

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



POLÍTICA MONETARIA, INFORMALIDAD E INFLACIÓN EN MÉXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

SEBASTIÁN MEDINA ESPIDIO

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. ARTURO ANTÓN SARABIA

CIUDAD DE MÉXICO

AGOSTO, 2019

*Dedicado a la docencia y a la investigación.*

## **Agradecimientos**

*Este es el último trabajo que presento como alumno del CIDE y no me queda más que agradecer a todas las personas con las que coincidí durante estos cuatro años y sin las que no se puede explicar mi presente.*

*De manera especial, agradezco al Dr. Arturo Antón por todo su apoyo durante mi estancia en el CIDE. Sinceramente, considero que conocerlo fue un parteaguas en mi formación como economista. Para comenzar, esta tesina no hubiera sido posible sin su asesoría constante. Le agradezco por todas las oportunidades que me concedió durante estos años. Como tutor, siempre tuvo un espacio para escucharme y aconsejarme. Como profesor y asesor del reto Banxico, le agradezco por la disposición, la atención y por la inigualable formación en economía. También le agradezco la oportunidad de ser su asistente de enseñanza en dos ocasiones. Fue una experiencia inolvidable. Usted, como persona y como economista, es un gran ejemplo para mí.*

*Al Dr. Ernesto Sepúlveda le agradezco por su extraordinaria clase. Fue ahí donde confirmé mi interés en los temas monetarios y por el servicio público. Además, le agradezco su disposición para ser mi lector. Al Dr. John Scott, por sus valiosos comentarios durante el seminario de titulación. A la Dra. Luciana Moscoso, al Dr. Marcelo Delajara, al Dr. Alejandro López Feldman, a la Dra. Fernanda Márquez, al Dr. Antonio Jiménez y al resto de la extraordinaria planta docente del CIDE les debo mi formación como economista. Fue un verdadero privilegio tomar clase con economistas tan brillantes como ustedes.*

*A mis amigos, Eric e Iván, por ser mis cómplices en esta etapa. A Luis y a Chava por su profunda amistad. A Billy, por los proyectos en los que coincidimos. Al resto de mis amigos y compañeros por compartir este camino lleno de aprendizaje. Finalmente, quiero agradecerle a mi familia por todo su apoyo desde siempre. A mi mamá, por su fortaleza; a mi papá, por su consejo; a mi hermano, por su cariño y por su amistad incondicional. Lo que venga hacia adelante es por ustedes y para ustedes.*

## **Resumen**

*En un artículo reciente, Alberola y Urrutia (2019) encuentran que la informalidad amplifica el efecto de los choques tecnológicos sobre la inflación. Además, encuentran que la informalidad responde de manera procíclica ante estos choques. En este trabajo se propone una modelación distinta del choque tecnológico de tal forma que éste sea asimétrico entre el sector formal y el informal. Esta modelación permite capturar que los avances tecnológicos surgen en el sector formal y se propagan al informal con el paso del tiempo. Los resultados sugieren que con esta modelación, el impacto que tienen los choques tecnológicos sobre la inflación y sobre la producción es menor cuando éstos surgen en el sector formal y se propagan al sector informal que cuando surgen en la producción agregada. Destaca que este resultado persiste aun cuando el traspaso de la productividad del sector formal a la productividad del sector informal es pleno. De esta forma, los choques tecnológicos son menos problemáticos desde la perspectiva del banco central. Además, la informalidad responde de manera contracíclica ante los choques tecnológicos, lo cual es consistente con la evidencia para las economías emergentes.*

*Palabras clave: Informalidad, inflación, política monetaria, fricciones laborales.*

*Clasificación JEL: E26, E31, E52, O17*

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>El modelo</b>	<b>6</b>
2.0.1	Oferta laboral . . . . .	8
2.0.2	El sector formal . . . . .	10
2.0.3	El sector informal . . . . .	14
2.0.4	Producción mayorista y minorista . . . . .	14
2.0.5	Política monetaria y política fiscal . . . . .	18
2.0.6	Choque tecnológico . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Ejercicios cuantitativos y resultados</b>	<b>22</b>
3.1	Calibración . . . . .	22
3.2	Impulso-respuesta . . . . .	25
3.3	Análisis de sensibilidad . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>31</b>
	<b>Referencias</b>	<b>48</b>

# Lista de figuras

4.1	Funciones impulso-respuesta del empleo formal e informal ante un choque tecnológico. . . . .	38
4.2	Funciones impulso-respuesta de la producción agregada y de la producción de bienes intermedios ante un choque tecnológico. . . . .	39
4.3	Funciones impulso-respuesta del nivel de precios ante un choque tecnológico. . . . .	40
4.4	Funciones impulso-respuesta de la tasa de interés ante un choque tecnológico. . . . .	41
4.5	Sensibilidad del empleo informal y del nivel de precios ante cambios en el traspaso de la productividad al sector formal. . . . .	42
4.6	Sensibilidad de la producción y de la tasa de interés ante cambios en el traspaso de la productividad al sector formal. . . . .	43
4.7	Sensibilidad del empleo informal y de la producción ante cambios en la tasa de separación exógena. . . . .	44
4.8	Sensibilidad del nivel de precios y de la tasa de interés ante cambios en la tasa de separación exógena. . . . .	45
4.9	Sensibilidad del empleo informal y de la producción ante cambios en el costo de publicar vacantes. . . . .	46
4.10	Sensibilidad del nivel de precios y de la tasa de interés ante cambios en el costo de publicar vacantes. . . . .	47

# Lista de tablas

3.1	Calibración de los parámetros . . . . .	24
3.2	Calibración de los parámetros en el modelo propio . . . . .	24
3.3	Propiedades del ciclo económico de México . . . . .	28

# Capítulo 1

## Introducción

La informalidad es una característica persistente y relevante en las economías emergentes. Ésta surge cuando los costos de pertenecer al sector formal son mayores que sus beneficios. Si bien la informalidad modifica la estructura del mercado laboral y así, la productividad total de los factores en una economía, también podría alterar el proceso de formación de precios y los mecanismos de transmisión de la política monetaria. La existencia de un sector informal otorga mayor flexibilidad al mercado laboral de tal forma que este sector podría mitigar presiones salariales sobre la inflación. Es decir, en una economía con informalidad, los salarios podrían ser menos volátiles y la producción más volátil con respecto a una economía sin informalidad. Además, debido a que el sector informal está generalmente excluido del sistema financiero, el canal de transmisión de la tasa de interés probablemente es más débil en las economías emergentes que en las economías avanzadas. Lo anterior sugiere que, potencialmente, la informalidad influye en el proceso de formación de precios en una economía.

Este trabajo analiza el rol que tiene la informalidad en la propagación de choques tecnológicos sobre la economía y particularmente la incidencia que tiene sobre la inflación. Para ello, en este trabajo se desarrolla un modelo dinámico estocástico de equilibrio general (DSGE, por sus siglas en inglés) con rigidices nominales, financieras y del mercado laboral. El modelo incluye



un mercado laboral dual con un sector informal y un sector formal. Mientras que el primero se modela como autoempleo, en el último existen rigideces laborales à la Mortensen y Pissarides (1994). Esta modelación captura la idea de que el mercado laboral informal es más flexible que el formal. Además, el sector formal está sujeto a la regulación impositiva y requiere capital de trabajo por adelantado para operar, el cual obtiene por medio del sistema financiero. En contraste, el sector informal está excluido del sistema financiero. Si bien la productividad del sector formal es mayor que la productividad del sector informal, éstas son endógenas. Además, la tasa de crecimiento de la productividad en el sector formal determina parcialmente la tasa de crecimiento de la productividad en el sector informal. De esta forma, existe un traspaso de la productividad del sector formal al sector informal. Ambos sectores producen bienes intermedios, los cuales son insumos necesarios para la producción de un bien mayorista. Adicionalmente, existe una firma que utiliza el bien mayorista para producir bienes finales diferenciados. Esta firma está inmersa en un contexto de competencia monopolística à la Dixit-Stiglitz (1977) y enfrenta rigideces nominales en precios à la Calvo (1983). Finalmente existe un gobierno que consolida a la autoridad fiscal y a la autoridad monetaria. La autoridad fiscal cobra impuestos a la nómina del sector formal e impuestos de suma fija al consumidor para financiar el gasto público. La autoridad monetaria determina la tasa de interés nominal con base en una regla de Taylor.

El modelo está calibrado para la economía mexicana. Los resultados de este trabajo muestran, en primer lugar, que la informalidad sí influye en la formación de precios en una economía. En segundo lugar, que el impacto que tienen los choques tecnológicos sobre la inflación y sobre la producción es menor cuando éstos surgen en el sector formal y se propagan al sector informal que cuando surgen en la producción agregada. Destaca que este resultado persiste aun cuando el traspaso de la productividad del sector formal a la productividad del sector informal es pleno. De esta forma, los choques tecnológicos son menos problemáticos desde la perspectiva del banco central. Además, la informalidad responde de manera contracíclica ante los choques tecnológi-

cos, lo cual es consistente con la evidencia para las economías emergentes (Bosch y Maloney, 2008) (Fernández y Meza, 2015).

Si bien existe extensa literatura acerca del rol de la informalidad en el ciclo económico, muy poco se ha investigado de su relación con la política monetaria desde un enfoque DSGE. Destacan los artículos recientes de Mattesini y Rossi (2009); Castillo y Montoro (2012); Colombo, Menna y Tirelli (2018) y, Alberola y Urrutia (2019). Matesini y Rossi (2009) analizan el impacto que tienen los choques de oferta en una economía con un mercado laboral dual en la cual el banco central determina la tasa de interés por medio de una regla óptima. Para ello, presentan un modelo DSGE neokeynesiano con trabajo indivisible y un mercado laboral dual. Una parte del mercado laboral está caracterizado por ser completamente flexible y el cual opera bajo competencia perfecta. El resto del mercado laboral está inmerso en un esquema sindical en el cual existen rigidices salariales. Encuentran que el impacto de los choques de oferta sobre la inflación depende crucialmente de la proporción de firmas que pertenezcan a este último. Así, entre más grande sea esta proporción, mayor es el efecto de los choques de oferta sobre la inflación.

Castillo y Montoro (2012) estudian cuáles son los efectos de la informalidad en las dinámicas de inflación. Además, analizan el rol que tiene la informalidad en la transmisión de choques de oferta y de demanda. Para ello, modifican un modelo neokeynesiano de tal forma que el mercado laboral se compone por un sector informal y por un sector formal. Ambos sectores producen bienes intermedios y están sujetos a fricciones laborales à la Mortensen y Pissarides. Sin embargo, los costos de contratación en el sector informal son menores que en el sector formal, además que el primero tiene una menor productividad. Existe una firma que combina ambos bienes intermedios para producir un bien mayorista. Asimismo, una empresa minorista que enfrenta rigidices nominales à la Calvo (1983), utiliza el bien mayorista para producir bienes finales diferenciados. Finalmente, existe un banco central que determina la tasa de interés mediante una regla de Taylor. Encuentran que la presencia de un sector informal genera un efecto

amortiguador que disminuye el impacto de los choques de demanda sobre los salarios y, por lo tanto, sobre la inflación. Además, debido a que el sector informal reduce los costos marginales en el sector formal, la producción incrementa más en una economía con informalidad. Sus resultados implican que en las economías con altas tasas de informalidad, la actividad económica es sensible ante movimientos en la tasa de interés y se reduce el impacto sobre la inflación.

Por su parte, Colombo, Menna y Tirelli (2018) analizan el efecto de las crisis financieras en el mercado laboral. Desarrollan un modelo DSGE el cual incluye al sistema financiero modelado como en Gertler y Karadi (2011). Mientras que las firmas informales se financian por medio de los hogares, las firmas formales lo hacen por medio del sistema financiero. Además, el sector formal está caracterizado por rigideces laborales à la Mortensen y Pissarides. En el modelo existen rigideces nominales en precios por medio de costos de ajuste y el banco central sigue una regla de Taylor. Encuentran que ante un choque financiero adverso, el sector informal actúa como un amortiguador en el mercado laboral de tal forma que el trabajo se reasigna al sector informal. Es decir, muestran que la informalidad es contracíclica. El mecanismo principal es que el choque financiero reduce el capital neto de los bancos, lo cual disminuye la oferta de crédito formal y contrae la actividad económica en el sector formal. De esta forma, las empresas formales publican menos vacantes e incrementa el desempleo. Por su parte, el banco central disminuye la tasa de interés para acomodar el choque financiero, lo cual incentiva la producción en el sector informal y, por lo tanto, el empleo informal.

Finalmente, Alberola y Urrutia (2019) estudian las implicaciones que tiene la informalidad para estabilizar a la inflación y para la política monetaria. Para ello, utilizan un modelo DSGE el cual incluye un mercado laboral dual en donde el sector informal está modelado como autoempleo y en el sector formal existen rigideces laborales à la Mortensen y Pissarides. Además, mientras que el sector formal necesita financiar sus necesidades de capital por medio del sistema financiero, el sector informal está excluido de este último. En el modelo existen rigideces

nominales en precios a la Calvo (1983) y el banco central determina la tasa de interés mediante una regla de Taylor. En su artículo, muestran que la informalidad amortigua el impacto de los choques de demanda y financieros sobre la inflación pero amplifica su impacto ante choques tecnológicos. Además, sus resultados sugieren que la informalidad aumenta el cociente de sacrificio de la política monetaria.

Este trabajo se distingue de los anteriores por dos razones principales. En primer lugar, los choques tecnológicos se modelan de tal forma que surgen en el sector formal y se propagan asimétricamente al sector informal con el paso del tiempo. Si bien esta característica está presente en Fernández y Meza (2015), aquí se presenta desde un enfoque DSGE neokeynesiano, el cual permite analizar sus implicaciones para la inflación. Esta modelación es relevante porque, probablemente, captura de mejor manera la propagación de choques tecnológicos en las economías emergentes. En segundo lugar, a diferencia del ejercicio presentado en Alberola y Urrutia (2019), esta modelación produce que la informalidad sea contracíclica, lo cual es consistente con la evidencia (Bosch y Maloney, 2008) (Fernández y Meza, 2015).

El resto del trabajo está organizado de la siguiente forma: en el capítulo 2 se presenta el modelo DSGE con un rigideces financieras, nominales y del mercado laboral; en el capítulo 3 se presenta la calibración del modelo para la economía mexicana, así como los ejercicios cuantitativos de este trabajo; finalmente, en el capítulo 4 se presentan las conclusiones.

# Capítulo 2

## El modelo

En esta sección se modifica el modelo DSGE con informalidad, rigideces nominales, financieras y del mercado laboral de Alberola y Urrutia (2019). En este modelo, la parte real está compuesta por un mercado laboral dual que consiste en un sector formal y un sector informal. Ambos sectores producen bienes intermedios. Además, existe una empresa que produce un bien mayorista. Para su producción, la empresa de bienes mayoristas utiliza capital y bienes intermedios agregados. Los bienes intermedios agregados son un compuesto de bienes formales e informales, agregados mediante un función CES. Finalmente, existe un continuo de empresas de bienes finales que están inmersas en un contexto de competencia monopolística à la Dixit-Stiglitz (1977). Cada una de estas empresas produce un bien final diferenciado utilizando bienes mayoristas, de tal forma que tiene el poder de mercado suficiente para determinar sus precios. Sin embargo, estas empresas enfrentan rigideces nominales à la Calvo (1983). Es decir, en cada periodo  $t$ , las empresas sólo pueden cambiar óptimamente sus precios si reciben una señal con una probabilidad exógena de  $1 - \theta$ . De esta forma, las empresas de bienes finales resuelven un problema de optimización dinámico para determinar sus precios.

El sector formal difiere del sector informal de tres formas. En primer lugar, en el sector formal hay fricciones para la búsqueda de empleo à la Mortensen y Pissarides (1994). De esta

forma, las empresas formales publican vacantes y las familias buscan trabajo formal. El empleo se crea cuando la familia y la vacante llegan a un acuerdo. Esta forma de modelación permite tener una tasa de desempleo endógena. En segundo lugar, el sector formal tiene acceso a los mercados financieros y está sujeto a la regulación impositiva. Finalmente, el sector formal se diferencia del sector informal por tener una mayor productividad.

En el modelo, existe una familia representativa a la cual le da utilidad el consumo de bienes finales diferenciados. Además de que la familia escoge su consumo, también escoge cuánto tiempo trabaja en el sector formal y en el sector informal. Dada la fricción del sector formal, también escoge cuánto tiempo le dedica al desempleo y a permanecer fuera de la fuerza laboral. De esta forma, la participación en la fuerza laboral es endógena. La familia tiene acceso a un mercado de bonos y sus ahorros se canalizan al sector formal por medio de intermediarios financieros competitivos. Las empresas formales necesitan capital de trabajo para poder operar, por lo tanto, piden préstamos por adelantado. La fricción financiera surge porque existe un costo de intermediación exógeno de tal forma que genera un diferencial de tasas de interés entre las que reciben las familias y las que pagan las empresas formales.

Finalmente, existe un gobierno que consolida a la autoridad fiscal y a la autoridad monetaria. Por la parte monetaria, el banco central determina la tasa de interés nominal con base en una regla de Taylor. Por otra parte, la autoridad fiscal gasta una fracción del producto que financia mediante el cobro de un impuesto a la nómina de los trabajadores formales y mediante un impuesto de suma fija al consumidor, el cual no distorsiona las decisiones de los agentes.

El modelo incluye choques de demanda, por medio del gasto de gobierno; choques financieros, por medio del costo de intermediación y, finalmente, choques tecnológicos. En este modelo los choques tecnológicos afectan a la tasa de crecimiento de la productividad del sector formal. A su vez, la productividad del sector formal está relacionada con la productividad del

sector informal a través de sus tasas de crecimiento. Es decir, existe un traspaso de la productividad del sector formal al informal. Así, un choque tecnológico altera las productividades relativas entre ambos sectores.

### 2.0.1 Oferta laboral

Las familias tienen una dotación constante de trabajo ( $\bar{L} = 1$ ) en cada periodo, la cual pueden asignar en cuatro categorías ocupacionales: empleado en el sector formal ( $L_t^f$ ), empleado en el sector informal ( $L_t^s$ ), desempleado ( $U_t$ ) y fuera de la fuerza laboral ( $O_t$ ). De esta forma, se cumple que:

$$L_t^f + L_t^s + U_t + O_t = \bar{L} = 1. \quad (2.1)$$

Con el objetivo de capturar la flexibilidad del sector informal, éste se modela como autoempleo siguiendo a Leyva y Urrutia (2018). De esta forma, no hay costos de entrada ni de salida del sector. Además, Fernandez y Meza (2015) encuentran que el autoempleo es una buena aproximación para la informalidad en México. Por lo tanto, en el modelo, los trabajadores pueden transitar libremente desde la inactividad hacia la informalidad y viceversa. Sin embargo, dada la fricción, para que los trabajadores se empleen en el sector formal, deben pasar por el desempleo. Trabajar en el sector formal o en el informal genera ingreso laboral.

**Preferencias.** En esta economía, las familias obtienen utilidad por el consumo, desutilidad por el trabajo formal e informal y por el desempleo. Las preferencias de las familias están dadas por:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[ \ln \left( C_t - \psi \Phi_t \frac{L_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right) - \frac{\varsigma}{2} U_t^2 \right], \quad (2.2)$$

donde:

$$\Phi_t = C_t^\omega \Phi_{t-1}^{1-\omega}. \quad (2.3)$$

En la ecuación (2.2),  $\beta$  es el factor subjetivo de descuento;  $L_t = L_t^f + L_t^s$  es el empleo agregado;  $\varphi$  es el inverso de la elasticidad de la oferta laboral de Frisch;  $\psi$  incide en la desutilidad del trabajo;  $\varsigma$  controla el costo cuadrático de la desutilidad por buscar empleo formal. Además, siguiendo a Jaimovich y Rebelo (2009), la desutilidad del trabajo está multiplicada por un factor de desplazamiento recursivo  $\Phi_t$ . Los agentes internalizan las dinámicas de  $\Phi_t$  en su problema de maximización. Esta especificación implica que las preferencias del consumo y del trabajo no son separables en el tiempo. Para valores extremos de  $\omega \in [0, 1]$ , las preferencias se convierten del tipo Greenwood, Hercowitz y Huffman (1988) (GHH) con  $\omega = 0$  y del tipo King, Plosser y Rebelo (1988) (KPR) con  $\omega = 1$ . Si bien ambos tipos de preferencias son no separables en el tiempo, las GHH se caracterizan por eliminar el efecto riqueza en la oferta de trabajo. De esta forma, la oferta laboral es más elástica bajo las preferencias GHH. Así,  $\omega$  controla el efecto riqueza en la oferta laboral.

Además,  $C_t$  es una canasta de consumo compuesta por un continuo de bienes diferenciados:



$$C_t = \left[ \int_0^1 C_t(z)^{\frac{\eta-1}{\eta}} dz \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}}, \quad (2.4)$$

donde  $z \in [0, 1]$ , es la variedad de bienes diferenciados finales y  $\eta$  captura la elasticidad de sustitución de los bienes diferenciados con  $\eta > 1$ .

## 2.0.2 El sector formal

**Demanda de trabajo en el sector formal y encuentro.** La dinámica del mercado de trabajo en el sector formal está caracterizada por las fricciones de búsqueda y encuentro al estilo de Mortensen y Pissarides (1994). Los desempleados  $U_t$  buscan empleo formal mientras que las firmas formales publican vacantes  $V_t$ . Los desempleados tienen el potencial de trabajar en el sector informal. Nuevos encuentros formales son creados mediante una función estándar, con retornos constantes a escala y que combina ambos insumos de acuerdo con  $U_t^\phi V_t^{1-\phi}$ . Una vacante tiene un costo de  $\xi$  unidades del bien final y el costo sólo dura un periodo. Si la vacante encuentra un trabajador, el encuentro se activa durante el mismo periodo. El salario del sector formal se determina mediante una negociación repetida usando el protocolo estándar de Nash.

**Probabilidades de encontrar empleo formal y de ocupar la vacante.** De la función de encuentro de empleo formal, las probabilidades que un desempleado encuentre trabajo  $p_t$  y que una vacante se ocupe  $q_t$  son las siguientes:

$$p_t = \left( \frac{V_t}{U_t} \right)^{1-\phi}, \quad (2.5)$$

$$q_t = \left(\frac{U_t}{V_t}\right)^\phi. \quad (2.6)$$

**Ley de movimiento del empleo formal.** Al comienzo de cada periodo, una masa de trabajadores formales del periodo anterior continúan empleados mientras que una fracción exógena  $s$  de trabajadores quedan desempleados. Además, los nuevos encuentros se activan durante el periodo. De esta forma, la dinámica del empleo formal evoluciona de la siguiente manera:

$$L_t^f = (1 - s)L_{t-1}^f + q_t V_t. \quad (2.7)$$

### Determinación del salario en el sector formal

**Valor del encuentro en el sector formal.** Un encuentro activo produce una unidad del bien intermedio formal. El valor del encuentro para la firma formal se define recursivamente de la siguiente forma:

$$J_t = [\Gamma_t^f p_t^f - (1 + \kappa i_t^l + \tau)w_t^f] \lambda_t^C + (1 - s)\beta E_t J_{t+1}, \quad (2.8)$$

donde  $\Gamma_t^f$  es la productividad del sector formal,  $p_t^f$  es el precio del bien intermedio formal,  $w_t^f$  es el salario en el sector formal,  $\tau$  es la tasa impositiva sobre la nómina que recauda el gobierno y  $\lambda_t^C$  es el valor sombra del consumo. Además, las empresas formales piden un préstamo cada periodo en el mercado de crédito para pagar una fracción  $\kappa$  de su nómina por adelantado. La tasa de interés que pagan las empresas formales  $i_t^l$  se define de la siguiente forma:

$$1 + i_t^l = (1 + i_t)(1 + \zeta_t), \quad (2.9)$$

donde  $i_t$  es la tasa de interés nominal que determina el Banco Central y  $\zeta_t$  es un costo de intermediación exógeno.

Por otro lado,  $\lambda_t^L$  es el valor del encuentro para el trabajador formal y se define recursivamente de la siguiente forma:

$$\lambda_t^L = (w_t^f - w_t^s)\lambda_t^C + \beta(1 - s)\lambda_{t+1}^L. \quad (2.10)$$

Note que el salario del sector informal  $w_t^s$  captura la opción alternativa del trabajador formal de tal manera que incrementa su poder de negociación.

**Negociación de Nash y regla óptima de partición.** Cada periodo, después de observar los choques, el salario formal se determina de tal forma que, sujeto al valor del encuentro para la empresa formal (2.8) y al valor del encuentro para el trabajador formal (2.10), maximiza el siguiente producto de Nash :

$$w_t^f = \arg \max (\lambda_t^L)^\gamma (J_t)^{1-\gamma}. \quad (2.11)$$

Además,  $\gamma$  es una ponderación asignada al trabajador. De este problema surge la regla estándar de partición de Nash:

$$(1 - \gamma)\lambda_t^L = \gamma J_t. \quad (2.12)$$

**Condición de cero beneficios para la publicación de vacantes.** Las firmas formales pueden publicar vacantes a un costo  $\xi$  y sólo duran un periodo. Si la vacante se encuentra con un desempleado, con la probabilidad  $q_t$ , el encuentro se activa durante ese periodo. Asumiendo firmas competitivas, la condición de cero beneficios para la publicación de vacantes se debe cumplir, de tal forma que:

$$q_t J_t = \xi \lambda_t^C. \quad (2.13)$$

### 2.0.3 El sector informal

La firma representativa en el sector informal tiene una tecnología lineal en el trabajo  $M_t^s = \Gamma_t^s L_t^s$ , con un parámetro de productividad  $\Gamma_t^s < \Gamma_t^f$ . Las decisiones de esta firma son estáticas y contratan trabajadores por un periodo. Así, la firma escoge el número de trabajadores informales de tal forma que maximiza sus beneficios:

$$\max_{L_t^s} p_t^s \Gamma_t^s L_t^s - w_t^s L_t^s. \quad (2.14)$$

En el sector informal hay competencia perfecta, por lo tanto, se cumple la siguiente condición de optimalidad:

$$w_t^s = \Gamma_t^s p_t^s. \quad (2.15)$$

Dado que el sector informal está excluido de los mercados financieros, movimientos en la tasa de interés nominal no afectan la dinámica del sector.

### 2.0.4 Producción mayorista y minorista

**Producción mayorista.** En esta economía se produce un bien mayorista que usa capital y bienes intermedios formales e informales como insumos. La tecnología presenta rendimientos constantes a escala y es la siguiente:

$$Y_t = (K_t)^\alpha (M_t)^{1-\alpha}, \quad (2.16)$$

donde el bien intermedio agregado  $M_t$  es en sí mismo un compuesto de bienes intermedios formales e informales agregados de acuerdo con la siguiente función CES:

$$M_t = [(M_t^f)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + (M_t^s)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}}]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}. \quad (2.17)$$

Una firma representativa produce el bien final bajo competencia perfecta.

**Productividad endógena.** Con base en la función de producción de esta economía y tomando en cuenta las funciones de producción de los bienes intermedios, obtenemos una función de producción agregada:

$$Y_t = [[(\Gamma_t^f(1-l^s))^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + (\Gamma_t^s l^s)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}}]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}]^{1-\alpha} (K_t)^\alpha (L_t)^{1-\alpha}, \quad (2.18)$$

donde el primer término es la productividad total de los factores (TFP) y  $l^s$  es la tasa de informalidad definida como  $l^s = \frac{L_t^s}{L_t}$ . Note que ahora, la TFP es endógena y, particularmente, reasignaciones de trabajo entre sectores modifican la TFP.

**Ahorro e Inversión.** En este modelo, los hogares son dueños del acervo de capital  $K_t$  y tienen bonos internos  $B_t$  con vencimiento a un periodo que pagan la tasa de interés real  $\rho_t$ . Invertir  $I_t$  unidades del bien final incrementa el capital de acuerdo con la siguiente ley de movimiento del capital con costos de ajuste cuadráticos:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t - \frac{\vartheta}{2} \left( \frac{I_t}{K_t} - \delta \right)^2 K_t. \quad (2.19)$$

Por simetría, se supone que los bienes de inversión son también una canasta de diferentes variedades de acuerdo con el mismo agregador CES del consumo. Así, el precio relativo de la inversión al consumo es la unidad.

**Sector minorista y rigideces nominales.** Las firmas minoristas utilizan el bien mayorista para producir un bien final diferenciado. Éstas tienen una tecnología uno a uno, es decir, transforman una unidad del bien mayorista por una unidad del bien final diferenciado sin requerir otro insumo adicional. Las firmas minoristas están inmersas en un contexto de competencia monopolística à la Dixit-Stiglitz (1977). Esto último implica que para cada variedad de los bienes finales diferenciados existe sólo una firma que produce dicha variedad. Además, debido a que las firmas minoristas producen con la misma tecnología e insumos, tienen el mismo costo marginal real  $p_t^w$ , el cual es el precio relativo de los bienes mayoristas al bien final diferenciado. Así, cada firma produce su variedad  $z \in [0,1]$  para satisfacer la demanda agregada:

$$Y_t(z) = \left( \frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\eta} Y_t. \quad (2.20)$$

Esta expresión proviene del problema estándar de minimización de costos usando el agregador del consumo Dixit-Stiglitz. También, implica una elasticidad precio constante  $\eta$ . Además,  $P_t(z)$  es el precio del bien final diferenciado para cada variedad. De esta forma, el índice de precios agregados  $P_t$  en esta economía se define de la siguiente forma:

$$P_t = \left[ \int_0^1 P_t(z)^{1-\eta} dz \right]^{1/(1-\eta)}. \quad (2.21)$$

El modelo tiene rigideces nominales à la Calvo (1983), donde cada firma enfrenta una probabilidad exógena  $1 - \theta$  de cambiar sus precios cada periodo. Además, es de interés la solución simétrica en la cual todas las firmas siguen la misma estrategia de determinación de precios. Dados los supuestos acerca de las rigideces nominales en precios y agregando entre minoristas, la dinámica para el nivel de precios agregados se comporta de la siguiente forma:

$$\theta \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\eta-1} = 1 - (1 - \theta) \left( \frac{P_t^*}{P_t} \right)^{1-\eta}, \quad (2.22)$$

donde  $P_t^*$  es el nivel de precios óptimo que fijarían los minoristas si pudieran cambiar de precios en el periodo  $t$ .



## 2.0.5 Política monetaria y política fiscal

**Política monetaria.** El banco central determina la tasa de interés nominal mediante la siguiente regla de Taylor:

$$1 + i_t = (1 + \iota) \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\phi_\pi} \left( \frac{Y_t}{Y^n} \right)^{\phi_y} \nu_t, \quad (2.23)$$

donde  $\iota$  es la tasa de interés natural, anclada como el inverso del factor subjetivo de descuento  $(1 + \iota) = (1/\beta)$ ;  $\phi_\pi > 1$  es la ponderación que tiene la inflación;  $\phi_y$  es la ponderación que tiene la brecha del producto y  $\nu_t$  es un choque discrecional de la regla de Taylor. En la ecuación anterior,  $Y^n$  es el producto natural de estado estacionario. Dicho producto natural es endógeno a resolver el mismo modelo planteado sin rigideces nominales. Es decir, un modelo en el cual si  $\theta = 0$ , no hay rigideces à la Calvo (1983).

Además, se cumple la ecuación de Fisher:

$$1 + \rho_t = \frac{1 + i_t}{P_{t+1}/P_t}, \quad (2.24)$$

donde  $\rho_t$  es la tasa de interés real.

**Política fiscal.** Por su parte, el gobierno gasta una fracción  $g_t$  del producto cada periodo que financia mediante el cobro de impuestos a la nómina de los trabajadores en el sector formal y mediante un impuesto de suma fija:

$$g_t Y_t = \tau w_t^f L_t^f + T_t. \quad (2.25)$$

**Equilibrio de mercado.** En cada periodo, los mercados de bienes finales y de bonos están en equilibrio:

$$(1 - g_t)Y_t = C_t + I_t + \xi V_t + \kappa(i_t^l - i_t)w_t^f L_t^f, \quad (2.26)$$

$$B_{t+1} = \kappa w_t^f L_t^f. \quad (2.27)$$

Por un lado, el bien final se destina al consumo, a la inversión, al gasto de gobierno, a los costos de publicar vacantes por parte de las firmas formales y a los costos de intermediación. Por otro lado, la oferta de bonos proveniente de los ahorros de las familias, satisfacen las necesidades de capital de trabajo de las firmas formales.

## 2.0.6 Choque tecnológico

En este modelo, las productividades del sector formal e informal son endógenas. Particularmente, éstas se modelan como en Fernández y Meza (2015). De esta forma, la tasa de crecimiento de la productividad del sector formal sigue un proceso autoregresivo AR(1) en logaritmos:

$$\ln\left(\frac{g_{t+1}^f}{\mu}\right) = \rho_{gf} \ln\left(\frac{g_t^f}{\mu}\right) + \epsilon_{t+1}^f, \quad (2.28)$$

donde  $g_t^f$  es la tasa de crecimiento de la productividad del sector formal,  $\mu$  es la tasa de crecimiento de la productividad del sector formal de largo plazo,  $\epsilon_t^f$  es el choque estocástico a la tasa de crecimiento de la productividad del sector formal y  $\rho_{gf}$  es la persistencia del choque. Por lo tanto, la productividad del sector formal evoluciona de la siguiente forma:

$$\frac{\Gamma_t^f}{\Gamma_{t-1}^f} = g_t^f. \quad (2.29)$$

El choque a la tasa de crecimiento de la productividad del sector formal se relaciona con la del sector informal de la siguiente manera:

$$g_t^s = (g_{t-1}^s)^{1-\Omega} (g_t^f)^\Omega. \quad (2.30)$$

De manera análoga, la productividad del sector informal evoluciona de la siguiente forma:

$$\frac{\Gamma_t^s}{\Gamma_{t-1}^s} = g_t^s, \quad (2.31)$$

donde  $\Gamma_t^s$  es la productividad del sector informal,  $g_t^s$  es la tasa de crecimiento de la productividad del sector informal y  $\Omega$  es la elasticidad del choque a la tasa de crecimiento del sector informal.

Como discuten Fernández y Meza, esta especificación permite que el sector formal e informal no estén perfectamente correlacionados, además que en equilibrio, los choques tecnológicos generan incentivos para la reasignación de trabajo entre dichos sectores. Es posible expresar las productividades de cada sector en tiempo  $t$  de la siguiente manera:

$$\Gamma_t^f = \Gamma_0^f \prod_{j=1}^t g_j^f \quad (2.32)$$

y

$$\Gamma_t^s = \Gamma_0^s \prod_{j=1}^t g_j^s, \quad (2.33)$$

donde,  $\Gamma_0^s = \aleph \Gamma_0^f$ . Un valor para  $1 > \aleph > 0$  garantiza que en cada tiempo  $t$ ,  $\Gamma_t^f > \Gamma_t^s$ . Finalmente, los choques de demanda y financieros siguen un proceso AR(1) en logaritmos.

# Capítulo 3

## Ejercicios cuantitativos y resultados

En esta sección se presentan los resultados principales del trabajo. Para ello, esta sección está dividida en tres partes. La primera parte describe la calibración de los parámetros. La segunda parte presenta las funciones impulso-respuesta para el choque tecnológico del artículo original y bajo la nueva modelación. Finalmente, la última parte corresponde al análisis de sensibilidad para parámetros clave del modelo.

### 3.1 Calibración

Los parámetros del modelo están calibrados para la economía mexicana. Como se mencionó anteriormente, en su mayoría los parámetros se retoman de Alberola y Urrutia (2019) (ver la tabla 3.1). Los parámetros restantes del modelo con la nueva modelación provienen de Fernández y Meza (2015) (ver la tabla 3.2). Para la elasticidad de la oferta laboral de Frisch, se escogió la unidad; para el efecto riqueza  $\omega = 0.2$ , lo que implica que las preferencias tienden a la especificación GHH. A partir de datos de la ENOE, Leyva y Urrutia (2018) encuentran que la duración promedio de un empleo formal es de 2.8 años en México, por lo tanto, se determina que la tasa de separación exógena consistente con ello es del 8.8%. La elasticidad de sustitución de los bienes formales con los informales se escoge en 8 siguiendo a Restrepo-Echavarría (2014). El parámetro que corresponde a la tasa impositiva  $\tau$  se fija en 0.25, lo cual es consis-

tente con Alonso-Ortiz y Leal (2016) y Leal (2014). Los parámetros para las rigideces nominales provienen del modelo prototipo neokeynesiano y se encuentran dentro del intervalo reportado por Castillo y Montoro (2010). Las necesidades de capital de trabajo del sector formal se fijan en 0.2 como en Alberola y Urrutia (2019). Siguiendo a estos últimos, para que este ejercicio sea consistente, se calibra la desutilidad del trabajo, el costo de búsqueda durante el desempleo, el poder de negociación de los trabajadores formales, el costo de publicar vacantes por parte de las empresas formales y la productividad del sector informal para replicar ciertos hechos estilizados de la economía mexicana en el largo plazo. A saber, se calibran para replicar una tasa total de empleo del 46%; una tasa de desempleo del 4%; una proporción de trabajadores informales del 50%, así como una prima salarial para los trabajadores formales del 13%. Cabe mencionar que dada la calibración, el valor para la productividad del sector informal es consistente con Fernández y Meza (2015).

Los parámetros restantes son fundamentales para determinar algunas propiedades del ciclo económico de México en el modelo. La persistencia del choque  $\rho_{gf}$  se fija en 0.72 siguiendo a Aguiar y Gopinath (2004). La desviación estándar del choque  $\sigma_g$  y la elasticidad del choque a la tasa de crecimiento del sector informal  $\Omega$  se fijan en 0.2986 y 0.64 respectivamente. Finalmente, la tasa de crecimiento de las productividades de largo plazo  $\mu$  se fija en 1.006.

Para realizar los ejercicios cuantitativos, el estado estacionario del modelo se resolvió con la función `fsolve` de Matlab y el código final fue ejecutado en Dynare 4.5.7.

Parámetros	Símbolo	Valor
Factor subjetivo de descuento	$\beta$	0.99
Intensidad del efecto riqueza en la oferta laboral	$\omega$	0.2
Elasticidad de la oferta laboral de Frisch	$\varphi$	1
Proporción del capital en la función de producción	$\alpha$	1/3
Tasa de depreciación	$\delta$	1.25%
Costo de ajuste del capital	$\vartheta$	30
Tasa exógena de separación del sector formal	$s$	8.8%
Elasticidad de sustitución en la función de encuentros	$\phi$	0.4
Elasticidad de sustitución de los bienes intermedios	$\epsilon$	8
Elasticidad de sustitución entre variedades	$\eta$	6
Rigidez Calvo	$\theta$	2/3
Ponderación de la inflación en la regla de Taylor	$\phi_\pi$	1.5
Ponderación de la brecha del producto en la regla de Taylor	$\phi_y$	0.2
Impuesto a la nómina	$\tau$	0.25
Fracción del salario financiado para las necesidades del capital	$\kappa$	0.2
Gasto de gobierno (proporción del PIB)	$g$	0.2
Persistencia del choque tecnológico simétrico	$\rho_A$	0.9
Persistencia del choque de demanda	$\rho_g$	0.5
Persistencia del choque financiero	$\rho_f$	0.5
Desutilidad del trabajo	$\psi$	2.49
Productividad en el sector informal	$\aleph$	0.63
Costo de búsqueda en el desempleo	$\varsigma$	114.8
Poder de negociación del trabajo formal	$\gamma$	0.53
Costo de publicar vacantes	$\xi$	1.21

Tabla 3.1: Calibración de los parámetros

Parámetros	Símbolo	Valor
Traspaso del choque tecnológico al sector informal	$\Omega$	0.64
Persistencia del nuevo choque tecnológico	$\rho_{gf}$	0.72
Tasa de crecimiento de las productividades en el largo plazo	$\mu$	1.006
Desviación estándar del nuevo choque tecnológico	$\sigma_g$	0.2986

Tabla 3.2: Calibración de los parámetros en el modelo propio

## 3.2 Impulso-respuesta

Con el objetivo de evaluar los resultados cuantitativos de este trabajo, las gráficas 4.1 a 4.4 muestran las funciones impulso-respuesta de las principales variables en el modelo ante un choque tecnológico positivo. En cada gráfica se comparan las funciones impulso-respuesta del modelo original (Alberola y Urrutia, 2019) con respecto a las del modelo propio. En las gráficas, cada periodo es un trimestre. Las gráficas revelan dos resultados relevantes. El primero es que en este trabajo, la informalidad se comporta de manera contracíclica, lo cual es consistente con la evidencia para las economías emergentes (Bosch y Maloney, 2008) (Fernández y Meza, 2015). El segundo resultado es que, en su mayoría, las variables responden en menor magnitud con respecto al artículo de Alberola y Urrutia (2019). Este último resultado es relevante porque los precios y la producción también responden en menor magnitud. Es decir, con esta modelación, la volatilidad de la inflación y la volatilidad de la producción es menor para los choques tecnológicos.

Para comprender el primer resultado, es conveniente explicar las diferencias en el mecanismo de transmisión del choque tecnológico. Con la modelación de Alberola y Urrutia (2019), un choque tecnológico positivo y simétrico incrementa el producto marginal de los bienes mayoristas. De esta forma, la firma mayorista óptimamente decide aumentar su producción. Para ello, incrementa su demanda de bienes intermedios formales e informales. Debido a que el choque no distorsiona las productividades relativas entre el sector formal e informal, tampoco distorsiona su costo relativo. Esto implica que el choque tecnológico no altera la proporción en la que la firma mayorista combina los bienes formales y los informales para su producción. Por esta razón, tanto el empleo formal como el informal responden de manera procíclica ante el choque tecnológico (ver la gráfica 4.1). Además, como la productividad total de los factores incrementa significativamente la oferta de bienes mayoristas, disminuye el precio relativo de los bienes mayoristas con respecto a los bienes finales diferenciados (ver las gráficas 4.2 y 4.3).



En cuanto a los bienes minoristas, recuerde que dado el contexto de competencia monopolística Dixit-Stiglitz, dichas firmas son capaces de determinar sus precios. Sin embargo, como existen fricciones nominales à la Calvo, las empresas determinan sus precios resolviendo un problema de optimización dinámico. Como el choque disminuyó el precio relativo de los bienes mayoristas con respecto a los bienes minoristas, esto implica una disminución del costo marginal para las empresas minoristas. De esta forma, dada la probabilidad  $(1 - \theta)$  de cambiar los precios, sólo una fracción de empresas minoristas reduce sus precios en  $t$ . El resto de las empresas ajustan sus precios con el paso del tiempo. En suma, dada la especificación de Alberola y Urrutia (2019), el choque tecnológico aumenta significativamente el producto por medio del incremento exógeno en la productividad total de los factores. Cabe mencionar que al momento del impacto, la tasa de informalidad disminuye considerablemente. Así, la oferta agregada se incrementa y los precios decrecen. La política monetaria endógenamente responde de manera expansiva para acomodar el choque.

Con la nueva modelación, el mecanismo de transmisión del choque tecnológico genera una dinámica distinta en el mercado laboral. El choque ahora influye directamente en la producción de bienes intermedios. Ante el impacto, la productividad del sector formal incrementa; sin embargo, como el choque se propaga imperfectamente al sector informal, existe una distorsión entre las productividades relativas de los sectores. El choque tecnológico positivo reduce los costos marginales para la producción de bienes mayoristas pero la disminución es relativamente mayor en el sector formal. Es decir, la demanda de trabajo formal incrementa más que la del sector informal. Así, en equilibrio hay una reasignación de trabajo en los sectores. Note que ahora la informalidad es contracíclica, lo cual es consistente con la evidencia. Además, el empleo total es procíclico. De esta forma, la productividad total de los factores se incrementa endógenamente por dos razones. Por un lado, la tasa de informalidad disminuye, lo que implica que una proporción mayor de los trabajadores se emplea en el sector más productivo: el sector formal. Por otro lado, ambos sectores se vuelven más productivos. Sin embargo, el impacto en

la producción de bienes mayoristas es menor que con la modelación original. Esto es consistente porque con la nueva modelación, el choque tecnológico tiene un mayor efecto en la distribución de la fuerza laboral y un menor efecto en la producción de bienes mayoristas.

El incremento en la producción de bienes mayoristas disminuye el precio relativo de éstos con los bienes minoristas, lo que implica una disminución en el costo marginal para las empresas minoristas. De esta forma, las empresas minoristas re-optimizan sus precios en el tiempo. Si bien la inflación disminuye, reacciona en menor magnitud que con la modelación original (ver la gráfica 4.3). De manera similar, la respuesta endógena de la tasa de interés para acomodar el choque es menor (ver la gráfica 4.4). Así, la volatilidad de las variables son menores en este trabajo. Además, el impacto del choque tecnológico sobre la inflación se desvanece alrededor de seis trimestres adelante, lo cual es significativamente menor con respecto al artículo original. Cabe mencionar que si bien, un choque de oferta como este pone en un dilema al banco central entre estabilizar la inflación o la actividad económica, con la nueva modelación la reacción de estas variables es menor tanto en su magnitud como en el tiempo en el cual regresan a su estado estacionario. De esta forma, los choques tecnológicos son menos problemáticos desde la perspectiva del banco central.

Finalmente, se realizaron 10,000 simulaciones con la nueva modelación en las cuales todos los choques permanecen activos. Cabe mencionar que cambian significativamente algunas propiedades del ciclo económico de México con respecto al artículo de Alberola y Urrutia (2019) (ver la tabla 3.3). Los resultados son mixtos. Destaca que con la nueva modelación, el modelo logra explicar la correlación del PIB con la informalidad; sin embargo, empeora al explicar la volatilidad del PIB. Estos resultados son consistentes porque con la nueva modelación, los choques tecnológicos impactan en mayor medida en la dinámica laboral y en menor medida en la producción de bienes finales. Como comentario final, los resultados previamente presentados se realizaron con la calibración original; sin embargo, es posible que con una nueva calibración,

el modelo logre mejorar su desempeño para explicar las características del ciclo económico de México. No obstante, ese ejercicio está fuera del alcance de esta tesina.

	Datos México	Modelo original	Modelo propio
Std (Y)	1.85	1.85	1.43
Std ( $l^s$ )	0.53	0.64	0.44
Corr ( $l^s$ , Y)	-0.56	-0.22	-0.55

Nota: Los datos de México y los datos del Modelo original provienen de Alberola y Urrutia (2019).

Tabla 3.3: Propiedades del ciclo económico de México

### 3.3 Análisis de sensibilidad

Una de las ventajas principales de los modelos DSGE es que permiten evaluar cómo cambios estructurales afectan las dinámicas del modelo (Tovar, 2009) (Christiano, Trabandt y Walenkin, 2010). Para ello, en esta sección se realiza un análisis de sensibilidad para parámetros clave. Debido a que el interés particular de esta tesina es comprender cómo se comporta el choque tecnológico con la nueva modelación, a continuación se presenta una serie de funciones impulso-respuesta para variables de interés dado un choque tecnológico de una desviación estándar.

**Traspaso del choque tecnológico al sector informal.** El parámetro del traspaso del choque al sector informal  $\Omega$  influye en qué tan distinto evolucionan los sectores después del choque. En las siguientes gráficas se muestran las funciones impulso-respuesta para cuatro valores distintos del parámetro: un traspaso casi nulo fijado en 0.05; un traspaso pequeño al 0.3; el valor de la calibración que corresponde a 0.64 y un traspaso pleno que se fija en 1. A medida que el traspaso se incrementa, las productividades relativas entre el sector formal y el informal tienden a distorsionarse en una menor magnitud. De esta forma, ambos sectores se vuelven más productivos, incrementa aún más la producción y los precios disminuyen aún más debido a que los

costos marginales decrecen. Destaca que aunque el traspaso sea pleno, es decir, simétrico entre sectores, la informalidad se comporta contracíclica (ver la gráfica 4.5). Esto se debe a que el salario en el sector formal incrementa en mayor magnitud que el salario en el sector informal, lo cual incentiva el trabajo formal. Esta modelación logra capturar que los avances tecnológicos en los sectores más productivos sí llegan a los más improductivos con el paso del tiempo. Así, ante un mayor grado de traspaso, mayor es la reacción de la tasa de interés para acomodar el choque tecnológico (ver la gráfica 4.6). Este resultado sugiere que el impacto de los choques tecnológicos sobre la inflación depende significativamente del grado de traspaso de éstos al sector informal.

**Tasa de separación exógena del sector formal.** Una discusión interesante en la literatura de la informalidad es en qué medida difieren los sectores formales e informales además de sus productividades (Loayza, 1996) (Gong y Van Soest, 2002) (Alcaraz, Chiquiar y Salcedo, 2015). Una de las diferencias principales es que el sector formal es menos flexible que el sector informal. En este modelo, la flexibilidad en el sector formal está capturada mediante la tasa exógena de separación. Entre mayor sea la tasa de separación del sector formal, éste es más flexible. Las gráficas 4.7 y 4.8 muestran las funciones impulso respuesta ante distintas tasas de separación. Destaca que para una tasa del 15% de separación, al impacto del choque, la informalidad es procíclica. Si bien las productividades relativas se distorsionan generando incentivos hacia el sector formal, una mayor tasa de separación genera desincentivos hacia el sector formal. Esto se debe porque el valor presente del encuentro en el sector formal disminuye tanto para la empresa como para el trabajador. No obstante, la producción, los precios y la tasa de interés son poco sensibles ante cambios en la tasa de separación exógena del sector formal.

**Costo de publicar vacantes.** Finalmente, las gráficas 4.9 y 4.10 presentan las funciones impulso-respuesta al cambiar el costo de publicar vacantes para las empresas formales. Cabe destacar

que este parámetro es muy sensible en el modelo. Cambios relativamente pequeños en el costo de publicar vacantes cambian significativamente las dinámicas alrededor del estado estacionario para el mercado laboral. Destaca que ante costos muy pequeños de publicar vacantes el empleo formal es fuertemente procíclico. Además, no sólo hay una reasignación de trabajadores entre el sector formal e informal sino también entran más personas a la fuerza laboral. Ante menores costos de publicar vacantes, el poder de negociación de los trabajadores formales cae, por lo que dado el choque, el salario en el sector formal crece pero en menor magnitud. Así, hay una reasignación de trabajo al sector más productivo. De esta forma, la producción, los precios y la tasa de interés son sensibles ante cambios en el costo de publicar vacantes.

# Capítulo 4

## Conclusiones

En su artículo para analizar cómo la informalidad afecta las dinámicas de inflación, Alberola y Urrutia proponen un modelo DSGE calibrado para la economía mexicana. Para ello, incorporan tres fuentes de choques al modelo. A saber, choques financieros, choques de demanda y choques tecnológicos. Encuentran que la informalidad es procíclica dados los choques tecnológicos. En este trabajo, se propuso una modelación distinta para el choque tecnológico siguiendo a Fernández y Meza (2015). Esta especificación captura la idea que los choques tecnológicos surgen en el sector formal y se traspasan al sector informal con el tiempo. De esta forma, en equilibrio, cambios en las productividades relativas dentro de los sectores formales e informales alteran los incentivos en el mercado laboral y, por lo tanto, cambian la productividad total de los factores.

Con el objetivo de evaluar cuantitativamente el comportamiento de esta propuesta, el trabajo se dividió en cuatro partes. En la primera parte, se presentó el tema de investigación. La segunda parte presenta el modelo DSGE bajo la nueva modelación. En la tercera parte, se presenta la calibración del modelo, así como los resultados principales. Finalmente, en la cuarta parte se presentan las conclusiones del trabajo. Los resultados de este trabajo muestran, en primer lugar, que la informalidad sí influye en la formación de precios en una economía. En segundo lugar, que el impacto que tienen los choques tecnológicos sobre la inflación y sobre la produc-

ción es menor cuando éstos surgen en el sector formal y se propagan al sector informal que cuando surgen en la producción agregada. Destaca que este resultado persiste aun cuando el traspaso de la productividad del sector formal a la productividad del sector informal es pleno. Adicionalmente, el tiempo en el cual tanto la producción como la inflación regresan a su estado estacionario es menor bajo esta modelación. Es decir, los choques tecnológicos se desvanecen con mayor rapidez cuando éstos surgen en el sector formal. De esta forma, desde la perspectiva del banco central los choques tecnológicos son menos problemáticos. Además, la informalidad responde de manera contracíclica ante los choques tecnológicos, lo cual es consistente con la evidencia para las economías emergentes. (Bosch y Maloney, 2008) (Fernández y Meza, 2015). Finalmente, del análisis de sensibilidad destacan dos resultados. Por un lado, el impacto de los choques tecnológicos sobre la inflación es sensible a distintos grados del traspaso de éstos al sector informal, así como a cambios en el costo de publicar vacantes por parte de las empresas formales. Por otro lado, la inflación es poco sensible a cambios en la tasa de separación exógena del sector formal.

Hacia futuras investigaciones, es de interés analizar cuál es el impacto neto de la informalidad en este modelo. Para ello, es necesario comparar los resultados de este trabajo con respecto al modelo sin informalidad. Por otro lado, es conveniente evaluar si los resultados presentados en este trabajo cambian significativamente si el banco central determina la tasa de interés con base en distintas reglas de política monetaria. Finalmente, es conveniente estudiar los efectos de abrir la economía para identificar el efecto de choques en el tipo de cambio real sobre el mercado laboral y sobre la inflación.

# Apéndice

**Equilibrio.** Un equilibrio es un set de planes contingentes para las cantidades y los precios de tal forma que:

1. Dados los precios, los consumidores maximizan su utilidad sujeto a su restricción presupuestal, a su restricción de asignación de tiempo, a la ley de movimiento del capital y a la ley de movimiento del mercado laboral formal.
2. La firma mayorista representativa maximiza beneficios en cada periodo sujeto a su función de producción y al agregador de bienes intermedios CES.
3. Los bienes intermedios se producen mediante funciones lineales en el trabajo dadas sus tecnologías. Además, el salario en el sector informal cumple la condición de optimalidad.
4. La ley de movimiento de trabajo en el sector formal es consistente con las probabilidades de encuentro para los desempleados y para las vacantes.
5. La publicación de vacantes satisface la condición de cero beneficios. Además, el salario en el sector formal se determina por el protocolo de negociación de Nash.



6. La restricción presupuestal del gobierno se cumple para cada tiempo  $t$ .
7. La firma de bienes minoristas fija sus precios de tal forma que maximiza sus beneficios esperados dada su demanda Dixit-Stiglitz. Así, la dinámica de los precios es consistente con ello.
8. La política monetaria se determina mediante una regla de Taylor y se cumple la ecuación de Fisher.
9. Los mercados están en equilibrio.

De esta forma, dados los procesos estocásticos, el equilibrio en esta economía está caracterizado por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$U_{c,t} = \left( C_t - \psi \Phi_t \frac{L_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right)^{-1} \quad (4.1)$$

$$\lambda_t^C = U_{c,t} + \omega \lambda_t^\Phi \frac{\Phi_t}{C_t} \quad (4.2)$$

$$\lambda_t^\Phi = \beta(1 - \omega) E_t \lambda_{t+1}^\Phi \frac{\Phi_{t+1}}{\Phi_t} - \psi \frac{L_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} U_{c,t} \quad (4.3)$$

$$\lambda_t^C = \beta E_t (1 + \varrho_t) \lambda_{t+1}^C \quad (4.4)$$

$$\lambda_t^L = (w_t^f - w_t^s) \lambda_t^C + \beta(1 - s) \lambda_{t+1}^L \quad (4.5)$$

$$\Phi_t = C_t^\omega \Phi_{t-1}^{1-\omega} \quad (4.6)$$

$$\frac{\lambda_t^C}{1 - \vartheta(\frac{I_t}{K_t} - \delta)} = \beta E_t \lambda_{t+1}^C \left[ r_{t+1} + \frac{1 - \delta + \vartheta(\frac{I_{t+1}}{K_{t+1}} - \delta) \frac{I_{t+1}}{K_{t+1}} - \frac{\vartheta}{2} (\frac{I_{t+1}}{K_{t+1}} - \delta)^2}{1 - \vartheta(\frac{I_t}{K_t} - \delta)} \right] \quad (4.7)$$

$$\varsigma U_t = p_t \lambda_t^C \quad (4.8)$$

$$w_t^s \lambda_t^C = \psi \Phi L_t^\varphi U_{c,t} \quad (4.9)$$

$$L_t^f + L_t^s + U_t + O_t = \bar{L} = 1 \quad (4.10)$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t - \frac{\vartheta}{2} \left( \frac{I_t}{K_t} - \delta \right)^2 K_t \quad (4.11)$$

$$M_t = \left[ (M_t^f)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + (M_t^s)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (4.12)$$

$$Y_t = (K_t)^\alpha (M_t)^{1-\alpha} \quad (4.13)$$

$$r_t = p_t^w \alpha \left( \frac{M_t}{K_t} \right)^{1-\alpha} \quad (4.14)$$

$$p_t^f = p_t^w (1 - \alpha) \left( \frac{K_t}{M_t} \right)^\alpha \left( \frac{M_t}{\Gamma_t^f L_t^f} \right)^{1/\epsilon} \quad (4.15)$$

$$w_t^s = p_t^f \left( \frac{\Gamma_t^f L_t^f}{\Gamma_t^s L_t^s} \right)^{1/\epsilon} \Gamma_t^s \quad (4.16)$$

$$J = [\Gamma_t^f p_t^f - (1 + \kappa i_t^l + \tau) w_t^f] \lambda_t^C + (1 - s) \beta E_t J_{t+1} \quad (4.17)$$

$$L_t^f = (1 - s) L_t^f + q_t V_t \quad (4.18)$$

$$p_t = \left( \frac{V_t}{U_t} \right)^{1-\phi} \quad (4.19)$$

$$q_t = \left( \frac{U_t}{V_t} \right)^\phi \quad (4.20)$$

$$(1 - \gamma) \lambda_t^L = \gamma J_t \quad (4.21)$$

$$q_t J_t = \xi \lambda_t^C \quad (4.22)$$

$$\theta \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\eta-1} = 1 - (1 - \theta) \left( \frac{P_t^*}{P_t} \right)^{1-\eta} \quad (4.23)$$

$$\Theta_t = \left( \frac{\eta}{\eta - 1} \right) p^w \lambda_t^C Y_t + \theta \beta E_t \left[ \left( \frac{P_{t+1}}{P_t} \right)^\eta \Theta_{t+1} \right] \quad (4.24)$$

$$\Upsilon_t = \lambda_t^C Y_t + \theta \beta E_t \left[ \left( \frac{P_{t+1}}{P_t} \right)^{\eta-1} \Upsilon_{t+1} \right] \quad (4.25)$$

$$1 + i_t = (1 + \iota) \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\phi_\pi} \left( \frac{Y_t}{Y^n} \right)^{\phi_y} \nu_t \quad (4.26)$$

$$1 + \varrho = \frac{1 + i_t}{P_{t+1}/P_t} \quad (4.27)$$

$$1 + i_t^l = (1 + i_t)(1 + \zeta_t) \quad (4.28)$$

$$(1 - g_t)Y_t = C_t + I_t + \xi V_t + \kappa(i_t^l - i_t)w_t^f L_t^f \quad (4.29)$$

$$\Gamma_t^f = \Gamma_0^f \prod_{j=1}^t g_j^f \quad (4.30)$$

$$\Gamma_t^s = \Gamma_0^s \prod_{j=1}^t g_j^s \quad (4.31)$$

$$g_t^s = (g_{t-1}^s)^{1-\Omega} (g_t^f)^\Omega \quad (4.32)$$

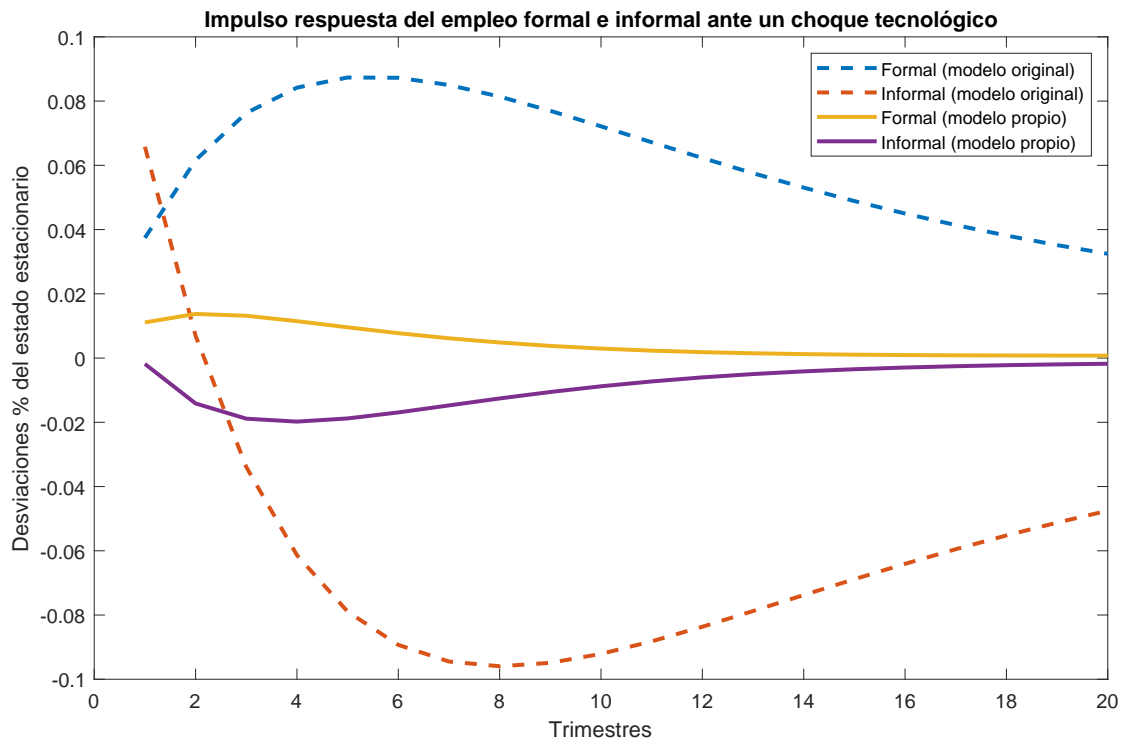


Figura 4.1: Funciones impulso-respuesta del empleo formal e informal ante un choque tecnológico.

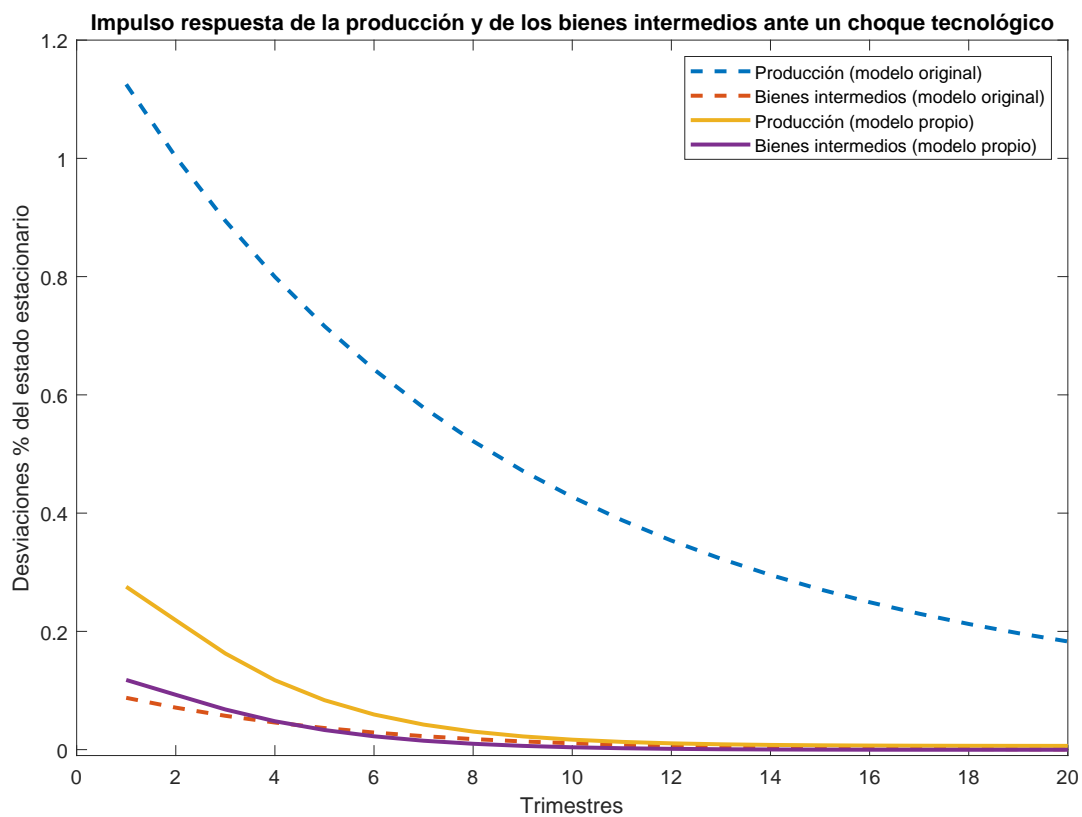


Figura 4.2: Funciones impulso-respuesta de la producción agregada y de la producción de bienes intermedios ante un choque tecnológico.

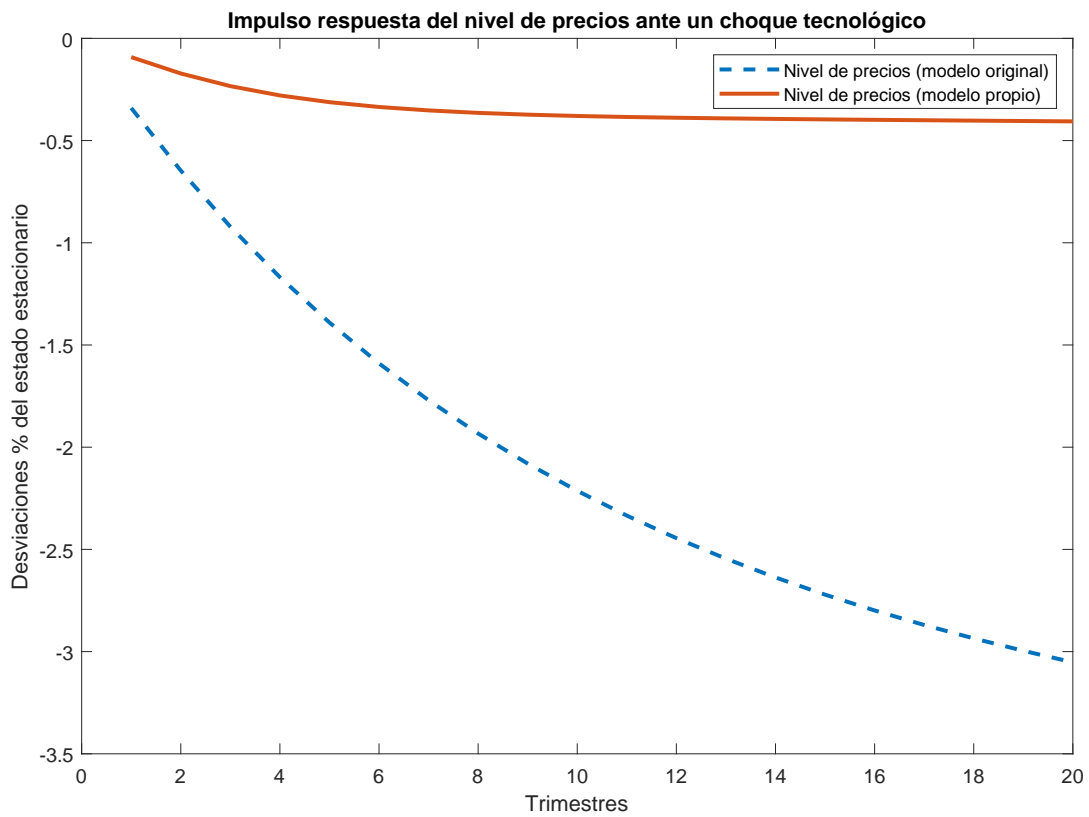


Figura 4.3: Funciones impulso-respuesta del nivel de precios ante un choque tecnológico.

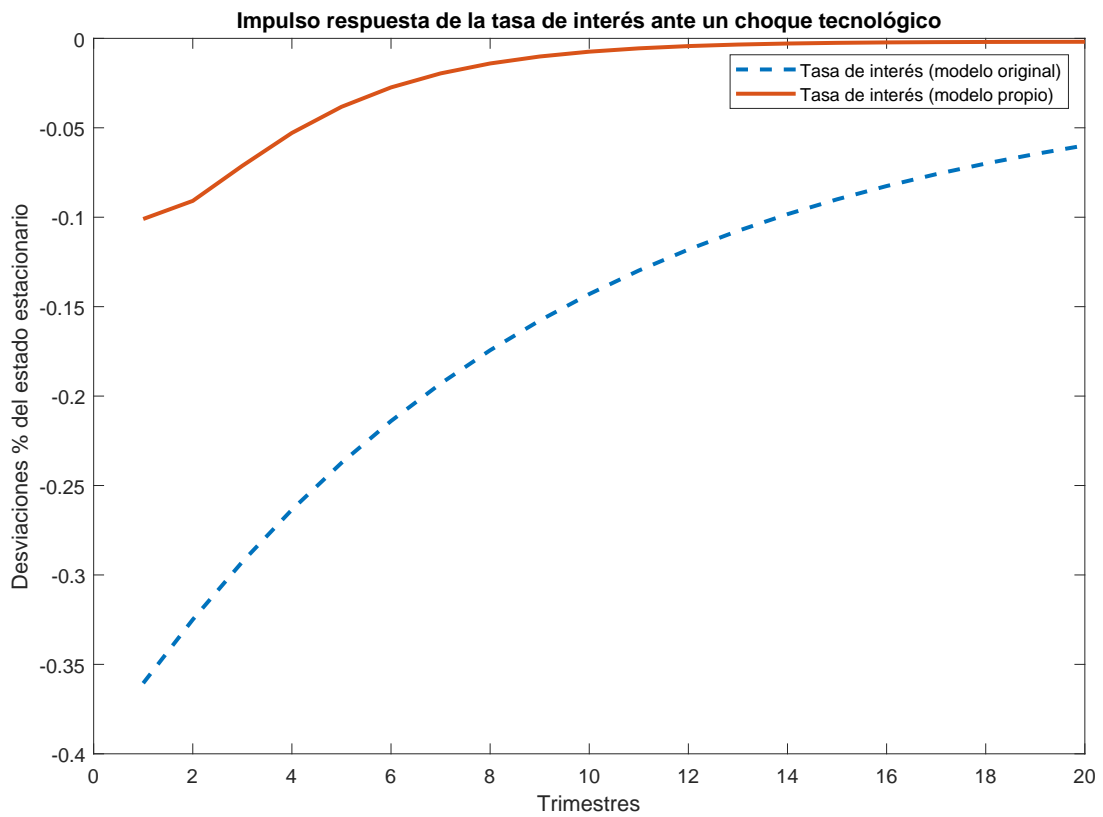
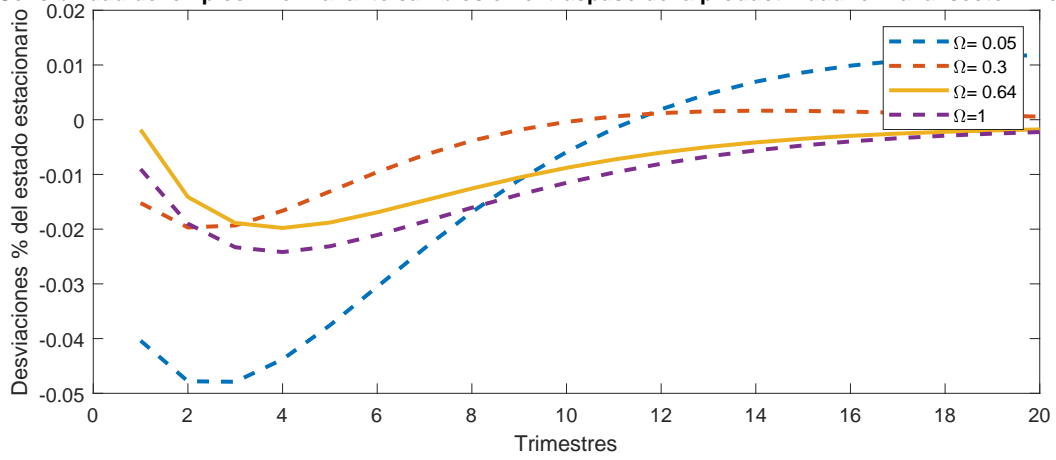


Figura 4.4: Funciones impulso-respuesta de la tasa de interés ante un choque tecnológico.



**Sensibilidad del empleo informal ante cambios en el traspaso de la productividad formal al sector informal  $\Omega$**



**Sensibilidad del nivel de precios ante cambios en el traspaso de la productividad formal al sector informal  $\Omega$**

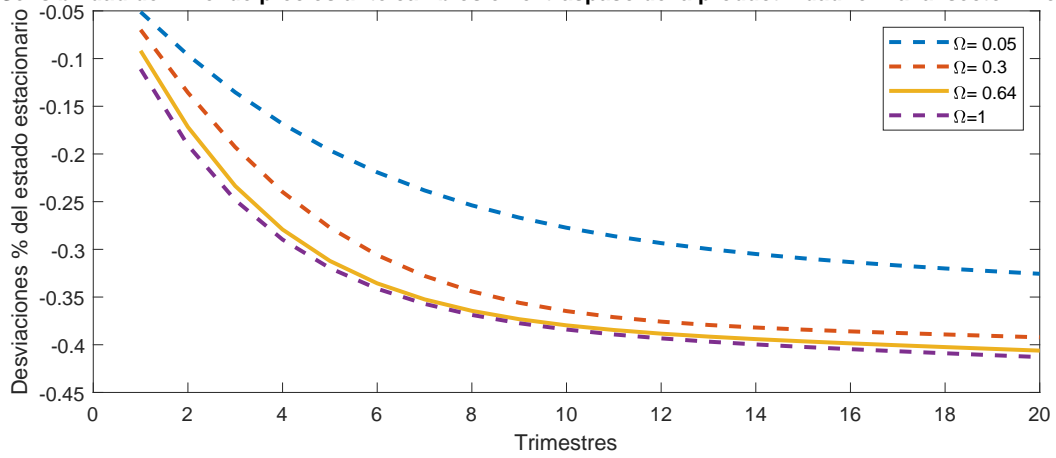
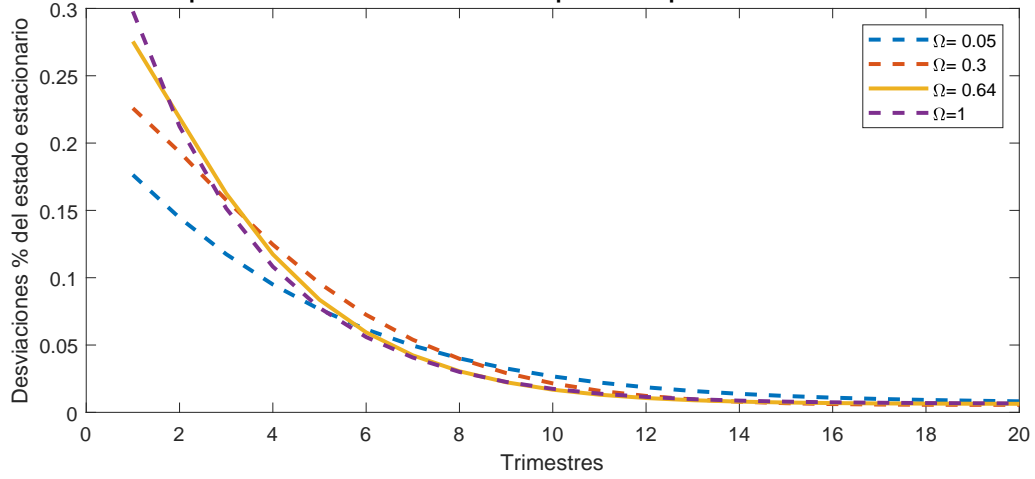


Figura 4.5: Sensibilidad del empleo informal y del nivel de precios ante cambios en el traspaso de la productividad al sector formal.

**Sensibilidad de la producción ante cambios en el traspaso de la productividad formal al sector informal  $\Omega$**



**Sensibilidad de la tasa de interés ante cambios en el traspaso de la productividad formal al sector informal  $\Omega$**

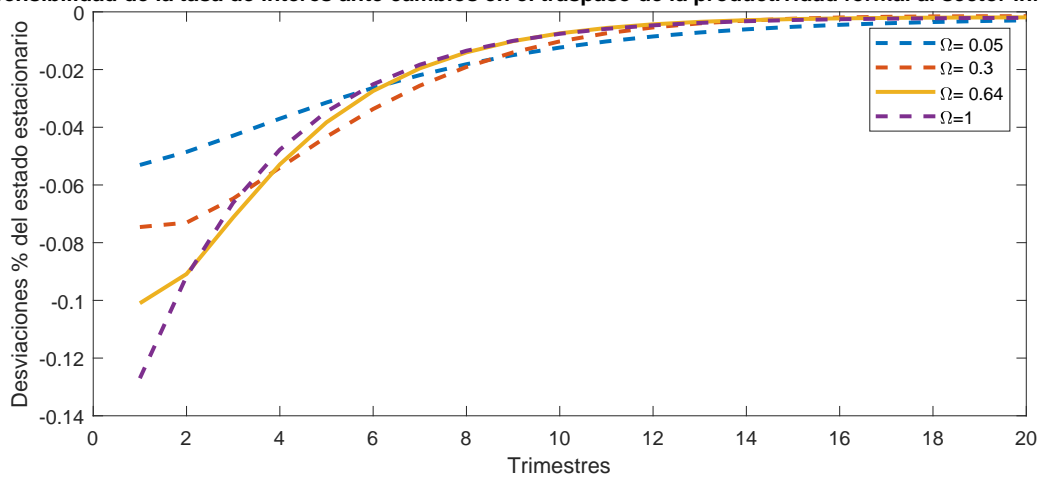


Figura 4.6: Sensibilidad de la producción y de la tasa de interés ante cambios en el traspaso de la productividad al sector formal.

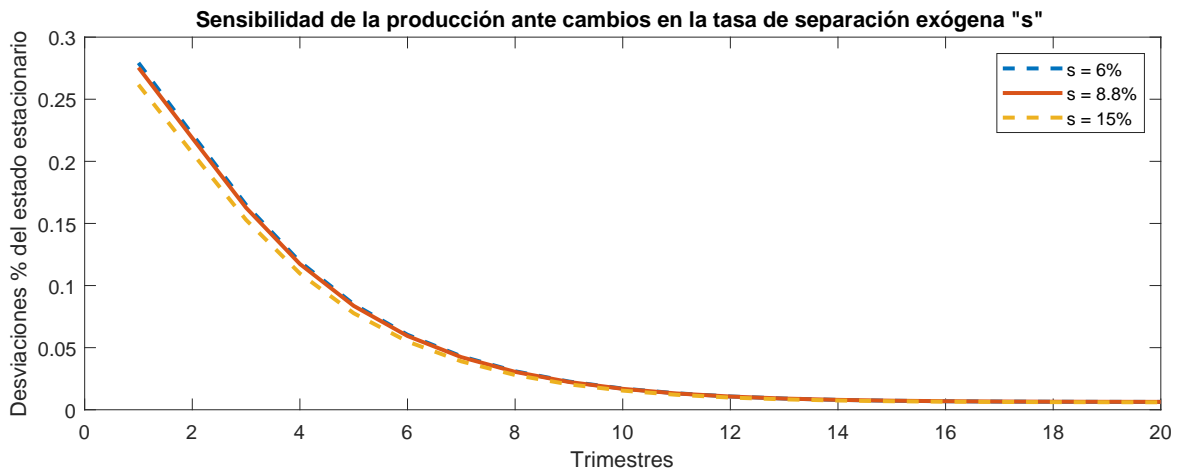
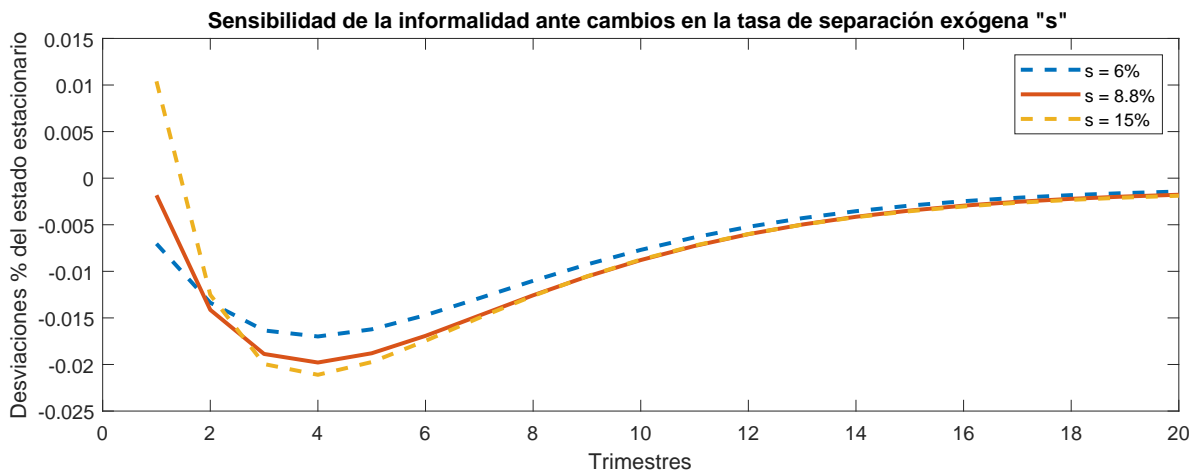


Figura 4.7: Sensibilidad del empleo informal y de la producción ante cambios en la tasa de separación exógena.

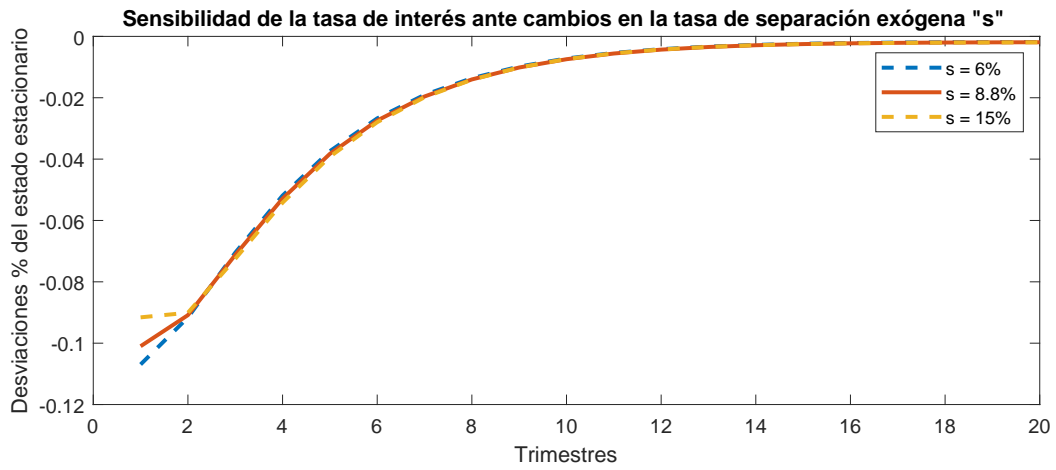
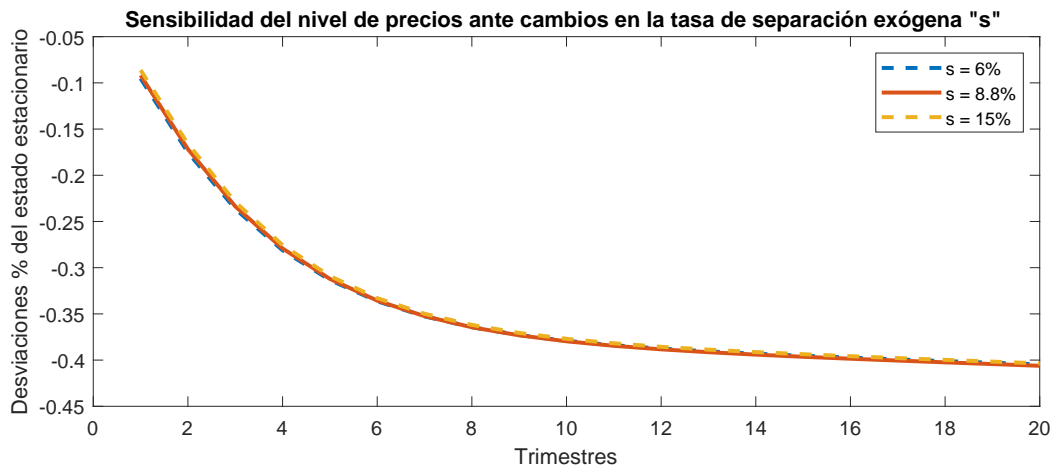


Figura 4.8: Sensibilidad del nivel de precios y de la tasa de interés ante cambios en la tasa de separación exógena.

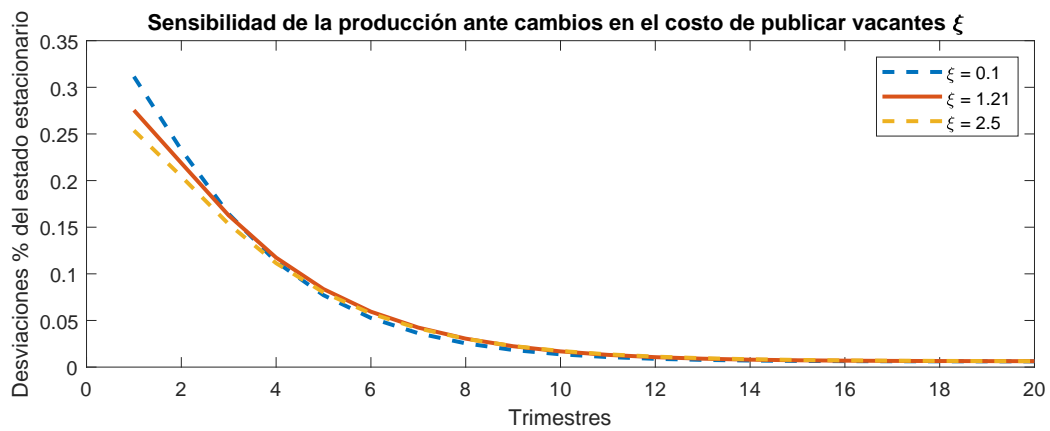
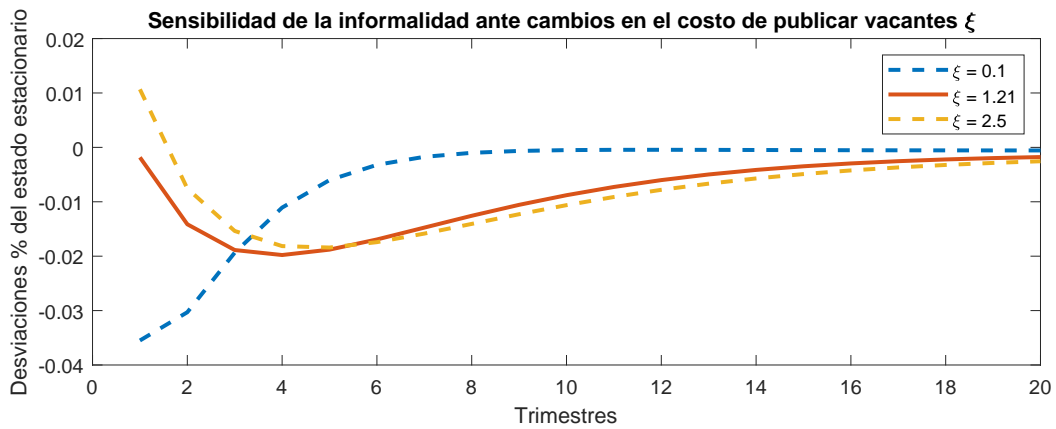


Figura 4.9: Sensibilidad del empleo informal y de la producción ante cambios en el costo de publicar vacantes.

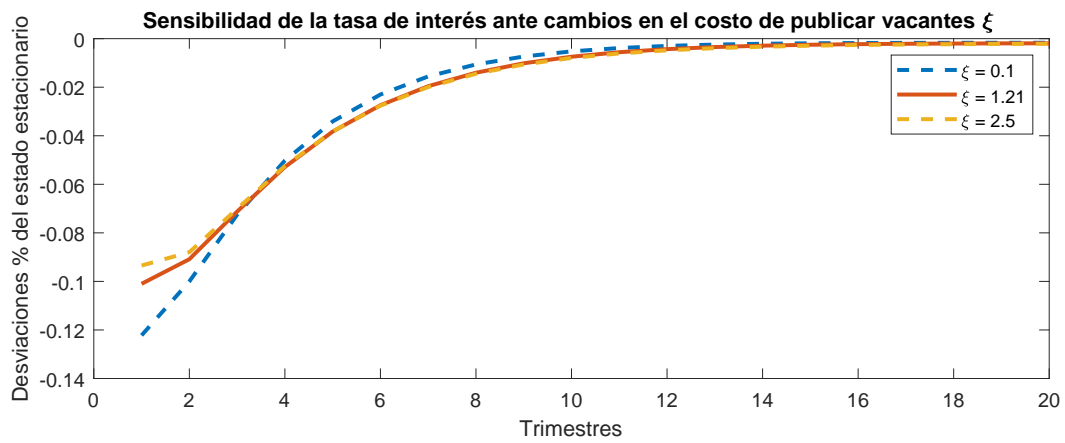
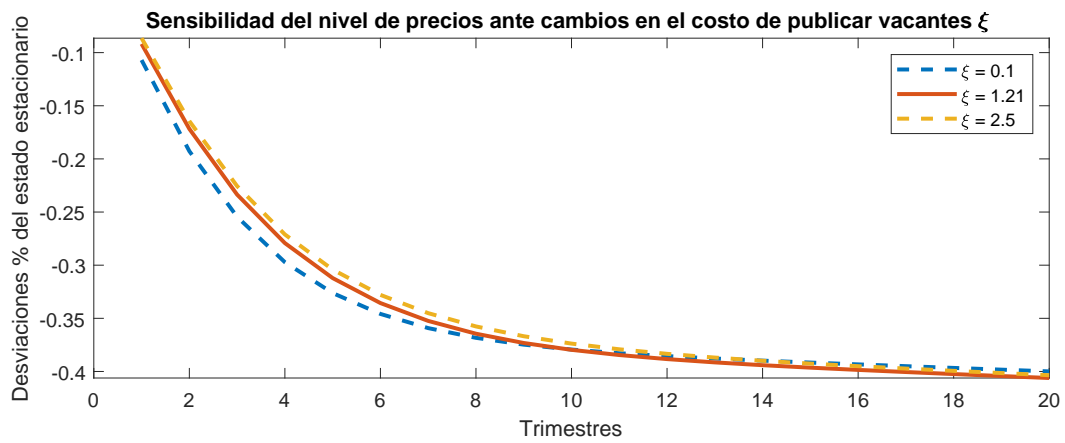


Figura 4.10: Sensibilidad del nivel de precios y de la tasa de interés ante cambios en el costo de publicar vacantes.

# Referencias

- Aguiar, M., y Gopinath, G. (2007). “Emerging market business cycles: The cycle is the trend.” *Journal of Political Economy*, 115, 69–102.
- Alberola, E., y Urrutia, C. (2019). “Does informality facilitate inflation stability?” *BIS Working Papers, Bank for International Settlements*, 778.
- Alcaraz, C., Chiquiar, D., y Salcedo, A. (2015). “Informality and segmentation in the mexican labor market.” *Working Papers 2015-25 Banco de Mexico*.
- Alonso-Ortíz, J., y Leal, J. (2016). “Cross-subsidies , and the elasticity of informality to social expenditures.” *Review of Income and Wealth*.
- Bosch, M., y Maloney, W. (2008). “Cyclical movements in unemployment and informality in developing countries.” *World Bank, Policy Research Working Paper*, 4648.
- Calvo, G. (1983). “Staggered prices in a utility-maximizing framework.” *Journal of Monetary Economics*, 12, 383–398.
- Castillo, P., y Montoro, C. (2010). “Monetary policy in the presence of informal labour markets.” *Working Papers 2010-009, Banco Central de Reserva del Perú*.
- Castillo, P., y Montoro, C. (2012). “Inflation dynamics in the presence of informal labour markets.” *BIS Working Papers, Bank for International Settlements*, 373.
- Christiano, L. J., Trabandt, M., y Walentin, K. (2010). “Dsge models for monetary policy analysis.” *NBER Working Paper 16074, National Bureau of Economic Research*.
- Colombo, E., Menna, L., y Tirelli, P. (2018). “Informality and the labor markets effects of financial crisis.” *DISEIS Quaderni del Dipartimento di Economia internazionale, delle*

*istituzioni e dello sviluppo.*

- Dixit, A. K., y Stiglitz, J. E. (1977). “Monopolistic competition and optimum product diversity.” *The American Economic Review*, 67(3), 297–308.
- Fernández, A., y Meza, F. (2015). “Informal employment and business cycles in emerging economies: The case of Mexico.” *Review of Economic Dynamics*, 18(2), 381–405.
- Gertler, M., y Karadi, P. (2011). “A model of unconventional monetary policy.” *Journal of Monetary Economics*, 58(1), 17–34.
- Gong, X., y Van Soest, A. (2001). “Wage differentials and mobility in the urban labor market: A panel data analysis for Mexico.” *IZA Discussion Papers* 329.
- Greenwood, J., Hercowitz, Z., y Huffman, G. W. (1988). “Investment, capital utilization, and the real business cycle.” *American Economic Review*, 78(3), 402–417.
- Jaimovich, N., y Rebelo, S. (2009). “Can news about the future drive the business cycle?” *American Economic Review*, 99(4), 1097–1118.
- King, P., Plosser, C., y Rebelo, S. (1988). “Production, growth and business cycles: The basic neoclassical model.” *Journal of Monetary Economics*, 21(2), 195–232.
- Leal, J. (2014). “Tax collection, the informal sector, and productivity.” *Review of Economic Dynamics*.
- Leyva, G., y Urrutia, C. (2018). “Informality, labor regulation, and the business cycle.” *Banco de México. Documento de Investigación 2018-19*.
- Loayza, N. V. (1996). “The economics of the informal sector: A simple model and some empirical evidence from Latin America.” *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 45, 129–162.
- Mortensen, D., y Pissarides, C. (1994). “Job creation and job destruction in the theory of unemployment.” *Review of Economic Studies*, 61(3), 397–415.
- Restrepo-Echevarria, P. (2014). “Macroeconomic volatility: The role of the informal economy.” *European Economic Review*, 70(C), 454–469.
- Tovar, C. E. (2009). “DsgE models and central banks.” *Kiel Institute for the World Economy*, 3,



1-31.