toma un tiempo para llegar a su punto más bajo, siendo igual a -1.6 por ciento en el décimo segundo trimestre. Para los hogares no ricardianos, el efecto es inmediato y más significativo, siendo este de -2.7 por ciento en el primer trimestre.

Otro resultado llamativo, es el que se observa en el trabajo. Según el modelo construido, el efecto del *shock* a la PTF en el trabajo de los hogares no optimizadores es nulo. Es por esta razón que el efecto en el trabajo agregado resulta ser menor que el de otras variables modeladas, dada la alta proporción de hogares no ricardianos supuesta en la metodología. Con respecto a las variables de inversión y capital de los hogares optimizadores, la trayectoria de las mismas es completamente simétrica a sus contrapartes agregadas, lo que es de esperarse tomando en cuenta que no existe inversión o capital no ricardiano.

Los resultados encontrados están cualitativamente en línea con los de Flores (2013), a diferencia de la tasa de interés y el salario. En su estudio, el autor encuentra que un *shock* positivo a la productividad tiene un efecto negativo (es decir, en el sentido contrario) en la tasa de interés nominal y los salarios nominales. Debido a que también encuentra un efecto inverso sobre la inflación, no queda del todo claro el efecto del choque a la PTF en los precios reales de los insumos de producción.

FIGURA 5: *Shock* Negativo a la Productividad Desagregado por Hogares

Nota:—La línea continua representa la respuesta de las variables del sistema ante un *shock* negativo de una desviación estándar (-2.18%) a la productividad. El eje vertical representa la diferencia logarítmica entre el valor observado y su estado estacionario después de ocurrido el choque, y el eje horizontal representa el número de trimestres.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Sensibilidad de los resultados

La elección de los valores asignados a cada uno de los parámetros del modelo es clave para los resultados obtenidos a través de éste. A pesar de que la calibración de los parámetros se realice con base en investigaciones pasadas y/o resultados empíricos observados en la economía, siempre existe un grado de incertidumbre a la hora de su elección. Por ese motivo, se realizaron una serie de estimaciones adicionales, variando parámetros clave del modelo que pudieran cambiar (o no) de manera significativa sus resultados, ya sea de

manera cualitativa o cuantitativa.

### Proporción de hogares ricardianos con base en Global Findex

La base de datos Global Findex corresponde a la principal fuente de datos a nivel mundial sobre el acceso a los servicios financieros. A la fecha, han lanzado un total de cuatro ediciones: 2011, 2014, 2017 y 2021. En su edición de 2017, para el caso de Nicaragua se encontró que el 30.9 por ciento de los entrevistados tenían, al menos, una cuenta bancaria; cifra que resulta ser bastante mayor a la obtenida en la Encuesta de Inclusión Financiera realizada por el BCN el mismo año. En la Figura A1 se muestra la respuesta de las variables ante un *shock* negativo a la productividad, variando el parámetro  $\omega$  de 12.4 a 30.9 por ciento.

Con esta nueva configuración, el choque de productividad genera una reducción del PIB de 5.4 por ciento con respecto a su estado estacionario, ligeramente superior en 0.15 puntos porcentuales con relación al escenario base. El hecho de que una mayor proporción de hogares sea ricardiano parece implicar un mayor efecto de los *shocks* en las variables relacionadas con el mercado de inversión: tanto la formación bruta de capital como el *stock* de éste sufren una pérdida de 2.7 por ciento en el primer trimestre, cifras superiores al modelo base.

Asimismo, las afectaciones en el mercado de trabajo no parecen tener muchas modificaciones. Mientras que el salario real se reduce apenas 0.07 puntos porcentuales con relación a la especificación original, el trabajo presenta un leve crecimiento de 0.07 puntos porcentuales. Las demás variables pertenecientes al sistema no parecen sufrir cambios significativos. De lo anterior, se puede concluir que una mayor proporción de hogares optimizadores empeora ligeramente el impacto del *shock* negativo a la productividad sobre el ciclo económico.

### Peso del capital en la producción según Angulo et al. (2020)

En su estudio sobre métodos para la estimación de la productividad en Nicaragua, Angulo et al. (2020) calculan la participación del capital en la producción a través de tres enfoques: el primero arroja un resultado de 35 por ciento, cifra bastante similar a la utilizada en este documento; el segundo arroja un valor de 44 por ciento, y con el último, la participación del capital en el ingreso resulta de 40 por ciento. Tomando en cuenta dicha información, en la Figura A2 se muestra la respuesta de las variables ante un *shock*

negativo a la productividad, variando el parámetro  $\alpha$  de 34.6 a 44 por ciento.

Con el nuevo parámetro, en general se puede notar que el impacto del *shock* negativo a la productividad resulta mucho más severo que en el caso original. Todas las variables del sistema, a excepción del tipo de interés, el trabajo y la productividad, ven casi duplicado su impacto en el primer trimestre de ocurrido el choque, incluido el PIB. Por tanto, es notorio que un incremento en la participación del capital en el ingreso parece amplificar de manera significativa el impacto del choque a la productividad.

### Parámetro auto-regresivo de la PTF de [Torres \(2016\)](#)

El parámetro auto-regresivo de la productividad es uno de los más importantes en el modelo, ya que define de manera directa la persistencia de los choques. [Torres \(2016\)](#) menciona que el valor típico de este parámetro en la literatura suele rondar entre 0.80 y 0.99. Debido a que la frecuencia de los datos son trimestrales, se podría argumentar un valor más alto de este parámetro. Dicho esto, en la Figura [A3](#) se muestra la respuesta de las variables ante un *shock* negativo a la productividad, variando el parámetro  $\rho$  de 0.84 a 0.90.

En el primer trimestre después de ocurrida la perturbación, los efectos son bastante similares a los observados en la subsección anterior. En términos generales, puede observarse que el efecto del *shock* es más persistente en el tiempo, es decir, toma un mayor número de trimestres para disiparse. Esto es más evidente en las variables que en el escenario base retornaron a su estado estacionario antes de 40 trimestres. Por ejemplo, tanto la tasa de interés como el salario real retorna a su estado estacionario cinco trimestres después que en la simulación inicial. Adicionalmente, el efecto de la perturbación sobre la inversión cambia de signo hasta el vigésimo quinto trimestre, siete trimestres después que en la primera especificación.

De las estimaciones realizadas anteriormente, se observa que los resultados del modelo pueden llegar a ser cuantitativamente sensibles a cambios de algunos parámetros, por lo cual, dichos resultados deben interpretarse con cautela. También es importante destacar que en el análisis de sensibilidad no se evaluaron los cambios en los efectos específicos de los hogares ricardianos y no ricardianos, lo que podría enriquecer el entendimiento sobre por qué algunos parámetros son más sensibles que otros.

## 6.4. Discusión

Mendieta (2021) y Barquero & Munguía (2022) concuerdan que, de 2006 a la fecha, la economía nicaragüense ha experimentado un total de tres ciclos económicos. De todos ellos, la crisis de 2018 es la que más parece asemejarse a una recesión típica de un choque a la productividad. En línea con el informe anual de 2018 del BCN, los conflictos políticos iniciados en abril de ese año fueron el principal determinante del deterioro de las condiciones macroeconómicas del país. Una hipótesis que podría surgir es que la situación sociopolítica provocó un choque negativo a la productividad, lo que terminaría resultando en todos los efectos mencionados anteriormente.

En ese orden de ideas, Aisen & Veiga (2011) argumentan que la inestabilidad política afecta de manera adversa a la productividad. Los autores sugieren que al incrementar la incertidumbre sobre el futuro, puede conllevar a una asignación menos eficiente de los recursos, así como un menor esfuerzo de investigación y desarrollo por parte del gobierno y la empresa privada, conllevando a un menor crecimiento del progreso tecnológico. En su estudio, los autores encuentran que la inestabilidad política afecta de manera negativa el crecimiento de la PTF.

Otro de los canales mediante el cual pudo haberse dado esta relación es a través de la productividad laboral. Aslam & Sajid (2008) sostienen que la inestabilidad política en una nación genera desmotivación, inseguridad e incertidumbre en los trabajadores, ergo, disminuyendo su productividad laboral. Esto causa que uno de los factores de producción sea menos productivo que en ausencia de inestabilidad, lo que se traduce en una disminución de la productividad de los factores (PTF). Debido a que el trabajo ya no es tan productivo como antes, las empresas demandarían menor cantidad de empleados, lo que puede explicar el aumento en la tasa de desempleo.

En la variable *proxy* del *shock* a la PTF estimada en la sección de los datos, puede observarse una caída abrupta en el segundo trimestre de 2018, lo que indica que la PTF disminuyó de manera significativa con relación a lo que predice su función auto-regresiva. De igual manera, también se redujo la PTF en ese mismo trimestre, lo que implica que la producción se redujo más en relación a sus insumos productivos.

Relacionado con las variaciones obtenidas en las principales series macroeconómicas después de abril de 2018, la mayoría de ellas presenta el

mismo signo que el pronosticado por el modelo construido: disminuyó el PIB, el consumo, la inversión, el gasto del gobierno y la fuerza laboral del país. Las únicas variables que el modelo no es capaz de predecir es el salario real y la tasa de interés real, que presentan un crecimiento a finales de 2018 con respecto a sus niveles de 2017. Ello parece sugerir que la economía nicaragüense presenta rigideces en precios y salarios, tal como lo predice el modelo nekeynesiano construido por Flores (2013).

Con respecto al modelo construido en el presente documento, resultaría interesante considerar una economía abierta, para poder modelar *shocks* externos, ya que estos también han resultado ser determinantes en las fluctuaciones cíclicas del país, como la crisis financiera global de 2008 y la pandemia de COVID-19 en 2020. Similarmente, se podría considerar añadir un gobierno con acceso a la deuda en la modelación, con el fin de incorporar los efectos de los choques de política fiscal, y realizar una validación cruzada con otros estudios similares en Nicaragua, como el de Aráuz & Torres (2020).

## 7. Conclusiones

Las fluctuaciones económicas tienen gran relevancia para las economías modernas. A lo largo de la historia del pensamiento económico se han planteado numerosas teorías sobre las causas y características de los ciclos económicos, para mejorar el entendimiento de la realidad y diseñar políticas. Nicaragua, al ser una economía pequeña con un régimen cambiario reptante, tiene peculiaridades que podrían indicar que las fluctuaciones económicas tienen su origen principalmente en choques de variables reales, en vez de variables monetarias.

De acuerdo con el objetivo planteado, se construyó un modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (DSGE) utilizando supuestos neoclásicos con dos tipos de hogares: optimizadores y no optimizadores. Los parámetros del modelo fueron calibrados utilizando información de estudios anteriores referentes a Nicaragua. En general, se encontró que el modelo arroja los resultados cualitativos esperados, pero el mismo no es capaz de replicar de manera precisa algunos momentos empíricos observados para la economía nicaragüense en el período 2006-2019.

Los resultados obtenidos sugieren que un choque negativo a la productividad de una desviación estándar (-2.18%), provoca una reducción del PIB de 5.3 por ciento en relación a su estado estacionario en el primer trimestre.

De igual modo, el consumo privado, la inversión, el gasto de gobierno, el *stock* de capital, el trabajo y demás variables del sistema presentan un decrecimiento significativo en el primer trimestre a causa de la perturbación. El *shock* resulta ser persistente, ya que su efecto sobre las series parece no haber desaparecido por completo después de 40 trimestres de su ocurrencia.

Los resultados del modelo simulado no indican que la productividad sea el único determinante de los ciclos económicos, pero sí sugieren que es uno de los determinantes más significativos, en conjunto con *shocks* externos, de política fiscal, de términos de intercambio, entre otros que han sido identificados en la literatura. En cuanto a las variables monetarias, las crisis económicas nicaragüenses durante el período 2006-2019 no parecen haber tenido origen en choques de política monetaria.

El modelo elaborado en el presente estudio pretende servir de base para la elaboración de planteamientos alternativos, que sean capaces de replicar de manera más precisa las regularidades empíricas observadas en la economía nicaragüense, así como poder simular una mayor variedad de choques económicos y/o políticas económicas que pudieran afectar las fluctuaciones económicas del país.

## Referencias

- Acevedo, I. (2011), Impacto de las reformas tributarias en Nicaragua, Documentos de trabajo, Banco Central de Nicaragua.
- Adam, K. & Merkel, S. (2019), *Stock price cycles and business cycles*, Working paper, European Central Bank.
- Aisen, A. & Veiga, F. (2011), How does political instability affect economic growth?, Working paper, International Monetary Fund.
- Alonso, M., Bagus, P. & Rallo, J. (2011), 'Teorías del ciclo económico: principales contribuciones y análisis a la luz de las aportaciones de la escuela austriaca de economía', *Información Comercial Española: Revista de Economía* **858**, 17–87.
- Angulo, L., Godínez, R. & Cerrato, A. (2020), 60 años de productividad: enfoque para su estimación en Nicaragua, Documento de trabajo, MPRA.
- Aráuz, M. & Torres, N. (2020), 'Efectos de *shocks* de política fiscal en

Nicaragua: evidencias de un análisis SVAR', *Revista de Economía y Finanzas* **7**, 28–63.

Aslam, S. & Sajid, A. (2008), Effect on organizations and quality due to changed employee work behaviors caused by political instability in developing countries, Report, Center for Advanced Studies in Engineering.

Banco Central de Nicaragua (2017), Encuesta nacional de inclusión financiera: informe de resultados, Nicaragua.

Banco Central de Nicaragua (2019), Informe anual 2018, Nicaragua.

Banco Central de Nicaragua (2021), Informe anual 2020, Nicaragua.

Barquero, L. & Munguía, I. (2022), Identificando los índices adelantados, coincidentes y rezagados del ciclo económico en Nicaragua, Documento de trabajo, Banco Central de Nicaragua.

di Bella, G., Estevao, M., Johnson, C. & Samake, I. (2012), Nicaragua: Selected issues, Working paper, International Monetary Fund.

Flores, A. (2013), Perturbaciones internas y externas en pequeñas economías abiertas: un análisis de equilibrio general para el caso de Nicaragua (1994-2011), Documento, Banco Central de Guatemala.

King, R., Plosser, C. & Rebelo, S. (1988*a*), 'Production, growth and business cycles: I. the basic neoclassical model', *Journal of Monetary Economics* **21**, 2–3.

King, R., Plosser, C. & Rebelo, S. (1988*b*), 'Production, growth and business cycles: Ii. new directions', *Journal of Monetary Economics* **21**, 309–341.

Kydland, F. & Prescott, E. (1982), 'Time to build and aggregate fluctuations', *Econometrica* **50**(6), 1345–1370.

Long, J. & Plosser, C. (1983), 'Real business cycles', *Journal of Political Economy* **91**(1), 39–69.

Lucas, R. (1976), 'Econometric policy evaluation: A critique', *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* **1**, 19–46.

McGrattan, E. (2006), Real business cycles, Working paper, Federal Reserve Bank of Minneapolis and University of Minnesota.



- Mendieta, W. (2021), 'Hechos estilizados de la economía nicaragüense', *Revista de Economía y Finanzas* **8**, 103–153.
- Miranda, M. (2016), '¿Puede el crecimiento afectar la productividad?', *Revista de Economía y Finanzas* **3**, 59–90.
- Parkin, M., Esquivel, G. & Muñoz, M. (2007), *Macroeconomía: versión para Latinoamérica*, Pearson Education.
- Prada, J. (2005), Modelo de Ciclos Reales para Colombia, Documento de trabajo, Pontificia Universidad Javeriana.
- Prescott, E. (1986), Theory ahead of business cycle measurement, Working paper, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Rebelo, S. (2005), 'Real business cycle models: Past, present and future', *The Scandinavian Journal of Economics* **107**(2), 217–238.
- Resico, M. (2010), *Introducción a la Economía Social de Mercado*, 1 edn, Konrad Adenauer Stiftung.
- Romer, D. (2012), *Advanced Macroeconomics*, Mc Graw Hill.
- Saballos, F. (2001), 'Política cambiaria en Nicaragua, 1991 – 2000', *Encuentro* **59**(1), 60–67.
- Schumpeter, J. A. (1912), *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*, Oxford University Press.
- Serrano, J. (1995), Un modelo de ciclos reales para la economía mexicana, Master's thesis, Centro de Estudios Económicos.
- Tinoco, M. (2021), 'Política monetaria y el ciclo económico de Nicaragua (2006-2020)', *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas* **9**(17), 233–249.
- Torres, J. (2016), *Introduction to Dynamic Macroeconomic General Equilibrium Models*, 2 edn, Vernon Press.

## Anexos

TABLA A1: Ecuación Auto-regresiva de la PTF

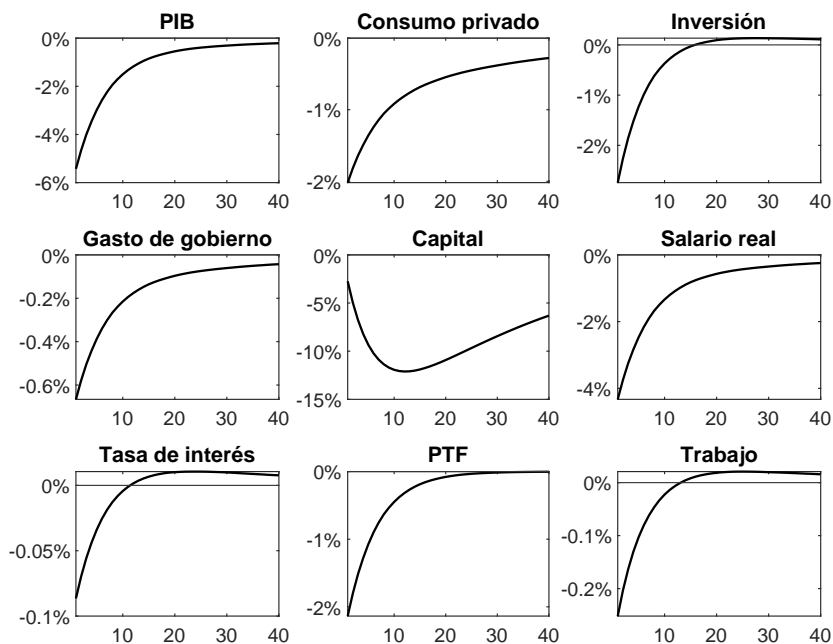
Variable	Coefficiente
Constante	4.5859***
AR(1)	0.8377***
SigmasQ	0.0005***
$R^2$	0.7011
F	58.6521***
Criterio de información de Akaike	-4.6902
Criterio de Schwarz	-4.5786

Nota: -N=53. La variable dependiente es el logaritmo natural de la productividad total de los factores.

\*\*\* $p < 0.01$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \* $p < 0.10$ .

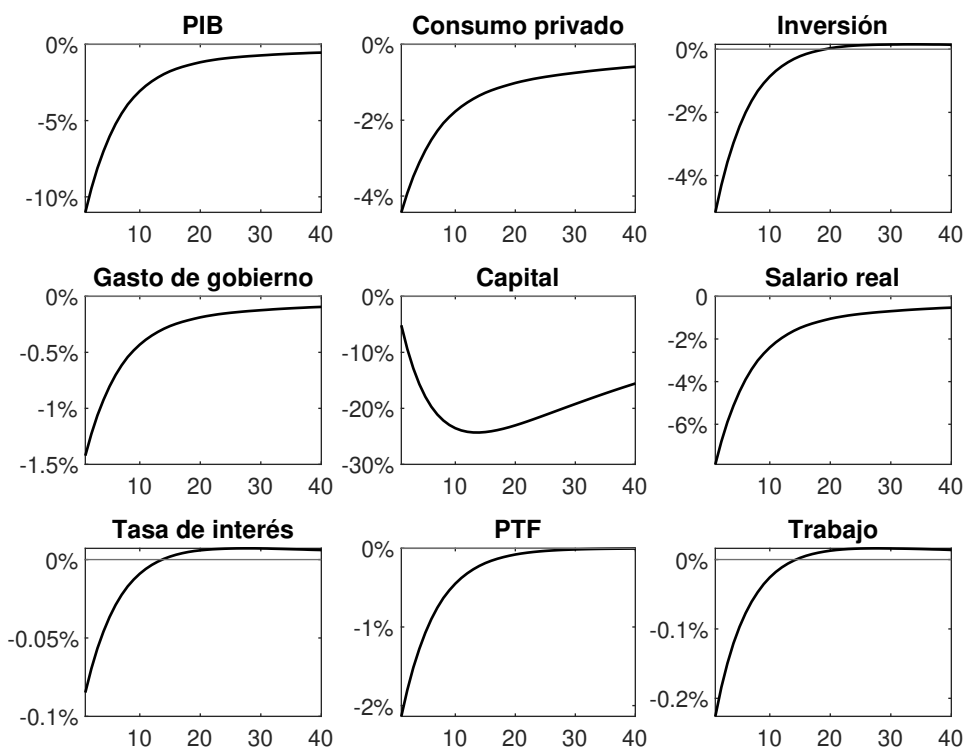
Fuente: Elaboración propia, datos del BCN.

FIGURA A1: *Shock* Negativo a la Productividad Variando el Parámetro  $\omega$



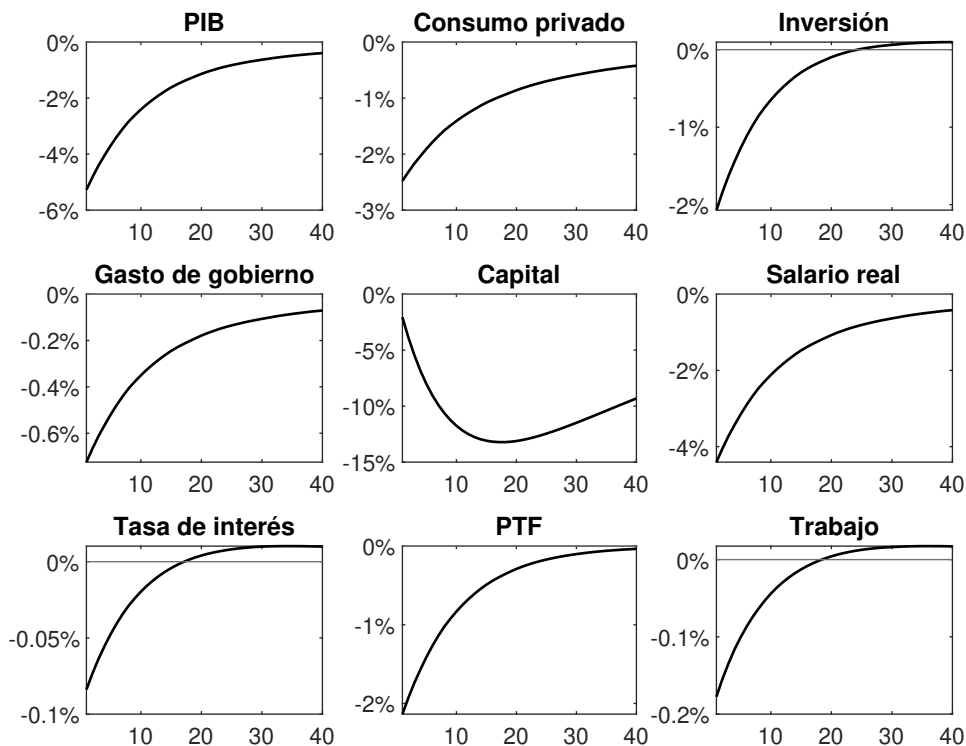
Nota: -La línea continua representa la respuesta de las variables del sistema ante un *shock* negativo de una desviación estándar (-2.18%) a la productividad. El eje vertical representa la diferencia logarítmica entre el valor observado y su estado estacionario después de ocurrido el choque, y el eje horizontal representa el número de trimestres. Se varía el parámetro de proporción de hogares ricardianos, pasando de 12.4 a 30.9 por ciento.

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA A2: *Shock* Negativo a la Productividad Variando el Parámetro  $\alpha$ 

Nota:—La línea continua representa la respuesta de las variables del sistema ante un *shock* negativo de una desviación estándar (-2.18%) a la productividad. El eje vertical representa la diferencia logarítmica entre el valor observado y su estado estacionario después de ocurrido el choque, y el eje horizontal representa el número de trimestres. Se varía el parámetro de participación del capital en la producción, pasando de 34.6 a 44 por ciento.

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA A3: *Shock* Negativo a la Productividad Variando el Parámetro  $\rho$ 

Nota:—La línea continua representa la respuesta de las variables del sistema ante un *shock* negativo de una desviación estándar (-2.18%) a la productividad. El eje vertical representa la diferencia logarítmica entre el valor observado y su estado estacionario después de ocurrido el choque, y el eje horizontal representa el número de trimestres. Se varía el parámetro autorregresivo de la PTF, pasando de 0.84 a 0.90.

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo A1: Códigos de Dynare para Especificación del Modelo

```

//-----
//-----
//Codigos para correr el modelo en Octave o Matlab mediante Dynare
//-----
//-----

//-----
//Definicion de variables endogenas
//-----
var Y, C, I, G, K, W, R, A, L, C1, C2, I1, K1, L1, L2;

//-----
//Definicion de variables exogenas
//-----
varexo e;

//-----
//Definicion de parametros
//-----
parameters alpha, beta, delta, gamma, omega, rhoa, tauc, taul, tauk;

//-----
//Calibracion de los parametros
//-----
alpha = 0.346;
beta = 0.99;
delta = 0.0123;
gamma = 0.76;
omega = 0.124;
rhoa = 0.84;
tauc = 0.15;
taul = 0.06;
tauk = 0.08;

//-----
//Definicion de las ecuaciones del modelo
//-----
model;
C1=(gamma/(1-gamma))*((1-taul)/(1+tauc))*(1-L1)*W;
C2=(gamma/(1-gamma))*((1-taul)/(1+tauc))*(1-L2)*W;
1 = beta*((C1/C1(+1))*((1-tauk)*R(+1)+(1-delta)));
K1=I1+(1-delta)*K1(-1);
C2 = ((1-taul)/(1+tauc))*W*L2;
C = omega*C1+(1-omega)*C2;
L = omega*L1+(1-omega)*L2;
K = omega*K1;
I = omega*I1;
Y = A*(K(-1)^alpha)*(L^(1-alpha));
W = (1-alpha)*A*(K(-1)^alpha)*(L^(-alpha));
R = alpha*A*(K(-1)^(alpha-1))*(L^(1-alpha)) - delta;
G = tauc*C+taul*W*L+tauk*(R-delta)*K(-1);
log(A) = rhoa*log(A(-1))- e;
Y = C + I + G;
end;

```

---

```
//  
//Valores iniciales  
//  
initval;  
Y = 1;  
C = 0.6;  
C1= 0.8;  
C2= 0.4;  
L = 0.3;  
L1= 0.3;  
L2= 0.3;  
K = 1;  
K1= 3;  
I = 0.2;  
I1= 0.4;  
W = (1-alpha)*Y/L;  
R = alpha*Y/K-delta;  
A = 1;  
G = 0.2;  
e = 0;  
end;  
  
//  
//Estado estacionario y shocks a la productividad  
//  
steady;  
  
//Condiciones de Blanchard-Kahn  
check;  
  
//Analisis de la perturbacion a la productividad  
shocks;  
var e; stderr 0.0218;  
end;  
  
//Simulacion estocastica  
stoch_simul(hp_filter=1121,irf=40);
```

