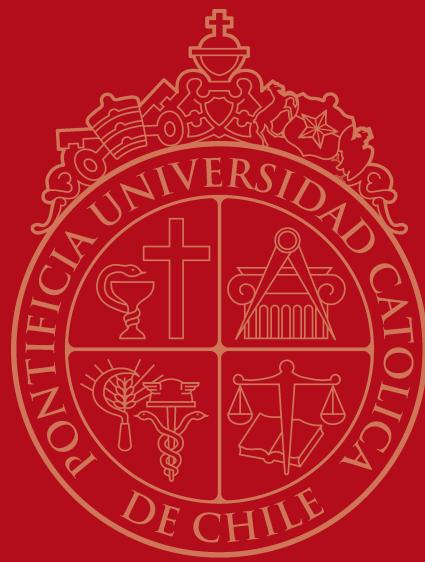


I N S T I T U T O   D E   E C O N O M Í A   T



T E S I S d e M A G Í S T E R

**2017**

Complementación y Sustitución Cíclica del Empleo Informal en Economías  
Pequeñas y Abiertas

**Isaac Martínez**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
INSTITUTO DE ECONOMÍA  
MAGÍSTER EN ECONOMÍA

**TESIS DE GRADO  
MAGÍSTER EN ECONOMÍA**

**Martinez, Centeno, Isaac Zenón**

**Julio, 2017**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
INSTITUTO DE ECONOMÍA  
MAGÍSTER EN ECONOMÍA

**COMPLEMENTACIÓN Y SUSTITUCIÓN CÍCLICA DEL EMPLEO  
INFORMAL EN ECONOMÍAS PEQUEÑAS Y ABIERTAS**

**Isaac Zenón Martinez Centeno**

Comisión

Rodrigo Cerda  
Rodrigo Fuentes  
David Kohn  
Verónica Mies

**Santiago, Julio de 2017**

# Complementación y sustitución cíclica del empleo informal en economías pequeñas y abiertas

Isaac Martinez\*

Julio, 2017

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Instituto de Economía

## Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo identificar en qué medida el shock de productividad agregado y el shock de productividad sectorial explican la ciclicidad del empleo formal e informal en una economía pequeña y abierta que exhibe desempleo. Para ello se elabora un modelo DSGE con dos sectores (formal e informal) y mercados laborales con fricciones de búsqueda. La principal conclusión, es que diferenciar los shocks de productividad agregados de los shocks de productividad sectoriales permite evaluar de forma correcta la ciclicidad del empleo formal e informal. Si ocurre un shock de productividad agregado el empleo informal será procíclico (complementación cíclica), pero si ocurre un shock de productividad sectorial el empleo informal será contracíclico (sustitución cíclica).

**Palabras clave:** Ciclos económicos, empleo formal, empleo informal, desempleo.

**Clasificación JEL:** E24, E26, E27, E32, F00, J23, J46, J60.

---

\*El autor desea agradecer los comentarios de los profesores Rodrigo Cerdá, Rodrigo Fuentes, David Kohn y Verónica Mies. Los errores de este documento son de exclusiva responsabilidad del autor. Cualquier comentario puede ser dirigido al correo [izmartinez@uc.cl](mailto:izmartinez@uc.cl)

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Evidencia empírica</b>	<b>3</b>
2.1. Causas de la informalidad . . . . .	3
2.2. Empleo informal y ciclos económicos . . . . .	4
<b>3. Revisión de la literatura</b>	<b>6</b>
<b>4. El modelo</b>	<b>8</b>
4.1. Las Familias . . . . .	8
4.2. Empresas . . . . .	12
4.3. Política fiscal . . . . .	19
4.4. Tasa de interés . . . . .	19
4.5. Condiciones de equilibrio de mercado . . . . .	20
4.6. Equilibrio recursivo . . . . .	21
<b>5. Calibración y resultados</b>	<b>22</b>
5.1. Calibración . . . . .	22
5.2. Funciones impulso-respuesta . . . . .	22
<b>6. Extensiones</b>	<b>31</b>
<b>7. Conclusión</b>	<b>38</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>41</b>
Anexo A.1 . . . . .	47
Anexo A.2 . . . . .	49
Anexo A.3 . . . . .	52
Anexo A.4 . . . . .	54
Anexo A.5 . . . . .	56
Anexo A.6 . . . . .	59

# 1. Introducción

La dinámica del mercado laboral puede ser estudiada en alguna de sus dos dimensiones, la cantidad y la calidad del empleo. Por cantidad de empleo, se entiende al número total de horas trabajas o a la cantidad de puestos de trabajo generados. Por otro lado, no existe una definición clara sobre como medir calidad del empleo<sup>1</sup>. Este paper parte por suponer que una buena medida de calidad del empleo, es el número de puestos de trabajo informales generados en la economía<sup>2</sup>. De ser correcto, analizar conjuntamente el comportamiento del empleo formal, informal y desempleo, durante los ciclos económicos, permitirá estudiar la cantidad y la calidad del empleo de forma simultánea.

Al respecto, aunque la evidencia empírica sugiere, que el empleo total<sup>3</sup> es una variable procíclica, mientras que el desempleo es una variable contracíclica<sup>4</sup>; no es evidente la composición de empleo formal e informal que subyace tras estos hechos estilizados. En primer lugar, si predomina la sustitución cíclica del empleo informal<sup>5</sup>, se puede afirmar que la prociclicidad del empleo total obedece a una asimetría en la ciclicidad del empleo formal (procíclico) e informal (contracíclico). En segundo lugar, si predomina la complementación cíclica del empleo informal, la prociclicidad del empleo total obliga a un comportamiento procíclico del empleo formal e informal. ¿Por qué es interesante? Porque si hay sustitución cíclica, la cantidad del empleo estará asociado positivamente a la calidad del empleo. Así, los periodos de expansión (recesión) económica estarán vinculados a caídas (subidas) en el empleo informal. Por otro lado, si hay complementación cíclica, no es evidente que la cantidad y la calidad del empleo sean conceptos interrelacionados. Finalmente, puede haber un aspecto positivo ligado a la sustitución cíclica; que el sector informal actúe como buffer del sector formal ([Castillo y Montoro, 2012](#)). Es decir, como emplearse informalmente es una mejor opción que quedar desempleado, en términos agregados, la amplitud de los ciclos económicos se reduciría, pues la producción informal respondería de forma contraria a la producción formal<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup>Ver el informe de la [OECD \(2014\)](#). En dicho estudio, se detalla distintas medidas de calidad del empleo.

<sup>2</sup>Partiendo de la definición legalista, son informales todas aquellas actividades que no cumplen con las regulaciones establecidas por el estado ([De Soto, 1990](#); [Feige, 1990](#); [Mirus et al., 1994](#); [Schneider y Enste, 2000](#)). En ese sentido, si no existe un gobierno que cobre impuestos, brinde servicios y establezca regulaciones, caracterizar a los sectores formales e informales pierde sentido. Es por ello, que de manera explícita se incorpora impuestos, deuda del gobierno y gasto de gobierno en el modelo DSGE propuesto.

<sup>3</sup>Suma del empleo formal e informal, generados en la economía, en cada periodo.

<sup>4</sup>La definición de prociclicidad, contraciclicidad o aciclicidad, que se usará en este estudio, medirá siempre la correlación contemporánea entre dicha variable y el producto.

<sup>5</sup>Diremos que existe *sustitución cíclica* si el empleo formal es procíclico y el informal contracíclico. Existe *complementación cíclica* si el empleo formal e informal son ambos procíclicos.

<sup>6</sup>Aunque la existencia de un sector informal, al menos teóricamente, permite reducir la amplitud de los ciclos económicos, la evidencia sugiere que un sector informal grande está asociado a mayores niveles de desigualdad y corrupción, así como a bajos niveles de innovación ([Dobson y Ramlogan-Dobson, 2012](#); [Heintz,](#)

¿Qué es lo que origina la sustitución o complementación cíclica? Siguiendo a [Bosch y Esteban-Pretel \(2012\)](#), [Shapiro \(2015\)](#) y [Fiess et al. \(2010\)](#) la prociclicidad o contraciclicidad va a depender del origen del shock. Shocks de productividad sectoriales<sup>7</sup> generan sustitución, mientras shocks de productividad agregados<sup>8</sup> complementación. Intuitivamente, un shock de productividad sectorial genera un cambio en el precio relativo de los productos formales e informales. Como los productos informales son sustitutos imperfectos de los productos formales, hay un desplazamiento de la demanda de bienes de un sector a otro. La consecuencia es que se observará una sustitución entre el empleo formal e informal. En este escenario, la elasticidad de sustitución de la producción formal e informal puede intensificar o reducir la sustitución cíclica. Por otro lado, los shocks de productividad agregados no generan cambios importantes en los precios relativos, por lo que independientemente de la dirección del shock no habrá sustitución cíclica pero sí complementación cíclica.

Tomando en consideración todo lo anterior, el objetivo de la tesis es identificar en qué medida el shock de productividad agregado y el shock de productividad sectorial explican la ciclicidad del empleo formal e informal en una economía pequeña y abierta que exhibe desempleo<sup>9</sup>. Para cumplir con tales metas, se hace uso de un modelo DSGE, inspirado en el trabajo de [Abbritti y Fahr \(2013\)](#) al cual se incorpora un sector informal<sup>10</sup>. Esta línea de investigación que sigue de cerca a [Shapiro \(2015\)](#), [Bosch y Esteban-Pretel \(2012\)](#), [Bandaogo \(2016\)](#) y [Castillo y Montoro \(2012\)](#) consiste en incorporar fricciones laborales para fundamentar la existencia de desempleo no voluntario y observar tres estados laborales del individuo: empleado formalmente, empleado informalmente o desempleado. El estudio esta divido como sigue. En la sección 2 se hace un breve análisis de la evidencia empírica relevante. En la sección 3 se inspecciona la literatura teórica, enfatizando la relación entre dualidad laboral y modelos de equilibrio general. En la sección 4 se explica el modelo DSGE propuesto. En la sección 5 se muestra el proceso de calibración y las funciones impulso-respuesta. En la sección 6 se somete al modelo a algunas extensiones y se verifica la robustez de los resultados. Finalmente, en la sección 7 se incide en las conclusiones de la tesis.

---

[2012; La Porta y Shleifer, 2014\).](#)

<sup>7</sup>Son shocks de productividad que *ocurren* de manera independiente en los sectores formales e informales.

<sup>8</sup>Son shocks de productividad que *ocurren* de manera simultanea y en la misma magnitud en los sectores formales e informales.

<sup>9</sup>Una primera regularidad empírica que debe destacarse, es que los países emergentes exhiben en promedio un mayor nivel de informalidad ([Mai y Friedrich, 2016](#)) que los países desarrollados. De ahí el énfasis en economías emergentes, pequeñas y abiertas.

<sup>10</sup>El modelo se centrará en el sector real, dejando para posibles extensiones el impacto de las rigideces nominales.

## 2. Evidencia empírica

En la presente sección, se busca discutir brevemente la evidencia empírica que subyace detrás de la informalidad y su comportamiento durante los ciclos económicos. En tal sentido, la sección 2.1 se adentra en las causas de la informalidad, que luego serán útiles en la interpretación de los resultados del modelo DSGE. La sección 2.2, por otro lado, muestra el movimiento cíclico del empleo informal en economías pequeñas y abiertas, poniendo énfasis en la ciclicidad del empleo informal.

### 2.1. Causas de la informalidad

Como señalan [Perry et al. \(2007\)](#), la informalidad obedece a dos causas teóricas, el efecto exclusión (*exclusion effect*) y el efecto salida (*exit effect*). El *exclusion effect* considera al empleo informal como un resultado no voluntario. Los agentes permanecen en estado de informalidad solo porque hay barreras para entrar a la formalidad, en cualquier otro escenario pertenecerían al sector formal. De acuerdo al enfoque legalista, la presencia de altos costos burocráticos crean dichas barreras, desincentivando la formalización de las unidades productivas y generando segmentación laboral ([De Soto, 1990](#)). Bajo esta lógica, [Frey y Weck \(1983\)](#) encuentran que los impuestos altos y las regulaciones excesivas tienden a generar un incremento en la informalidad. Lo cual es consistente con otras investigaciones empíricas para los EE.UU ([Neck et al., 1989; Schneider y Neck, 1993; Cebula, 1997](#) y [Ihrig y Moe, 2004](#)). En particular, [Schneider \(2002\)](#) presenta evidencia empírica para los países de la OECD. Sostiene que existe una correlación positiva significativa entre impuestos y el tamaño de la economía informal. Por contraposición, [Elgin y Solis-Garcia \(2015\)](#) usando una muestra que abarca los años comprendidos entre 1999 y 2007 para 152 países, encuentran una correlación negativa entre impuestos y tamaño del sector informal. Para explicar este *puzzle*, los autores apuntan a la existencia de variables ocultas como la productividad del sector formal, el grado de *tax enforcement*<sup>11</sup> y la tasa de depreciación del capital físico.

Por otra parte, el *exit effect* explicaría una decisión racional detrás de la adherencia a las regulaciones gubernamentales. De acuerdo a [Loayza \(1997\)](#), los individuos pueden autoexcluirse, esto es, tomar una decisión racional sobre ser o no formales. Los agentes realizarían un análisis sobre los costos de formalizarse (costos de acceso y permanencia) y los beneficios derivados. Un beneficio de la formalización es el acceso a bienes públicos, tales como seguridad y justicia. En tal sentido, la cantidad y calidad de los servicios públicos serían un determinante

---

<sup>11</sup>El tax enforcement mide el esfuerzo que muestran las autoridades para hacer cumplir las obligaciones tributarias.

en el *exit effect*. Efectivamente, como Loayza (2007) encuentra, hay una correlación negativa alta entre el tamaño del sector informal y la calidad de los servicios públicos. La correlación es de 0,83 o 0,69 dependiendo de la medida de informalidad utilizada. La interpretación es la siguiente, malos servicios públicos disminuyen las ventajas y/o beneficios de pertenecer al sector formal por lo que desincentivaría a la formalización. Ergo, a menor calidad de los servicios públicos<sup>12</sup> mayor será el nivel de informalidad. Por tanto, la provisión de servicios públicos de calidad podrían actuar como incentivo a la formalización.

## 2.2. Empleo informal y ciclos económicos

¿Cuál es el comportamiento del empleo informal durante los ciclos económicos? De acuerdo a varios estudios parece ser contracíclico<sup>13</sup>. Por ejemplo, Guriev et al. (2016), basados en una encuesta para inmigrantes, encuentran que el empleo formal e informal están inversamente relacionados en el caso de Italia. De un modo similar, Bosch y Maloney (2008) usando microdata para México y Brasil, encontraron que las recesiones estaban caracterizadas por un incremento en la tasa de desempleo y una reducción en la participación del empleo formal como porcentaje del empleo total. Es decir, se observa un proceso de informalización del empleo durante las recesiones. Asimismo, hallan que la tasa de creación de vacantes formales es altamente procíclica, mientras que el de la informalidad más estable. También, que la tasa de destrucción del empleo formal e informal son ambos contracíclicos. Por último, los autores concluyen, que la inactividad es débilmente contracíclica, el desempleo es fuertemente contracíclico y el empleo fuertemente procíclico.

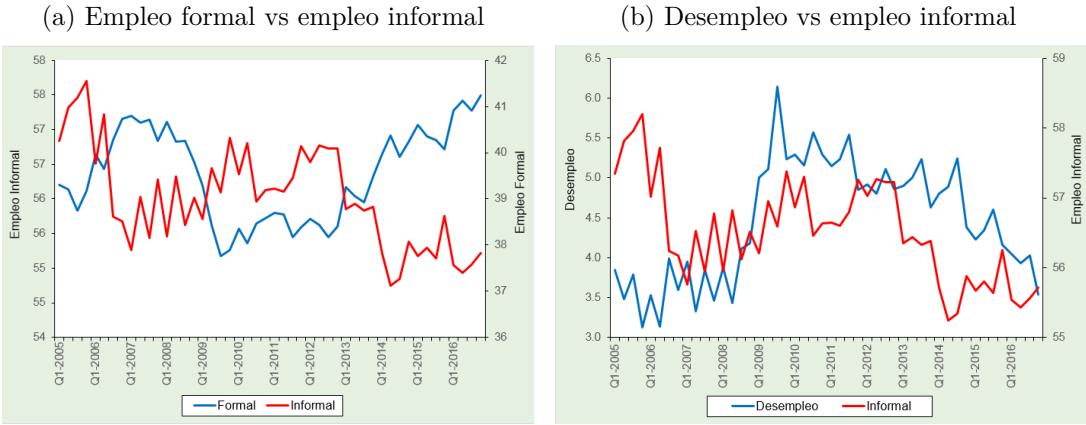
A nivel de grupo de países, Kucera y Galli (2003) usando un panel de 14 países para América Latina y el Caribe entre los años 1990-1997, hallan una relación negativa entre empleo formal e informal. En la misma línea Boeri y Garibaldi (2005) hallaron una relación positiva entre desempleo y empleo informal, para un set de países. Visto de otro modo, como el desempleo es contracíclico el empleo informal también debe serlo. Finalmente, Loayza y Rigolini (2011) usando data de sección cruzada para 54 países entre los años 1984-2008, encuentran que el empleo informal exhibiría un comportamiento contracíclico. Estos resultados son coherentes si se analiza el patrón que exhibe el empleo informal en economías pequeñas y abiertas, como es el caso de México y Sudáfrica. Estos dos países publican trimestralmente estadísti-

<sup>12</sup> Loayza (2007) toma como variable proxy a calidad de los servicios públicos el índice en el predominio de ley y orden de la *The international country risk guide*.

<sup>13</sup>Por contraste, no parece haber consenso respecto al comportamiento del PBI informal. Elgin (2012) usando una base datos para 152 países entre los años 1999-2007 concluye que el tamaño del sector informal sería contracíclico. Mientras Dell'Anno (2008), usando data para 19 países de América Latina y Caribe entre los períodos 1990-2004, concluye que el tamaño del sector informal sería procíclico.

cas sobre el empleo informal<sup>14</sup> lo cual posibilita la comparación entre calidad y cantidad del empleo. De observar la figura N°1 se infiere que México ofrece evidencia a favor de la sustitución cíclica. Así, periodos de expansión del empleo formal (2006-2009, 2013-2017) son acompañadas de caídas en el empleo informal y viceversa. Por otro lado, el caso de Sudáfrica es algo más confuso. De la figura N°2 se deducen épocas de sustitución (2007-2014) y épocas de complementación cíclica (2002-2005, 2014-2016).

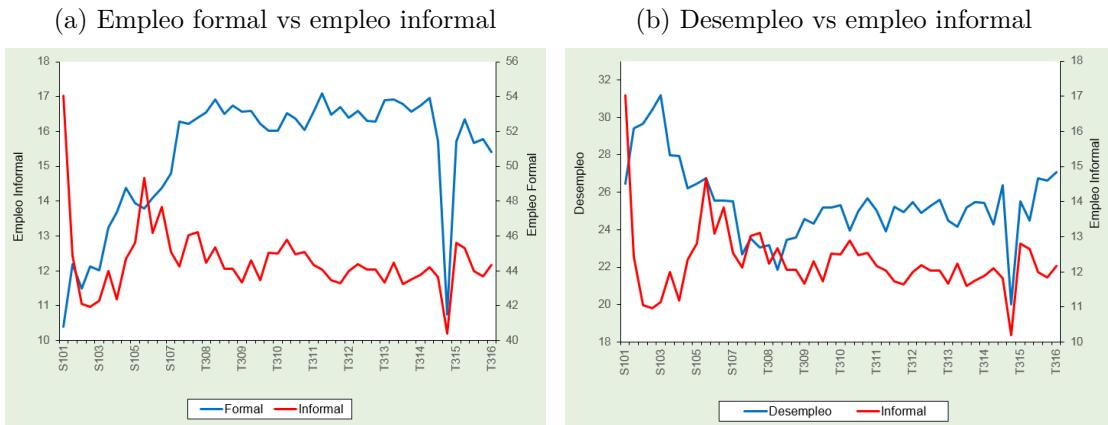
Figura 1: Mercado laboral en México  
(1º trimestre 2005 - 4º trimestre 2016)



Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, ONEGI.

Nota: El cálculo considera la definición TIL1 de informalidad. El empleo formal, empleo informal y desempleo se miden como porcentaje de la PEA.

Figura 2: Mercado laboral en Sudáfrica  
(1º semestre 2001 - 3º trimestre 2016)



Fuente: The Quarterly Labour Force Survey, Stats SA.

Nota: El empleo formal e informal excluye a los trabajadores del sector agricultura. El empleo formal, empleo informal y desempleo se miden como porcentaje de la PEA. Para los años 2001-2007, las estadísticas solo permiten observar la dinámica semestral, del año 2008-2016 la dinámica es trimestral.

<sup>14</sup>Los datos para México provienen de la “Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo”, mientras que los datos para Sudáfrica de “The Quarterly Labour Force Survey”.

### 3. Revisión de la literatura

En sentido estricto, la existencia de un mercado laboral informal lleva consigo la noción de mercados segmentados. Por tanto, una manera natural de estudiarlo, es partiendo por la causa que genera dicha segmentación. De acuerdo a [Todaro \(1969\)](#) y [Harris y Todaro \(1970\)](#) la distancia geográfica entre mercados jugaría un rol importante en la dualidad laboral. No obstante, para [Brueckner y Zenou \(1999\)](#) mas que un problema geográfico se trataría de un problema de información asimétrica. Así, en un entorno de selección adversa la noción de salarios de eficiencia explicaría el *wage gap*<sup>15</sup>.

Otro punto vista común entre los investigadores, es centrarse en la existencia de fricciones laborales. Por ejemplo, [Boeri y Garibaldi \(2005\)](#) desarrollan un modelo search-matching con trabajadores heterogéneos en habilidad. Los autores suponen, que el empleo informal está relacionado con un nivel elevado de rotación que desalienta a los trabajadores con habilidades altas. La autoselección de los trabajadores genera que en equilibrio, el trabajador marginal debería ser indiferente entre estar desempleado, trabajar en el sector formal o hacerlo en el sector informal. Otros modelos destacan la importancia de la productividad relativa entre los sectores formales e informales para comprender las decisiones de los trabajadores. [Albrecht et al. \(2009\)](#), desarrollan un modelo *search* con trabajadores heterogéneos en productividad. Suponen que independientemente de su habilidad, cuando laboran en el sector informal los salarios son los mismos, mientras que si trabajan en el sector formal los salarios corresponden a la productividad del trabajador. Así de forma racional, en equilibrio, aquellos trabajadores con productividades elevadas son asignados al sector formal, mientras que aquellos trabajadores con productividades bajas terminan laborando en el sector informal. [Florez \(2015\)](#) extiende el modelo anterior para incorporar la posibilidad de transición laboral directa entre empleo formal e informal, permitiendo la búsqueda de puestos laborales formales mientras los individuos laboran informalmente. Luego, analiza los efectos de aplicar tres políticas: seguro de desempleo, impuesto a los sectores formales y subsidio a la creación de trabajo. Encuentra que los seguros de desempleo incentivan a la formalización, los impuestos incrementan la probabilidad que los trabajadores formales se conviertan en informales y los subsidios reducen la tasa de desempleo.

En la misma linea, [Charlot et al. \(2015\)](#) desarrollan un modelo con mercados laborales imperfectos para el empleo formal e informal, esto les permite estudiar el impacto de las

---

<sup>15</sup>El wage gap es una señal de existencia de mercados laborales segmentados. Teóricamente, hay mercados laborales que operan con lógicas y condiciones distintas. Estas diferencias pueden mantenerse en el tiempo y evitar una asignación óptima o el vaciado oportuno de los mercados laborales. Ver [Reich et al. \(1973\)](#) y [Fields \(2011\)](#).

regulaciones laborales. En particular, una caída en los costos de entrada o una reducción en el poder de negociación salarial de los trabajadores formales induce a una formalización de la economía.

Alternativamente, otros autores centran su atención en el comportamiento de las firmas mas que en el de los trabajadores. Un ejemplo, es la investigación de [Bosch y Esteban-Pretel \(2012\)](#) quienes suponen que las empresas desean explotar los márgenes de beneficio que otorgan los contratos informales. Así, un incremento de las regulaciones en el mercado de trabajo induce a explotar los contratos informales, de manera que solo aquellos emparejamientos con alta productividad generan contratos formales. La autoselección de las empresas, también ha sido estudiada. [Badaoui et al. \(2006\)](#) desarrollan un modelo en el que el sector informal emerge endógenamente para responder razonablemente a las condiciones del mercado. Señalan que las firmas pequeñas son mas propensos a elegir pertenecer al sector informal debido a las altas tasas impositivas, mientras que las empresas grandes tenderán a ser formales. No obstante, las empresas formales también pueden tener actividades informales. [Granda \(2015\)](#) explota esta dimensión, el autor desarrolla un modelo en el que la firma representativa debe decidir entre ocultar sus actividades, evitando el pago de impuestos o menor acceso al crédito debido a fricciones financieras. Su principal conclusión, es que una mayor volatilidad macroeconómica puede ser explicada por la relevancia de las actividades informales dentro de las firmas formales.

Los modelos search-matching mencionados, carecen de respuestas ante preguntas de equilibrio general, en consecuencia, un grupo de investigadores han ido introduciendo la noción de search-matching e informalidad en modelos de equilibrio general dinámicos. El estudio primigenio es el de [Conesa et al. \(2002\)](#) quienes partiendo de un modelo RBC con dos sectores, suponen que un trabajador debe decidir emplearse en el sector formal o informal. La diferencia clave, es que el trabajo es indivisible en el sector formal y divisible en el sector informal. Intuitivamente esto obedece al hecho de que las empresas informales están asociadas a actividades intensivas en mano de obra. Una predicción interesante, es que la existencia de un *wage gap* entre empleo formal e informal puede explicar la amplitud de los ciclos económicos ante shocks de oferta. La intuición será que los países con *wage gap* pequeño tienen un bajo coste de oportunidad de participar en el sector formal, por ende un shock tecnológico genera mayor movilidad entre el sector formal e informal, amplificando el ciclo. [Bridji y Charpe \(2010\)](#) desarrollan un modelo search-matching con precios flexibles. La principal característica es que los mercados laborales informales son competitivos, mientras que los formales sufren de fricciones de búsqueda. Los autores concluyen que el sector informal actúa como *buffer*, expandiéndose durante las épocas de recesión. Sugieren que la movilidad

laboral entre sectores incrementa la volatilidad del producto. [Shapiro \(2015\)](#) argumenta que la volatilidad de las principales variables macroeconómicas estaría relacionado con el empleo informal. Para explicar el porqué, implementa un modelo con fricciones laborales en el que hay sustitución entre producción formal e informal. La principal conclusión es que ante una mejora de la calidad institucional, productividad formal, se genera una relación negativa entre el tamaño del sector informal y la volatilidad del desempleo<sup>16</sup>.

Finalmente, algunos estudios han analizado el efecto de los shocks sectoriales. [Fiess et al. \(2010\)](#), usando un modelo que implementa sectores transables y no transables, argumentan que la prociclicidad del empleo informal dependerá del sector donde se origina el shock. En la misma linea [Perry et al. \(2007\)](#) sugieren que si el shock se origina en sectores mas intensivos en mano de obra informal (sectores no transables) resultará que el empleo informal tendrá un comportamiento procíclico. Asimismo, [Fernández y Meza \(2015\)](#), elaboran un modelo en el que cohabitan empresas formales e informales. La principal característica del modelo es que la productividad solo se origina en el sector formal, trasmitiéndose imperfectamente al sector informal. Los autores concluyen que un shock de productividad formal explicaría la contriciclicidad del empleo informal observada en México. Finalmente, [Gómez \(2013\)](#) incorpora rigideces nominales en un modelo con sectores informales. Su principal aporte, es explicar cómo shocks de tasas de interés reducen el empleo formal e incrementan el empleo informal.

## 4. El modelo

El modelo está inspirado en el trabajo de [Abbritti y Fahr \(2013\)](#), quienes incorporan un search matching al estilo de [Mortensen y Pissarides \(1994\)](#). Esta tesis sigue de cerca la linea de investigación propuesta por [Shapiro \(2015\)](#), [Bosch y Esteban-Pretel \(2012\)](#) y [Castillo y Montoro \(2012\)](#) que consiste en incorporar fricciones laborales para fundamentar la existencia de desempleo no voluntario y observar tres estados laborales del individuo: empleado formalmente, empleado informalmente o desempleado.

### 4.1. Las Familias

Siguiendo a [Castillo y Montoro \(2012\)](#) y [Morales y Kolev \(2008\)](#) se supone la existencia de una familia representativa que de forma racional incorpora la decisión de laborar en ámbitos formales o informales para cada uno de sus miembros. Asimismo, al igual que [Abbritti y](#)

---

<sup>16</sup>Intuitivamente, la relación negativa ocurre porque ambos sectores, formal e informal, compiten asiduamente. Entonces, una mejora de la calidad institucional, permite que las empresas formales sean más competitivas. El desempleo, en consecuencia, se ve reducido.

Fahr (2013), la familia representativa está conformada por un continuo de miembros en el intervalo unitario. Entonces, dado que la función de bienestar depende del nivel de consumo y el trabajo empleado, el problema de la familia puede expresarse como:

$$\Omega_t = \max_{C_t, B_t, N_{F,t}, N_{I,t}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[ \frac{C_{t+j}^{1-g}}{1-g} - \chi_1 \frac{h_{F,t+j}^{1+\gamma}}{1+\gamma} N_{F,t+j} - \chi_2 \frac{h_{I,t+j}^{1+\gamma}}{1+\gamma} N_{I,t+j} \right]$$

Sujeta a la restricción presupuestaria.

$$C_t + \frac{B_t^p}{P_t} = w_{F,t}^R N_{F,t} h_{F,t} + w_{I,t}^R N_{I,t} h_{I,t} + \frac{B_{t-1}^p}{P_t} (1 + i_{t-1}) + \Gamma_t^{R\Upsilon} + G_t$$

$$\Gamma_t^{R\Upsilon} = \Gamma_{F,t}^R + \Gamma_{I,t}^R$$

Donde  $\beta \in (0, 1)$  es el factor de descuento subjetivo de las familias,  $C_t$  es el consumo de bienes (canasta o set de bienes formales e informales).  $B_t^p$  es el stock de activos netos externos que demandan las familias<sup>17</sup>.  $\Gamma_t^{R\Upsilon}$  son los beneficios reales de las empresas y estas pueden ser formales ( $\Gamma_{F,t}^R$ ) o informales ( $\Gamma_{I,t}^R$ ).  $w_{F,t}^R$  y  $w_{I,t}^R$  son los salarios reales formal y informal respectivamente, que se obtiene en el mercado en caso de conseguir una vacante.  $N_{F,t}$  y  $N_{I,t}$  representa al porcentaje de miembros de la familia que se encuentran empleados en el sector formal e informal respectivamente. De forma similar  $h_{F,t}$  y  $h_{I,t}$  son el número de horas trabajadas cuando se está empleado en el sector formal o informal.  $i_t$  es la tasa nominal de interés que se paga al poseedor del activo.  $G_t$  es una transferencia *lump sum* que realiza el gobierno. Finalmente,  $U_t$  es el porcentaje de miembros del hogar que se encuentran desempleados, mientras  $L_{F,t}$  y  $L_{I,t}$  representan al total de horas dedicadas al ocio cuando se está empleado en el sector formal o informal. Las condiciones que deben cumplir la tasa de desempleo y el ocio serán:

$$U_t = 1 - N_{F,t} - N_{I,t}$$

$$L_{F,t} = 1 - h_{F,t}$$

$$L_{I,t} = 1 - h_{I,t}$$

El modelo descrito, tiene dos dimensiones, horas de trabajo y la condición de empleo. Con fines de simplificación, se presume que cada miembro de la familia trabaja las mismas horas, si es que está empleado. Este supuesto tiene sustento empírico, como señala Rogerson y Shimer (2011) la evidencia sugiere que la mayor parte del ajuste laboral se da por el margen extensivo (empleo) y no intensivo (horas de trabajo). Reemplazando este supuesto en el problema de

---

<sup>17</sup>De forma implícita se asume que el tipo de cambio nominal en el periodo  $t$  es igual a 1.

la familia representativa se define una función de utilidad lineal en  $N_{F,t}$  y  $N_{I,t}$ .

$$\Omega_t = \max_{C_t, B_t, N_{F,t}, N_{I,t}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[ \frac{C_{t+j}^{1-g}}{1-g} - \zeta N_{F,t+j} - \xi N_{I,t+j} \right] \quad (1)$$

Donde  $\zeta = \chi_1 \frac{\bar{h}_F^{1+\gamma}}{1+\gamma}$  y  $\xi = \chi_2 \frac{\bar{h}_I^{1+\gamma}}{1+\gamma}$  son parámetros que definen el efecto marginal de laborar formal e informalmente en la función de bienestar de la familia representativa. Además, siguiendo a [Charlot et al. \(2011\)](#) la canasta de consumo ( $C_t$ ) está compuesta por bienes formales ( $C_{F,t}$ ) y bienes informales ( $C_{I,t}$ ). La función que describe esta composición es:

$$C_t = \left( \alpha_{F,c}^{\frac{1}{\varepsilon}} C_{F,t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \alpha_{I,c}^{\frac{1}{\varepsilon}} C_{I,t}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (2)$$

Donde  $\alpha_{F,c}$  y  $\alpha_{I,c}$  son parámetros que determinan el peso del consumo formal e informal en la cesta de bienes totales. Asimismo, la elasticidad de sustitución entre bienes formales e informales se define por el parámetro  $\varepsilon > 0$ . Como hay sustitución imperfecta entre los dos bienes, las familias deben solucionar previamente un problema intratemporal de minimización de gastos. De resolver el problema se obtienen las demandas óptimas de los individuos, para los bienes formales e informales:

$$C_{I,t} = \alpha_{I,c} \left( \frac{P_{I,t}}{P_t} \right)^{-\varepsilon} C_t \quad (3)$$

$$C_{F,t} = \alpha_{F,c} \left( \frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\varepsilon} C_t \quad (4)$$

Como solo hay dos tipos de bienes, el gasto total en consumo ( $P_t C_t$ ) debe ser una composición del gasto en bienes formales e informales (5). Combinando oportunamente las ecuaciones (3) y (4) se define el índice de precios de la economía (6).

$$P_t C_t = P_{F,t} C_{F,t} + P_{I,t} C_{I,t} \quad (5)$$

$$P_t = \left[ \alpha_{F,c} (P_{F,t})^{1-\varepsilon} + \alpha_{I,c} (P_{I,t})^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (6)$$

Habiendo solucionado el problema intratemporal, la familia representativa soluciona su problema intertemporal. De forma explícita, se supone que el agente, cumple con su restricción presupuestaria (7) en cada momento del tiempo. Entonces, es posible definir su problema, como la maximización de la función bienestar (1) sujeto a la restricción presupuestaria (7).

$$C_t + \frac{B_t^p}{P_t} = \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t} + \bar{h}_I w_{I,t}^R N_{I,t} + \frac{B_{t-1}^p}{P_t} (1 + i_{t-1}) + \Gamma_{F,t}^R + \Gamma_{I,t}^R + G_t \quad (7)$$

Finalmente, el nivel óptimo de consumo y ahorro viene dado por la ecuación de Euler, que iguala el costo de posponer el consumo con el beneficio esperado del ahorro<sup>18</sup>. En la ecuación (8),  $R_t$  es la tasa de interés real.

$$1 = \beta E_t \left[ \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-g} R_t \right] \quad (8)$$

## Decisión de oferta laboral

Siguiendo a Castillo y Montoro (2012) se definen las siguientes funciones de valor para la familia representativa<sup>19</sup>:

$$V_{F,t}^N = \bar{h}_F w_{F,t}^R - \frac{\zeta}{\lambda_t} + E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - \delta_F (1 - p_{F,t+1})) V_{F,t+1}^N + \delta_F p_{I,t+1} V_{I,t+1}^N + \delta_F (1 - p_{t+1}) V_{t+1}^U \right] \quad (9)$$

$$V_{I,t}^N = \bar{h}_I w_{I,t}^R - \frac{\xi}{\lambda_t} + E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - \delta_I (1 - p_{I,t+1})) V_{I,t+1}^N + \delta_I p_{F,t+1} V_{F,t+1}^N + \delta_I (1 - p_{t+1}) V_{t+1}^U \right] \quad (10)$$

$$V_t^U = E_t Q_{t+1,t} \left[ p_{F,t+1} V_{F,t+1}^N + p_{I,t+1} V_{I,t+1}^N + (1 - p_{t+1}) V_{t+1}^U \right] \quad (11)$$

Donde  $Q_{t+1,t} = \beta \frac{UMgC_{t+1}}{UMgC_t}$  es el factor de descuento estocástico y  $p_{t+1} = p_{F,t+1} + p_{I,t+1}$  es la probabilidad de hallar un empleo. Las ecuaciones (9), (10) y (11) muestran el valor futuro descontando que tiene para la familia el estar empleado formalmente ( $V_{F,t}^N$ ), empleado informalmente ( $V_{I,t}^N$ ) o desempleado ( $V_t^U$ ), dada las probabilidades de hallar empleo en el siguiente periodo. Por ejemplo, la ecuación (9) impone la condición que para estar empleado formalmente los ingresos laborales ( $\bar{h}_F w_{F,t}^R$ ) deben exceder a la desutilidad que genera trabajar formalmente ( $\frac{\zeta}{\lambda_t}$ ). Además, como en cada periodo se destruye un  $\delta_F$  de los puestos laborales formales, hay una probabilidad que el individuo pierda el empleo en el periodo  $t + 1$ . De ser parte de este grupo, el individuo tiene que considerar la probabilidad en el periodo  $t + 1$  de hallar un empleo formal ( $p_{F,t+1}$ ), la probabilidad de hallar un empleo informal ( $p_{I,t+1}$ ) o de quedarse desempleado ( $1 - p_{t+1}$ ). Las ecuaciones (10) y (11) tienen una interpretación similar. De otro lado, si se define oportunamente las siguientes variables  $X_{F,t} = V_{F,t}^N - V_t^U$  y  $X_{I,t} = V_{I,t}^N - V_t^U$  es posible reducir el número de funciones de valor. Reemplazando (11) en (9) y (10), luego ordenando oportunamente se obtiene:

<sup>18</sup>Partiendo de la siguiente definición  $\left( \frac{P_t}{P_{t+1}} \right) (1 + i_t) = (1 + r_t) = R_t$

<sup>19</sup>Es necesario definir las funciones de valor, pues el mercado laboral no actuá como un subastador walrasiano y es preciso usar la negociación *a la Nash*.

$$X_{F,t} = \bar{h}_F w_{F,t}^R - \frac{\zeta}{\lambda_t} + (1 - \delta_F) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{F,t+1} - p_{I,t+1}) X_{F,t+1} \right] \quad (12)$$

$$X_{I,t} = \bar{h}_I w_{I,t}^R - \frac{\xi}{\lambda_t} + (1 - \delta_I) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{F,t+1} - p_{I,t+1}) X_{I,t+1} \right] \quad (13)$$

La ecuación (12) es el beneficio neto de estar empleado en el sector formal. Nótese que el beneficio neto son los ingresos menos la desutilidad del trabajo y el valor futuro de estar empleado formalmente o informalmente. La ecuación (13) es el beneficio neto de operar informalmente.

## 4.2. Empresas

Por construcción hay dos tipos de empresas: formales e informales. Las firmas formales solo producen bienes formales  $Y_{F,t}$  que los venden al precio  $P_{F,t}$ . De forma similar, las firmas informales solo producen bienes informales  $Y_{I,t}$  al precio  $P_{I,t}$ . Se supone que ambos tipos de empresas operan en un entorno de competencia perfecta. Además, cada productor usa únicamente trabajo como factor de producción, lo que obliga a demandar mano de obra. Como se supone que los mercados laborales enfrentan fricciones de búsqueda<sup>20</sup>, las empresas tienen que ofrecer vacantes a un determinado costo con el riesgo de que no siempre serán cubiertas. Por último, la diferencia entre empresas formales e informales tiene tres fuentes. Primero, las empresas formales deben pagar un impuesto sobre los salarios que, a su vez, no son asumidas por las empresas informales. Segundo, las empresas formales (informales) incorporan dentro de su función de producción una productividad exclusiva al sector formal (informal). Tercero, se incorpora de manera explícita el *productivity gap* entre el sector formal e informal, esto es, la productividad del sector formal es sustancialmente mayor al del sector informal.

### 4.2.1. Empresas formales

En cada periodo, una tasa exógena  $\delta_F$  de puestos de trabajo formales son destruidos. De igual manera, una tasa exógena  $\delta_I$  de puestos de trabajo informales son destruidos. La suma de estos dos conceptos brinda la destrucción total de puestos de trabajo en la economía ( $\delta_F N_{F,t-1} + \delta_I N_{I,t-1}$ ). Adicionalmente, la tasa de desempleo del anterior periodo se define como

---

<sup>20</sup>Siguiendo a [Blanchard et al. \(1990\)](#) la economía está caracterizada por una transición importante desde el estado de empleo al estado de desempleo. Esto es consistente con [Davis y Haltiwanger \(1990\)](#) y [Hall \(2006\)](#) quienes encuentran que la tasa de destrucción es contracíclica, mientras que la tasa de creación de vacantes es altamente procíclica, para la economía de los EE.UU.

$U_{t-1} = 1 - N_{F,t-1} - N_{I,t-1}$ . De este modo, en el periodo  $t$ , todos los que están desempleados en  $t-1$  y todos los que perdieron su empleo al finalizar el periodo  $t-1$  están buscando trabajo. Sea  $S_t$  la proporción de individuos que buscan un puesto laboral.

$$S_t = 1 - (1 - \delta_F)N_{F,t-1} - (1 - \delta_I)N_{I,t-1} \quad (14)$$

Por otro lado, el proceso de emparejamiento en el mercado laboral formal se da a través de una función matching ( $M_{F,t}$ ) que se supone está en función del número de vacantes ofrecidas por las empresas formales ( $V_{F,t}$ ) y de la proporción de individuos que buscan un puesto laboral ( $S_t$ ). El parámetro  $m_F > 0$  recoge la eficiencia del mercado laboral, a menor valor de  $m_F$  menor será el matching laboral y por ende menor la eficiencia del mercado.  $\sigma \in (0, 1)$  define la elasticidad del matching laboral respecto a los buscadores de empleo. La ecuación (15) define el matching o los nuevos puestos de trabajo generados.

$$M_{F,t} = m_F S_t^\sigma V_{F,t}^{1-\sigma} \quad (15)$$

Como de las ecuaciones (14) y (15) se conoce el número de búsquedas y el número de emparejamientos, es posible definir la probabilidad de encontrar un empleo formal para el trabajador ( $p_{F,t}$ ) y la probabilidad de cubrir una vacante formal para la empresa ( $q_{F,t}$ ) de la siguiente forma:

$$p_{F,t} = \frac{M_{F,t}}{S_t} = m_F \theta_{F,t}^{1-\sigma} \quad (16)$$

$$q_{F,t} = \frac{M_{F,t}}{V_{F,t}} = m_F \theta_{F,t}^{-\sigma} \quad (17)$$

$$\theta_{F,t} = \frac{V_{F,t}}{S_t} \quad (18)$$

Donde  $\theta_{F,t}$  es la tasa de congestión formal, es decir, el número de vacantes laborales formales por cada buscador de trabajo. Asimismo, considerando que en cada periodo sobreviven  $(1 - \delta_F) N_{F,t-1}$  de puestos de trabajo formales y hay una cantidad  $M_{F,t}$  de emparejamientos, la cantidad de empleo formal en el periodo  $t$  se define por la ecuación (19). La ecuación (19) también es llamada la ley de movimiento del trabajo formal.

$$N_{F,t} = (1 - \delta_F) N_{F,t-1} + M_{F,t} \quad (19)$$

Sea que la función de producción de la empresa formal depende de un único factor de producción, el trabajo ( $N_{F,t}$ ). Y sea que la productividad del sector formal ( $A_{F,t}$ ) tiene dos componentes: la productividad agregada ( $A_t$ ) y la productividad sectorial formal ( $z_{F,t}$ ). La

forma de esta composición tendrá la siguiente forma:

$$A_{F,t} = A_t z_{F,t} \bar{h}_F \quad (20)$$

Entonces, se define la función de producción de la empresa formal, el movimiento de la productividad agregada y el movimiento de la productividad sectorial formal como:

$$Y_{F,t} = A_{F,t} N_{F,t} \quad (21)$$

$$\ln A_t = \rho_a \ln A_{t-1} + \epsilon_t^a \quad (22)$$

$$\ln z_{F,t} = \rho_{zF} \ln z_{F,t-1} + \epsilon_t^{zF} \quad (23)$$

Donde  $\epsilon_t^a \sim iid(0, \sigma_a^2)$  y  $\epsilon_t^{zF} \sim iid(0, \sigma_{zF}^2)$ . Además, los parámetros de persistencia de los choques de productividad agregados y sectoriales formales cumplen con las siguientes restricciones:  $|\rho_a| < 1$  y  $|\rho_{zF}| < 1$ . Dado que estas firmas tienen que afrontar dos costes, los salarios y el anuncio de vacantes, la función de beneficios en términos reales ( $\Gamma_{F,t}^R$ ) en cada periodo será:

$$\Gamma_{F,t}^R = \phi_{F,t} A_{F,t} N_{F,t} - (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t} - \phi_{F,t} k_{F,t} V_{F,t} \quad (24)$$

$$\phi_{F,t} = \frac{P_{F,t}}{P_t} \quad (25)$$

$$k_{F,t} = \frac{k_F}{UMgC_t} \quad (26)$$

Donde  $\tau$  es la tasa de impuestos sobre los salarios reales formales.  $\phi_{F,t}$  son los precios relativos formales.  $k_{F,t}$  es el costo real de anunciar una vacante formal. Como se observa de la ecuación (26) hay un costo fijo de anunciar una vacante ( $k_F$ ) y un costo variable ( $\frac{1}{UMgC_t}$ ). Dado que el mercado laboral no se vacía siguiendo la lógica walrasiana, sino que sigue la ley de movimiento (19), las empresas formales maximizan la suma futura descontada de sus beneficios reales. Por tanto, el problema intertemporal se la firma será:

$$F_{F,t} = \max_{\{N_{F,t+j}, V_{F,t+j}\}_{j=0}^{\infty}} E_t \left[ \sum_{j=0}^{\infty} Q_{t+j,t} \Gamma_{F,t+j}^R \right] \quad (27)$$

s.a

$$N_{F,t} = (1 - \delta_F) N_{F,t-1} + M_{F,t} \quad (28)$$

Donde  $Q_{t+j,t} = \beta^j \frac{UMgC_{t+j}}{UMgC_t}$  es el factor de descuento estocástico. De maximizar la ecuación (27) sujeto a (28) se obtiene la condición de primer orden para las vacantes formales (29). Alternativamente, usando la siguiente transformación  $J_{F,t} = \frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}}$  es posible reducir la

nomenclatura.

$$\frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}} = \phi_{F,t} A_{F,t} - (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R + (1 - \delta_F) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right) \right] \quad (29)$$

$$J_{F,t} = \phi_{F,t} A_{F,t} - (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R + (1 - \delta_F) E_t [Q_{t+1,t} J_{F,t+1}] \quad (30)$$

Como las firmas formales negocian el salario considerando el costo de anunciar una vacante (en términos reales) y la probabilidad de hallar un empleado. La ecuación (29) implica que  $\frac{\partial F_{F,t}}{\partial N_{F,t}} = 0$ , es decir, la condición de optimización en la contratación de empleo exige que la empresa debe contratar un trabajador hasta el punto en que la última vacante ocupada no incremente los beneficios de la firma. O dicho de otra forma, en el óptimo emitir una vacante para la empresa debe tener un valor marginal de cero. Luego, ordenando adecuadamente (29) es posible encontrar la ecuación que define los precios relativos óptimos para la empresa formal:

$$\phi_{F,t} = \frac{(1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R - (1 - \delta_F) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right) \right]}{A_{F,t} - \frac{k_{F,t}}{q_{F,t}}} \quad (31)$$

De la ecuación (31) es posible inferir varias cosas. Primero, un mayor costo laboral induce a incrementar los precios relativos formales. Segundo, un incremento de la productividad del sector formal reduce los precios relativos formales. Tercero, un incremento en el costo de anunciar una vacante en el periodo  $t + 1$  hace que hoy la empresa tenga mayor interés en cubrir la vacante y no esperar a mañana. Este mayor interés se verá reflejado en una mayor mano de obra contratada y por tanto en un nivel de producción más alto. El incremento de la oferta, dada la demanda, exige una reducción de los precios relativos formales.

**Negociación: Nash bargaining** Como es usual en la literatura de modelos matching ([Abbritti y Fahr, 2013](#)), se supone que los salarios se determinan por un proceso de negociación *a la Nash* ( $w_{F,t}^R$ ) en el que las firmas tienen derecho a dirigir<sup>21</sup>. Usando las ecuaciones (30) y (12) se define los salarios reales negociados como aquella que maximiza la función de pagos formal.

$$w_{F,t}^R = \underset{w_{F,t}^R}{\operatorname{argmax}} \left[ J_{F,t}^{1-\eta_F} (X_{F,t})^{\eta_F} \right] \quad (32)$$

Donde el poder de negociación de los trabajadores está determinado por el parámetro  $\eta_F$ . De maximizar la función de pagos (32) se obtiene la condición de primer orden (CPO), que establece la relación óptima entre el beneficio neto de los trabajadores y el valor de emitir

---

<sup>21</sup>En general hay dos formas de negociación *eficiente* y con *derecho a dirigir*. En la eficiente se negocian los salarios y el número de horas a trabajar. Con derecho a dirigir es la firma quien determina las horas de trabajo, siendo los salarios el único objeto de la negociación.

una vacante por parte de la firma. La CPO del problema de Nash exige:

$$X_{F,t} = \frac{\eta_F}{(1 + \tau)(1 - \eta_F)} J_{F,t} \quad (33)$$

Reemplazando las ecuaciones (30) y (12) en (33) es posible despejar los salarios reales formales (34).

$$\begin{aligned} w_{F,t}^R &= \frac{\zeta}{\bar{h}_F \lambda_t} + \frac{\eta_F}{\bar{h}_F (1 + \tau) (1 - \eta_F)} \left\{ \frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}} - (1 - \delta_F) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{F,t+1} - p_{I,t+1}) \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right] \right\} \\ w_t^R &= RES + \frac{\eta_F}{\bar{h}_F (1 + \tau) (1 - \eta_F)} PRE \end{aligned} \quad (34)$$

La ecuación (34) refleja el salario real de Nash, el cual tiene dos componentes: el salario de reserva (RES) y el salario premium (PRE). Intuitivamente, si el costo de anunciar una vacante formal es igual a cero ( $k_F = 0$ ), entonces el salario pagado será igual a la desutilidad de trabajar. Por dicho motivo el lado derecho puede ser llamado premium, en tanto excede al salario walrasiano. Observe que el PRE dependerá positivamente del poder de negociación de los trabajadores. Intuitivamente, si el beneficio para la firma de cubrir una vacante en el periodo  $t$  es mayor que en el periodo  $t + 1$ , a la empresa le conviene contratar mas mano de obra hoy. Con este objetivo, la empresa debe ofrecer un salario mayor. La respuesta que tienen los salarios negociados ante es mayor beneficio potencial de la empresa, dependerá del poder de negociación y de los impuestos.

#### 4.2.2. Empresas informales

De forma similar a las empresas formales, estas empresas enfrentan un mercado laboral con fricciones de búsqueda, cuya tasa de destrucción de puestos laborales es exógena y definida por el parámetro  $\delta_I$ . El proceso de emparejamiento se dará a través de una función matching (35). La probabilidad de encontrar un empleo para el trabajador ( $p_{I,t}$ ) y la probabilidad de cubrir una vacante para la empresa ( $q_{I,t}$ ) se definen de forma similar al caso anterior (36) y (37). La tasa de congestión informal ( $\theta_{I,t}$ ) se describe en la ecuación (38). Finalmente, la ecuación (39) define la ley de movimiento del trabajo informal.

$$M_{I,t} = m_I S_t^\sigma V_{I,t}^{1-\sigma} \quad (35)$$

$$p_{I,t} = \frac{M_{I,t}}{S_t} = m_I \theta_{I,t}^{1-\sigma} \quad (36)$$

$$q_{I,t} = \frac{M_{I,t}}{V_{I,t}} = m_I \theta_{I,t}^{-\sigma} \quad (37)$$

$$\theta_{I,t} = \frac{V_{I,t}}{S_t} \quad (38)$$

$$N_{I,t} = (1 - \delta_I) N_{I,t-1} + M_{I,t} \quad (39)$$

La interpretación de las ecuaciones es similar al caso de las empresas formales. Sea que la función de producción de la empresa informal depende de un único factor de producción, el trabajo informal ( $N_{I,t}$ ). Y sea que la productividad del sector informal ( $A_{I,t}$ ) tiene dos componentes: la productividad agregada ( $A_t$ ) y la productividad sectorial informal ( $z_{I,t}$ ). La forma de esta composición es:

$$A_{I,t} = \kappa A_t z_{I,t} \bar{h}_I \quad (40)$$

La interpretación de  $0 < \kappa < 1$  es directa, las empresas informales no pueden aprovechar todo el incremento en la productividad agregada. El parámetro  $\kappa$  permite introducir de forma explícita el *productivity gap* entre el sector formal e informal. Entonces, se define la función de producción de la empresa informal, el movimiento de la productividad agregada y el movimiento de la productividad sectorial informal como:

$$Y_{I,t} = A_{I,t} N_{I,t} \quad (41)$$

$$\ln A_t = \rho_a \ln A_{t-1} + \epsilon_t^a \quad (42)$$

$$\ln z_{I,t} = \rho_{zI} \ln z_{I,t-1} + \epsilon_t^{zI} \quad (43)$$

Donde  $\epsilon_t^a \sim iid(0, \sigma_a^2)$  y  $\epsilon_t^{zI} \sim iid(0, \sigma_{zI}^2)$ . Además, los parámetros de persistencia de los choques de productividad agregados y sectoriales informales cumplen con las siguientes restricciones:  $|\rho_a| < 1$  y  $|\rho_{zI}| < 1$ . Dado que estas firmas tienen que afrontar dos costes, los salarios y el anuncio de vacantes, la función de beneficios en términos reales ( $\Gamma_{I,t}^R$ ) en cada periodo será:

$$\Gamma_{I,t}^R = \phi_{I,t} A_{I,t} N_{I,t} - \bar{h}_I w_{I,t}^R N_{I,t} - \phi_{I,t} k_{I,t} V_{I,t} \quad (44)$$

$$\phi_{I,t} = \frac{P_{I,t}}{P_t} \quad (45)$$

$$k_{I,t} = \frac{k_I}{UMgC_t} \quad (46)$$

Donde  $k_{I,t}$  es el costo real de emitir una vacante y  $\phi_{I,t}$  es el precio relativo informal. Al igual que en el caso de las empresas formales, las firmas informales enfrentan el siguiente problema:

$$F_{I,t} = \max_{\{N_{I,t+j}, V_{I,t+j}\}_{j=0}^{\infty}} E_t \left[ \sum_{j=0}^{\infty} Q_{t+j,t} \Gamma_{I,t+j}^R \right] \quad (47)$$

s.a

$$N_{I,t} = (1 - \delta_I) N_{I,t-1} + M_{I,t} \quad (48)$$

Resolviendo el problema de las firmas informales, de forma equivalente a las formales, obtenemos la ecuación que define las vacantes óptimas informales es:

$$\frac{\phi_{I,t} k_{I,t}}{q_{I,t}} = \phi_{I,t} A_{I,t} - \bar{h}_I w_{I,t}^R + (1 - \delta_I) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right) \right] \quad (49)$$

$$J_{I,t} = \phi_{I,t} A_{I,t} - \bar{h}_I w_{I,t}^R + (1 - \delta_I) E_t \left[ Q_{t+1,t} J_{I,t+1} \right] \quad (50)$$

Donde de manera oportuna se trabaja con la siguiente nomenclatura  $J_{I,t} = \frac{\phi_{I,t} k_{I,t}}{q_{I,t}}$ . Considerando que la ecuación (50) implica que el valor marginal de emitir una vacante para la empresa debe ser cero en el óptimo, es posible definir los precios relativos informales como:

$$\phi_{I,t} = \frac{\bar{h}_I w_{I,t}^R - (1 - \delta_I) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right) \right]}{A_{I,t} - \frac{k_{I,t}}{q_{I,t}}} \quad (51)$$

Nuevamente, al igual que en el caso de la empresa formal, un incremento en la productividad informal o un incremento en los costos de anunciar una vacante en  $t + 1$  reducen los precios relativos. Por otro lado, mayores salarios presionan al alza los costos incrementando los precios que deben cobrar las firmas informales.

**Negociación: Nash bargaining** Nuevamente, al igual que en el mercado laboral formal, los salarios informales se determinan por un proceso de negociación *a la Nash* ( $w_{I,t}^{RN}$ ). Suponiendo firmas con derecho a dirigir, se plantea el siguiente problema:

$$w_{I,t}^R = \underset{w_{I,t}^R}{\operatorname{argmax}} \left[ J_{I,t}^{1-\eta_I} (X_{I,t})^{\eta_I} \right] \quad (52)$$

Donde  $\eta_I$  es el poder de negociación de los trabajadores. De resolver (52), el salario informal negociado será:

$$w_{I,t}^{RN} = \frac{\xi}{\bar{h}_I \lambda_t} + \frac{\eta_I}{\bar{h}_I (1 - \eta_I)} \left\{ \frac{\phi_{I,t} k_{I,t}}{q_{I,t}} - (1 - \delta_I) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{I,t+1} - p_{F,t+1}) \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right] \right\} \quad (53)$$

### 4.3. Política fiscal

El gobierno posee una sola fuente de recaudación, ingreso por impuestos laborales ( $\tau \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t}$ ). Y una sola fuente de egreso, el gasto corriente ( $G_t$ ).  $B_t^G$  son los activos netos externos en poder del gobierno. Dada estas variables, el presupuesto del gobierno se define como:

$$\frac{B_t^G}{P_t} = \tau \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t} - G_t + \frac{B_{t-1}^G}{P_t} (1 + i_{t-1}) \quad (54)$$

$$G_t = G_{ss} \quad (55)$$

La ecuación (55) sugiere que el gasto publico es siempre exógeno e igual a su estado estacionario. De la ecuación (54) se entiende que el gobierno usa los activos externos como mecanismo de estabilización de los desequilibrios presupuestarios. En tal sentido, los activos en manos del gobierno son endógenos al ciclo económico. En el mismo sentido, se observa que hay un estabilizador automático en la política fiscal, los impuestos  $\tau \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t}$ , tal como sugiere [Fedelino et al. \(2009\)](#). Finalmente, a fin de garantizar que la deuda pública cumpla con la regla de no juego de Ponzi se impone la siguiente condición.

$$\lim_{T \rightarrow \infty} E_t \left( Q_{t+T,t} B_T^{RG} \right) = 0 \quad (56)$$

La ecuación (56) exige que la suma de los déficits fiscales futuros descontados sea igual a los activos netos externos a inicios del periodo, de manera que siempre se garantiza la sostenibilidad de la deuda pública.

### 4.4. Tasa de interés

A nivel agregado, los activos externos en manos de residentes, es la suma de los activos en manos del gobierno y de las familias. En términos reales se definen como:

$$B_t^R = \frac{B_t^G + B_t^p}{P_t} \quad (57)$$

Siguiendo a [Schmitt-Grohé y Uribe \(2003\)](#) se supone que la tasa de interés responde a desviaciones de los activos externos netos de la economía.

$$R_t = R_{ss}^* \Psi \left( B_t^R \right) \quad (58)$$

Donde:  $\Psi(B_t^R) = \exp(\Psi_B(B_{ss}^R - B_t^R))$  y expresa una prima por riesgo<sup>22</sup>. Además,  $B_{ss}^R$  será el nivel de activos agregados de la economía en estado estacionario en términos reales<sup>23</sup>. Finalmente,  $R_{ss}^*$  es la tasa de interés real internacional, que se presume está siempre en su nivel de estado estacionario.

#### 4.5. Condiciones de equilibrio de mercado

Dado que hay solo dos sectores en la economía, la producción agregada en términos nominales ( $P_t Y_t$ ), debe ser la suma de la producción formal e informal nominal.

$$P_t Y_t = P_{F,t} Y_{F,t} + P_{I,t} Y_{I,t} \quad (59)$$

Del mismo modo, las condiciones que vacían los mercados formales e informales, esto es, en el que la oferta y la demanda se equilibraran son:

$$Y_{F,t} = C_{F,t} + k_{F,t} V_{F,t} + X N_t \quad (60)$$

$$Y_{I,t} = C_{I,t} + k_{I,t} V_{I,t} \quad (61)$$

Las ecuaciones (60) y (61) sugieren que solo el sector formal es transable. Además, que las fricciones laborales son costos que tienen que ser asumidos por la sociedad en forma de menos renta dedicada a consumo. A nivel agregado, partiendo de la ecuación que define el presupuesto de las familias (7) y (54); considerando que el beneficio agregado es la suma de los beneficios de los productores formales e informales; y reemplazando las ecuaciones (24), (44), (60) y (62), se obtiene la condición de equilibrio externo.

$$\phi_{F,t} X N_t = B_t^R - B_{t-1}^R R_{t-1} \quad (62)$$

Donde  $X N_t$  son las exportaciones netas o *trade balance*. La ecuación (62) sugiere que todo balance comercial positivo debe ser compensando con un flujo de activos externos positivos en mano de los residentes.

---

<sup>22</sup>Recuérdese que se ha definido  $B_t$  como el stock de activos externos que poseen familias y el gobierno, y no como deuda. Las implicancias no son relevantes, toda vez que una deuda neta será descrita con signo contrario.

<sup>23</sup>Como la prima por riesgo es creciente en deuda, induce a la estacionariedad.

## 4.6. Equilibrio recursivo

Se define un equilibrio competitivo como la secuencia de asignaciones  $\{C_t, B_t^{Rp}, N_{F,t}, N_{I,t}\}_0^\infty$  para el hogar representativo, la secuencia de asignaciones  $\{N_{F,t}^d, V_{F,t}\}_0^\infty$  para la firma formal, la secuencia de asignaciones  $\{N_{I,t}^d, V_{I,t}\}_0^\infty$  para la firma informal, la secuencia de buscadores de empleo  $\{S_t\}_0^\infty$ , la secuencia de activos externos en poder del gobierno  $\{B_t^{RG}\}_0^\infty$ , la secuencia de precios relativos y salarios reales  $\{\phi_{F,t}, \phi_{I,t}, w_{F,t}^R, w_{I,t}^R\}_0^\infty$  tales que, dada la dotación inicial de activos totales de la economía  $B_0^R$ , productividad agregada  $A_0$ , productividad sectorial formal  $z_{F,0}$ , productividad sectorial informal  $z_{I,0}$ , tasa de interés  $R_0$ , el gasto público  $G_0$ , empleo formal  $N_0^F$  e informal  $N_0^I$  se cumple:

- El hogar representativo maximiza su bienestar (1) sujeto a la restricción (7). Además, en cada momento la demanda por bienes formales e informales cumplen con las ecuaciones (3) y (4).
- La empresas formales maximizan sus beneficios (27) sujeto a (28). La empresas informales maximizan sus beneficios (47) sujeto a (48).
- El gobierno cumple en cada momento con su restricción presupuestaria (54), tales que, el gasto de gobierno es exógeno (55) y los activos del gobierno cumplen con la condición de no juego de Ponzi (56).
- El salario formal satisface (34); el salario informal satisface (53); la oferta de vacantes formales satisface (29); la oferta de vacantes informales satisface (49); la demanda de vacantes satisface (14). Además,  $R_t$  es la tasa de interés real y en cada momento satisface (57) y (58). Finalmente,  $P_t$  es el índice de precios de equilibrio y satisface (6).
- La composición del consumo y la producción agregada cumplen con (5) y (59) respectivamente.
- Los mercados de bienes se vacían (60) y (61).
- La balanza de pagos está en equilibrio (62).

## 5. Calibración y resultados

### 5.1. Calibración

El modelo se calibró para la economía peruana<sup>24</sup>. La elección del país obedece a que es una economía pequeña y abierta con mercados laborales informales relevantes. Para realizar el proceso de calibración, se adoptó ciertos valores en los parámetros, los cuales son coherentes con la literatura económica previa. De las estimaciones del INEI se evaluó una tasa del desempleo del 6% promedio para el Perú. Además, INEI (2014) basado en la encuesta de la ENAHO encuentra que el empleo informal representó para el 2010 el 75% de la PEA ocupada<sup>25</sup>, lo que significa que el empleo informal representa un 70% de la PEA. La diferencia entre estas dos estimaciones ( $N^F = 1 - U - N^I$ ) ofrece una buena aproximación al empleo formal 24%. Se asume que la productividad total es  $A_{ss} = 1000$ , el único objetivo es tener una base de comparación. Siguiendo a Céspedes (2015) la tasa de destrucción entre el 2002-2013 para los sectores formales es 0,04, lo cual genera una tasa trimestral de  $\delta_F = 0,01$ , mientras que para los sectores informales es 0,11 con tasa trimestral de  $\delta_I = 0,025$ . Por otro lado, según el INEI (2014) el porcentaje de participación de la producción formal e informal es  $\frac{\phi_{I,ss}Y_{I,ss}}{Y_{ss}} = 0,19$  y  $\frac{\phi_{F,ss}Y_{F,ss}}{Y_{ss}} = 0,81$ . En relación a la participación de otras variables. Según el Banco Mundial, durante el periodo 2002-2013 las exportaciones netas peruanas rondaron  $\frac{\phi_{F,ss}XN_{ss}}{Y_{ss}} = 0,03$  y el gasto público  $\frac{G_{ss}}{Y_{ss}} = 0,10$ . Asimismo, siguiendo a Schmitt-Grohé y Uribe (2017) se supone que la tasa de interés mundial es 1,04, con una tasa trimestral  $R^* = 1,01$ . Siguiendo a Charlot et al. (2015) se asume los siguientes valores para el costo de anunciar una vacante formal e informal,  $k_F = 0,01$  y  $k_I = 0,005$ . Por ultimo, siguiendo a Castillo y Rojas (2014) el valor del parámetro de sensibilidad de la deuda sobre la tasa de interés es  $\Psi_B = 0,001$ , mientras el parámetro de persistencia de los choques de productividad es  $\rho_a = 0,8$ . A modo de resumen, el cuadro N°1 muestra los parámetros usados en la calibración.

### 5.2. Funciones impulso-respuesta

En esta subsección se analizan los resultados derivados del modelo DSGE propuesto en la sección 4. En particular, se estudia la causa que estaría detrás de la prociclicidad (complementación cíclica) o contraciclicidad (sustitución cíclica) del empleo informal.

<sup>24</sup>El modelo es descrito en la página 47, mientras el modelo linealizado es mostrado en la página 49.

<sup>25</sup>Ver la página 62 del informe.

### 5.2.1. Complementación cíclica

Como se menciona en la parte introductoria, la complementación cíclica del empleo informal puede ocurrir a causa de un shock de productividad agregado que afecta simultáneamente a empresas formales e informales. La figura N°3 muestra las funciones impulso-respuesta derivados de aplicar un choque de productividad agregado positivo. Como se observa, el empleo formal e informal reaccionan positivamente, mientras el desempleo cae. Considerando que la producción total se incrementa, es posible afirmar que hay complementación cíclica del empleo informal. ¿Cuál es la lógica, detrás de este resultado? Pues bien, si se supone que hay un choque positivo en la productividad agregada de la economía ( $A_t$ ), esta se disemina a las productividades de los sectores formales ( $A_{F,t}$ ) e informales ( $A_{I,t}$ ). De manera que partiendo de un equilibrio, la productividad marginal del trabajo en ambos sectores aumenta y hay margen para reducir los precios<sup>26</sup>. Efectivamente, habrá una presión a reducir los *precios relativos* de los bienes formales ( $\phi_{F,t}$ ) e informales ( $\phi_{I,t}$ ) dado que las empresas tienen funciones de producción de rendimientos constantes<sup>27</sup>. Sin embargo, la caída en los precios relativos es mayor en el sector formal que en el sector informal, generando una caída del tipo de cambio real<sup>28</sup> ( $\Xi_t$ ) y consecuentemente una balanza comercial deficitaria<sup>29</sup> ( $XN_t$ ). La razón de esta asimetría se debe a que en el estado estacionario las productividades y los precios de los sectores formales e informales son distintas<sup>30</sup>. La caída en los precios relativos, induce a un mayor consumo de bienes formales e informales. Incrementando el consumo agregado ( $C_t$ ). No obstante, debido a que el precio relativo formal cae con más fuerza, el consumo de bienes formales se incrementa en mayor cuantía como se observa en la figura N°3 .

La mayor demanda de bienes (formales e informales) genera incentivos para que las empresas contraten más mano de obra, por tanto la oferta de vacantes (formales e informales) se incrementa. Como los salarios y los puestos laborales son determinados por un proceso de negociación y emparejamiento (matching) en lugar de un subastador walrasiano, el mecanismo de transmisión sobre el mercado de trabajo es algo distinto. En particular, la mayor cantidad de vacantes ( $V_{F,t}$  y  $V_{I,t}$ ) incrementa la probabilidad de hallar un empleo ( $p_{F,t}$  y  $p_{I,t}$ ) y por tanto reduce la probabilidad de quedar desempleado. La implicancia directa es que los trabajadores serán más exigentes cuando tengan que negociar los salarios, pues hay un

---

<sup>26</sup>Para explicar la intuición, se usarán los precios relativos ( $\phi_{F,t} = \frac{P_{F,t}}{P_t}$ ,  $\phi_{I,t} = \frac{P_{I,t}}{P_t}$ ) en lugar de los precios absolutos ( $P_{F,t}$ ,  $P_{I,t}$ ).

<sup>27</sup>Esta condición garantiza ganancia nula.

<sup>28</sup>El tipo de cambio real se define como la relación de precios formales e informales  $\Xi_t = \frac{P_{F,t}}{P_{I,t}} = \frac{\phi_{F,t}}{\phi_{I,t}}$ .

<sup>29</sup>Si los precios relativos cambian en la misma proporción, las exportaciones netas no deberían cambiar.

<sup>30</sup>Como se explicó en la sección anterior, la economía peruana exhibe esta regularidad empírica, por lo que este ejercicio es válido. En particular, según un estudio del INEI (2014), el sector formal es al menos 6.5 veces más productivo que el sector informal.

menor temor a permanecer desempleados en  $t + 1$ , esto se ve directamente en el contrato laboral (ecuación de salarios reales negociados). Suponiendo que el poder de negociación es equivalente entre empresas y trabajadores, se observa un incremento en los salarios formales e informales. Sin embargo, los salarios formales reaccionan de forma más fuerte debido a las distintas productividades, costos de contratación y demanda final. La mayor cantidad de vacantes, dada la cantidad de buscadores y la eficiencia de la función matching, genera un mayor número de emparejamientos. Es decir, debe de ocurrir que el empleo formal e informal aumentan y el desempleo cae. Ahora bien, como el trabajo es el único factor de producción, la producción (formal e informal) debe incrementarse.

Cuadro 1: Parámetros de calibración

Parámetro	Símbolo	Fuente
<b>Familias</b>		
Inversa de la elasticidad de oferta por trabajo	$\gamma = 2$	<a href="#">Castillo et al. (2009)</a>
Horas trabajadas: empleo formal	$\bar{h}_F = 1/3$	Valor convencional
Horas trabajadas: empleo informal	$\bar{h}_I = 1/3$	Valor convencional
Inversa de la elasticidad de sustitución de $C_t$	$g = 1$	Valor convencional
<b>Mercado laboral</b>		
Empleo formal como porcentaje de la PEA	$N_{F,ss} = 0,24$	<a href="#">INEI (2014)</a>
Empleo informal como porcentaje de la PEA	$N_{I,ss} = 0,70$	<a href="#">INEI (2014)</a>
Elasticidad de la función matching	$\sigma = 0,5$	<a href="#">Abbritti y Fahr (2013)</a>
Tasa de destrucción de trabajo formal	$\delta_F = 0,01$	<a href="#">Céspedes (2015)</a>
Tasa de destrucción de trabajo informal	$\delta_I = 0,025$	<a href="#">Céspedes (2015)</a>
Poder de negociación de trabajadores formales	$\eta_F = 0,5$	Valor convencional
Poder de negociación de trabajadores informales	$\eta_I = 0,5$	Valor convencional
Costos de anunciar una vacante formal	$k_F = 0,01$	<a href="#">Charlot et al. (2015)</a>
Costos de anunciar una vacante informal	$k_I = 0,005$	<a href="#">Charlot et al. (2015)</a>
<b>Producción y tasa de interés</b>		
Riesgo país	$\Psi_B = 0,001$	<a href="#">Castillo y Rojas (2014)</a>
Tasa de interés internacional	$R_{ss}^* = 1,01$	<a href="#">Schmitt-Grohé y Uribe (2017)</a>
Productividad sectorial formal	$z_{F,ss} = 1$	Valor convencional
Productividad sectorial informal	$z_{I,ss} = 1$	Valor convencional
Tasa de impuestos sobre los salarios	$t = 0,2$	Valor convencional
Participación del PIB formal	$\frac{\phi_{F,ss} Y_{F,ss}}{Y_{ss}} = 0,81$	<a href="#">INEI (2014)</a>
Participación del PIB informal	$\frac{\phi_{I,ss} Y_{I,ss}}{Y_{ss}} = 0,19$	<a href="#">INEI (2014)</a>
Participación de las exportaciones netas	$\frac{\phi_{F,ss} X_{N,ss}}{Y_{ss}} = 0,03$	Datos del BCRP
Participación del gasto público	$\frac{G_{ss}}{Y_{ss}} = 0,10$	Datos del BCRP
<b>Shocks</b>		
Persistencia del shock tecnológico agregado	$\rho_a = 0,8$	<a href="#">Castillo y Rojas (2014)</a>
Persistencia del shock tecnológico formal	$\rho_{zF} = 0,8$	Valor convencional
Persistencia del shock tecnológico informal	$\rho_{zI} = 0,8$	Valor convencional

Fuente:Propia

Para finalizar, se deben realizar dos acotaciones. Primero, el modelo logra replicar los principales hechos estilizados de la macroeconomía. Esto es, el desempleo es contracíclico, mientras el consumo, vacantes laborales, empleo y salarios reales son procíclicos. Resultados que son coherentes con lo hallado por [Bosch y Maloney \(2008\)](#) para el caso mexicano y brasileño. Segundo, el modelo predice que de haber un choque de productividad, que es de alguna manera diseminada entre los sectores formales e informales, la economía experimentará un proceso de complementación del empleo informal. Eso significa que el mayor empleo generado en la economía (mayor cantidad) obedece, en cierto margen, a un mayor nivel de empleo informal (menor calidad). Esto es relevante, pues implica que incrementos en la productividad agregada no son suficientes para garantizar mayor calidad del empleo.

### 5.2.2. Sustitución cíclica

En esta sección se somete al modelo a choques de productividad sectoriales con el objetivo de observar la sustitución cíclica del empleo informal. Las figuras N°4 y N°5 muestran las funciones impulso-respuesta ante choques de productividad sectorial. Si se supone que hay un choque positivo en la productividad del sector formal ( $z_{F,t}$ ) y la misma no se disemina al sector informal, entonces hay un efecto asimétrico entre sectores<sup>31</sup>. Como se observa en la figura N°4 el empleo formal se incrementa, el empleo informal decrece y la producción total aumenta. Por tanto, se configura un caso de sustitución cíclica del empleo informal. El mecanismo funciona de la siguiente forma.

Partiendo de un equilibrio. Un choque positivo en la productividad del sector formal ( $z_{F,t}$ ), incrementa la productividad marginal del trabajo formal, posibilitando que las empresas formales reduzcan sus *precios relativos* ( $\phi_{F,t}$ ). No obstante, dado que las empresas informales no comparten la mayor productividad, sus *precios relativos* suben ( $\phi_{I,t}$ ). En términos netos, habrá una caída del tipo de cambio real ( $\Xi_t = \frac{\phi_{F,t}}{\phi_{I,t}}$ ) y consecuentemente una balanza comercial deficitaria ( $XN_t$ ). Ahora bien, como los productos informales son sustitutos imperfectos de los productos formales, cuando los precios relativos cambian hay un desplazamiento en la demanda de bienes de un sector a otro. En particular, hay una mayor demanda por bienes formales ( $\phi_{F,t}C_{F,t}$ ) y una menor demanda por bienes informales ( $\phi_{I,t}C_{I,t}$ ). La razón por el que el consumo informal se incrementa en la figura N°4 es vía efecto precios ( $\phi_{I,t}$ ), pues la cantidad se reduce ( $C_{I,t}$ ). ¿Por qué hay consumo informal a pesar de sus precios relativos más altos? Porque los bienes formales e informales no son sustitutos perfectos.

---

<sup>31</sup>El caso en el que el sector informal recibe el shock de productividad sectorial tiene una intuición similar al caso formal (Ver figura N°5), por dicho motivo no se desarrolla.

El cambio asimétrico en la demanda de bienes, tiene consecuencias sobre la cantidad de vacantes laborales ofrecidas en los mercados laborales (formal e informal). Así, mientras las empresas formales incrementan la cantidad ofrecida de vacantes formales ( $V_{F,t}$ ), las empresas informales las reducen ( $V_{I,t}$ ). En consecuencia, dada la cantidad de desempleados, la probabilidad de hallar un empleo formal aumenta ( $p_{F,t}$ ) y la probabilidad de hallar un empleo informal cae ( $p_{I,t}$ ). En términos netos, la probabilidad de quedar desempleado se reduce, pues la creación de trabajo formal compensa en exceso la pérdida de empleo informal. Sin embargo, el efecto sobre los salarios no es tan obvio. Primero, como la probabilidad de quedar en desempleo se reduce, la negociación debe llevar a salarios más altos en ambos sectores<sup>32</sup>. Segundo, hay que indicar que la tasa de congestión formal aumenta ( $\theta_{F,t}$ ), mientras la informal cae ( $\theta_{I,t}$ ). Por tanto, la probabilidad de cubrir una vacante disminuye para la empresa formal ( $q_{F,t}$ ) y aumenta para la empresa informal ( $q_{I,t}$ )<sup>33</sup>. Esto lleva a que las empresas informales tengan mayor margen de negociación logrando bajar los salarios. Por tal motivo, aunque los salarios informales son mayores, no son tan altos como los formales.

El efecto sobre el empleo (formal e informal) está directamente relacionado con las vacantes ofrecidos, de este modo se observa un aumento del empleo formal y una caída tanto del empleo informal como del desempleo. ¿Por qué la producción informal aumenta si hay menos empleo? Nuevamente, este efecto es debido a que el incremento de los precios relativos informales supera a la caída de la producción informal<sup>34</sup>. A modo de conclusión, el modelo predice que la ocurrencia de sustitución cíclica del empleo informal obedece a shocks de productividad sectoriales y no a shocks de productividad agregados<sup>35</sup>. Esto es importante, pues sugiere que la calidad del empleo en la economía solo mejora en tanto exista choques de productividad sectorial formal. Por tanto, si el objetivo es mejorar la calidad del empleo se debería poner más énfasis en incrementar la productividad del sector formal más que en incrementar la productividad agregada.

---

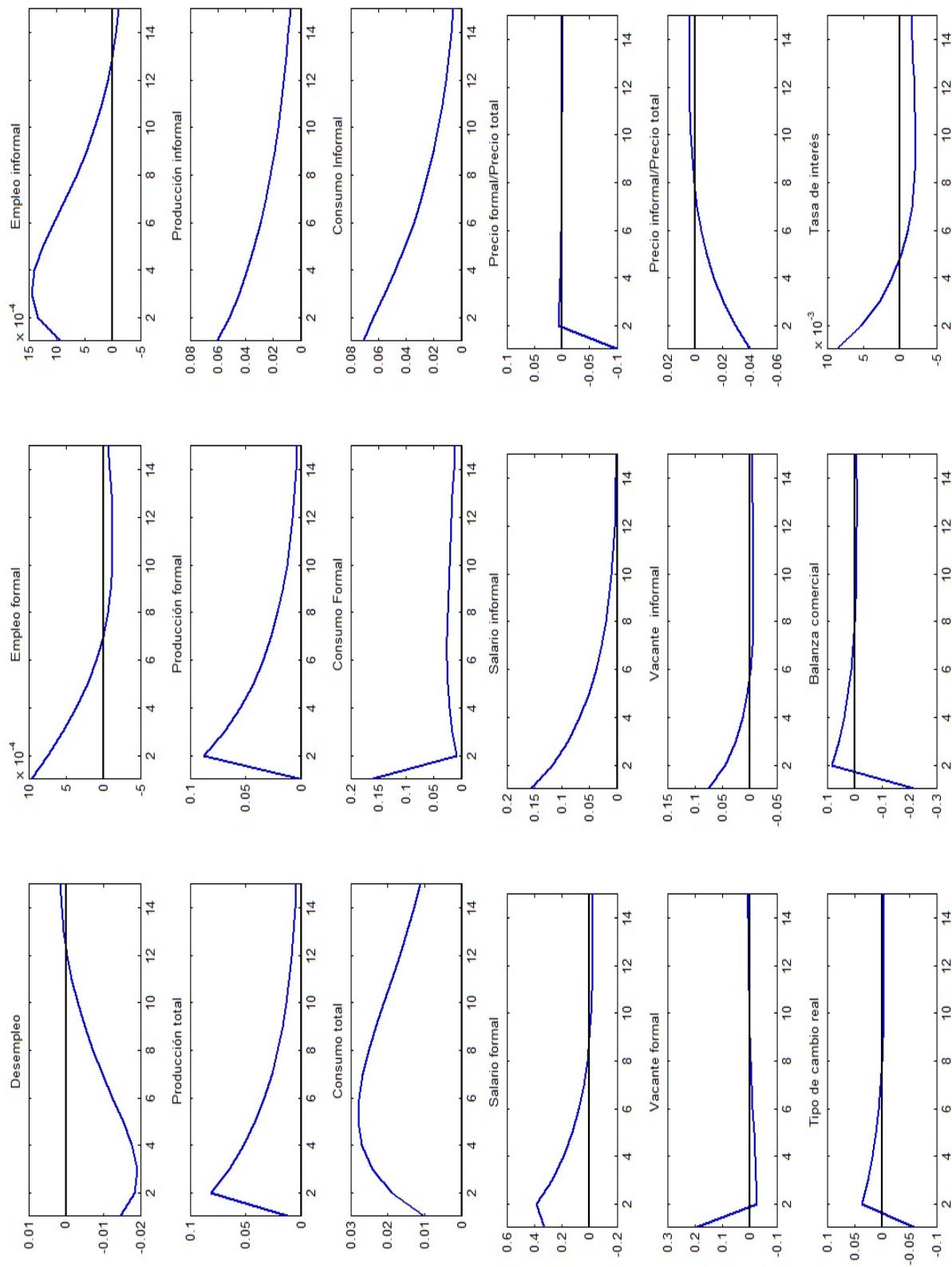
<sup>32</sup>La intuición es la misma que en el caso anterior. Los trabajadores serán más exigentes cuando negocien sus salarios, pues es más probable hallar empleo en  $t + 1$ .

<sup>33</sup>Intuitivamente, si por cada desempleado hay menos vacantes ofrecidas, la empresa  $i$ -esima tiene menos competencia en el mercado laboral, por lo que es más probable que logre cubrir la vacante ofrecida.

<sup>34</sup>El modelo explota el margen intensivo, y no el extensivo de las firmas. El número de empresas formales e informales se supone fijo.

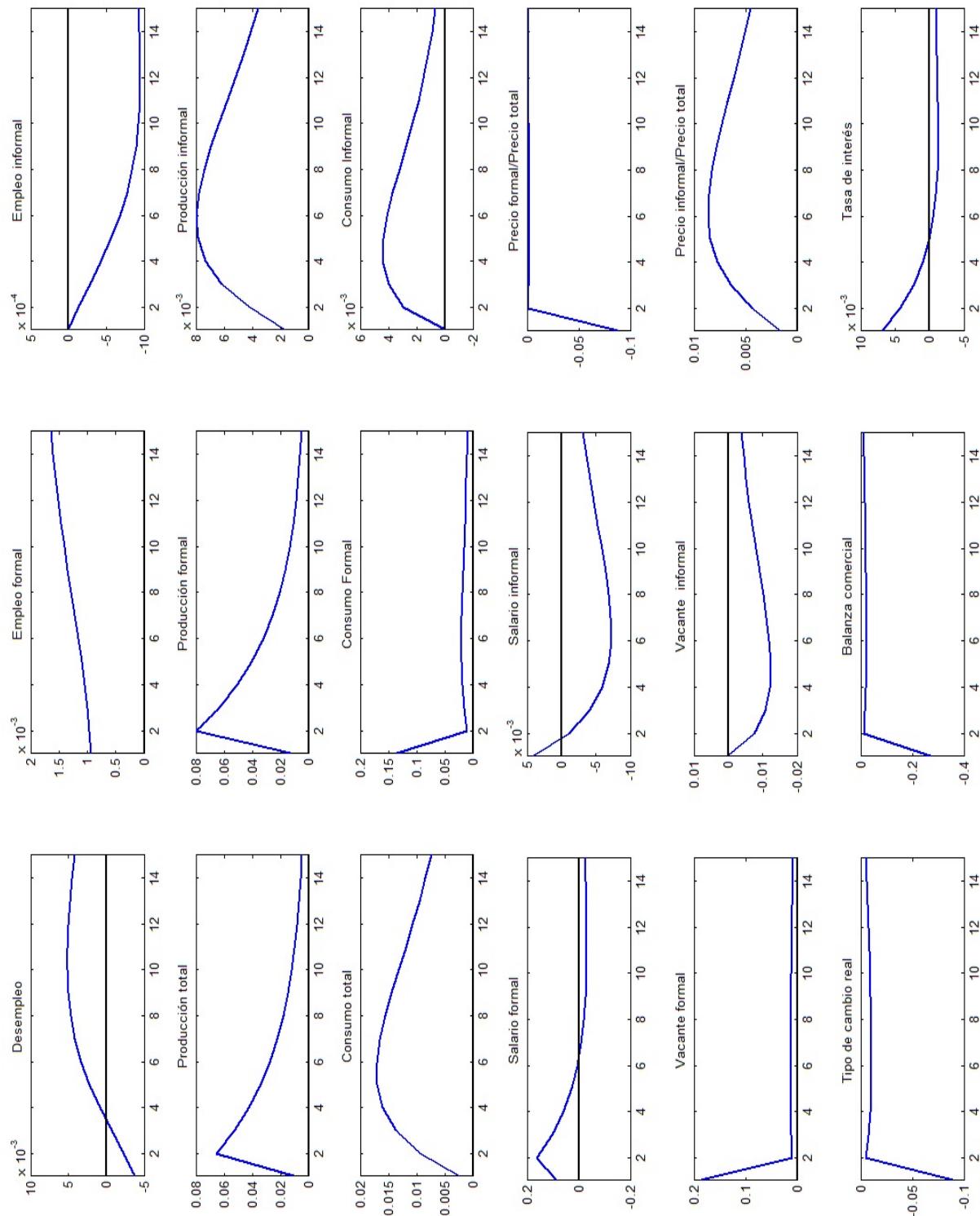
<sup>35</sup>Además, el modelo replica los principales hechos estilizados: el desempleo es contracíclico, mientras el consumo, vacantes laborales, empleo y salarios reales son procíclicos.

Figura 3: Shock de productividad agregado



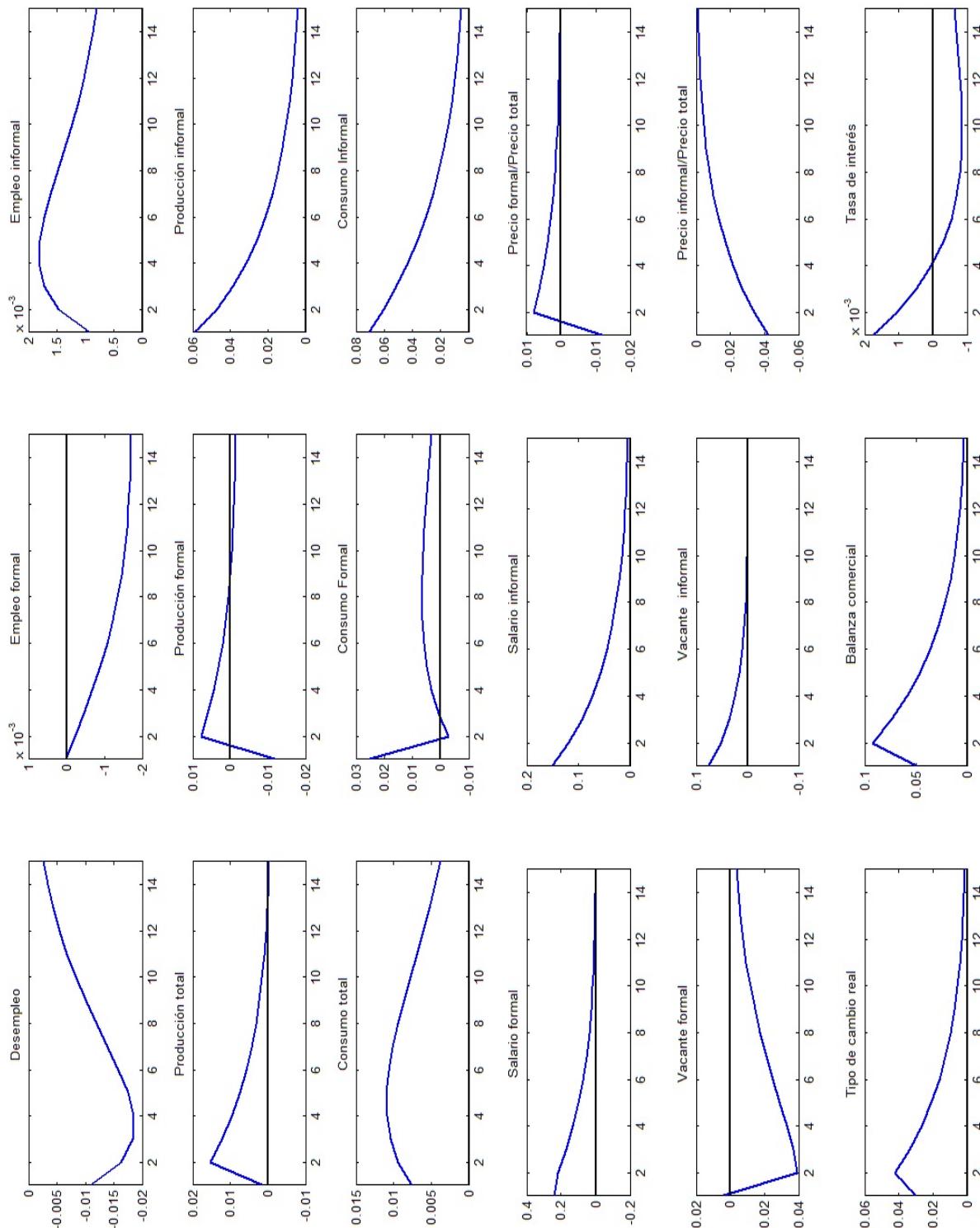
Fuente: Propia

Figura 4: Shock de productividad sectorial formal



Fuente: Propia

Figura 5: Shock de productividad sectorial informal



Fuente: Propia

### 5.2.3. Análisis de sensibilidad

Algunos de los parámetros usados en los ejercicios anteriores son desconocidos, pues no existen estimaciones previas. El más importante de ellos, es sin duda, la elasticidad de sustitución de bienes formales e informales ( $\varepsilon$ ). Para lidiar con este problema, se propone realizar análisis de sensibilidad. La idea es observar como se comportan las funciones impulso-respuesta (FIR) ante distintos valores de  $\varepsilon$ . En los ejercicios anteriores se usó un  $\varepsilon = 2,5$ , ahora se propone realizar la calibración del modelo DSGE con dos elasticidades  $\varepsilon = 4,5$  y  $\varepsilon = 6,5$ <sup>36</sup>.

- **Caso complementación cíclica:** La figura N°6 muestra las FIR cuando hay un shock de productividad agregado. Intuitivamente, los precios relativos formales e informales deberían caer. Aquí el valor del parámetro  $\varepsilon$  cobra importancia, por ello si la elasticidad de sustitución es más alta ( $\varepsilon = 6,5$ ), los bienes formales e informales son más equiparables. Por tanto, la caída en los precios (formales e informales) son más simétricos, pues a la familia le es más indiferente consumir bienes formales o informales si  $\varepsilon$  es alto. Para ver que esto efectivamente ocurre, considere que el tipo de cambio real cae a un ritmo menor si  $\varepsilon$  es más grande, reflejando que ambos precios relativos (formal e informal) son cada vez más cercanos. Un precio relativo menos bajo, implica que el costo de emitir vacantes se reduce muy poco ( $\phi_{F,t}k_{F,t}V_{F,t}$  y  $\phi_{I,t}k_{I,t}V_{I,t}$ ) y por ende los incentivos a crear más vacantes es más pequeña. La consecuencia es que habrá una menor creación de empleo formal e informal y un desempleo mayor. De igual modo, con  $\varepsilon$  alto, la cantidad producida se mantiene estable ( $Y_{F,t}$  y  $Y_{I,t}$ ), entonces, dado que los precios relativos no caen tanto, la producción es más alta ( $\phi_{F,t}Y_{F,t}$  y  $\phi_{I,t}Y_{I,t}$ ).
- **Caso sustitución cíclica:** La figura N°7 muestra las FIR cuando hay un shock de productividad sectorial formal<sup>37</sup>. Como se puede observar, a medida que la elasticidad de sustitución es mayor ( $\varepsilon = 6,5$ ) los cambios en los precios relativos de los bienes formales e informales son más equiparables, esto se ve claramente en el tipo de cambio real, pues cae a un ritmo menor. Observe que a diferencia del modelo de Harrod-Balassa-Samuelson, aquí los mercados laborales no son de competencia perfecta. Para comenzar, los salarios formales e informales no son iguales y no tienen porque moverse en la misma dirección. Eso dependerá de la interacción y negociación de los actores. Aunque hay cierta influencia de un mercado a otro, la fricción del empleo genera dinámicas distintas. Veamos. Cuando la elasticidad de sustitución es más alta, y cae el tipo de cambio real, el consumo formal debe incrementarse con más fuerza y el consumo informal debe reducirse en mayor grado. De hecho, cuando  $\varepsilon = 6,5$  la caída en la cantidad de

<sup>36</sup>Fernández y Meza (2015) emplea un  $\varepsilon = 8$  para el caso Mexicano.

<sup>37</sup>El caso en el que ocurre un shock de productividad sectorial informal es similar.

consumo informal ( $C_{I,t}$ ) no es compensada por el incremento en los precios relativos informales ( $\phi_{I,t}$ ), de tal manera que el consumo informal disminuye de forma más sustancial ( $\phi_{I,t}C_{I,t}$ ). La consecuencia es que las vacantes informales se hunden más<sup>38</sup>. Siguiendo el argumento descrito en el apartado 5.2.2, la probabilidad de cubrir una vacante para la empresa informal ( $q_{I,t}$ ) aumenta de modo más importante. Esto genera que la presión a bajar los salarios informales termine siendo más influyente que la presión a subirlos. En neto, se observa que el segundo efecto domina. Así, con  $\varepsilon$  alto, los salarios informales terminan cayendo y no aumentando como sucedería en el modelo de Harrod-Balassa-Samuelson.

## 6. Extensiones

En esta sección se elabora una extensión al modelo propuesto. Siguiendo a [Conesa et al. \(2002\)](#), [Ihrig y Moe \(2004\)](#), [Elgin y Oztunali \(2012\)](#), [Restrepo-Echavarria \(2014\)](#) y [Shapiro \(2015\)](#), una característica que diferencia a los sectores formales e informales es su método de producción. Mientras las empresas formales, emplean dos factores de producción: capital y trabajo; las empresas informales solo usan un factor de producción: trabajo. El supuesto implícito es que aunque las firmas informales poseen capital físico, dado que es pequeño se puede considerar como si fuera fijo y por tanto es recogido por el parámetro  $\kappa$ . En este escenario la función de producción de la firma formal e informal tienen la siguiente estructura:

$$Y_{F,t} = A_{F,t}N_{F,t}^\alpha K_t^{1-\alpha} \quad (63)$$

$$Y_{I,t} = A_{I,t}N_{I,t} \quad (64)$$

Donde  $K_t$  es el stock de capital físico.  $A_{F,t} = A_t z_{F,t} \bar{h}_F^\alpha$  y  $A_{I,t} = \kappa A_t z_{I,t} \bar{h}_I$ . Observe que al igual que el modelo anterior,  $A_t$  representa la productividad agregada,  $z_{F,t}$  la productividad sectorial formal y  $z_{I,t}$  la productividad sectorial informal. Ahora bien, el beneficio real de las firmas formales e informales será:

$$\Gamma_{F,t}^R = \phi_{F,t}A_{F,t}N_{F,t}^\alpha K_t^{1-\alpha} - (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t} - \phi_{F,t} k_{F,t} V_{F,t} - \phi_{F,t} (1 + T(I_t, I_{t-1})) I_t \quad (65)$$

$$\Gamma_{I,t}^R = \phi_{I,t}A_{I,t}N_{I,t} - \bar{h}_I w_{I,t}^R N_{I,t} - \phi_{I,t} k_{I,t} V_{I,t} \quad (66)$$

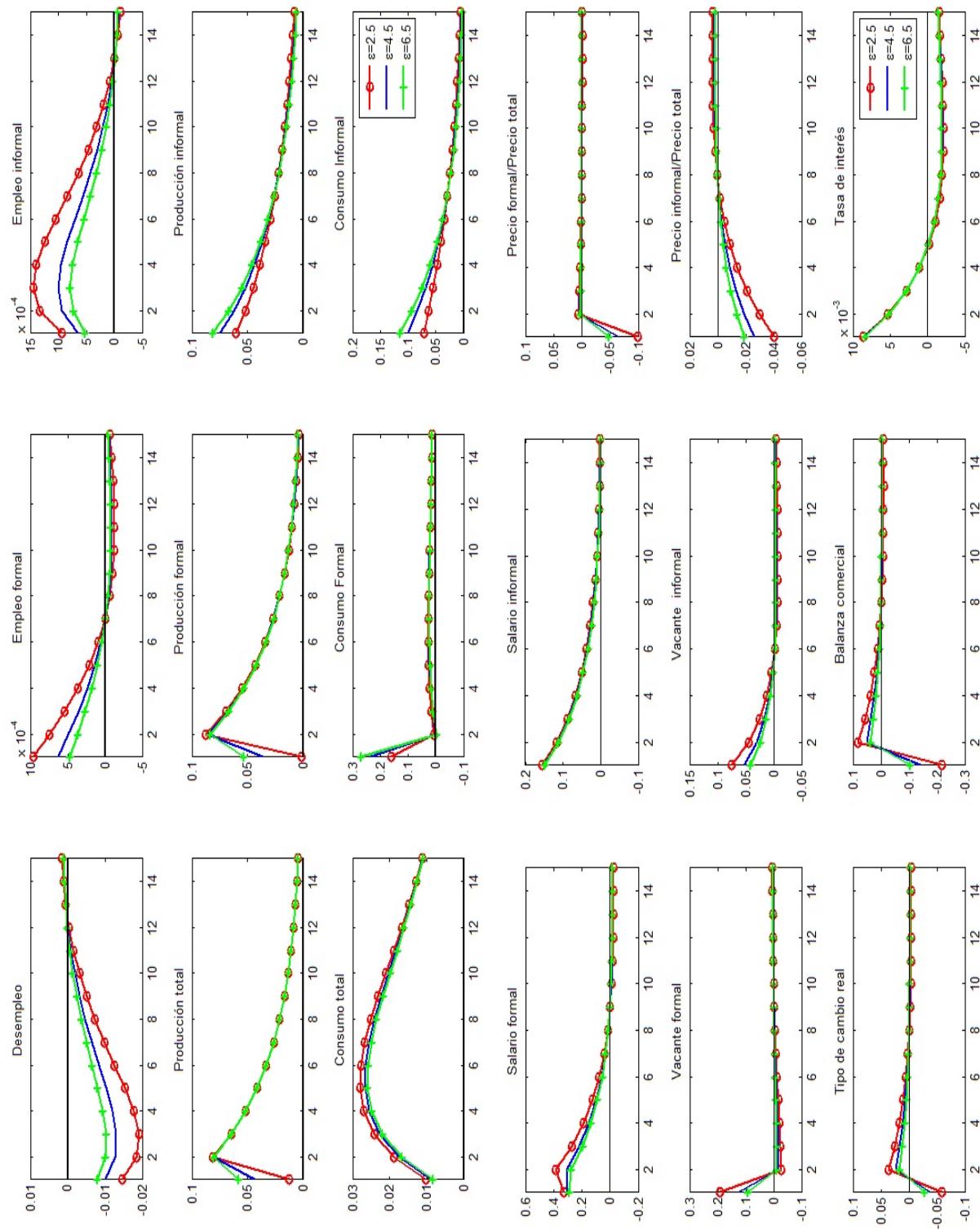
Siguiendo la modelación de [Abbritti y Fahr \(2013\)](#) se supone que la empresa formal va a elegir una secuencia óptima de inversión y acumulación de capital<sup>39</sup>.

---

<sup>38</sup>Note que con  $\varepsilon = 6,5$ , las vacantes informales en  $t = 1$ , caen con más fuerza.

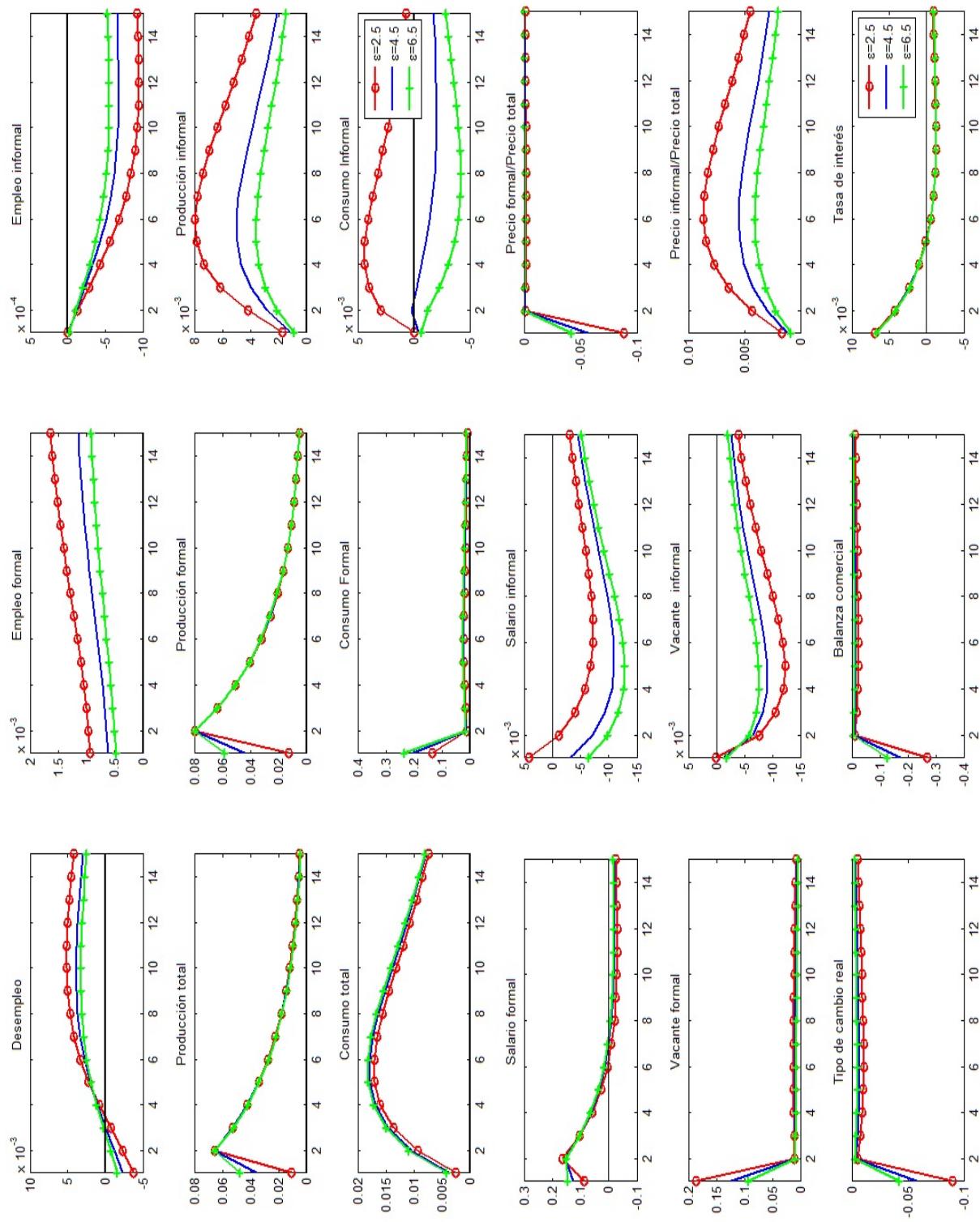
<sup>39</sup>Ver [Montoro y Navarro \(2010\)](#) para mayores detalles sobre la Q-Tobin.

Figura 6: Shock de productividad agregado  
Sensibilidad:  $\varepsilon = 1,1$ ,  $\varepsilon = 2,5$  y  $\varepsilon = 5$



Fuente: Propia

Figura 7: Shock de productividad sectorial formal  
Sensibilidad:  $\varepsilon = 1,1$ ,  $\varepsilon = 2,5$  y  $\varepsilon = 5$



Fuente: Propia

En la ecuación (65)  $I_t$  es la inversión y  $T(I_t, I_{t-1})$  son los costos de ajuste de la inversión. De forma similar al modelo de la sección 4, las empresas (formales e informales) deben maximizar sus beneficios sujetos a la ley de movimiento del trabajo. Así, mientras las CPO para las firmas informales son las mismas, el problema de las empresas formales será distinto:

$$F_{F,t} = \max_{\{N_{F,t+j}, V_{F,t+j}, I_{t+j}\}_{j=0}^{\infty}} E_t \left[ \sum_{j=0}^{\infty} Q_{t+j,t} \Gamma_{F,t+j}^R \right] \quad (67)$$

s.a

$$K_t = (1 - \delta_K) K_{t-1} + I_t \quad (68)$$

$$N_{F,t} = (1 - \delta_F) N_{F,t-1} + M_{F,t} \quad (69)$$

$$T(I_t, I_{t-1}) = \frac{\Theta_I}{2} \left( \frac{I_t}{\varphi I_{t-1}} - 1 \right)^2 \quad (70)$$

Donde  $Q_{t+j,t} = \beta^j E_t \frac{UMgC_{t+j}}{UMgC_t}$  es el factor de descuento estocástico, el parámetro  $k_F$  representa el costo de anunciar una vacante laboral.  $k_{F,t} = \frac{k_F}{\lambda_t}$  es el costo unitario real de anunciar una vacante y  $\phi_{F,t} = \frac{P_{F,t}}{P_t}$  es el precio relativo formal. De maximizar la ecuación (67) sujeto a (68), (69) y (70) se obtiene la condición de primer orden para las vacantes formales (71), la inversión(72) y el capital(73).

$$\phi_{F,t} = \frac{(1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R - (1 - \delta_F) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right) \right]}{\frac{\alpha Y_{F,t}}{N_{F,t}} - \frac{k_{F,t}}{q_{F,t}}} \quad (71)$$

$$D_t = \phi_{F,t} (1 + T_t) + \phi_{F,t} I_t \frac{\partial T_t}{\partial I_t} + E_t \left[ Q_{t+1,t} \phi_{F,t+1} \frac{\partial T_{t+1}}{\partial I_t} I_{t+1} \right] \quad (72)$$

$$D_t = (1 - \alpha) \phi_{F,t} \left( \frac{Y_{F,t}}{K_t} \right) + (1 - \delta_K) E_t (Q_{t+1,t} D_{t+1}) \quad (73)$$

La ecuación (72) define el comportamiento que debe seguir la inversión. Intuitivamente, en el óptimo, el beneficio de llevar a cabo la inversión en el presente ( $D_t$ ) debe de compensar exactamente el costo en  $t$  y  $t + 1$  derivados de ajustar la inversión. Note de (70) que el costo de ajuste afecta a dos periodos consecutivos, por dicho motivo (72) tiene la estructura forward-looking. La ecuación (73), en tanto, sugiere que el capital físico y la inversión están relacionados. Así, en el margen, el beneficio de invertir debe equipararse al beneficio de incrementar en una unidad el capital físico. Esto es, la productividad marginal del capital en  $t$  y el beneficio futuro descontado de invertir en  $t + 1$ . De la ecuación (71) se obtiene el costo marginal real. Intuitivamente, el costo marginal que enfrenta la empresa formal tiene dos partes: el costo marginal del trabajo y el costo marginal por fricciones de búsqueda.

Renombrando oportunamente  $J_{F,t} = \frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}}$  es posible transformar (71) en:

$$J_{F,t} = \phi_{F,t} \left( \frac{\alpha Y_{F,t}}{N_{F,t}} \right) - (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,t}^R + (1 - \delta_F) E_t \left[ Q_{t+1,t} J_{F,t+1} \right] \quad (74)$$

La interpretación de la ecuación (74) es similar a la brindada por la ecuación (30) con la salvedad que ahora la productividad marginal del trabajo incorpora capital físico. De este modo, un mayor nivel de capital físico incrementa la productividad del trabajo.

**Negociación: Nash bargaining** Se supone que los salarios se determinan por un proceso de negociación *a la Nash* ( $w_{F,t}^R$ ) en el que las firmas tienen derecho a dirigir. De las ecuaciones (74) y (11) se define el problema:

$$w_{F,t}^R = \underset{w_{F,t}^R}{\operatorname{argmax}} \left[ J_{F,t}^{1-\eta_F} (X_{F,t})^{\eta_F} \right]$$

Donde el poder de negociación de las firmas es  $1 - \eta_F$ . De maximizar la función objetivo se obtiene la condición de primer orden, que establece la relación óptima entre el beneficio neto de los trabajadores y el valor de emitir una vacante por parte de la firma. La CPO del problema de Nash exige:

$$X_{F,t} = \frac{\eta_F}{(1 + \tau)(1 - \eta_F)} J_{F,t} \quad (75)$$

La solución a este problema permite obtener los salarios reales formales:

$$w_{F,t}^R = \frac{\zeta}{\bar{h}_F \lambda_t} + \frac{\eta_F}{\bar{h}_F (1 + \tau) (1 - \eta_F)} \left\{ \frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}} - (1 - \delta_F) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{F,t+1} - p_{I,t+1}) \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right] \right\} \quad (76)$$

La ecuación (76) es similar a la ecuación (34) y por tanto la interpretación se mantiene. Finalmente, las condiciones de equilibrio agregado cuando existe capital será determinada por las siguientes dos ecuaciones:

$$Y_{F,t} = C_{F,t} + k_{F,t} V_{F,t} + (1 + T(I_t, I_{t-1})) I_t + X N_t \quad (77)$$

$$Y_{I,t} = C_{I,t} + k_{I,t} V_{I,t} \quad (78)$$

La ecuación (77) sugiere que el sector formal es el único que usa capital físico. Asimismo, que los costos de ajuste de la inversión deben ser descontados de la producción formal. Intuitivamente, como solo el sector formal tiene acceso al capital físico, debe asumir enteramente los costos derivados de un mayor nivel de inversión. Usando las ecuaciones (77) y (78) y

ordenando oportunamente se obtiene la condición de equilibrio externo:

$$\phi_{F,t} X N_t = \frac{B_t}{P_t} - R_{t-1} \frac{B_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (79)$$

El proceso de calibración del modelo<sup>40</sup> que incorpora capital físico, usa los mismo datos del modelo sin capital (Ver sección 5.1). La excepción ocurre con cuatro parámetros nuevos:  $\alpha = \frac{2}{3}$ ,  $\delta_K = 0,025$ ,  $\Theta_I = 0,6$  y  $\gamma = 0,01$ . Al respecto, el valor de  $\Theta_I$  y  $\gamma$  es tal que la inversión como porcentaje del PIB ronda el 20 %<sup>41</sup>. Finalmente, la figura N°(8) muestra las funciones impulso-respuesta cuando ocurre un choque de productividad sectorial formal<sup>4243</sup>. Hay tres diferencias significativas respecto al caso sin capital<sup>44</sup>. Primero, el empleo informal cae con más fuerza. Segundo, los precios relativos informales aumentan en mayor grado. Tercero, los salarios informales se reducen en cualquiera de los escenarios<sup>45</sup>. La intuición es como sigue. El choque de productividad formal, a inicios del periodo, incrementa la productividad del trabajo formal y la productividad del capital. Dado que hay un costo asociado a emitir vacantes, las empresas formales tienen que sopesar entre invertir y/o contratar mano de obra. Eso significa que en  $t = 1$ , las vacantes se incrementan, pero no tanto como se esperaría. No obstante, observe que el incremento en las vacantes formales es de la misma magnitud que en el modelo sin capital. Por tanto, el modelo predice que el capital no tiene efectos significativos en términos de crear mayor empleo formal. Por otro lado, como los precios relativos informales aumentan con mayor fuerza que en el caso sin capital, los costos de emitir una vacante informal se incrementan significativamente, por lo que la emisión de vacantes informales se reduce de forma muy drástica.

Ahora bien, considere el siguiente escenario, solo una parte exógena del total de empleados cae en desempleo ( $\delta_F N_F + \delta_I N_I$ ). Es decir, aunque los trabajadores informales pueden renegociar los salarios, no pueden renunciar a su puesto laboral. En consecuencia, el salario informal solo está en función de la probabilidad de quedar desempleado ( $1 - p_{F,t} - p_{I,t}$ ) y la probabilidad de cubrir una vacante ( $q_{I,t}$ ). De esta manera, surgen varios escenarios. Por ejemplo, si el incremento en  $q_{I,t}$  es mucho mayor que la reducción en  $1 - p_{F,t} - p_{I,t}$ , las empresas tienen mayor poder de negociación y los salarios informales pueden caer.

---

<sup>40</sup>Ver el Anexo A4 y A5 para mayor detalle del modelo con capital físico.

<sup>41</sup>El valor del parámetro  $\Theta_I$  elegido es cercano al postulado por [Abbritti y Fahr \(2013\)](#).

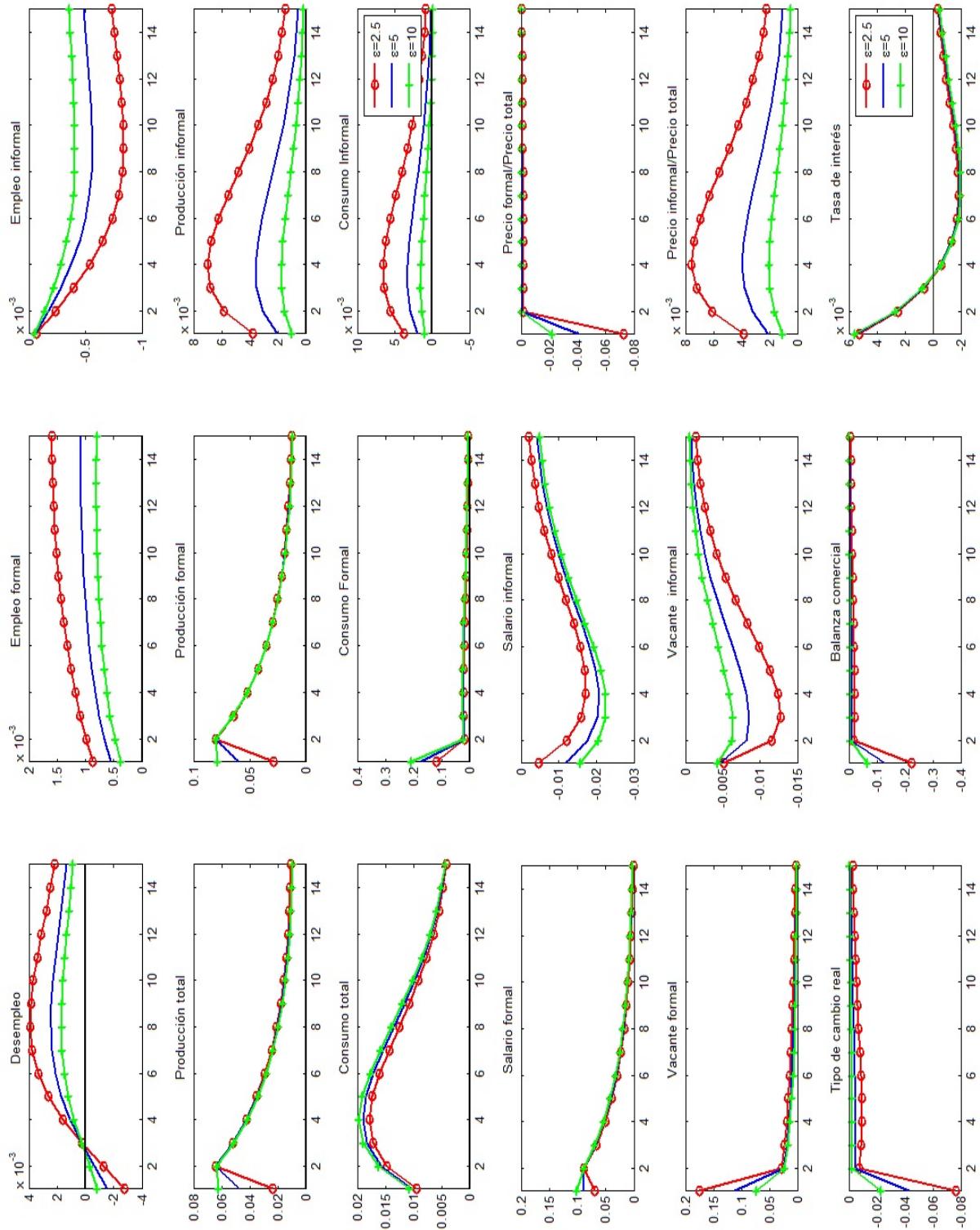
<sup>42</sup>En el Anexo A.6 se muestran las FIR para los otros dos casos.

<sup>43</sup>Como se puede observar, se plantea también ejercicios de sensibilidad para la elasticidad de sustitución:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 10$  y  $\varepsilon = 20$ .

<sup>44</sup>Para fines prácticos, se analiza el caso cuando  $\varepsilon = 2,5$ , pues es el mismo valor usado en el modelo sin capital.

<sup>45</sup>Elasticidades inferiores a 2.5 no cumplen con la condiciones de Blanchard y Kahn.

Figura 8: Shock de productividad sectorial formal (con capital):  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 10$  y  $\varepsilon = 20$



Fuente: Propia

Veamos que sucede cuando hay un choque sectorial formal. Primero, la sustitución cíclica sugiere que  $p_{F,t}$  debe subir y  $p_{I,t}$  debe bajar. Sin embargo, en el modelo con capital,  $p_{F,t}$  no sube tanto y  $p_{I,t}$  cae mucho más de lo esperado. Entonces, la probabilidad de quedar desempleado en  $t + 1$  se reduce poco. Segundo, la brusca caída en las vacantes informales hace que  $q_{I,t}$  aumente mucho más. Tomando en consideración lo señalado en el anterior párrafo, lo que ocurre en la figura N°(8) es que las firmas informales tienen tal poder de negociación que al final los salarios informales terminan cayendo. ¿Cuál es la diferencia con el modelo de Harrod-Balassa-Samuelson? Pues aquí, la movilidad factorial no es perfecta. De hecho, el modelo propuesto surge de la necesidad de fundamentar la existencia de mercados segmentados (formales e informales), donde pueden coexistir salarios distintos<sup>46</sup>. Por lo consiguiente, no es extraño que los salarios (formal e informal) tengan comportamientos disímiles.

A modo de conclusión, de haber un choque de productividad formal el modelo con capital predice tres cosas: Primero, que el salario, el empleo y la producción formal se incrementarán haciendo a la sociedad más rica. Segundo, que la brecha salarial formal-informal es procíclica. Tercero, que el empleo informal es una variable contracíclica.

## 7. Conclusión

El presente estudio tuvo por objetivo, identificar en qué medida el shock de productividad agregado y el shock de productividad sectorial explican la ciclicidad del empleo formal e informal en una economía pequeña y abierta que exhibe desempleo. Para ello se elaboró un modelo DSGE, inspirado en el trabajo de [Abbritti y Fahr \(2013\)](#) al cual se incorpora un sector informal. Para realizar el ejercicio numérico, se calibró el modelo para la economía Peruana<sup>47</sup>.

La principal conclusión del trabajo, es que diferenciar los shocks de productividad agregados de los shocks de productividad sectoriales no es baladí, si se desea analizar la ciclicidad del empleo formal e informal. En particular, el modelo DSGE predice que cuando ocurre un shock de productividad agregado, el empleo informal será procíclico. Por otro lado, si ocurre un shock de productividad sectorial, el empleo informal será contracíclico. De este modo, la sustitución cíclica del empleo informal visto en economías emergentes (ver sección 2.2) puede ser explicada mediante choques de productividad exclusivas a los sectores formales<sup>48</sup>.

---

<sup>46</sup>Para un análisis más profundo sobre mercados segmentados, ver los trabajos de [Pages y Stampini \(2007\)](#) para Argentina Mexico y Venezuela, [Morales et al. \(2010\)](#) y [Barco y Vargas \(2010\)](#) para el Perú.

<sup>47</sup> Se tomó esta elección porque el Perú es una economía pequeña y abierta con un sector informal muy importante.

<sup>48</sup>Un corolario de lo anterior, es que la cantidad (menor desempleo) y la calidad del empleo (menor empleo informal) son variables procíclicas.

La importancia de este resultado para el policymaker es alta. Primero, la complementación y la sustitución cíclica del empleo informal son fenómenos cuyo resultado depende no de la estructura de la economía, sino del tipo de choque que la afecta. De esta forma, una economía puede experimentar complementación y sustitución cíclica en diferentes momentos del tiempo. A nivel de políticas económicas, si el objetivo es mejorar la calidad del empleo, una estrategia adecuada es promover la mejora de la productividad de los sectores formales más que la productividad agregada. Segundo, dado que la producción informal depende exclusivamente del trabajo informal, la sustitución cíclica del empleo informal garantiza una producción informal contracíclica. Desde este punto de vista, cuando hay shocks de productividad sectoriales, los ciclos económicos son menos profundos, gracias al comportamiento inverso del producto informal. Es decir, el sector informal actúa como *buffer* del sector formal. Esta conclusión es similar a lo hallado por [Castillo y Montoro \(2012\)](#).

En segundo lugar, se ha descrito a la elasticidad de sustitución de bienes formales e informales como una variable clave del modelo. Primero, porque no existen estimaciones previas. Y segundo, porque las conclusiones del modelo pueden ser sensibles al valor del parámetro. En la sección 2.2.3 se desarrolló un análisis de sensibilidad para los casos de complementación y sustitución cíclica. En el primer escenario (complementación cíclica), se observa que aunque la respuesta de las variables se distorsiona con el valor de la elasticidad, la dirección no cambia y por tanto las conclusiones se mantienen. Sin embargo, en el segundo escenario (sustitución cíclica), la reacción del salario informal puede modificarse dependiendo del valor del parámetro. Se argumenta que a medida que la elasticidad de sustitución es más alta, las empresas informales pueden tener tal poder de negociación que son capaces de imponer sus prioridades, gestando salarios informales menores. En otro orden de cosas, se observa que a medida que la elasticidad de sustitución es más alta, la producción total reacciona con más fuerza, independientemente del origen del shock. El mensaje es claro, a mayor sustitución entre bienes formales e informales, mayor volatilidad del producto.

Finalmente, se propone una extensión al modelo de la sección 4. La posibilidad que solo el sector formal pueda adquirir capital físico. La principal diferencia es que ahora el modelo predice salarios formales procíclicos y salarios informales contracíclicos cuando ocurre un choque de productividad sectorial formal, independiente del valor de la elasticidad de sustitución. El argumento es que el capital físico ahonda las diferencias preexistentes entre el sector formal e informal, en una economía que tiene mercados laborales segmentados. A diferencia del modelo de Harrod-Balassa-Samuelson, aquí la movilidad factorial no es perfecta y por tanto es coherente deducir que la brecha salarial formal-informal es procíclica. No obstante,

la conclusión puede ser muy exigente. Por tanto, se propone que en futuras extensiones se incluya la posibilidad de endogenizar la destrucción del empleo. De esta forma, los trabajadores tendrán la posibilidad de renunciar a su trabajo y se logrará una mayor disciplina entre ambos mercados laborales.

## Bibliografía

- Abbritti, M. y Fahr, S. (2013). Downward wage rigidity and business cycle asymmetries. *Journal of Monetary Economics*, 60(7):871–886.
- Albrecht, J., Navarro, L., y Vroman, S. (2009). The effects of labour market policies in an economy with an informal sector. *The Economic Journal*, 119(539):1105–1129.
- Badaoui, E., Strobl, E., y Walsh, F. (2006). An equilibrium search model of the informal sector. *Working Paper Series, UCD Centre for Economic Research*.
- Bandaogo, M. S. (2016). Fiscal and monetary policy in the presence of informality and the incentive to join a currency union. *Mimeo*.
- Barco, D. y Vargas, P. (2010). Brechas salariales entre formales e informales. *BCRP Working Papers*.
- Blanchard, O. J., Diamond, P., Hall, R. E., y Murphy, K. (1990). The cyclical behavior of the gross flows of US workers. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1990(2):85–155.
- Boeri, T. y Garibaldi, P. (2005). Shadow sorting. In *NBER International Seminar on Macroeconomics 2005*, pages 125–163. Mit Press.
- Bosch, M. y Esteban-Pretel, J. (2012). Job creation and job destruction in the presence of informal markets. *Journal of Development Economics*, 98(2):270–286.
- Bosch, M. y Maloney, W. F. (2008). Cyclical movements in unemployment and informality in developing countries. *Policy Research Working Paper*, 4648.
- Bridji, S. y Charpe, M. (2010). Dual labour markets with search costs. *Geneva, International Institute for Labour Studies*.
- Brueckner, J. K. y Zenou, Y. (1999). Harris-Todaro models with a land market. *Regional Science and Urban Economics*, 29(3):317–339.
- Castillo, P. y Montoro, C. (2012). Dinámica inflacionaria en presencia de informalidad en mercados laborales. *Economía Chilena*, 15:28.
- Castillo, P., Montoro, C., y Tuesta, V. (2009). Un modelo de equilibrio general con dolarización para la economía peruana. *Revista Estudios Económicos*, (17):9–50.
- Castillo, P. y Rojas, Y. (2014). Terms of trade and total factor productivity: Empirical evidence from Latin American emerging markets. *BCRP Working Papers*.

- Cebula, R. J. (1997). An empirical analysis of the impact of government tax and auditing policies on the size of the underground economy. *American Journal of Economics and Sociology*, 56(2):173–185.
- Céspedes, N. (2015). Creación y destrucción de empleos e informalidad. *BCRP Working Papers*, DT 2015-09.
- Charlot, O., Malherbet, F., y Terra, C. (2011). Product market regulation, firm size, unemployment and informality in developing economies. *IZA Discussion Papers.*, 5519.
- Charlot, O., Malherbet, F., y Terra, C. (2015). Informality in developing economies: Regulation and fiscal policies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 51:1–27.
- Conesa, J. C., Diaz-Moreno, C., y Galdon-Sanchez, J. E. (2002). Explaining cross-country differences in participation rates and aggregate fluctuations. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(2):333–345.
- Davis, S. J. y Haltiwanger, J. (1990). Gross job creation and destruction: Microeconomic evidence and macroeconomic implications. In *NBER Macroeconomics Annual 1990, Volume 5*, pages 123–186. MIT Press.
- De Soto, H. (1990). *The other path: The invisible revolution in the third world*. Editorial El Barranco, Lima.
- Dell'Anno, R. (2008). What is the relationship between unofficial and official economy? An analysis in Latin American countries. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*.
- Dobson, S. y Ramlogan-Dobson, C. (2012). Inequality, corruption and the informal sector. *Economics Letters*, 115(1):104–107.
- Elgin, C. (2012). Cyclicalities of shadow economy. *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, 31(4):478–490.
- Elgin, C. y Oztunali, O. (2012). Shadow economies around the world: Model based estimates. *Bogazici University Department of Economics Working Papers*, 5:1–48.
- Elgin, C. y Solis-Garcia, M. (2015). Tax enforcement, technology, and the informal sector. *Economic Systems*, 39(1):97–120.
- Fedelino, A., Horton, M., y Ivanova, A. (2009). Computing cyclically-adjusted balances and automatic stabilizers. Technical notes and manuals, International Monetary Fund.

- Feige, E. L. (1990). Defining and estimating underground and informal economies: The new institutional economics approach. *World Development*, 18(7):989–1002.
- 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.
- Fields, G. S. (2011). Labor market analysis for developing countries. *Labour Economics*, 18:S16–S22.
- Fiess, N. M., Fugazza, M., y Maloney, W. F. (2010). Informal self-employment and macroeconomic fluctuations. *Journal of Development Economics*, 91(2):211–226.
- Florez, L. A. (2015). The search and matching equilibrium in an economy with an informal sector. A positive analysis of labour market policies. *Desarrollo y Sociedad*, (75):51–99.
- Frey, B. S. y Weck, H. (1983). Estimating the shadow economy: a 'naive' approach. *Oxford Economic Papers*, 35(1):23–44.
- Gómez, M. (2013). Análisis del ciclo económico en una economía con rigideces nominales y un amplio sector informal. *Ensayos sobre Política Económica*, 31(72):51–66.
- Granda, C. (2015). Informality and macroeconomic volatility: Do credit constraints matter? *Journal of Economic Studies*, 42(6):1095–1111.
- Guriev, S., Speciale, B., y Tuccio, M. (2016). How do regulated and unregulated labor markets respond to shocks? Evidence from immigrants during the Great Recession. *CEPR Discussion Papers*, No. 11403.
- Hall, R. E. (2006). Job loss, job finding and unemployment in the US economy over the past 50 years. In *NBER Macroeconomics Annual 2005, Volume 20*, pages 101–166. MIT Press.
- Harris, J. R. y Todaro, M. P. (1970). Migration, unemployment and development: a two-sector analysis. *The American economic review*, 60(1):126–142.
- Heintz, J. (2012). Informality, inclusiveness, and economic growth: an overview of key issues. *International Development Research Centre (IDRC)*.
- Ihrig, J. y Moe, K. S. (2004). Lurking in the shadows: the informal sector and government policy. *Journal of Development Economics*, 73(2):541–557.
- INEI (2014). *Producción y empleo informal en el Perú: Cuenta satélite de la economía informal 2007-2012*. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima.

- Kucera, D. y Galli, R. (2003). Informal employment in Latin America: Movements over business cycles and the effects of worker rights. *International Institute for Labour Studies*, 145.
- La Porta, R. y Shleifer, A. (2014). Informality and development. *The Journal of Economic Perspectives*, 28(3):109–126.
- Loayza, N. (1997). The economics of the informal sector: A simple model and some empirical evidence from Latin America. *World Bank Policy Research Working Paper*, (1727).
- Loayza, N. (2007). The causes and consequences of informality in Peru. *Serie de Documento de Trabajo*, (2007-018):1–22.
- Loayza, N. V. y Rigolini, J. (2011). Informal employment: Safety net or growth engine? *World Development*, 39(9):1503–1515.
- Mai, H. y Friedrich, S. (2016). Size and development of the shadow economies of 157 worldwide countries: Updated and new measures from 1999 to 2013. *J Glob Econ*, 4(218):2.
- Mirus, R., Smith, R. S., y Karoleff, V. (1994). Canada's underground economy revisited: update and critique. *Canadian Public Policy/Analyse de Politiques*, pages 235–252.
- Montoro, C. y Navarro, A. (2010). Estimación de la Q de Tobin para la economía peruana. *Revista Estudios Económicos*, (19):33–45.
- Morales, J. y Kolev, A. (2008). *Essays on Macroeconomic Theory: Technology adoption, the informal economy, and monetary policy*. VDM Publishing.
- Morales, R., Rodríguez, J., Higa Reyes, D., y Montes, R. (2010). Transiciones laborales, reformas estructurales y vulnerabilidad laboral en el Perú: 1998-2008. *Working Paper Series, PUCP*, pages 47–115.
- Mortensen, D. T. y Pissarides, C. A. (1994). Job creation and job destruction in the theory of unemployment. *The review of economic studies*, 61(3):397–415.
- Neck, R., Schneider, F., y Hofreither, M. F. (1989). *The consequences of progressive income taxation for the shadow economy: some theoretical considerations*. Springer.
- OECD (2014). How good is your job? Measuring and assessing job quality. In *OECD Employment Outlook*, pages 79–139. Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Pages, C. y Stampini, M. (2007). No education, no good jobs?: Evidence on the relationship between education and labor market segmentation. *BID discussion paper*.

- Perry, G., Maloney, W. F., Arias, O., Mason, A. D., Saavedra, J., y Fajnzylber, P. (2007). *Informality: Exit and exclusion*. World Bank Publications.
- Reich, M., Gordon, D. M., y Edwards, R. C. (1973). A theory of labor market segmentation. *The American Economic Review*, 63(2):359–365.
- Restrepo-Echavarria, P. (2014). Macroeconomic volatility: The role of the informal economy. *European Economic Review*, 70:454–469.
- Rogerson, R. y Shimer, R. (2011). Chapter 7 - Search in macroeconomic models of the labor market. In Card, O. A. a. D., editor, *Handbook of Labor Economics*, volume 4, Part A, pages 619–700. Elsevier.
- Schmitt-Grohé, S. y Uribe, M. (2003). Closing small open economy models. *Journal of International Economics*, 61(1):163–185.
- Schmitt-Grohé, S. y Uribe, M. (2017). *Open Economy Macroeconomics*, volume 1. Princeton University Press, first edition edition.
- Schneider, F. (2002). The size and development of the shadow economies of 22 transition and 21 OECD countries. *IZA Discussion paper series*, No. 514.
- Schneider, F. y Enste, D. (2000). Shadow economies around the world size, causes, and consequences. *IMF Working Papers*, No. 0-26.
- Schneider, F. y Neck, R. (1993). The development of the shadow economy under changing tax systems and structures: some theoretical and empirical results for Austria. *FinanzArchiv / Public Finance Analysis*, pages 344–369.
- Shapiro, A. F. (2015). Institutions, informal labor markets, and business cycle volatility. *Economía, LACEA*, Volume 16 Number 1(Fall 2015):77–112.
- Todaro, M. P. (1969). A model of labor migration and urban unemployment in less developed countries. *The American Economic Review*, 59(1):138–148.

## **Anexo**

## Anexo A.1: Sistema de ecuaciones del modelo

El modelo en cuestión puede resumirse en algunas ecuaciones, que por construcción son no lineales. A continuación pasamos a listarlas.

### ■ Familia

$$1 = \beta E_t \left[ \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-g} R_t \right] \quad \text{Ecuación de Euler}$$

$$C_{I,t} = \alpha_{I,c} \phi_{I,t}^{-\varepsilon} C_t \quad \text{Consumo de bienes informales}$$

$$C_{F,t} = \alpha_{F,c} \phi_{F,t}^{-\varepsilon} C_t \quad \text{Consumo de bienes formales}$$

$$C_t = \phi_{F,t} C_{F,t} + \phi_{I,t} C_{I,t} \quad \text{Consumo total}$$

### ■ Buscadores de empleo

$$S_t = 1 - (1 - \delta_F) N_{F,t-1} - (1 - \delta_I) N_{I,t-1} \quad \text{Buscadores}$$

$$U_t = 1 - N_{F,t} - N_{I,t} \quad \text{Desempleo}$$

### ■ Mercado laboral formal

$$M_{F,t} = m_F S_t^\sigma V_{F,t}^{1-\sigma} \quad \text{Función matching}$$

$$p_{F,t} = m_F \theta_{F,t}^{1-\sigma} \quad \text{Probabilidad de encontrar un empleo}$$

$$q_{F,t} = m_F \theta_{F,t}^{-\sigma} \quad \text{Probabilidad de cubrir una vacante}$$

$$\theta_{F,t} = \frac{V_{F,t}}{S_t} \quad \text{Tasa de congestión (vacante/búsqueda)}$$

$$N_{F,t} = (1 - \delta_F) N_{F,t-1} + M_{F,t} \quad \text{Dinámica del empleo}$$

$$\phi_{F,t} = \frac{(1+\tau)\bar{h}_F w_{F,t}^R - (1-\delta_F) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right) \right]}{A_{F,t} - \frac{k_{F,t}}{q_{F,t}}} \quad \text{Precios relativos}$$

$$w_{F,t}^R = \frac{\zeta}{\bar{h}_F \lambda_t} + \frac{\eta_F}{\bar{h}_F (1+\tau)(1-\eta_F)} \left\{ \frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}} - (1 - \delta_F) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{F,t+1} - p_{I,t+1}) \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right] \right\}$$

Salario real

### ■ Mercado laboral informal

$$M_{I,t} = m_I S_t^\sigma V_{I,t}^{1-\sigma} \quad \text{Función matching}$$

$$p_{I,t} = m_I \theta_{I,t}^{1-\sigma} \quad \text{Probabilidad de encontrar un empleo}$$

$$q_{I,t} = m_I \theta_{I,t}^{-\sigma} \quad \text{Probabilidad de cubrir una vacante}$$

$$\theta_{I,t} = \frac{V_{I,t}}{S_t} \quad \text{Tasa de congestión (vacante/búsqueda)}$$

$$N_{I,t} = (1 - \delta_I) N_{I,t-1} + M_{I,t} \quad \text{Dinámica del empleo}$$

$$\phi_{I,t} = \frac{\bar{h}_I w_{I,t}^R - (1-\delta_I) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right) \right]}{A_{I,t} - \frac{k_{I,t}}{q_{I,t}}} \quad \text{Precios relativos}$$

$$w_{I,t}^R = \frac{\xi}{h_I \lambda_t} + \frac{\eta_I}{h_I(1-\eta_I)} \left\{ \frac{\phi_{I,t} k_{I,t}}{q_{I,t}} - (1 - \delta_I) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{I,t+1} - p_{F,t+1}) \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right] \right\} \text{Salario real}$$

#### ■ Empresas formales e informales

$Y_{F,t} = A_{F,t} N_{F,t}$	Producción formal
$Y_{I,t} = A_{I,t} N_{I,t}$	Producción informal
$Y_t = \phi_{F,t} Y_{F,t} + \phi_{I,t} Y_{I,t}$	Producción agregada

#### ■ Política Fiscal

$$B_t^{RG} = \tau \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t} - G_{ss} + B_{t-1}^{RG} R_{t-1} \quad \text{Presupuesto fiscal}$$

#### ■ Tasa de interés

$B_t^R = B_t^{RG} + B_t^{Rp}$	Activos externos netos en posesión de residentes
$R_t = R_{ss}^* \exp \left( \Psi_B \left( B_{ss}^R - B_t^R \right) \right)$	Relación de arbitraje de tasas

#### ■ Market Clearing

$Y_{F,t} = C_{F,t} + k_{F,t} V_{F,t} + X N_t$	Mercado formal
$Y_{I,t} = C_{I,t} + k_{I,t} V_{I,t}$	Mercado informal
$\phi_{F,t} X N_t = B_t^R - R_{t-1} B_{t-1}^R$	Mercado externo

#### ■ Shocks de la economía

$A_{F,t} = A_t z_{F,t} \bar{h}_F$	Productividad total del sector formal
$A_{I,t} = \kappa A_t z_{I,t} \bar{h}_I$	Productividad total del sector informal
$\ln A_t = \rho_a \ln A_{t-1} + \epsilon_t^a$	Shock de productividad agregado
$\ln z_{F,t} = \rho_{zF} \ln z_{F,t-1} + \epsilon_t^{zF}$	Shock de productividad del sector formal
$\ln z_{I,t} = \rho_{zI} \ln z_{I,t-1} + \epsilon_t^{zI}$	Shock de productividad del sector informal

## Anexo A.2: Sistema de ecuaciones lineales

Aquellas variables que tienen un subfijo  $ss$  debe interpretarse como el valor de estado estacionario.

### ■ Familia

$$\hat{c}_t = E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{g} \hat{r}_t \quad (80)$$

$$\hat{c}_{I,t} = -\varepsilon \hat{\phi}_{I,t} + \hat{c}_t \quad (81)$$

$$\hat{c}_{F,t} = -\varepsilon \hat{\phi}_{F,t} + \hat{c}_t \quad (82)$$

$$\hat{c}_t = \left( \frac{\phi_{F,ss} C_{F,ss}}{C_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{F,t} + \hat{c}_{F,t}) + \left( \frac{\phi_{I,ss} C_{I,ss}}{C_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{I,t} + \hat{c}_{I,t}) \quad (83)$$

### ■ Buscadores de empleo

$$\hat{s}_t = - \left[ \frac{(1 - \delta_F) N_{F,ss}}{S_{ss}} \right] \hat{n}_{F,t-1} - \left[ \frac{(1 - \delta_I) N_{I,ss}}{S_{ss}} \right] \hat{n}_{I,t-1} \quad (84)$$

$$u_t = - \left[ \frac{N_{F,ss}}{U_{ss}} \right] \hat{n}_{F,t} - \left[ \frac{N_{I,ss}}{U_{ss}} \right] \hat{n}_{I,t} \quad (85)$$

### ■ Mercado laboral formal

$$\hat{p}_{F,t} = (1 - \sigma) \hat{\theta}_{F,t} \quad (86)$$

$$\hat{q}_{F,t} = -\sigma \hat{\theta}_{F,t} \quad (87)$$

$$\hat{v}_{F,t} = \hat{s}_t + \hat{\theta}_{F,t} \quad (88)$$

$$\hat{m}_{F,t} = (1 - \sigma) \hat{\theta}_{F,t} + \hat{s}_t \quad (89)$$

$$\hat{n}_{F,t} = (1 - \delta_F) \hat{n}_{F,t-1} + \delta_F \hat{m}_{F,t} \quad (90)$$

$$\hat{\phi}_{F,t} = \hat{h}_{1,t} - \hat{h}_{2,t} \quad (91)$$

$$\hat{h}_{1,t} = \left[ \frac{m_F (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,ss}^R C_{ss}^{-g}}{H_{1,ss}} \right] (\hat{w}_{F,t}^R - g \hat{c}_t) - \left[ \frac{k_F (1 - \delta_F) \beta \phi_{F,ss} \theta_{F,ss}^\sigma}{H_{1,ss}} \right] E_t (\hat{\phi}_{F,t+1} + \sigma \hat{\theta}_{F,t+1}) \quad (92)$$

$$\hat{h}_{2,t} = \left[ \frac{m_F C_{ss}^{-g} A_{F,ss}}{H_{2,ss}} \right] (\hat{a}_{F,t} - g \hat{c}_t) - \left[ \frac{k_F \theta_{F,ss}^\sigma}{H_{2,ss}} \right] \sigma \hat{\theta}_{F,t} \quad (93)$$

$$\frac{w_{F,ss}^R C_{ss}^{-g}}{\nu_F \phi_{F,ss} \theta_{F,ss}^\sigma} (\hat{w}_{F,t}^R - g\hat{c}_t) = \hat{\phi}_{F,t} + \sigma\hat{\theta}_{F,t} - (1 - \delta_F) H_{3,ss} \beta E_t (\hat{h}_{3,t+1} + \hat{\phi}_{F,t+1} + \sigma\hat{\theta}_{F,t+1}) \quad (94)$$

## ■ Mercado laboral informal

$$\hat{p}_{I,t} = (1 - \sigma) \hat{\theta}_{I,t} \quad (95)$$

$$\hat{q}_{I,t} = -\sigma\hat{\theta}_{I,t} \quad (96)$$

$$\hat{v}_{I,t} = \hat{s}_t + \hat{\theta}_{I,t} \quad (97)$$

$$\hat{m}_{I,t} = (1 - \sigma) \hat{\theta}_{I,t} + \hat{s}_t \quad (98)$$

$$\hat{n}_{I,t} = (1 - \delta_I) \hat{n}_{I,t-1} + \delta_I \hat{m}_{I,t} \quad (99)$$

$$\hat{\phi}_{I,t} = \hat{h}_{4,t} - \hat{h}_{5,t} \quad (100)$$

$$\hat{h}_{4,t} = \left[ \frac{m_I \bar{h}_I w_{I,ss}^R C_{ss}^{-g}}{H_{4,ss}} \right] (\hat{w}_{I,t}^R - g\hat{c}_t) - \left[ \frac{k_I (1 - \delta_I) \beta \phi_{I,ss} \theta_{I,ss}^\sigma}{H_{4,ss}} \right] E_t (\hat{\phi}_{I,t+1} + \sigma\hat{\theta}_{I,t+1}) \quad (101)$$

$$\hat{h}_{5,t} = \left[ \frac{m_I C_{ss}^{-g} A_{I,ss}}{H_{5,ss}} \right] (\hat{a}_{I,t} - g\hat{c}_t) - \left[ \frac{k_I \theta_{I,ss}^\sigma}{H_{5,ss}} \right] \sigma\hat{\theta}_{I,t} \quad (102)$$

$$\frac{w_{I,ss}^R C_{ss}^{-g}}{\nu_I \phi_{I,ss} \theta_{I,ss}^\sigma} (\hat{w}_{I,t}^R - g\hat{c}_t) = \hat{\phi}_{I,t} + \sigma\hat{\theta}_{I,t} - (1 - \delta_I) H_{3,ss} \beta E_t (\hat{h}_{3,t+1} + \hat{\phi}_{I,t+1} + \sigma\hat{\theta}_{I,t+1}) \quad (103)$$

## ■ Probabilidad de permanecer desempleado

$$\hat{h}_{3,t} = - \left( \frac{p_{F,ss}}{H_{3,ss}} \right) \hat{p}_{F,t} - \left( \frac{p_{I,ss}}{H_{3,ss}} \right) \hat{p}_{I,t} \quad (104)$$

## ■ Empresas formales e informales

$$\hat{y}_{F,t} = \hat{a}_{F,t} + \hat{n}_{F,t} \quad (105)$$

$$\hat{y}_{I,t} = \hat{a}_{I,t} + \hat{n}_{I,t} \quad (106)$$

$$\hat{y}_t = \left( \frac{\phi_{F,ss} Y_{F,ss}}{Y_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{F,t} + \hat{y}_{F,t}) + \left( \frac{\phi_{I,ss} Y_{I,ss}}{Y_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{I,t} + \hat{y}_{I,t}) \quad (107)$$

## ■ Política Fiscal

$$\hat{b}_t^{RG} = \left( 1 - R_{ss} + \frac{G_{ss}}{B_{ss}^{RG}} \right) (\hat{w}_{F,t}^R + \hat{n}_{F,t}) + R_{ss} (\hat{b}_{t-1}^{RG} + \hat{r}_{t-1}) \quad (108)$$

■ Tasa de interés

$$\hat{b}_t^R = \left( \frac{B_{ss}^{RG}}{B_{ss}^R} \right) \hat{b}_t^{RG} + \left( \frac{B_{ss}^{Rp}}{B_{ss}^R} \right) \hat{b}_t^{Rp} \quad (109)$$

$$\hat{r}_t = -\Psi_B B_{ss}^R \hat{b}_t^R \quad (110)$$

■ Market Clearing

$$\hat{y}_{F,t} = \left( \frac{C_{F,ss}}{Y_{F,ss}} \right) \hat{c}_{F,t} + \left( \frac{k_F C_{ss}^{-g} V_{F,ss}}{Y_{F,ss}} \right) (g \hat{c}_t + \hat{v}_{F,t}) + \left( \frac{X N_{ss}}{Y_{F,ss}} \right) \hat{x}_t \quad (111)$$

$$\hat{y}_{I,t} = \left( \frac{C_{I,ss}}{Y_{I,ss}} \right) \hat{c}_{I,t} + \left( \frac{k_I C_{ss}^{-g} V_{I,ss}}{Y_{I,ss}} \right) (g \hat{c}_t + \hat{v}_{I,t}) \quad (112)$$

$$\hat{\phi}_{F,t} + \hat{x}_t = \left( \frac{1}{1 - R_{ss}} \right) \hat{b}_t^R - \left( \frac{R_{ss}}{1 - R_{ss}} \right) (\hat{r}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}^R) \quad (113)$$

■ Shocks de la economía

$$\hat{a}_{F,t} = \hat{a}_t + \hat{z}_{F,t} \quad (114)$$

$$\hat{a}_{I,t} = \hat{a}_t + \hat{z}_{I,t} \quad (115)$$

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \epsilon_t^a \quad (116)$$

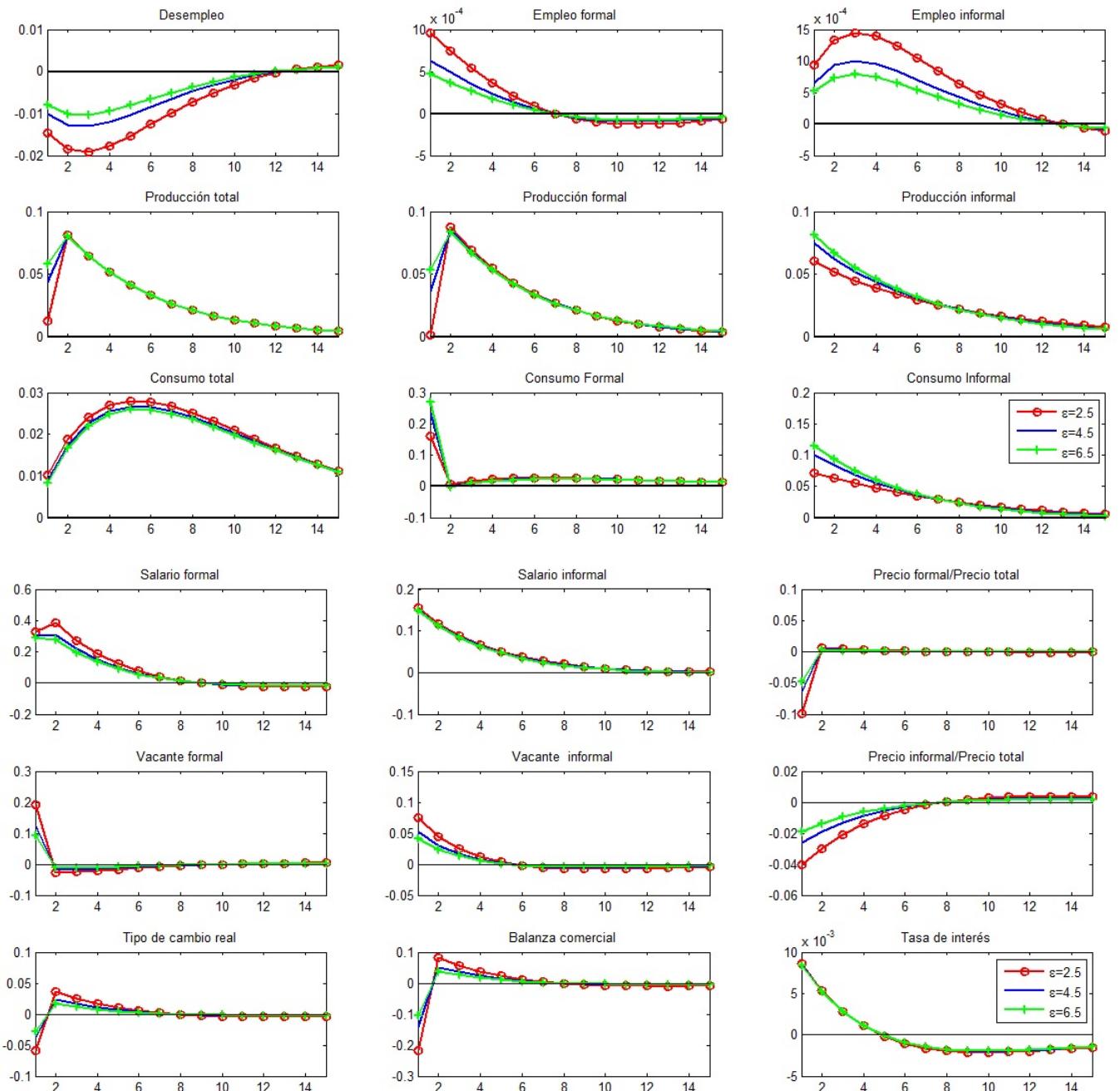
$$\hat{z}_{F,t} = \rho_{zF} \hat{z}_{F,t-1} + \epsilon_t^{zF} \quad (117)$$

$$\hat{z}_{I,t} = \rho_{zI} \hat{z}_{I,t-1} + \epsilon_t^{zI} \quad (118)$$

## Anexo A.3 Análisis de sensibilidad sin capital

### Shock de productividad agregado

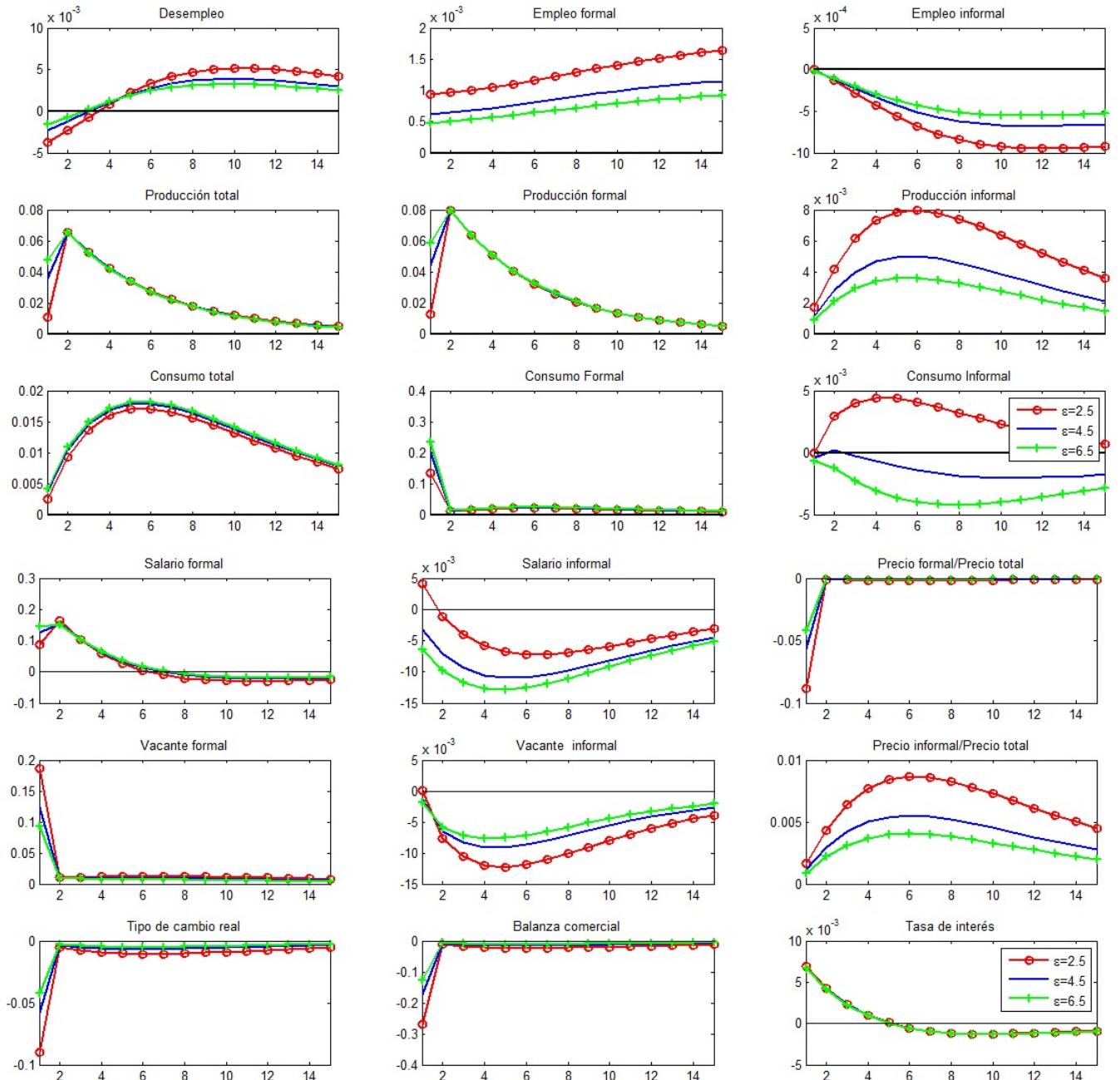
Figura 9: Shock de productividad agregado Sensibilidad:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 4,5$  y  $\varepsilon = 6,5$



Fuente: Propia

## Shock de productividad sectorial formal

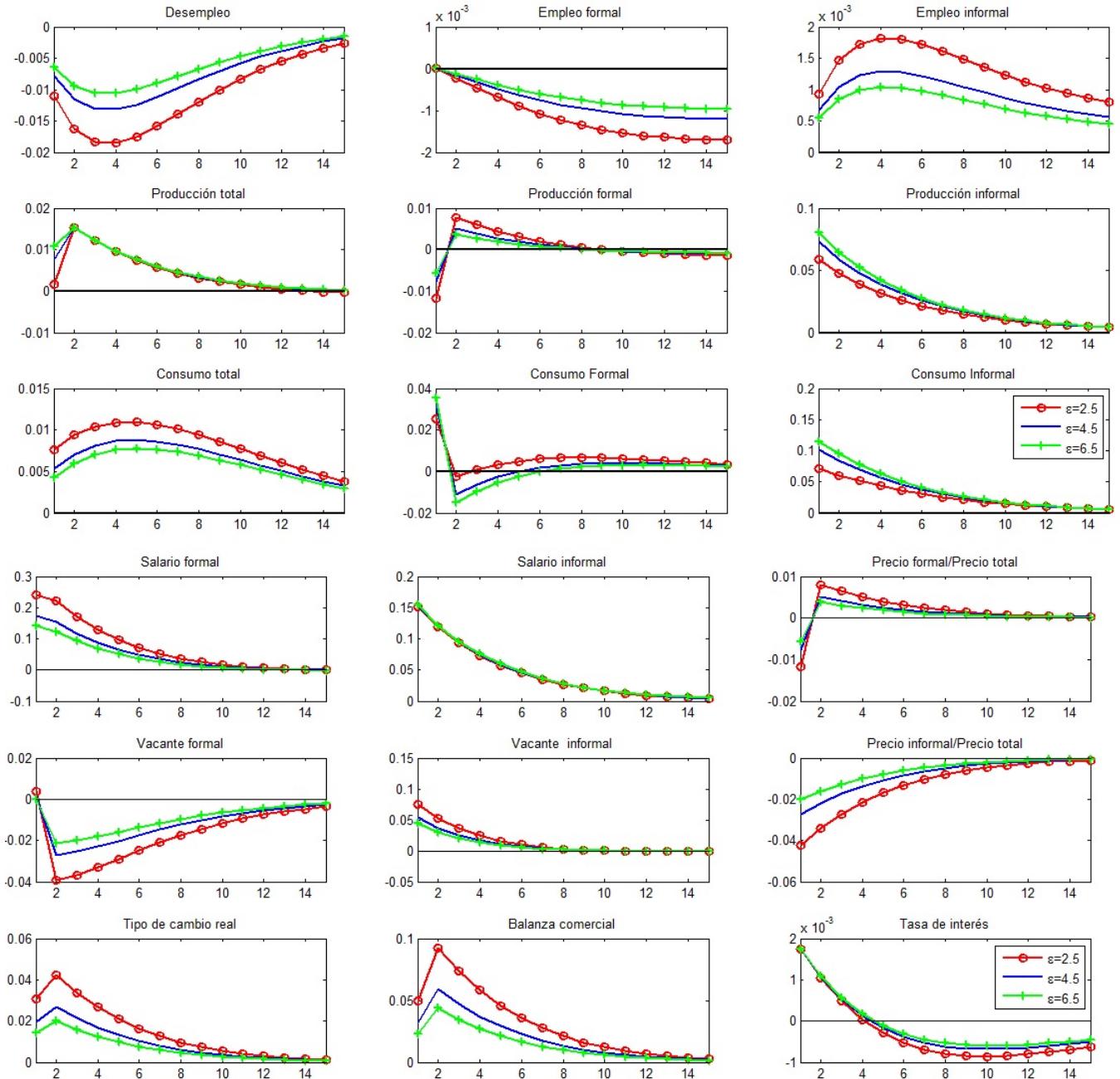
Figura 10: Shock de productividad sectorial formal Sensibilidad:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 4,5$  y  $\varepsilon = 6,5$



Fuente: Propia

## Shock de productividad sectorial informal

Figura 11: Shock de productividad sectorial informal Sensibilidad:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 4,5$  y  $\varepsilon = 6,5$



Fuente: Propia

## Anexo A.4: Sistema de ecuaciones del modelo con capital físico

El modelo en cuestión puede resumirse en algunas ecuaciones, que por construcción son no lineales. A continuación pasamos a listarlas.

### ■ Familia

$$1 = \beta E_t \left[ \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-g} R_t \right] \quad \text{Ecuación de Euler}$$

$$C_{I,t} = \alpha_{I,c} \phi_{I,t}^{-\varepsilon} C_t \quad \text{Consumo de bienes informales}$$

$$C_{F,t} = \alpha_{F,c} \phi_{F,t}^{-\varepsilon} C_t \quad \text{Consumo de bienes formales}$$

$$C_t = \phi_{F,t} C_{F,t} + \phi_{I,t} C_{I,t} \quad \text{Consumo total}$$

### ■ Buscadores de empleo

$$S_t = 1 - (1 - \delta_F) N_{F,t-1} - (1 - \delta_I) N_{I,t-1} \quad \text{Buscadores}$$

$$U_t = 1 - N_{F,t} - N_{I,t} \quad \text{Desempleo}$$

### ■ Mercado laboral formal

$$M_{F,t} = m_F S_t^\sigma V_{F,t}^{1-\sigma} \quad \text{Función matching}$$

$$p_{F,t} = m_F \theta_{F,t}^{1-\sigma} \quad \text{Probabilidad de encontrar un empleo}$$

$$q_{F,t} = m_F \theta_{F,t}^{-\sigma} \quad \text{Probabilidad de cubrir una vacante}$$

$$\theta_{F,t} = \frac{V_{F,t}}{S_t} \quad \text{Tasa de congestión (vacante/búsqueda)}$$

$$N_{F,t} = (1 - \delta_F) N_{F,t-1} + M_{F,t} \quad \text{Dinámica del empleo}$$

$$\phi_{F,t} = \frac{(1+\tau)\bar{h}_F w_{F,t}^R - (1-\delta_F)E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right) \right]}{\frac{\alpha Y_{F,t}}{N_{F,t}} - \frac{k_{F,t}}{q_{F,t}}} \quad \text{Costo marginal formal}$$

$$D_t = \phi_{F,t} (1 + T_t) + \phi_{F,t} I_t \frac{\partial T_t}{\partial I_t} + E_t \left[ Q_{t+1,t} \phi_{F,t+1} \frac{\partial T_{t+1}}{\partial I_t} I_{t+1} \right] \quad \text{Inversión óptima}$$

$$D_t = (1 - \alpha) \phi_{F,t} \left( \frac{Y_{F,t}}{K_t} \right) + (1 - \delta_K) E_t (Q_{t+1,t} D_{t+1}) \quad \text{Capital óptimo}$$

$$K_t = (1 - \delta_K) K_{t-1} + I_t \quad \text{Ley de movimiento del capital}$$

$$T_t = \frac{\Theta_F}{2} \left( \frac{I_t}{\gamma I_{t-1}} - 1 \right)^2 \quad \text{Costo de ajuste de la inversión}$$

$$w_{F,t}^R = \frac{\zeta}{\bar{h}_F \lambda_t} + \frac{\eta_F}{\bar{h}_F (1+\tau)(1-\eta_F)} \left\{ \frac{\phi_{F,t} k_{F,t}}{q_{F,t}} - (1 - \delta_F) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{F,t+1} - p_{I,t+1}) \frac{\phi_{F,t+1} k_{F,t+1}}{q_{F,t+1}} \right] \right\}$$

Salario real

### ■ Mercado laboral informal

$$M_{I,t} = m_I S_t^\sigma V_{I,t}^{1-\sigma} \quad \text{Función matching}$$

$$p_{I,t} = m_I \theta_{I,t}^{1-\sigma} \quad \text{Probabilidad de encontrar un empleo}$$

$q_{I,t} = m_I \theta_{I,t}^{-\sigma}$	Probabilidad de cubrir una vacante
$\theta_{I,t} = \frac{V_{I,t}}{S_t}$	Tasa de congestión (vacante/búsqueda)
$N_{I,t} = (1 - \delta_I) N_{I,t-1} + M_{I,t}$	Dinámica del empleo
$\phi_{I,t} = \frac{\bar{h}_I w_{I,t}^R - (1 - \delta_I) E_t \left[ Q_{t+1,t} \left( \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right) \right]}{A_{I,t} - \frac{k_{I,t}}{q_{I,t}}}$	Costo marginal
$w_{I,t}^R = \frac{\xi}{h_I \lambda_t} + \frac{\eta_I}{h_I (1 - \eta_I)} \left\{ \frac{\phi_{I,t} k_{I,t}}{q_{I,t}} - (1 - \delta_I) E_t Q_{t+1,t} \left[ (1 - p_{I,t+1} - p_{F,t+1}) \frac{\phi_{I,t+1} k_{I,t+1}}{q_{I,t+1}} \right] \right\}$	Salario real

#### ■ Wholesale formal e informal

$Y_{F,t} = A_{F,t} N_{F,t}^\alpha K_t^{1-\alpha}$	Producción del mayorista formal
$Y_{I,t} = A_{I,t} N_{I,t}$	Producción del mayorista informal
$P_t Y_t = P_{F,t} Y_{F,t} + P_{I,t} Y_{I,t}$	Producción agregada

#### ■ Política Fiscal

$$B_t^{RG} = \tau \bar{h}_F w_{F,t}^R N_{F,t} - G_{ss} + B_{t-1}^{RG} R_{t-1} \quad \text{Presupuesto fiscal}$$

#### ■ Tasa de interés

$B_t^R = B_t^{RG} + B_t^{Rp}$	Activos externos netos en posesión de residentes
$R_t = R_{ss}^* \exp \left( \Psi_B \left( B_{ss}^R - B_t^R \right) \right)$	Relación de arbitraje

#### ■ Market Clearing

$Y_{F,t} = C_{F,t} + k_{F,t} V_{F,t} + (1 + T_t) I_t + X N_t$	Mercado formal
$Y_{I,t} = C_{I,t} + k_{I,t} V_{I,t}$	Mercado informal
$\phi_{F,t} X N_t = B_t^R - R_{t-1} B_{t-1}^R$	Mercado externo

#### ■ Shocks de la economía

$A_{F,t} = A_t z_{F,t} \bar{h}_F^\alpha$	Productividad total del sector formal
$A_{I,t} = \kappa A_t z_{I,t} \bar{h}_I$	Productividad total del sector informal
$\ln A_t = \rho_a \ln A_{t-1} + \epsilon_t^a$	Shock de productividad agregado
$\ln z_{F,t} = \rho_{zF} \ln z_{F,t-1} + \epsilon_t^{zF}$	Shock de productividad del sector formal
$\ln z_{I,t} = \rho_{zI} \ln z_{I,t-1} + \epsilon_t^{zI}$	Shock de productividad del sector informal

## Anexo A.5: Sistema de ecuaciones lineales con capital físico

El modelo lineal que incorpora capital físico puede resumirse en las siguientes ecuaciones.

- Familia

$$\hat{c}_t = E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{g} \hat{r}_t \quad (119)$$

$$\hat{c}_{I,t} = -\varepsilon \hat{\phi}_{I,t} + \hat{c}_t \quad (120)$$

$$\hat{c}_{F,t} = -\varepsilon \hat{\phi}_{F,t} + \hat{c}_t \quad (121)$$

$$\hat{c}_t = \left( \frac{\phi_{F,ss} C_{F,ss}}{C_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{F,t} + \hat{c}_{F,t}) + \left( \frac{\phi_{I,ss} C_{I,ss}}{C_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{I,t} + \hat{c}_{I,t}) \quad (122)$$

- Buscadores de empleo

$$\hat{s}_t = - \left[ \frac{(1 - \delta_F) N_{F,ss}}{S_{ss}} \right] \hat{n}_{F,t-1} - \left[ \frac{(1 - \delta_I) N_{I,ss}}{S_{ss}} \right] \hat{n}_{I,t-1} \quad (123)$$

$$u_t = - \left[ \frac{N_{F,ss}}{U_{ss}} \right] \hat{n}_{F,t} - \left[ \frac{N_{I,ss}}{U_{ss}} \right] \hat{n}_{I,t} \quad (124)$$

- Mercado laboral formal

$$\hat{p}_{F,t} = (1 - \sigma) \hat{\theta}_{F,t} \quad (125)$$

$$\hat{q}_{F,t} = -\sigma \hat{\theta}_{F,t} \quad (126)$$

$$\hat{v}_{F,t} = \hat{s}_t + \hat{\theta}_{F,t} \quad (127)$$

$$\hat{m}_{F,t} = (1 - \sigma) \hat{\theta}_{F,t} + \hat{s}_t \quad (128)$$

$$\hat{n}_{F,t} = (1 - \delta_F) \hat{n}_{F,t-1} + \delta_F \hat{m}_{F,t} \quad (129)$$

$$\hat{h}_{1,t} = \hat{h}_{1,t} - \hat{h}_{2,t} \quad (130)$$

$$\hat{h}_{1,t} = \left[ \frac{m_F (1 + \tau) \bar{h}_F w_{F,ss}^R C_{ss}^{-g}}{H_{1,ss}} \right] (\hat{w}_{F,t}^R - g \hat{c}_t) - \left[ \frac{k_F (1 - \delta_F) \beta \phi_{F,ss} \theta_{F,ss}^\sigma}{H_{1,ss}} \right] E_t (\hat{\phi}_{F,t+1} + \sigma \hat{\theta}_{F,t+1}) \quad (131)$$

$$\hat{h}_{2,t} = \left[ \frac{m_F C_{ss}^{-g}}{H_{2,ss}} \left( \frac{\alpha Y_{F,ss}}{N_{F,ss}} \right) \right] (\hat{y}_{F,t} - \hat{n}_{F,t} - g \hat{c}_t) - \left[ \frac{k_F \theta_{F,ss}^\sigma}{H_{2,ss}} \right] \sigma \hat{\theta}_{F,t} \quad (132)$$

$$\begin{aligned} \hat{d}_t &= \left( \frac{\phi_{F,ss} (1 + T_{ss})}{D_{ss}} \right) \hat{\phi}_{F,t} + \left( \frac{\phi_{F,ss} T_{ss}}{D_{ss}} \right) \hat{T}_t + \frac{\phi_{F,ss} I_{ss} T_{1,ss}}{D_{ss}} (\hat{\phi}_{F,t} + \hat{I}_t + \hat{T}_{1,t}) \\ &\quad + \frac{\beta \phi_{F,ss} T_{2,ss} I_{ss}}{D_{ss}} E_t (g \hat{c}_t - g \hat{c}_{t+1} + \hat{\phi}_{F,t+1} + \hat{T}_{2,t+1} + \hat{I}_{t+1}) \end{aligned} \quad (133)$$

$$\hat{d}_t = \left( \frac{(1-\alpha) \phi_{F,ss} Y_{F,ss}}{D_{ss} K_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{F,t} + \hat{y}_{F,t} - \hat{k}_t) + (1-\delta_K) \beta E_t (g\hat{c}_t - g\hat{c}_{t+1} + \hat{d}_{t+1}) \quad (134)$$

$$\hat{k}_t = (1-\delta_K) \hat{k}_{t-1} + \left( \frac{I_{ss}}{K_{ss}} \right) \hat{I}_t \quad (135)$$

$$\hat{T}_t = \frac{2}{1-\gamma} (\hat{I}_t - \hat{I}_{t-1}) \quad (136)$$

$$\hat{T}_{1,t} = \left( \frac{1}{1-\gamma} \right) \hat{I}_t - \left( \frac{2-\gamma}{1-\gamma} \right) \hat{I}_{t-1} \quad (137)$$

$$\hat{T}_{2,t} = \left( \frac{2-\gamma}{1-\gamma} \right) \hat{I}_t - \left( \frac{3-2\gamma}{1-\gamma} \right) \hat{I}_{t-1} \quad (138)$$

$$\frac{w_{F,ss}^R C_{ss}^{-g}}{\nu_F \phi_{F,ss} \theta_{F,ss}^\sigma} (\hat{w}_{F,t}^R - g\hat{c}_t) = \hat{\phi}_{F,t} + \sigma \hat{\theta}_{F,t} - (1-\delta_F) H_{3,ss} \beta E_t (\hat{h}_{3,t+1} + \hat{\phi}_{F,t+1} + \sigma \hat{\theta}_{F,t+1}) \quad (139)$$

## ■ Mercado laboral informal

$$\hat{p}_{I,t} = (1-\sigma) \hat{\theta}_{I,t} \quad (140)$$

$$\hat{q}_{I,t} = -\sigma \hat{\theta}_{I,t} \quad (141)$$

$$\hat{v}_{I,t} = \hat{s}_t + \hat{\theta}_{I,t} \quad (142)$$

$$\hat{m}_{I,t} = (1-\sigma) \hat{\theta}_{I,t} + \hat{s}_t \quad (143)$$

$$\hat{n}_{I,t} = (1-\delta_I) \hat{n}_{I,t-1} + \delta_I \hat{m}_{I,t} \quad (144)$$

$$\hat{\phi}_{I,t} = \hat{h}_{4,t} - \hat{h}_{5,t} \quad (145)$$

$$\hat{h}_{4,t} = \left[ \frac{m_I \bar{h}_I w_{I,ss}^R C_{ss}^{-g}}{H_{4,ss}} \right] (\hat{w}_{I,t}^R - g\hat{c}_t) - \left[ \frac{k_I (1-\delta_I) \beta \phi_{I,ss} \theta_{I,ss}^\sigma}{H_{4,ss}} \right] E_t (\hat{\phi}_{I,t+1} + \sigma \hat{\theta}_{I,t+1}) \quad (146)$$

$$\hat{h}_{5,t} = \left[ \frac{m_I C_{ss}^{-g} A_{I,ss}}{H_{5,ss}} \right] (\hat{a}_{I,t} - g\hat{c}_t) - \left[ \frac{k_I \theta_{I,ss}^\sigma}{H_{5,ss}} \right] \sigma \hat{\theta}_{I,t} \quad (147)$$

$$\frac{w_{I,ss}^R C_{ss}^{-g}}{\nu_I \phi_{I,ss} \theta_{I,ss}^\sigma} (\hat{w}_{I,t}^R - g\hat{c}_t) = \hat{\phi}_{I,t} + \sigma \hat{\theta}_{I,t} - (1-\delta_I) H_{3,ss} \beta E_t (\hat{h}_{3,t+1} + \hat{\phi}_{I,t+1} + \sigma \hat{\theta}_{I,t+1}) \quad (148)$$

## ■ Probabilidad de permanecer desempleado

$$\hat{h}_{3,t} = - \left( \frac{p_{F,ss}}{H_{3,ss}} \right) \hat{p}_{F,t} - \left( \frac{p_{I,ss}}{H_{3,ss}} \right) \hat{p}_{I,t} \quad (149)$$

- Empresas formales e informales

$$\hat{y}_{F,t} = \hat{a}_{F,t} + \alpha \hat{n}_{F,t} + (1 - \alpha) \hat{k}_t \quad (150)$$

$$\hat{y}_{I,t} = \hat{a}_{I,t} + \hat{n}_{I,t} \quad (151)$$

$$\hat{y}_t = \left( \frac{\phi_{F,ss} Y_{F,ss}}{Y_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{F,t} + \hat{y}_{F,t}) + \left( \frac{\phi_{I,ss} Y_{I,ss}}{Y_{ss}} \right) (\hat{\phi}_{I,t} + \hat{y}_{I,t}) \quad (152)$$

- Política Fiscal

$$\hat{b}_t^{RG} = \left( 1 - R_{ss} + \frac{G_{ss}}{B_{ss}^{RG}} \right) (\hat{w}_{F,t}^R + \hat{n}_{F,t}) + R_{ss} (\hat{b}_{t-1}^{RG} + \hat{r}_{t-1}) \quad (153)$$

- Tasa de interés

$$\hat{b}_t^R = \left( \frac{B_{ss}^{RG}}{B_{ss}^R} \right) \hat{b}_t^{RG} + \left( \frac{B_{ss}^{Rp}}{B_{ss}^R} \right) \hat{b}_t^{Rp} \quad (154)$$

$$\hat{r}_t = -\Psi_B B_{ss}^R \hat{b}_t^R \quad (155)$$

- Market Clearing

$$\hat{y}_{F,t} = \left( \frac{C_{F,ss}}{Y_{F,ss}} \right) \hat{c}_{F,t} + \left( \frac{k_F C_{ss}^{-g} V_{F,ss}}{Y_{F,ss}} \right) (g \hat{c}_t + \hat{v}_{F,t}) + \frac{T_{ss} I_{ss}}{Y_{F,ss}} \hat{T}_t + \frac{(1 + T_{ss}) I_{ss}}{Y_{F,ss}} \hat{I}_t + \left( \frac{X N_{ss}}{Y_{F,ss}} \right) \hat{x}_t \quad (156)$$

$$\hat{y}_{I,t} = \left( \frac{C_{I,ss}}{Y_{I,ss}} \right) \hat{c}_{I,t} + \left( \frac{k_I C_{ss}^{-g} V_{I,ss}}{Y_{I,ss}} \right) (g \hat{c}_t + \hat{v}_{I,t}) \quad (157)$$

$$\hat{\phi}_{F,t} + \hat{x}_t = \left( \frac{1}{1 - R_{ss}} \right) \hat{b}_t^R - \left( \frac{R_{ss}}{1 - R_{ss}} \right) (\hat{r}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}^R) \quad (158)$$

- Shocks de la economía

$$\hat{a}_{F,t} = \hat{a}_t + \hat{z}_{F,t} \quad (159)$$

$$\hat{a}_{I,t} = \hat{a}_t + \hat{z}_{I,t} \quad (160)$$

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \epsilon_t^a \quad (161)$$

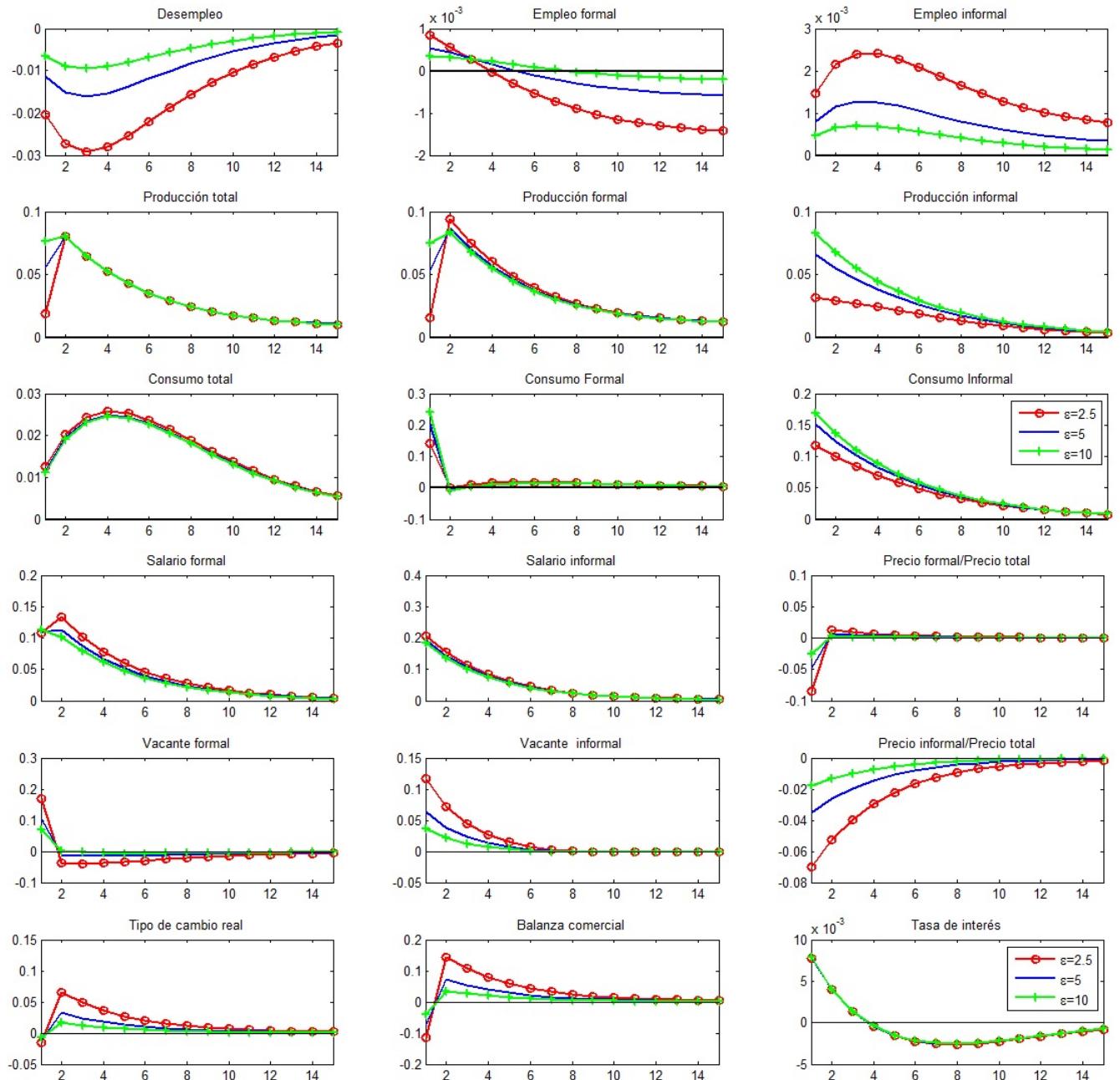
$$\hat{z}_{F,t} = \rho_{zF} \hat{z}_{F,t-1} + \epsilon_t^{zF} \quad (162)$$

$$\hat{z}_{I,t} = \rho_{zI} \hat{z}_{I,t-1} + \epsilon_t^{zI} \quad (163)$$

## Anexo A.6 Análisis de sensibilidad con capital

### Shock de productividad agregado

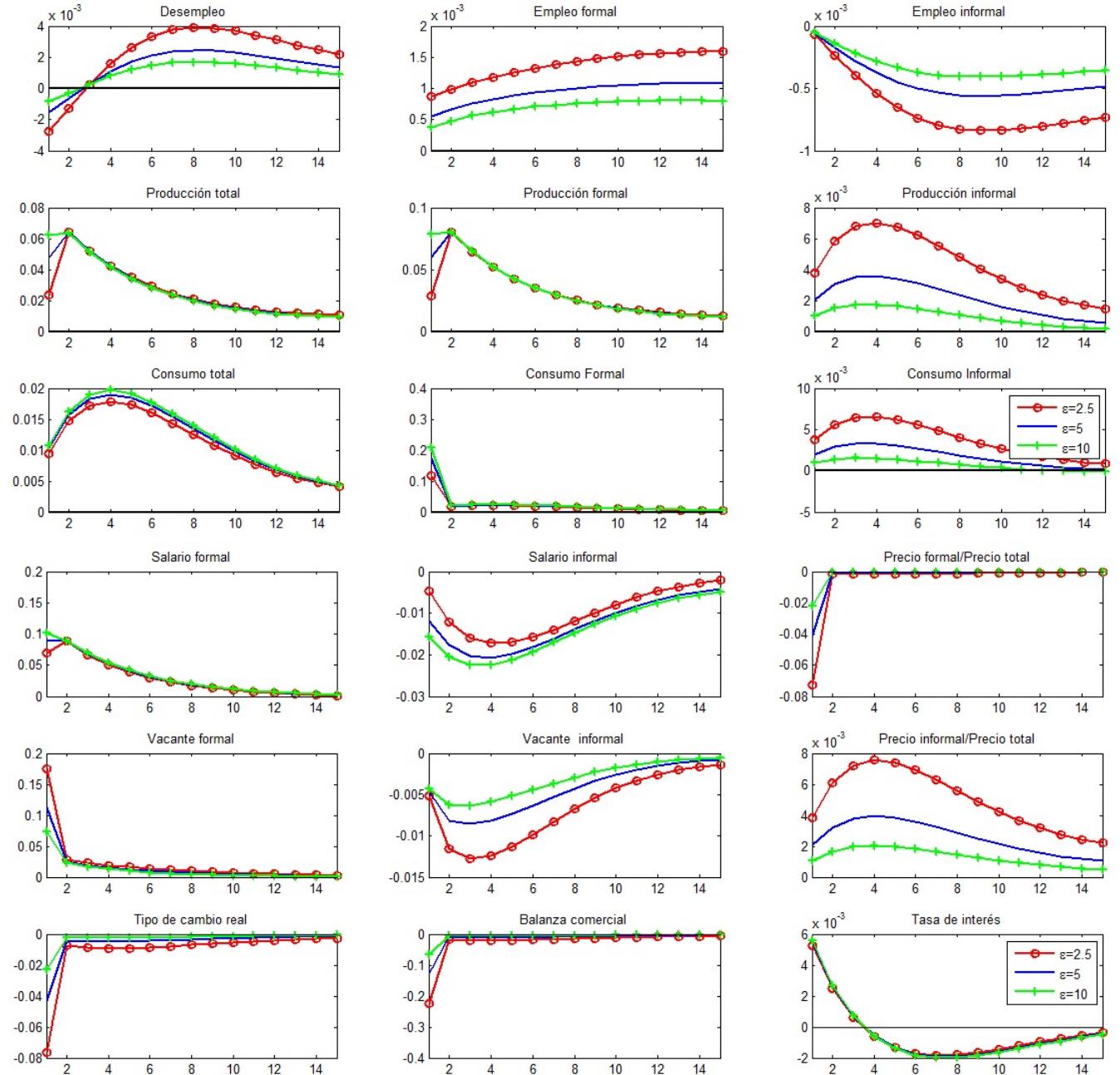
Figura 12: Shock de productividad agregado Sensibilidad:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 5$  y  $\varepsilon = 10$



Fuente: Propia

## Shock de productividad sectorial formal

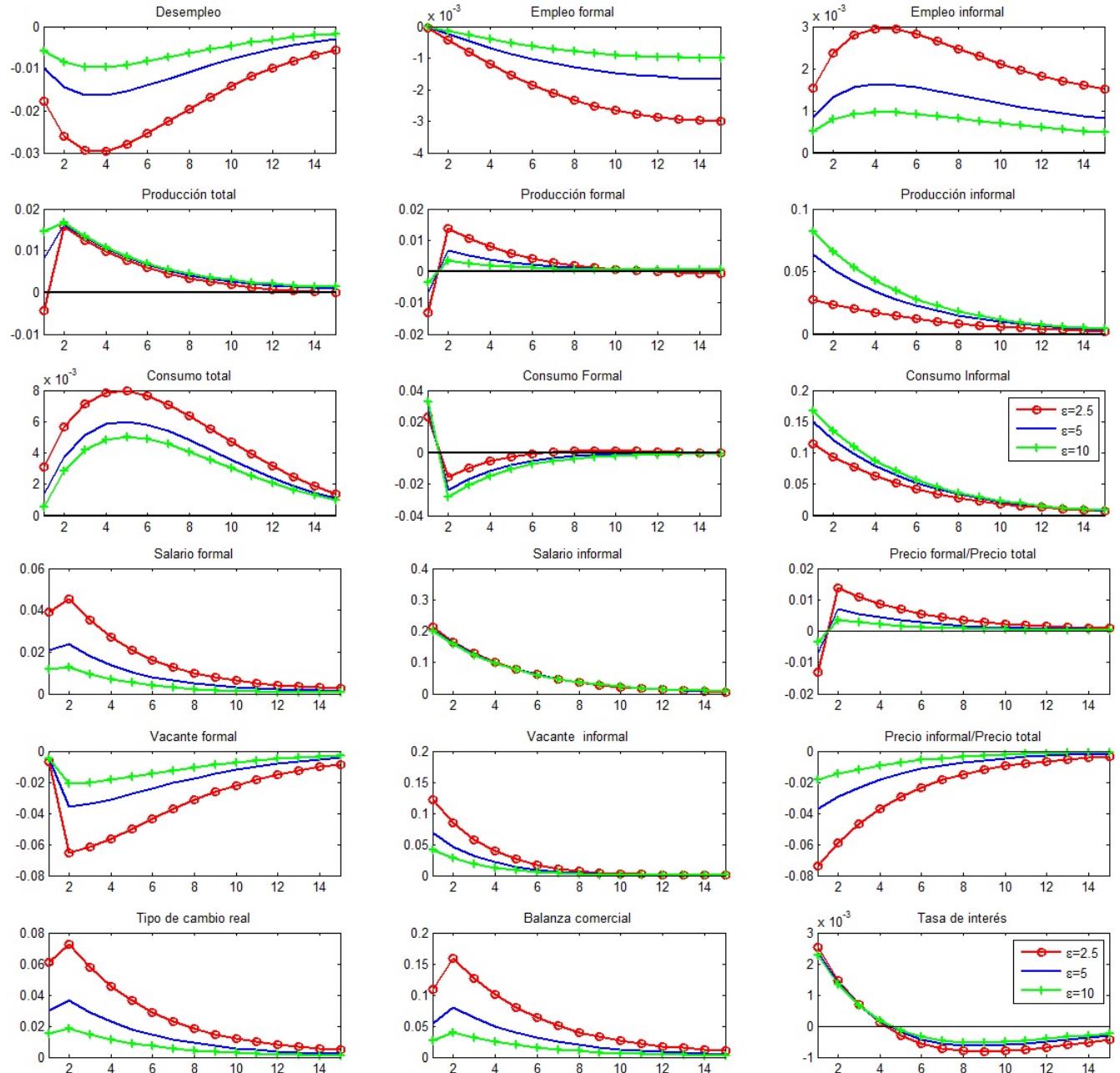
Figura 13: Shock de productividad sectorial formal Sensibilidad:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 5$  y  $\varepsilon = 10$



Fuente: Propia

## Shock de productividad sectorial informal

Figura 14: Shock de productividad sectorial informal Sensibilidad:  $\varepsilon = 2,5$ ,  $\varepsilon = 5$  y  $\varepsilon = 10$



Fuente: Propia