

RIGIDECES NOMINALES EN UNA ECONOMÍA CON UN AMPLIO SECTOR INFORMAL

Mónica Gómez
Fernando Jaramillo

SERIE DOCUMENTOS DE TRABAJO

No. 141

Agosto de 2013

Rigideces Nominales en una Economía con un Amplio Sector Informal

Mónica Gómez*

Fernando Jaramillo***

Agosto 2013

1. Introducción

La presencia del sector informal es una de las principales características del mercado de trabajo en países en vías de desarrollo como Colombia. Esta problemática ha sido ampliamente estudiada en los últimos años debido a su gran impacto en la economía y a que el funcionamiento del mercado de trabajo, los salarios y los precios se comportan de una manera diferente al de los países desarrollados. Una política monetaria y fiscal responsable debe tener en cuenta estas especificidades.

A pesar de las múltiples definiciones de la informalidad laboral, existe un consenso generalizado en caracterizar el sector informal con un sector intensivo en mano de obra y con un escaso nivel de capitalización en el proceso productivo. Esta situación trae consigo unos niveles de productividad laboral considerablemente bajos que afectan el crecimiento económico, ya que los factores productivos (capital y trabajo) no están siendo utilizados de una forma eficiente. En efecto, en una economía con un amplio sector informal gran parte de la población está trabajando

*Joven Investigadora del Departamento de Economía de la Universidad del Rosario. Email address: monica.gomezos@gmail.com

**Los autores agradecen al Fondo de Investigaciones de la Universidad del Rosario (FIUR) por su apoyo en la financiación al proyecto de investigación del que se derivó el presente artículo.

***Profesor e Investigador del Departamento de Economía de la Universidad del Rosario. Email address: fernando.jaramillo@urosario.edu.co. Dirección: Calle 14 # 4 69, Bogotá - Colombia.

en un sector en el que los niveles de productividad son exageradamente bajos y las posibilidades de ahorro son prácticamente nulas, afectando así las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo económico del país.

Adicionalmente, un tamaño excesivo del sector informal se asocia a problemas sociales graves, debido a que hay una gran parte de la población que no puede encontrar trabajo en el sector formal y le toca recurrir a la informalidad, dado su bajo nivel de calificación o la incapacidad del sector formal para absorberlos. Una parte importante de estos trabajadores tiene condiciones de vida cercanas a los niveles de subsistencia, sus ingresos laborales son muy bajos y tienen bajos beneficios laborales. Este dualismo en el mercado de trabajo profundiza los problemas de pobreza y desigualdad en el país y genera una disminución en el bienestar social.

Por otro parte, el sector informal ha servido como un colchón que tienen las familias pobres para suavizar sus caídas en el ingreso durante las recesiones. Como ha sido resaltado por varios autores (Harris-Todaro, 1970.), en épocas de crisis el número de trabajadores informales aumenta, y el de trabajadores formales se reduce. El incremento en la oferta de trabajadores informales trae como consecuencia una caída en los ingresos familiares de los hogares más pobres. Esto último se genera, en parte, tanto por un cambio en la composición de miembros del hogar que trabajan en el sector formal, como por una disminución en los ingresos de dichos trabajadores. Como se puede ver en la Figura 1, el tamaño relativo del sector informal está inversamente relacionado con los salarios relativos de este sector¹. También se puede ver, según el comportamiento del salario relativo del sector formal, que las brechas salariales aumentaron considerablemente en la década de los noventas y no descendieron en la primera década del siglo XXI.

Figura 1. Tamaño relativo del sector formal vs. Salario relativo en el sector informal

¹La gráfica se construyó con base en la Encuesta de Hogares, Encuesta Continua de Hogares y cálculos propios (la serie w_f/w_i está medida en el eje derecho)



A pesar de la importancia del sector informal mencionada anteriormente, en Colombia son pocos los trabajos que utilizan modelos de Equilibrio General Dinámicos y Estocásticos (DSGE) para analizar, caracterizar y cuantificar el comportamiento del sector informal, usando como marco de análisis las teorías contemporáneas del mercado de trabajo. Hasta el momento, solo el trabajo de Jaramillo, Gómez y García (2012) analiza el efecto de la política fiscal sobre el empleo y la producción de los sectores formales e informales en Colombia a partir de un modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE por su siglas en inglés) con fricciones en el mercado de trabajo a la Mortensen y Pissarides (1994) y con sector informal. Uno de los hallazgos importantes en este trabajo es que una reducción en los costos no salariales del sector formal solo tiene efecto en la disminución de la informalidad si esta reducción es financiada con gasto público, de lo contrario los efectos sobre la informalidad son muy pequeños.

Los efectos de la política fiscal y monetaria en economías con un sector informal importante pueden ser diferentes a los modelos tradicionales en los que se suponen economías altamente formalizadas. Por ejemplo, en un modelo dinámico, el impuesto al ingreso genera más distorsiones que los impuestos al consumo y al trabajo. Además, se plantea el impuesto al consumo, como el que menos distorsiones genera. Sin embargo Emram y Stiglitz (2005) muestran que cuando existe un sector económico informal, el efecto de los impuestos al consumo, pueden ser muy diferentes a los predichos por la teoría tradicional. Por otro lado, Agenor, P.-R; McDermott, C. J; Prasad, E. S (2000) encuentran que las fluctuaciones económicas y el comportamiento de los salarios y precios son diferentes en los países del tercer mundo, que también son los que cuentan con un amplio sector informal.

En dicho países el empleo y los salarios se comportan como si los precios y los salarios tuviesen menos rigideces nominales que en los países desarrollados. Esto debe tenerse en cuenta al momento de analizar el efecto de la política monetaria.

En este sentido, el presente trabajo incluye rigideces nominales y utilización de capital al modelo de Jaramillo, Gómez y García (2013) con el fin de analizar el efecto de la política monetaria y fiscal en economías con un amplio sector informal a partir de un modelo de equilibrio general.

El documento se divide en las siguientes secciones: la presente introducción hace parte de la primera sección, en la sección segunda sección se presenta la revisión de la literatura, en la sección 3 se desarrolla el modelo, en la sección 4 se presentan los datos relevantes de la economía colombiana que se calibran en el modelo, en la sección 5 se presentan las simulaciones, y por último, en la sección 6 se realizan las conclusiones.

2. Estado del Arte

Gran parte de la literatura reciente sobre informalidad se ha enfocado en los Modelos de Equilibrio General en los que se introduce las teorías modernas del mercado de trabajo y la informalidad, para analizar el efecto de la política económica en economías con altas tasas de informalidad. Estos estudios extienden los modelos de búsqueda y emparejamiento (matching) de Mortensen-Pissarides (1994), para incluir un sector informal walrasiano y un sector formal con rigideces reales donde se negocian salarios

Cook y Nosaka (2005) encuentran, mediante un Modelo de Equilibrio General Dinámico con búsqueda y emparejamiento, que la modelización de un mercado dual de trabajo, ayuda a explicar por qué durante las crisis financieras el producto puede caer en economías en desarrollo, incluso si el trabajo agregado permanece constante. En este caso, un choque financiero externo puede llevar a la relocalización del trabajo desde el sector formal productivo de la economía al sector informal menos productivo.

Bosch y Pretel (2006) por su parte, analizan la recomposición del trabajo entre el sector formal e informal a partir de un modelo de equilibrio general de búsqueda y emparejamiento para tratar de capturar el hecho de que la probabilidad de encontrar empleo en el sector formal reacciona más ante ciertos choques de productividad y de política económica que la probabilidad de encontrar empleo en el sector informal. Ellos muestran que una disminución en los costos de contratación o en las tasas de impuesto al ingreso laboral incrementa el tamaño del sector formal.

En la misma línea teórica, Satchi y Temple (2009) desarrollan un modelo de equilibrio general con fricciones de búsqueda en el mercado de trabajo urbano (Matching). En dicho modelo, el sector informal es caracterizado por los trabajadores por cuenta propia. Satchi y Temple muestran cómo las fricciones en el sector formal y el amplio poder de negociación de los trabajadores que negocian salarios en el sector formal conducen a aumentar el tamaño del sector informal. Adicionalmente, se muestra que una disminución en los impuestos disminuye el desempleo y el tamaño del sector informal.

Otro artículo en el que se analiza la informalidad con un modelo de equilibrio general y fricciones de búsqueda es el de Albrecht et al. (2009). Ellos caracterizan los individuos por tener niveles de productividad baja media y alta, donde los trabajadores de productividad baja se localizan en el sector informal, los de productividad alta en el formal y los de productividad media se pueden emplear en cualquiera de los dos sectores. En este trabajo se encuentra que los impuestos a la nómina reducen la duración del empleo promedio en el sector formal, lo cual genera un aumento en el tamaño del sector informal y el número de trabajadores que aceptan cualquier tipo de oferta de empleo.

En otra rama de la literatura internacional existen algunos autores incorporan rigideces nominales modelos DSGE con matching para analizar el efecto de la política monetaria. En particular Chéron y Langot (2000) explican los mecanismos de propagación en el mercado de trabajo relacionados con los choques tecnológicos y en la oferta monetaria, y encuentran que las rigideces en el mercado laboral ayudan a explicar la dinámica del mercado de trabajo agregado. Con un modelo alternativo, Walsh, (2003, 2005) y Trigari (2004, 2009) analizan el impacto que tiene el proceso de matching en el mercado de trabajo y las rigideces en precios en

afectar la forma en que la economía responde ante choques reales y monetarios. Con su modelo, ellos pueden explicar la evidencia empírica que ha establecido como hecho estilizado la forma de joroba (hump shape) que presenta el empleo y el producto en respuesta a un choque en la tasa de interés. Además encuentran que las fricciones en el mercado de trabajo aumentan la respuesta del producto y reducen la de la inflación, en comparación con los modelos donde el mercado de trabajo es walrrasiano. Por otro lado, las rigideces nominales en salarios en modelos DSGE con matching en el mercado de trabajo han sido utilizados en Shimer (2005), Hall (2005), Christoffel y Linzert (2005), Christiano, et al. (2005), Krause y Lubik (2007) y Trigari (2006), con el fin de entender de una mejor forma los determinantes del desempleo y la naturaleza de sus fluctuaciones.

Los efectos de la política monetaria en presencia de un mercado de trabajo con fricciones de búsqueda y emparejamiento ha ido en aumento en los últimos años. Por ejemplo, Thomas (2008) mezcla los modelos Neo-Keynesianos y las rigideces de búsqueda y emparejamiento en el mercado de trabajo para analizar la política monetaria óptima. El encuentra que, en presencia de rigideces en el salario nominal, y en respuesta a choques reales, el banco central debería usar una política monetaria tendiente a controlar la inflación en precios, con el fin de reducir la volatilidad excesiva en el desempleo y la excesiva dispersión en las tasas de contratación. En un modelo similar, Faia (2008) compara diferentes reglas de política monetaria, encontrando que la más adecuada debería depender tanto del desempleo, como de la inflación. Otros trabajos que utilizan este tipo de modelos para el estudio de la política monetaria son Mattesini y Rossi (2009), y Galí (2010).

A nivel internacional, existe trabajos que utilizan los modelos DSGE y la teoría contemporánea de matching para analizar el efecto de la política laboral y de las rigideces en el mercado de trabajo (costos de contratación, de despido, salario mínimo, etc.) sobre la informalidad en la economía. Sin embargo, sólo uno de estos trabajos incluye las rigideces nominales, y por lo tanto no analiza el efecto que tiene la PM sobre el mercado de trabajo con un amplio sector informal. Como se verá más adelante, los trabajos que sí incluyen rigideces nominales y analizan el efecto de la PM sobre el mercado de trabajo, no modelan la informalidad. A nuestro conocimiento, hasta el momento solo un trabajo reciente ha modelado esta intentado analizar la dinámica inflacionaria en presencia de informalidad en el mercado de trabajo, aunque como mencionaremos más adelante su enfoque y

objeto de estudio es diferente al nuestro (Castillo y Montoro, 2012).

En el artículo de Castillo y Montoro (2012) sobre informalidad y política monetaria, se encuentra que el empleo informal tiene un profundo impacto en la dinámica inflacionaria y en el mecanismo de transmisión de los choques de demanda y de productividad, dado el efecto amortiguador del sector informal. Sin embargo, estos autores no distinguen entre empresas formales e informales, tal como se analiza en el presente artículo, sino que las empresas representativas contratan tanto trabajo formal como informal. Aunque es cierto que puede existir algunas empresas que contratan los dos tipos de trabajadores, en el presente artículo se considera más adecuado distinguir entre empresas formales e informales, cuya lógica de negociación de salarios y contratación de empleados son totalmente diferentes. En las empresas informales los salarios son iguales a la productividad marginal del trabajo, mientras en las formales hay un proceso de negociación, lo cual introduce algún grado de rigidez real en los salarios del sector formal. Por otro lado, Castillo y Montoro suponen que la tasa de destrucción de empleo es exógena y no varía durante los ciclos económicos lo cual no coincide con la evidencia empírica (Bosh y Esteban-Pretel, 2006). Finalmente, Castillo y Montoro (2012) no analizan el efecto de cambios en las reglas de política monetaria.

El presente artículo parte de un modelo DSGE a la Gertler, Sala y Trigrary (2007), Trigrary, A. (2009), el cual tiene la ventaja de que se incorpora la teoría contemporánea de búsqueda de empleo de Mortensen, D, Pissarides, C.(1994) y además, se suponen endógenos tanto la creación como la destrucción de empleo. Sin embargo, en el modelo que estos autores desarrollan, no existe un sector informal que pueda competir con el formal. En el presente artículo se incorporará dicho sector, lo cual nos permitirá analizar el efecto de la política monetaria y fiscal en un país como Colombia.

3. Modelo

Existen cuatro tipos de agentes económicos: los Hogares, las firmas, la autoridad monetaria y el gobierno. Los hogares, compuestos por agentes con un horizonte de vida infinito, maximizan su utilidad sobre el consumo agregado. Las firmas, por su parte, se caracterizan por ser de tres tipos: unas que producen bienes finales

en un mercado competitivo informal, otras que producen bienes intermedios homogéneos en el sector formal, los cuales son vendidos a las firmas de ventas al por menor, quienes producen bienes finales diferenciados en un mercado en competencia monopolística. La autoridad monetaria fija la tasa de interés mediante una regla de política monetaria y el gobierno financia sus gastos mediante el cobro de impuestos al salario, a los ingresos y al consumo del sector formal.

3.1. Mercado de trabajo

El mercado de trabajo de esta economía se caracteriza por la existencia de dos tipos de trabajos, formales e informales, donde el proceso de contratación y fijación de salarios es diferente.

La Población Económicamente Activa se supone igual al tamaño de la población, y se supone que crece a una tasa exógena igual a

$$\frac{L_t}{L_{t-1}} = \chi_n.$$

En el modelo las variables se expresan en términos per cápita.

El equilibrio en el mercado de trabajo implica entonces que

$$1 = l_t^{inf} + l_t^f + l_t^u, \quad (1)$$

donde l_t^{inf} es la proporción de la población económicamente activa empleada en el sector informal, l_t^f la empleada en el sector formal y l_t^u la desempleada. Con respecto al proceso de contratación, en el sector formal, la mano de obra empleada es resultado de un proceso de emparejamiento (matching process), donde las firmas fijan vacantes en busca de trabajadores desempleados.

Las personas que buscan trabajo en el periodo t son las que quedaron desempleadas en el periodo $t - 1$ más la nueva fuerza de trabajo

$$\Upsilon_t = (l_{t-1}^u + \chi_n - 1) \frac{1}{\chi_n},$$

donde $\chi_n - 1$ es la tasa de crecimiento de la población. El flujo de emparejamientos exitosos entre trabajadores y firmas, dentro de un periodo, está dado por la función de emparejamiento (matching), $m(v_t, e_t^f \Upsilon_t)$. Se supone que esta función tiene rendimientos constantes a escala, y está descrita por la siguiente ecuación:

$$m(v_t, e_t^f \Upsilon_t) = \mathbb{N} \left(e_t^f \Upsilon_t \right)^\mu (v_t)^{1-\mu}, \quad (2)$$

donde v_t es el número de vacantes per cápita, e_t^f es el esfuerzo hecho por los buscadores de trabajo para conseguir un empleo formal, μ es la elasticidad del matching con respecto al stock de personas desempleadas y \mathbb{N} captura todos los factores que afectan la eficiencia del matching.

Así, la probabilidad de que un trabajador particular ℓ desempleado encuentre empleo formal es $e_{\ell t}^f q_t^w$, con

$$q_t^w = \frac{m(v_t, e_t^f \Upsilon_t)}{e_t^f \Upsilon_t} = \mathbb{N} (\Theta_t)^{1-\mu}.$$

En esta ecuación, $\Theta_t = \frac{v_t}{e_t^f \Upsilon_t}$ se define como la estrechez del mercado laboral formal, y significa que un aumento en el número de vacantes en relación con el número de personas desempleadas que están realizando un esfuerzo e_t^f para encontrar empleo en este sector, aumenta la probabilidad de que un desempleado encuentre empleo formal. En efecto, cada buscador adicional implica una externalidad negativa para los demás desempleados que están buscando empleo en este sector.

Del mismo modo, la probabilidad de que una vacante sea llenada es:

$$q_t^f = \frac{m(v_t, e_t^f \Upsilon_t)}{v} = \mathbb{N} (\Theta_t)^{-\mu}, \quad (3)$$

lo que indica que una disminución en la estrechez del mercado, Θ_t , aumenta la probabilidad de llenar una vacante.

En este sentido, el flujo de trabajadores formales se puede representar de la siguiente forma:

$$\chi_n l_t^f = (1 - \rho) l_{t-1}^f + e_t^f q_t^w (l_{t-1}^u + \chi_n - 1); \quad (4)$$

o de manera equivalente:

$$\chi_n l_t^f = (1 - \rho) l_{t-1}^f + m(v_t, e_t^f \Upsilon_t), \quad (5)$$

en donde, por simplicidad, se supone una tasa de destrucción de desempleo formal, ρ , exógena.

En el caso del sector informal, se supondrá que la probabilidad de encontrar trabajo es igual a

$$e_t^{inf} \xi,$$

en donde ξ es un parámetro exógeno y e_t^{inf} es el esfuerzo utilizado en encontrar un empleo informal. Dada esta probabilidad, el flujo de trabajadores informales evoluciona en este sector de la siguiente manera

$$\chi_n l_t^{inf} = (1 - \Omega) l_{t-1}^{inf} + e_t^{inf} \xi (l_{t-1}^u + \varkappa_n - 1), \quad (6)$$

donde Ω es la tasa de destrucción de empleo informal y ξe_{jt}^{inf} es la probabilidad de que un desempleado encuentre una oportunidad de empleo en el sector informal (donde ξ es un parámetro exógeno y e_{jt}^{inf} es el esfuerzo hecho por un desempleado para encontrar trabajo informal)

Como se verá más adelante, los salarios del sector formal son producto de un proceso de negociación entre trabajadores y firmas, mientras que en el sector informal se fijan salarios competitivos.

3.2. Los Hogares

Se supone un hogar representativo con un horizonte de vida infinito. En los hogares, cada uno de los miembros puede estar empleado en el sector de bienes intermedios, en el sector informal, o desempleado. Los empleados en el sector de bienes intermedios, l^f , reciben un salario w_t^f , los del sector informal, l^{inf} , reciben un salario w_t^{inf} , y los desempleados, l^u , obtienen φ_t y están esperando por un empleo en el sector formal.

Con el fin de simplificar el análisis se supondrá que existen mercados financieros completos, o de manera alternativa que existe algún mecanismo informal de ma-

nejo colectivo del riesgo (Risk-Sharing) al interior del hogar o en la comunidad. Los miembros del hogar escogen una cesta de consumo con en fin de maximizar la función de utilidad esperada, dada por:

$$\max_{k_{t+1}, c_t} E_t \sum_{t=1}^{\infty} (\beta \chi_n)^t \varepsilon_t \log(C_t + h C_{t-1}), \quad (7)$$

donde β es la tasa de descuento subjetiva, $\psi > 0$ es el coeficiente de aversión relativa al riesgo y h es el grado de la persistencia en los hábitos de consumo. En esta ecuación C_t es igual a

$$C_t = c_t + \tilde{h}_t,$$

en donde c_t es una cesta de consumo per cápita compuesto de bienes formales, c^f , e informales, c^i , agregada de la siguiente forma:

$$c_t = \left[a \left(c_t^f \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} + (1-a) \left(c_t^{inf} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}.$$

Por su parte, \tilde{h}_t toma el valor de 0 si el agente trabaja; de lo contrario, es igual a:

$$\varphi_t = \varsigma - \frac{1}{\kappa^f} \left(e_t^f \right)^{\kappa^f} - \frac{1}{\kappa^i} \left(e_t^{inf} \right)^{\kappa^i}, \quad \kappa^f > 1, \kappa^i > 1, \quad (8)$$

donde el primer término, ς es un parámetro positivo que mide la utilidad del tiempo libre en unidades de consumo, y el segundo y tercer término representan el costo para el agente desempleado de buscar trabajo en el sector formal e informal, respectivamente.

La restricción presupuestaria de los hogares es igual a:

$$(1 - \tau_t^w) w_t^f l_t^f + w_t^{inf} l_t^{inf} + (1 - \tau_t^\pi)(R_t \zeta_t k_t + div_t^x + div_t^y) - p_t^f A(\zeta_t) k_t + \frac{(1 + i_{t-1}) B_{t-1}}{(1 + \pi_t) \chi_n} + T = c_t + p_t^f I_t + B_t, \quad (9)$$

donde τ_t^{ew} es un impuesto a la nómina pagado por las firmas formales, τ_t^w es un impuesto al salario pagado por los trabajadores formales, τ_t^π es un impuesto a al ingreso, k_t es el stock de capital, I_t es el nivel de inversión, i_{t-1} es la tasa de interés nominal, B_{t-1} los activos financieros, π_t es la inflación, p_t^f es el precio de los bienes formales, ζ_t es el grado de utilización del capital y R_t representa el valor del arrien-

do del capital. La variable T representa los impuestos y/o transferencias de suma fija que tienen que pagar (o reciben) los hogares, div_t^x representa los dividendos que reciben los hogares de las firmas productoras de bienes intermedios y div_t^y son los dividendos recibidos de las firmas productoras de bienes finales diferenciados. Se supone la existencia de costos asociados a la utilización del capital, los cuales se representan por la función $A(\zeta_t)$.

Se supone que los costos, por unidad de capital físico, asociados a la utilización del capital son una función positiva y convexa del grado de utilización del capital

$$A(\zeta_t) = \bar{A} \left(\frac{\xi}{\xi + 1} \right) \left(\zeta_t^{\frac{\xi+1}{\xi}} - 1 \right), \quad \xi > 0, \quad \bar{A} > 0.$$

Los hogares son dueños del capital y escogen la tasa de utilización ζ_t , la cual transforma el capital físico en capital efectivo de acuerdo a:

$$\hat{k}_t = \zeta_t k_t.$$

Por su parte, la ecuación de acumulación de capital físico es:

$$\chi_n k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + I_t - \frac{\eta}{2} \left(\frac{I_t}{k_t} - (\delta + \varkappa_n - 1) \right)^2 k_t, \quad (10)$$

en donde δ es la tasa de depreciación y η el coeficiente asociado a los costos de ajuste del capital.

Dada la función de utilidad y restricciones del hogar, el Lagrangiano asociado al problema de optimización de los hogares se puede escribir de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} (\chi_n \beta)^t \left\{ \varepsilon_t \log(C_t + h_t C_{t-1}) + \lambda_t \left[(1 - \tau_t^w) w_t^f l_t^f + w_t^{inf} l_t^{inf} + T \right. \right. \\ \left. \left. (1 - \tau_t^\pi) (R_t \zeta_t k_t + div_t^x + div_t^y) - p_t^f A(\zeta_t) k_t + \frac{(1 + i_{t-1}) B_{t-1}}{(1 + \pi_t) \chi_n} - c_t - P_t^f I_t - B_t \right] + \right. \\ \left. \Lambda_t \left[(1 - \delta)k_t + I_t - \frac{\eta}{2} \left(\frac{I_t}{k_t} - (\delta + \varkappa_n - 1) \right)^2 k_t - \chi_n k_{t+1} \right] \right\}. \end{aligned}$$

Las condiciones de primer orden de este problema se pueden escribir de la siguiente

manera:

$$\varepsilon_t (C_t + h_t C_{t-1})^{-1} - \beta \varepsilon_{t+1} h (C_t + h_t C_{t-1})^{-1} = \lambda_t, \quad (11)$$

$$\lambda_t = \beta E_t \lambda_{t+1} \frac{(1 + i_t)}{(1 + \pi_{t+1})}, \quad (12)$$

$$(1 - \tau_t^\pi) R_t = p_t^f \bar{A} \zeta_t^{\frac{1}{\xi}}, \quad (13)$$

$$P_t^f = \frac{\Lambda_t}{\lambda_t} \left(1 - \eta \left(\frac{I_t}{k_t} - (\delta + \varkappa_n - 1) \right) \right) \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \frac{\Lambda_t}{\lambda_t} = \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left\{ (1 - \tau_{t+1}^\pi) R_{t+1} \zeta_{t+1} - p_{t+1}^f A (\zeta_{t+1}) \right\} \\ + \Lambda_{t+1} \left[(1 - \delta) + \frac{\eta}{2} \left(\left(\frac{I_{t+1}}{k_{t+1}} \right)^2 - (\delta + \varkappa_n - 1)^2 \right) \right] \quad (15) \end{aligned}$$

La ecuación (11) es la condición de primer orden (CPO) correspondiente a la derivada del Lagrangiano con respecto al consumo. Los hogares gastan sus ingresos en bienes de consumo, hasta el punto en el que la utilidad del ingreso sea igual a la utilidad marginal del consumo. La CPO respecto a B_t indica que el hogar intercambia consumo presente por ahorro, hasta que llega al punto en el que el valor presente esperado de la utilidad marginal del consumo futuro que le permite el ahorro ($\lambda_{t+1}(1 + i_t)$) se iguala a la desutilidad presente del consumo (λ_t). La combinación de las ecuaciones (11) y (12) da como resultado la conocida condición de Euler.

La ecuación (14) es la condición de primer orden con respecto a la inversión. De acuerdo a esta ecuación, los hogares invierten en capital humano, hasta el punto en el que el valor del capital en libros (P_t^f) es igual al precio sombra del capital ($\frac{\Lambda_t}{\lambda_t}$), neto de los costos de ajuste del capital del periodo $t + 1$, generados por la inversión en t . La condición de primer orden con respecto al capital (15), muestra que el precio sombra del capital se iguala al valor presente del flujo de ingresos

netos generados por el capital,

$$(1 - \tau_{t+1}^\pi)R_{t+1}\zeta_{t+1} - p_{t+1}^f A(\zeta_{t+1})$$

más el cambio marginal en el valor futuro del capital al final del siguiente periodo

$$\Lambda_{t+1} \left[(1 - \delta) + \frac{\eta}{2} \left(\left(\frac{I_{t+1}}{k_{t+1}} \right)^2 - (\delta + \varkappa_n - 1)^2 \right) \right]$$

Al combinar las condiciones de primer orden con respecto al capital y a la inversión (14) se encuentra la siguiente ecuación:

$$\frac{P_t^f \lambda_t}{CA_t} = \beta E_t \lambda_{t+1} \left\{ (1 - \tau^\pi) R_{t+1} - p_{t+1}^f A(\zeta_{t+1}) + \frac{P_{t+1}^f \left[(1 - \delta) + \frac{\eta}{2} \left(\left(\frac{I_{t+1}}{k_{t+1}} \right)^2 - (\delta + \varkappa_n - 1)^2 \right) \right]}{CA_{t+1}} \right\} \quad (16)$$

en donde

$$CA_t = 1 - \eta \left(\frac{I_t}{k_t} - (\delta + \varkappa_n - 1) \right).$$

La CPO relacionada con la selección del grado de utilización del capital por parte de los hogares, está representada por la ecuación (13). En esta ecuación se observa que la utilidad marginal de los ingresos generados por el arriendo del capital de una unidad de capital efectivo deben ser iguales a los costos de variar el grado de utilización del capital. Al igual que en Gertler, Sala y Trigary (2007), se supone que el grado de utilización del capital es igual uno en el estado estacionario ($A(1) = 0$), lo cual implica

$$\bar{A} = \frac{1 - (1 - \delta)\beta}{\beta}.$$

Una vez escogida su cesta de consumo c_t agregada, los hogares deben escoger cuánto consumir de bienes formales e informales. Este arbitraje entre consumo formal e informal está representado por la siguiente ecuación

$$\min p_t^{inf} c_t^{inf} + (1 + \tau_t^c) p_t^f c_t^f$$

$$s.a \quad c_t = \left[a \left(c_t^f \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} + (1-a) \left(c_t^{inf} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}},$$

en donde γ mide la elasticidad de sustitución entre consumo formal e informal. Las condiciones de primer orden de este problema implican que el consumo de bienes formales e informales depende del nivel agregado de consumo y de los precios relativos de los bienes formales (p_t^f/P_t) e informales ((p_t^{inf}/P_t)):

$$c_t^f = a^\gamma \left(\frac{P_t}{(1 + \tau_t^c)p_t^f} \right)^\gamma c_t, \quad (17)$$

$$c_t^{inf} = (1-a)^\gamma \left(\frac{P_t}{p_t^{inf}} \right)^\gamma c_t, \quad (18)$$

en donde P_t represente el índice general de precios, el cual está representado por la siguiente ecuación

$$P_t = \left[a^\gamma ((1 + \tau_t^c)p_t^f)^{1-\gamma} + (1-a)^\gamma (p_t^{inf})^{1-\gamma} \right]^{\frac{1}{1-\gamma}},$$

y se normaliza $P_t = 1$.

Adicionalmente, c_t^f está definido, a la Dixit- Stiglitz, por una función que agrega un continuo de bienes diferenciados:

$$c_t^f = \left[\int_0^1 \left(c_{jt}^f \right)^{\frac{\theta-1}{\theta}} dj \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}.$$

Una vez decidida sus cesta de consumo de bienes formales, c_t^f , los hogares deben escoger la demanda de cada variedad j . Con este fin, minimizan la función de gastos de la forma

$$\min_{c_{jt}^f} \int_0^1 p_{jt}^f c_{jt}^f dj, \quad (19)$$

sujeta al nivel agregado de consumo formal

$$s.a \quad c_t^f = \left[\int_0^1 \left(c_{jt}^f \right)^{\frac{\theta-1}{\theta}} dj \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}, \quad (20)$$

donde $1 < \theta < \infty$ representa el grado de diferenciación de los bienes.

Se supone que los bienes informales producidos en esta economía se utilizan únicamente para satisfacer el consumo de los hogares, lo cual implica que el gasto público y los gastos en inversión y utilización de capital de los hogares se cubren con la producción de bienes formales que no se utiliza en el consumo de los hogares.

3.3. Firmas y mercado laboral

En esta economía hay tres tipos de firmas. Por un lado, están las firmas informales que utilizan trabajo informal para producir y_t^{inf} unidades de bienes de consumo final. De otro lado, están las firmas formales que utilizan capital y trabajo formal para producir x_t^f unidades de bienes intermedios homogéneos. Por último, existe un continuo de firmas monopólicas productores de bienes diferenciados. Estas variedades están indexadas por un índice j que varía de 0 a 1. Las empresas productoras de los bienes formales finales compran el bien intermedios a un precio p_t^x , y los utiliza como único insumo para producir un continuo de variedades j . Las empresas productoras de bienes finales producen y venden una cantidad y_t^f de bienes en el mercado de bienes finales. Se supondrá que los precios de los bienes formales presentan rigideces, las cuáles se modelan al estilo de Calvo (1983).

3.3.1. Sector informal

Se supone que el mercado de trabajo y de bienes informales es competitivo. En cada periodo son utilizadas l_t^{inf} unidades de trabajo para producir y_t^{inf} bienes informales, los cuales son vendidos a un precio p_t^{inf} . Se asume que este sector solo utiliza trabajo para producir y que la productividad del trabajo es inferior a la del sector formal.

La producción agregada de este sector es igual a:

$$y_t^{inf} = z_t z_t^{inf} l_t^{inf}, \quad (21)$$

en donde z_t es un índice de desarrollo tecnológico de la economía, z_t^{inf} es la productividad relativa del sector informal. El índice de productividad de la economía

z_t sigue un proceso estocástico, descrito por las siguiente ecuación

$$\ln(z_t) = (1 - \rho_z) * \ln(z) + \rho_z * \ln(z_{t-1}) + \varepsilon_t,$$

en donde ε_t es un ruido blanco.

En este sector, los trabajadores no pagan impuestos y el salario recibido es igual a su ingreso medio:

$$w_t^{inf} = p_t^{inf} z_t z^{inf}. \quad (22)$$

Como se puede ver, los salarios informales dependen de los precios relativos del sector informal (p_t^{inf}), los cuáles son endógenos, y de la productividad ($z_t z^{inf}$), la cuál es exógena.

En equilibrio, toda la producción informal es consumida

$$y_t^{inf} = c_t^{inf}. \quad (23)$$

En efecto, como se mencionó anteriormente, la inversión y los bienes consumidos por el gobierno no demandan bienes producidos por el sector informal.

3.3.2. Sector de bienes intermedios (sector formal)

En el sector de bienes intermedios, la firma representativa produce con una tecnología Cobb-Douglas con retornos constantes a escala que utiliza capital y trabajo, para producir un bien intermedio homogéneo. La función de producción es igual a:

$$x_t^f = \left(\hat{k}_t\right)^\alpha \left(z_t^f z_t^l\right)^{1-\alpha}, \quad (24)$$

en donde $0 > \alpha > 1$, \hat{k}_t es el capital físico y z_t^f es un factor de productividad específico al sector formal, el cuál sigue el siguiente proceso estocástico de la forma:

$$\ln\left(z_t^f\right) = \rho_z^f * \ln(z_{t-1}^f) + \varepsilon_t^f.$$

El bien intermedio es vendido a las firmas productoras de bienes finales, a un precio p_t^x . Adicionalmente, se supone que hay un mercado competitivo de renta de capital, y que éste se puede mover libremente entre las firmas.

En cada periodo, las firmas ponen vacantes y contratan trabajadores formales en un mercado de trabajo con rigideces de búsqueda y emparejamiento. La tasa de contratación \mathcal{F}_t en este sector se define como el cociente entre el número de nuevos contratos, definido por $q_t^w v_t$, y la fuerza de trabajo existente (l_{t-1}^f):

$$\mathcal{F}_t = \chi_n \frac{q_t^f v_t}{l_{t-1}^f}.$$

Al igual que Gertler, Sala y Trigary (2007), las empresas escogen la tasa de contratación mediante el número total de vacantes que ofrecen en un periodo. En efecto, si cada una de las empresas ofrece un número suficientemente grande de vacantes, la ley de grandes números implica que el número de contrataciones es igual $q_t^f v_t$.

De este modo, el flujo de trabajadores formales, mostrado en la ecuación (10), puede expresarse de la siguiente forma alternativa:

$$\chi_n l_t^f = (1 - \rho) l_{t-1}^f + \mathcal{F}_t l_{t-1}^f.$$

Esta ecuación muestra que los trabajadores formales emparejados en el periodo t empiezan a trabajar en ese mismo periodo.

Las firmas formales productoras de bienes intermedios maximizan el valor presente del flujo de beneficios:

$$\mathbb{H}_t = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \Gamma_{t,t+s} (1 - \tau_{t+s}^\pi) \left[p_{t+s}^x x_{t+s} - (1 + \tau_{t+s}^{ew}) w_{t+s}^f l_{t+s}^f - \frac{p_{t+s}^f \kappa}{2\chi_n} \mathcal{F}_{t+s}^2 l_{t+s-1}^f - R_{t+s} k_{t+s} \right],$$

sujeto a la ecuación de evolución empleo formal

$$l_{t+s}^f = \frac{(1 - \rho + \mathcal{F}_{t+s})}{\chi_n} l_{t+s-1}^f,$$

donde $\Gamma_{t,t+s} = (\chi_n \beta)^s \frac{\lambda_{t+s}}{\lambda_t}$ es el factor de descuento estocástico.

El Lagrangiano correspondiente a este problema puede expresarse de la forma

siguiente:

$$\max x_t^{\text{H}} = \sum_{s=0}^{\infty} \Gamma_{t,t+s} \left\{ (1 - \tau_{t+s}^{\pi}) \left[p_{t+s}^x x_{t+s} - (1 + \tau_{t+s}^{ew}) w_{t+s}^f l_{t+s}^f - \frac{p_{t+s}^f \kappa}{2\chi_n} \mathcal{F}_{t+s}^2 l_{t+s-1}^f - R_{t+s} k_{t+s} \right] \right. \\ \left. Q_{t+s}^o \left[\frac{(1 - \rho + \mathcal{F}_{t+s})}{\chi_n} l_{t+s-1}^f - l_{t+s}^f \right] \right\},$$

en donde Q_t^o puede ser interpretado como el valor presente, para la firma, de un incremento marginal en el número de empleados formales. La firma maximiza su beneficio escogiendo la tasa de contratación (poniendo vacantes) y su stock de capital, dada la función de producción producción (24), tomando como dados los precios de los factores (R_t, w_t^f) .

La condición de primer orden relacionada con la demanda de capital implica que la productividad marginal del capital es igual al valor del arriendo del capital, medida a precios del bien intermedio

$$\frac{R_t}{p_t^x} = \alpha \left(\frac{\zeta_t k_t}{z_t^f z_t l_t^f} \right)^{\alpha-1}.$$

Al derivar el Lagrangiano con respecto a (\mathcal{F}_t) , se encuentra que el costo marginal de incrementar la tasa de contratación de trabajadores formales $\left((1 - \tau_t^{\pi}) p_t^f \kappa \right)$ se iguala al valor presente esperado (Q_t^o) de un incremento marginal en el número de puestos ocupados:

$$Q_t^o = (1 - \tau_t^{\pi}) p_t^f \kappa \mathcal{F}_t.$$

Por otro lado, la condición de primer orden relacionada con l_{t+s}^f implica que el valor presente de un incremento marginal en el número de puestos ocupados (Q_t^o) es igual a

$$Q_t^o = (1 - \tau_t^{\pi}) \left(p_t^x (1 - \alpha) \frac{x_t}{l_t^f} - (1 + \tau_t^{ew}) w_t^f \right) - E_t \Gamma_{t,t+1} (1 - \tau_{t+1}^{\pi}) \frac{\kappa p_{t+1}^f}{2\chi_n} \mathcal{F}_{t+1}^2 \\ + E_t \Gamma_{t,t+1} \frac{(1 - \rho + \mathcal{F}_{t+1})}{\chi_n} Q_{t+1}^o, \quad (25)$$

en donde el primer término del lado derecho de la ecuación representa las ganancias corrientes generadas por un trabajador adicional, el segundo término es el efecto de este trabajador sobre los costos futuros de contratación, el tercer término es su efecto sobre el número de contrataciones futuras.

Los dividendos que reciben los hogares de las firmas formales son iguales a:

$$div_t^x = p_t^x x_t - (1 + \tau^{ew}) w_t^f l_t^f - \frac{p_t^f \kappa}{2\chi_n} \mathcal{F}_t^2 l_{t-1}^f - R_t k_t,$$

en donde $(p_t^x x_t - (1 + \tau^{ew}) w_t^f l_t^f - R_t k_t)$ representa las ganancias corrientes y

$$\frac{p_t^f \kappa}{2\chi_n} \mathcal{F}_t^2 l_{t-1}^f$$

los costos de fijar una tasa de contratación igual a \mathcal{F}_t .

3.3.3. Firma productora de bienes finales (sector formal)

Para determinar la inversión y el gasto público en cada una de las variedades se resuelve un problema similar

$$\min_{I_{jt}} \int_0^1 p_{jt}^f I_{jt} dj$$

$$s.a \quad I_t = \left[\int_0^1 (I_{jt})^{\frac{\theta-1}{\theta}} dj \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}$$

$$\min_{g_{jt}} \int_0^1 p_{jt}^f g_{jt} dj$$

$$s.a \quad g_t = \left[\int_0^1 (g_{jt})^{\frac{\theta-1}{\theta}} dj \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}.$$

La solución de estos problemas implica que:

$$c_{jt}^f + I_{jt}^f + g_{jt}^f = \left(\frac{p_{jt}^f}{p_t^f} \right)^{-\theta} \left(c_t^f + I_t^f + g_t^f \right), \quad (26)$$

donde

$$p_t^f = \left[\int_0^1 \left(p_{jt}^f \right)^{\frac{\theta-1}{\theta}} dj \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (27)$$

es el índice general de precios del sector formal.

Las firmas de este sector producen bienes diferenciados j , en un mercado en competencia monopolística, los cuales son vendidos a los consumidores a un precio P_{jt}^f .

Por simplicidad, se supone que este sector no emplea capital ni trabajo, solo bienes intermedios. Estas firmas maximizan el valor presente de sus utilidades, teniendo en cuenta que a pesar de tener poder para fijar sus precios, no los pueden ajustar en cada periodo. En efecto, las empresas que pueden ajustar de manera óptima sus precios son escogidas de forma aleatoria cada periodo, así habrá una proporción $(1 - \omega)$ de empresas que puede ajustar sus precios, mientras las otras los ajustan con base en la inflación pasada. De este modo, cuando la empresa tiene la posibilidad de cambiar sus precios de forma óptima se ve en la obligación de tener en cuenta no solo el nivel del costo marginal en ese momento, sino también la evolución esperada de éste (Walsh, 2005, p 225). Esto se conoce como fijación de precios a la Calvo.

La producción total de bienes intermedios se representa mediante la tecnología de agregación estándar:

$$y_t^f = \left[\int_0^1 \left(y_{jt}^f \right)^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}$$

En este sector, cada periodo una empresa no puede cambiar sus precios con una probabilidad ω . En este caso indexan los precios a la inflación rezagada de los bienes formales, es decir:

$$P_{jt}^f = P_{jt-1}^f \left(1 + \pi_{t-1}^f \right), \quad (28)$$

donde $1 + \pi_t^f = \frac{P_t^f}{P_{t-1}^f}$. Dividiendo (28) a ambos lados por el índice de precios de la economía, se tiene:

$$p_t^f = \frac{1 + \pi_t^f}{1 + \pi_t} p_{t-1}^f,$$

donde $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$.

En el caso en que a la firma le llegue la oportunidad de cambiar sus precios de manera óptima, ésta escoge el precio que maximiza el valor presente de las ganancias de la empresa:

$$\max E_t \sum_{s=0}^{\infty} \omega^s \Gamma_{t,t+s} \left[p_{jt}^f y_{jt+s} - p_{t+s}^x y_{jt+s} \right]$$

$$s.a \quad y_{jt} = \left(\frac{p_{jt}^f}{p_t^f} \right)^{-\theta} y_t^f,$$

El problema anterior puede representarse de la forma:

$$\max E_t \sum_{s=0}^{\infty} \omega^s \Gamma_{t,t+s} \left[p_{jt+s}^f \left(\frac{p_{jt+s}^f}{p_{t+s}^f} \right)^{-\theta} y_{t+s}^f - p_{t+s}^x \left(\frac{p_{jt+s}^f}{p_{t+s}^f} \right)^{-\theta} y_{t+s}^f \right] \quad (29)$$

Además, si la empresa cambia precios de manera óptima en el periodo t , y en el periodo $t+s$ todavía no ha tenido la oportunidad de cambiarlos de manera óptima entonces

$$p_{jt+s}^f = \tilde{p}_{jt}^f \frac{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}^f}{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}}, \quad (30)$$

Donde $\Pi_{t-1,t+s-1}$ se lee como la inflación acumulada desde $t-1$ hasta $t+s-1$. Así, reemplazando (30) en (29) se tiene que la firma

$$\max_{\tilde{p}_{jt}^f} E_t \sum_{s=0}^{\infty} \omega^s \Gamma_{t,t+s} y_{t+s}^f (p_{t+s}^f)^\theta \left[(\tilde{p}_{jt}^f)^{1-\theta} \left(\frac{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}^f}{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}} \right)^{1-\theta} - p_{t+s}^x (\tilde{p}_{jt}^f)^{-\theta} \left(\frac{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}^f}{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}} \right)^{-\theta} \right].$$

La solución óptima a este problema, da como resultado la siguiente expresión para \tilde{p}_{jt}^f

$$\tilde{p}_{jt}^f = \frac{\theta}{(\theta - 1)} \frac{E_t \sum_{s=0}^{\infty} \omega^s \Gamma_{t,t+s} y_{t+s}^f p_{t+s}^x \left(\frac{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}^f}{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}} \right)^{-\theta} (p_{t+s}^f)^\theta}{E_t \sum_{s=0}^{\infty} \omega^s \Gamma_{t,t+s} y_{t+s}^f \left(\frac{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}^f}{1 + \Pi_{t-1,t+s-1}} \right)^{1-\theta} (p_{t+s}^f)^\theta}. \quad (31)$$

Una vez obtenido el nivel de precios que fijan las firmas que tiene la posibilidad de cambiar precios, de la ecuación (27) se tiene que el índice general de precios del sector formal puede expresarse de la forma:

$$p_t^f = \left(\omega \left(\frac{1 + \pi_{t-1}^f}{1 + \pi_t} p_{t-1}^f \right)^{1-\theta} + (1 - \omega) (\tilde{p}_{jt}^f)^{1-\theta} \right)^{\frac{1}{1-\theta}}.$$

3.3.4. Funciones valor de los trabajadores

Ahora, pasando a las funciones valor de los trabajadores, se tiene que el valor presente descontado de estar empleado en el sector formal es:

$$\mathbb{Q}_t^{lf} = (1 - \tau_t^w) w_t^f + E_t \left[\Gamma_{t,t+1} \left((1 - \rho) \mathbb{Q}_{t+1}^{lf} + \rho \mathbb{Q}_{t+1}^{lu} \right) \right] \quad (32)$$

lo que indica que en el primer periodo éste recibe un salario $(1 - \tau_t^w)w_t^f$, en el siguiente periodo, con una probabilidad $(1 - \rho)$ continúa empleado y obtiene un valor esperado de Q_{t+1}^{lf} . De lo contrario, con probabilidad ρ el trabajador pierde su empleo y se convertirá en desempleado, en cuyo caso obtiene un valor esperado de Q_{t+1}^{lu} .

En el caso del trabajador empleado en el sector informal, el valor presente descontado de estar empleado en este sector es:

$$Q_t^{li} = w_t^{inf} + E_t [\Gamma_{t,t+1} (\Omega Q_{t+1}^{lu} + (1 - \Omega) Q_{t+1}^{li})], \quad (33)$$

donde el trabajador recibe w_t^{inf} en el primer periodo, y en el próximo periodo con probabilidad $(1 - \Omega)$ permanecerá empleado en el sector informal y obtendrá Q_{t+1}^{li} , de lo contrario, con probabilidad Ω quedará desempleado y obtendrá Q_{t+1}^{lu} .

Un agente que busca trabajo en el periodo t tiene una función de valor que es igual a

$$Q_t^b = \varphi_t + e_t^f q_t^w Q_t^{lf} + \xi e_t^{inf} Q_t^{li} + \left(1 - e_t^f q_t^w - \xi e_t^{inf}\right) Q_t^{lu}$$

Una persona desempleada tiene una función de valor que igual a

$$Q_t^u = E_t \frac{\Gamma_{t,t+1}}{\chi_n} Q_{t+1}^b$$

Por su parte, un agente desempleado obtiene un valor esperado de:

$$Q_t^{lu} = E_t \Gamma_{t,t+1} \varphi_{t+1} + E_t \Gamma_{t,t+1} \left[\left(e_{t+1}^f q_{t+1}^w Q_{t+1}^{lf} + \xi e_{t+1}^{inf} Q_{t+1}^{li} + \left(1 - e_{t+1}^f q_{t+1}^w - \xi e_{t+1}^{inf}\right) Q_{t+1}^{lu} \right) \right] \quad (34)$$

En este caso, los agentes obtienen una utilidad de ς en el primer periodo, en el segundo periodo incurren en un costo $\frac{1}{\kappa^f} \left(e_{t+1}^f\right)^{\kappa^f}$ y $\frac{1}{\kappa^i} \left(e_{t+1}^{inf}\right)^{\kappa^i}$ por buscar trabajo en el sector formal e informal, respectivamente, y con una probabilidad $e_{t+1}^f q_{t+1}$ encuentran trabajo en el sector formal y obtienen Q_{t+1}^{lf} , y con probabilidad ξe_{t+1}^{inf} consiguen trabajo en el sector informal y obtienen Q_{t+1}^{li} . De lo contrario, con probabilidad $\left(1 - e_{t+1}^f q_{t+1} - \xi e_{t+1}^{inf}\right)$ seguirán desempleados y obtendrán Q_{t+1}^{lu} .

Adicionalmente, cada periodo los agentes que buscan trabajo deben escoger el esfuerzo que realizaran para buscar trabajo en el sector formal e informal, e_{t+1}^f, e_{t+1}^{inf} , de modo que maximicen el valor presente de estar desempleados. Como q_{t+1}^w depende del esfuerzo agregado, cada desempleado lo toma como exógena, por lo tanto, las condiciones de primer orden que implican la maximización de Q_t^{lu} son:

$$\begin{aligned}
- \left(e_t^f \right)^{\kappa^f - 1} + \left(Q_t^{lf} - Q_t^{lu} \right) q_t^w &= 0 \\
- \left(e_t^{inf} \right)^{\kappa^i - 1} + \left(Q_t^{li} - Q_t^{lu} \right) \xi &= 0
\end{aligned}$$

De acuerdo a estas ecuaciones, los agentes desempleados escogen un nivel de esfuerzo que iguala la desutilidad marginal de esforzarse representada por $\left(e_t^f \right)^{\kappa^f - 1}$ con la utilidad marginal de esforzarse $\left(Q_t^{lf} - Q_t^{lu} \right) q_t^w$. Esta última depende de q_t^w y de la diferencia en el valor presente de la utilidad de estar empleado (Q_t^{lf}) y el valor presente de la utilidad de estar desempleado (Q_t^{lu}).

3.3.5. Negociación de Salarios

En un mercado competitivo, la mano de obra contratada es resultado de igualar el salario real con la productividad marginal del trabajo, sin embargo, en un mercado laboral con fricciones de búsqueda y emparejamiento el salario se fija mediante un proceso de negociación entre firmas y trabajadores, los cuales toman la función de demanda de trabajo como dada. Así, una vez se fijan los salarios (mayores a los que serían en un esquema competitivo) las firmas escogen el nivel de empleo que maximiza su beneficio.

Los salarios se negocian a la Nash, por ende los empresarios y los trabajadores formales escogen w_t^f que maximiza el beneficio conjunto Φ_t :

$$\max_{w_t^f} \Phi_t = \left(Q_t^o \right)^{1-\phi} \left(Q_t^{lf} - Q_t^{lu} \right)^\phi$$

Sujeto a las ecuaciones (34), (32) y (25). ϕ mide el poder de negociación de los trabajadores.

La solución de la negociación de salarios a la Nash implica:

$$(1 - \tau_t^w)\phi Q_t^o = (1 - \tau_t^\pi)(1 + \tau_t^{ew})(1 - \phi)(Q_t^{lf} - Q_t^{lu}), \quad (35)$$

3.4. Banco central

Como es bien sabido, la mayoría de los Bancos Centrales aplican una regla de política monetaria para controlar la tasa de interés de corto plazo. En este trabajo se asume que la tasa de interés nominal se mueve de acuerdo a la siguiente regla de política:

$$(1 + i_t) = \beta^{-(1-\sigma_i)}(1 + i_{t-1})^{\sigma_i} \left[(1 - \pi_t)^{\sigma_\pi} \left(\frac{y_t}{y_{t-1}} \right)^{\sigma_y} \right]^{(1-\sigma_i)} e^{\sigma_t}$$

donde, $\sigma_\pi > 1$, $\sigma_y > 0$ y σ_t es un proceso estocástico serialmente no correlacionado, de media cero y varianza ν_σ .

3.5. Gobierno

Se supone un sector público con presupuesto equilibrado. Cada periodo, el gobierno realiza transferencias de suma fija a los hogares (T_t) y realiza un consumo improductivo en bienes formales. De este modo, la restricción presupuestal del gobierno implica que:

$$p_t^f g_t + T_t = d_t - \frac{(1 + i_{t-1})}{(1 + \pi_t)\chi_n} d_{t-1} + (\tau_t^w + \tau_t^{ew}) w_t^f l_t^f + \tau_t^\pi (R_t k_t + div_t^x + div_t^y) + \tau_t^c p_t^f c_t^f \quad (36)$$

Adicionalmente, se supone que el gasto del gobierno sigue un proceso un proceso autoregresivo de orden 1:

$$g_t = (1 - \sigma^g) \bar{g} + \sigma^g g_{t-1} + \varepsilon_t^g$$

3.6. Restricción de Recursos

La restricción de recursos de los hogares

$$(1 - \tau_t^w) w_t^f l_t^f + w_t^{inf} l_t^{inf} + (1 - \tau_t^\pi) (R_t k_t + div_t^x + div_t^y) - p_t^f A(\zeta_t) k_t + \frac{(1+i_{t-1})}{(1+\pi_t)} B_{t-1} + \tau_t = c_t + p_t^f I_t + B_t \quad (37)$$

la del gobierno

$$p_t^f g_t + \tau_t = d_t - \frac{(1+i_{t-1})}{(1+\pi_t)} d_{t-1} + (\tau_t^w + \tau_t^{ew}) w_t^f l_t^f + \tau_t^\pi (R_t k_t + div_t^x + div_t^y) + \tau_t^c p_t^f c_t^f$$

y el equilibrio en el mercado financiero

$$B_t = d_t$$

implican la igualdad entre el ingreso nacional, la producción y la demanda agregada, la cual esta representada por las siguientes ecuaciones:

$$p_t^{inf} c_t^{inf} + p_t^f c_t^f + p_t^f I_t + p_t^f g_t = w_t^f l_t^f + w_t^{inf} l_t^{inf} + R_t k_t + (1 - \alpha) p_t^x (k_t)^\alpha \left(z_t^f z_t l_t^f \right)^{1-\alpha} - w_t^f l_t^f - \frac{\kappa}{2} \mathcal{F}_{t+s}^2 l_{t-1}^f + p_t^f y_t - p_t^x x_t^f - p_t^f A(\zeta_t) k_t,$$

$$p_t^f c_t^f + p_t^f I_t + p_t^f g_t + p_t^f A(\zeta_t) k_t + \frac{\kappa}{2} \mathcal{F}_{t+s}^2 l_{t-1}^f + p_t^f A(\zeta_t) k_t = p_t^f y_t^f$$

4. Comportamiento a través del ciclo económico de la economía Colombia

Con el fin de analizar el comportamiento a través del ciclo económico de las principales variables del mercado de trabajo y de la producción en Colombia, se calibró el modelo con base en el equilibrio estacionario del mismo, los valores de algunos parámetros de las funciones de matching son los encontrados en la literatura internacional, y los valores de largo plazo de la economía colombiana. Un periodo en el modelo corresponde a un trimestre. La tasa de descuento es fijada en $\beta = 0,99$, lo que implica una tasa de interés real trimestral del 1%. Con base en el trabajo de Blanchard y Diamond (1989) se fija $a = 5$. También es estándar en la literatura fijar la elasticidad de la función de matching en $\mu = 0,4$. Por otro lado, la probabilidad, ω , de que una firma no cambie sus precios en un periodo dado, es igual a 0,75, lo que implica que las empresas se demoran en promedio un año para cambiar sus precios de forma óptima. En el caso de las firmas formales productoras de bienes finales, el parámetro θ , que determina el grado de diferenciación de los bienes formales, es fijado en 5 con el fin de tener un markup de 25%.

Por su parte, la tasa de depreciación trimestral, δ , se fija en 0,025 y el parámetro asociado al costo de ajuste a la inversión se fija en $\eta = 15$ con base en el trabajo de Hamann et. al (2006)

Tabla 1. Parámetros fijados en la calibración

Parámetros fijados	Símbolo	Valor
Tasa de descuento	β	0.99
Elasticidad de la función de Matching	μ	0.4
Peso del consumo formal	a	0.5
Productividad del sector formal	z^f	1
Probabilidad de no cambiar precios	ω	0.75
Grado de diferenciación de los bienes formales	θ	5
Tasa de depreciación	δ	0.025
Impuesto al consumo formal	τ^c	0.197
Persistencia en los hábitos de consumo	h	0.78
Parametro asociado al costo de ajuste de la inversión	η	15

De otro lado, las tasas efectivas de impuestos $\tau^w = 0,113$, $\tau^{ew} = 0,214$, $\tau^c = 0,197$, $\tau^\pi = 0,2$ se calcularon con base en Cuentas Nacionales y la Matriz de Contabilidad Social con informalidad del Departamento Nacional de Estadística. Para su cálculo se utilizó la misma metodología de Hamann et. al (2011), con la diferencia que la base tributaria fue el consumo formal (no el total), el salario formal y las ganancias del sector formal. Por su parte, los parámetros de la regla de política monetaria son estándares: $\sigma_i = 0,75$, $\sigma_\pi = 1,25$, y $\sigma_y = 0,5$

Una vez fijados estos parámetros, se utilizan las ecuaciones de estado estacionario del modelo para calibrar los parámetros restantes. Con base en Cuentas Nacionales de 2007 y la MCS (excluyendo el sector agrícola para trabajar con el mercado laboral urbano) se intenta reproducir algunos agregados macroeconómicos de la economía colombiana, tales como: una tasa de informalidad de 56,6 %, $l^f = 0,392$, $l^{inf} = 0,492$ % y $l^u = 0,116$ %, $\frac{p^f y^f}{p^{inf} y^{inf}} = 3,67$, $\frac{p^f G}{y} = 0,162$, $\frac{p^f I}{y} = 0,183$. También se utiliza el valor de la producción informal y la masa salarial, obtenidos de la MCS.

Adicionalmente se intenta reproducir los resultados encontrados en el trabajo de Ramos, Duque y Surinach (2009) donde se encuentra que los trabajadores informales con la misma educación, experiencia, etc., ganan en promedio un 30 % menos

que los formales, y los resultados encontrados en el trabajo de Lasso (2011) donde encuentra que probabilidad trimestral de que un desempleado consiga trabajo en el sector formal e informal es de 9,2 % y 5.43 %, respectivamente.

El valor de los parámetros obtenidos con la calibración del modelo en estado estacionario se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros calibrados con base en las ecuaciones de estado estacionario

Parámetros Calibrados	Símbolo	Valor
Participación del capital en la función de producción	α	0.44
Tasa de destrucción de empleo formal	ρ	0.024
Tasa de destrucción de empleo informal	Ω	0.01
Probabilidad que un desempleado encuentre empleo informal	ξ	0.06
Elasticidad de sustitución entre consumo formal e informal	γ	10
Poder de negociación de los trabajadores	ϕ	0.59
Factor de eficiencia de la función de matching	\mathbb{N}	0.175
Rendimientos marginales del esfuerzo informal	κ^i	8
Rendimientos marginales del esfuerzo formal	κ^f	1.3
Productividad de la economía en estado estacionario	z	6.82
Productividad del sector informal	z^{inf}	0.857

Con base en dichos valores de los parámetros y el modelo descrito en la sección (3), se puede comparar el comportamiento cíclico de la economía colombiana con el predicho por el modelo. En la Tabla (3) se puede observar que el modelo replica de una manera muy cercana el comportamiento de la producción y el empleo formal e informal de la economía. Las desviaciones estándar del PIB, el empleo formal e informal y los salarios relativos predichos por el modelo son prácticamente iguales a los de la economía colombiana. Las correlaciones entre el empleo formal y el PIB son también cercanas a los datos reales y tiene el signo correcto. El modelo predice un comportamiento contracíclico del empleo informal, aunque según los

datos empíricos, la correlación es más baja que la predicha. El signo de las correlaciones entre cada una de las variables es correcto, a excepción de la de los salarios relativos entre el sector formal e informal, lo que sugiere que el modelo no recoge suficientemente bien el comportamiento de los salarios formales en el ciclo económico. Una manera de resolver esta debilidad del modelo podría ser incluyen no sólo rigideces nominales en precios, sino también rigideces en salarios.

Tabla 3. valores

Variable	<i>SE</i> * Modelo	<i>SE</i> Economía	<i>Corr</i> ** _{variable, log(PIB)} Modelo	<i>Corr</i> ** _{variable, log(PIB)} Economía
$\log(PIB)$	0.0106	0.012	1	1
$\log(l^f)$	0.0088	0.008	0.97	0.71
$\log(l^{inf})$	0.0056	0.006	-0.85	-0.14
$\log(l^u)$	0.0106	0.006	-0.83	-0.72
$\log(\frac{w^f}{w^{inf}})$	0.0596	0.054	0.07	-0.34

Fuente: Cálculos propios. *Error estándar, ** Correlación entre la variable y el logaritmo del producto

5. Simulaciones

En esta sección se analizará el efecto de la política fiscal y monetaria en una economía con un amplio sector informal. En primer lugar, se analizará en efecto de una disminución permanente de los costos no salariales, financiado con una disminución del gasto público o con un aumento en el impuesto al consumo. Luego se analizará el efecto que tiene un aumento del gasto público, en este caso se supone que el gasto del gobierno sigue un proceso autorregresivo.

Finalmente se analiza el efecto de la política monetaria, donde se realizaran dos tipos de ejercicios. De un lado se analizará el efecto de un choque en la productividad ante diferentes reglas de política monetaria. De otro lado, se analizará el efecto de un choque en la política monetaria, donde también se tendrán en cuenta diferentes reglas de política, con el fin de determinar cuál es la más apropiada en una economía con un amplio sector informal.

5.1. Efecto de una disminución en los costos no salariales

El primer ejercicio de simulación consiste en una disminución en los costos salariales de 10 puntos porcentuales, el cual es financiado con una disminución en el gasto público. En la tabla (3), se observa que dicha política genera un aumento en el empleo formal (6 % en 25 años) y en el bienestar, tanto en el corto como en el largo plazo (1.8 % en el empleo formal en 5 años). Sin embargo, cuando la disminución en los costos salariales se financia con un aumento en el impuesto al consumo (tabla 4), el efecto sobre la formalidad es muy inferior al obtenido en el caso en que es financiado con una reducción en el gasto. Un resultado similar es encontrado por Hernández (2011), en el caso de un modelo de equilibrio general computable, pero estático.

Este es un resultado muy importante. La manera en que se financia las reducciones en los costos salariales juega un papel clave en la determinación en los efectos de las políticas tendientes a aumentar la formalidad. Dado que el sector informal no sólo evade los impuestos laborales, sino también los impuestos al consumo y a los ingresos, los incrementos en impuestos alternativos necesarios para financiar la política, generan distorsiones en los precios de los bienes finales, o en los precios del capital, que pueden contrarrestar los efectos iniciales de los costos laborales sobre la demanda de trabajo formal.

Tabla 3. Efecto de una disminución en τ^{ew} de 10 puntos porcentuales financiado con gasto público

	5 años	10 años	25 años	EE*
Trabajo formal (I^f)	0.018	0.031	0.064	0.135
Trabajo informal (I^{inf})	-0.012	-0.023	-0.048	-0.12
Desempleo (I^u)	-0.007	-0.008	-0.010	-0.014
Producto (Δ %)	2.1 %	3.5 %	7.3 %	21 %
Utilidad (Δ %)		5.4 %		

Fuente: cálculos propios. * Estado Estacionario

Tabla 4. Efecto de una disminución en τ^{ew} de 10 puntos porcentuales. financiado con τ^c

	5 años	10 años	25 años	EE*
Trabajo formal (l^f)	0.007	0.012	0.023	0.051
Trabajo informal (l^{inf})	-0.004	-0.010	-0.018	-0.045
Desempleo (l^u)	-0.003	-0.003	-0.004	-0.006
Producto (Δ %)	-3.5 %	-2.9 %	-1.5 %	3.34 %
Impuesto al consumo	0.067	0.067	0.067	0.067
Utilidad (Δ %)			0.6 %	

Fuente: cálculos propios. * Estado Estacionario

5.1.1. Efecto de un choque en productividad

En la presente sección se analiza el efecto de un choque en la productividad de la economía, z bajo diferentes reglas de política monetaria. Para este caso se supone que z_t y z_t^f siguen un proceso autorregresivo de orden 1 de la forma:

$$\ln(z_t) = (1 - \sigma_z) z_{ee} + \sigma_z \ln(z_{t-1}) + e_{zt},$$

$$\ln(z_t^f) = \sigma_{zf} \ln(z_{t-1}^f) + e_{zft},$$

donde $e_{zt} \sim N(0, \nu_z^2)$ y $e_{zft} \sim N(0, \nu_{zf}^2)$. z_{ee} y z_{ee}^f es la productividad total y del sector formal del estado estacionario. Se supone que $\sigma_z = \sigma_{zf} = 0,83$, $\nu_z = 0,003$ y $\nu_{zf} = 0,01$.

Al igual que en el trabajo de Faia (2008) se consideran tres tipos de política: en primer lugar hay una regla estándar de Taylor (*RT*), la cual corresponde al siguiente valor de los parámetros

$$\sigma_i = 0,75, \sigma_\pi = 1,25, y\sigma_y = 0,5.$$

En segundo lugar, se considera una regla con una fuerte respuesta a la inflación (*Rphi*):

$$\sigma_i = 0,75, \sigma_\pi = 5, y\sigma_y = 0.$$

Finalmente se estudia una regla que responde a la variación del producto (*Ry*):

$$\sigma_i = 0,75, \sigma_\pi = 1,1, y\sigma_y = 2$$

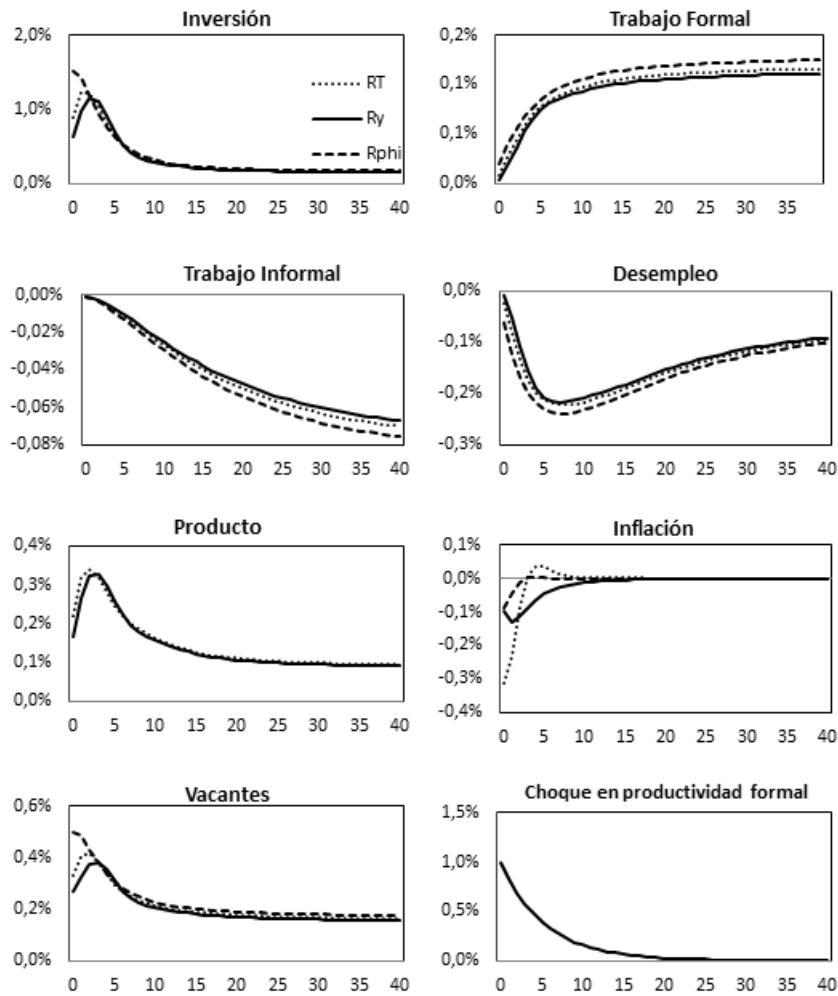
En la Figura (1) se muestra el impulso respuesta de algunas variables de la economía bajo un choque de productividad del sector formal y para cada una de las reglas de política monetaria (*RT*, *Rphi*, *Ry*). En las Figura (1) y (2) se puede observar que el desempleo se mueve en dirección opuesta, respecto a las vacantes. Este comportamiento se conoce como la curva de Beveridge, la cual debe su nombre al lord W. H. Beveridge autor del artículo Full Employment in a Free Society publicado en 1994. Además, se observa un alto grado de persistencia en el desempleo.

Al comparar las diferentes reglas de política se observa que la política que responde fuertemente a la inflación (*Rphi*), estabiliza la inflación, pero vuelve más persistentes a la inversión, al trabajo formal y al desempleo. Lo contrario ocurre cuando la política monetaria se preocupa principalmente del producto (*Ry*). La regla de política que responde más al producto que a la inflación, genera mayor estabilización, tanto en las variable nominales como en las reales. Además, se observa que la regla de Taylor es la que más desestabiliza la inflación.

En la figura (2), se observa que si el choque afecta, por igual, a la productividad de los dos sectores (formal e informal), entonces la regla monetaria de Taylor ya no es la que desestabiliza más a la inflación, sino la que se preocupa del producto (*Ry*). Además, con este tipo de choques se estabiliza, la regla de Taylor es también la que más estabiliza la producción, y demás variables reales.

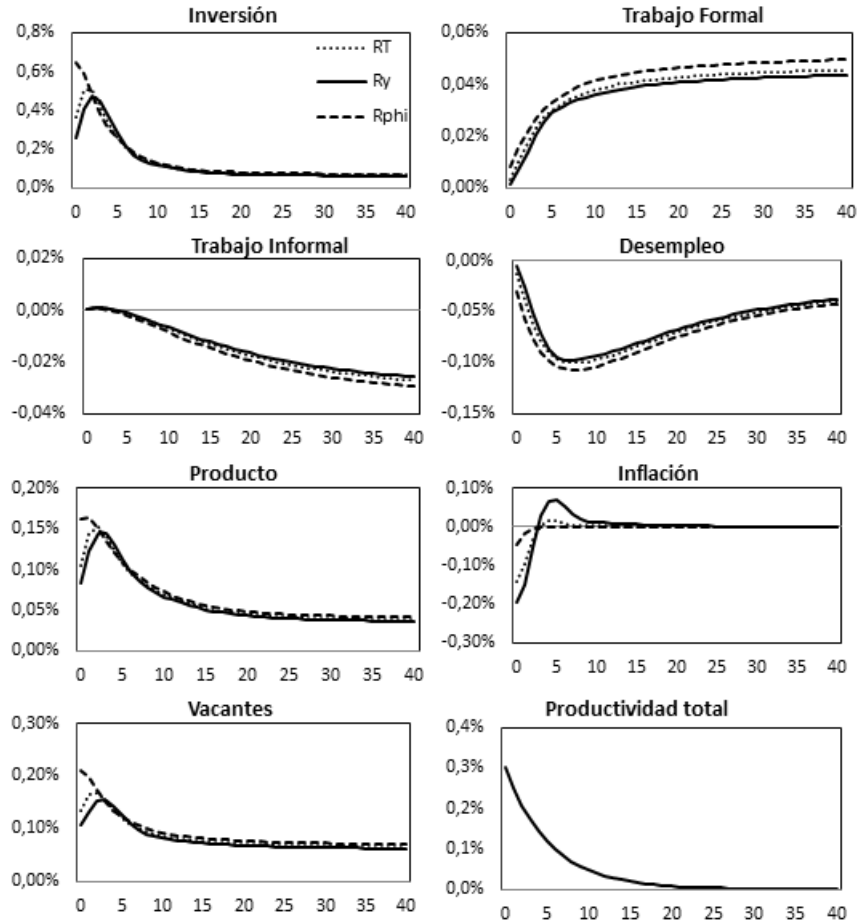
En las figuras (1) y (2), se muestra el comportamiento en forma de joroba del producto y desempleo ante un choque en productividad. Dicho comportamiento es uno de los hechos estilizados más ampliamente difundidos en la literatura de los ciclos en los países desarrollados (Gali y Rabanal, 2004). La presencia de un sector informal no hace variar dicho comportamiento. Por su parte, el trabajo formal (resp. informal) aumenta (resp. disminuye) durante un número muy grande de periodos. Esto demuestra que la presencia de un sector informal genera un nivel muy alto de persistencia en el empleo y la producción, ante choques exógenos en la productividad.

Figura 1: Efecto de un choque en la productividad formal (z_t^f)



Fuente: Cálculos Propios

Figura 2: Efecto de un choque en la productividad total (z_t)



Fuente: Cálculos Propios

5.1.2. Efecto de un choque en el gasto del gobierno.

En esta sección se analiza el efecto de un choque en el gasto del gobierno. Para esto se supone que g_t sigue un proceso AR(1) de la forma:

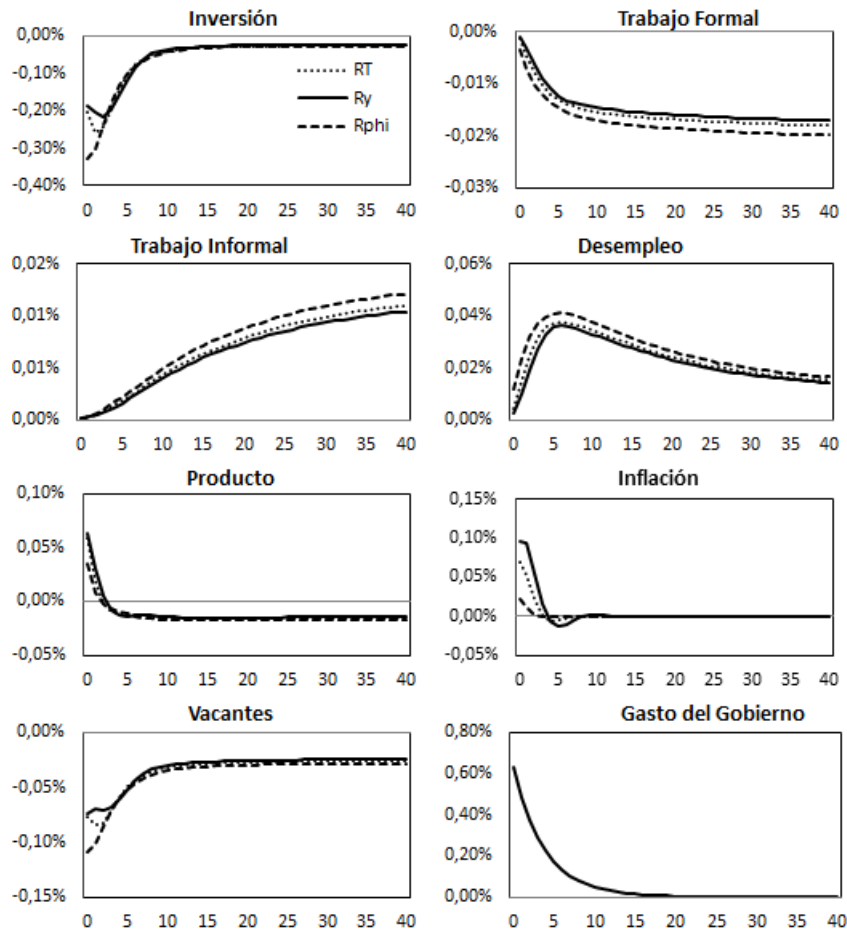
$$g_t = (1 - \sigma^g) \bar{g} + \sigma^g g_{t-1} + e_{gt}$$

donde $e_{zt} \sim N(0, \nu_g^2)$. los parámetros σ^g y ν_g fueron fijados en 0.773 y 0.063 con base en el trabajo de Hamann et. al. (2004).

En la Figura 3 se puede observar que el choque en el gasto público aumenta la inflación y al grado de informalidad. Al comparar las reglas de política moneta-

ria, se encuentra que la regla de Taylor ayuda a estabilizar, tanto a la inflación como al mercado de trabajo y de bienes, a diferencia de la regla que se preocupa únicamente por la producción (Ry), la cual estabiliza el mercado de trabajo y de bienes, pero desestabiliza la inflación. En el caso caso de la regla que se preocupa por la inflación ($Rphi$) ocurre lo contrario: hay grandes fluctuaciones en el grado de informalidad de la economía, pero la inflación se mantiene mucho más estable.

Figura 3. Efecto de un choque en el gasto del gobierno (g_t)



Fuente: Cálculos Propios.

5.1.3. Efecto de un choque en las preferencias de los consumidores

En esta sección se analiza el efecto de un choque en las preferencias de los consumidores. Estos choques de preferencia representan cambios repentinos en la demanda

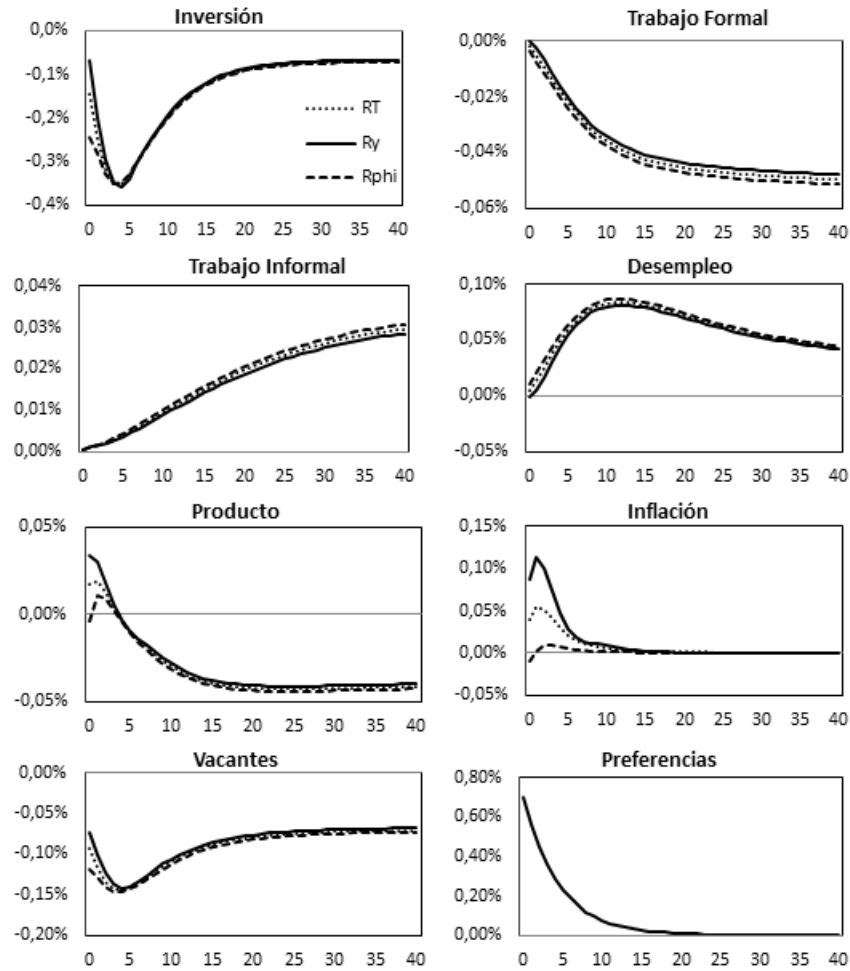
relativa de bienes consumo, en relación a los de inversión. Un choque positivo disminuye la demanda por inversión e incrementa la demanda por consumo. Para el análisis de estos choques, se supone que ε_t sigue un proceso AR(1) de la forma:

$$\varepsilon_t = \sigma^\varepsilon \varepsilon_{t-1} + e_{\varepsilon t}$$

donde $e_{\varepsilon t} \sim N(0, \nu_\varepsilon^2)$. los parámetros σ^ε y ν_ε fueron fijados en 0.8 y 0.007 con base en el trabajo de Hamann et. al. (2004).

En la Figura 4 se puede observar la regla de Taylor tiene un mayor efecto estabilizador mayor que la regla que se preocupa únicamente por la producción. Este efecto estabilizador, se presenta tanto en las variable reales como en la inflación. Los choques de demanda aumentan el empleo informal y disminuyen el formal. El empleo formal disminuye de manera persistente y el formal se incrementa. El producto neto sube inicialmente, debido a que disminuye el gasto en vacantes, pero después baja de manera persistente.

Figura 4. Efecto de un choque en las preferencias de los consumidores (E_t)



Fuente: Cálculos Propios

6. Conclusiones

El presente artículo parte de los modelos desarrollados por Gertler, Sala y Trigary (2007), y por Trigary, A. (2009), en los cuales se incorpora la teoría contemporánea de búsqueda de empleo de Mortensen, D, Pissarides(1994), y además se supone endógena la tasa de destrucción de empleo. La incorporación de un sector informal a dicho modelo no sólo permite replicar de una manera muy satisfactoria el comportamiento de la economía colombiana, sino que también permite hacer ejercicios para analizar el efecto de la política monetaria y fiscal sobre el grado de informalidad del país. Además, con dicho modelos se puede analizar el efecto

la política monetaria sobre el comportamiento de la economía durante los ciclos económicos.

Por otro lado, el modelo predice bastante bien el comportamiento de las variables económicas durante el ciclo. Sin embargo, es necesario afinar el comportamiento de los salarios nominales en el sector formal, con el fin de explicar la correlación negativa, existente en la economía colombiana, entre los salarios relativos del sector informal y el PIB nacional. Con este fin se está trabajando en un nuevo modelo con rigideces nominales en los salarios del sector formal.

Una política de disminución en los costos salariales, financiada con una disminución en el gasto público, aumenta en el empleo formal y el bienestar, tanto en el corto como en el largo plazo. Sin embargo, cuando la disminución en los costos salariales se financia con un aumento en el impuesto al consumo, el efecto sobre la formalidad es muy pequeño, lo cual se debe a las distorsiones que genera el impuesto al consumo sobre los precios relativos del sector formal.

Al comparar las diferentes reglas de política se observa que la política que responde fuertemente a la inflación ($Rphi$), estabiliza la inflación, pero vuelve más persistentes a la inversión, al trabajo formal y al desempleo. Lo contrario ocurre cuando la política monetaria se preocupa principalmente del producto (Ry). La regla de política que responde más al producto que a la inflación, genera mayor estabilización que la de Taylor, tanto en las variable nominales como en las reales. Sin embargo, si el choque de productividad afecta por igual a los dos sectores, la regla que sólo tiene en cuenta el producto, logra estabilizar más la producción que la de Taylor, pero a costa de incrementar la volatilidad de la inflación. Las fluctuaciones en el trabajo formal e informal son mayores en las economías que aplican una regla que se preocupa únicamente de la inflación, aunque esta última variable es más estable que en los casos en que las autoridades se preocupan de la producción.

Un resultado muy importante del modelo es el alto grado de persistencia de los efectos de los choques sobre el empleo formal, el informal y la producción agregada. Este es un resultado, en el que se profundizará en futuros artículos.

7. Bibliografía

Albrecht, J; Navarro, L; Vroman, S. (2009). The effects of labor market policies in an economic with an informal sector. *The Economic Journal*, Vol. 119 pp. 105–1129.

Alm, J; López, H. (2002). Payroll Taxes in Colombia - Mission on Public Income. Bogotá: Fedesarrollo.

Agénor, P; Aizeman, J. (1999) Macroeconomic adjustment with segmented labor markets. *Journal of Development Economics*, Vol. 58, pp. 277-296.

Agenor, P.-R; McDermott, C. J; Prasad, E. S; (2000). Macroeconomic Fluctuations in Developing Countries: Some Stylized Facts, World Bank Economic Review, World Bank Group, vol. 14(2), pages 251-85, May.

Beveridge, W. H. (1944). Full Employment in a Free Society. London: George Allen and Unwin.

Blanchard, O; Gali, J. (2010). Labor Markets and Monetary Policy: A New Keynesian Model with Unemployment," *American Economic Journal: Macroeconomics*, American Economic Association, vol. 2(2), pp. 1-30.

Bonaldi, P; González, A; Prada, J; Rodríguez, D; y Rojas L.E. (2004). Método Numérico para la Calibración de un Modelo DSGE. Borradores de Economía. No 548, 209.

Calvo, G. A, (1983) Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 12(3), pages 383-398, Septiembre.

Bosch, M. y Esteban-Pretel, J. (2012). Job creation and job destruction in the presence of informal labour markets. *Journal of Development Economics*, Elsevier, vol. 98(2), pages 270-286.

Castillo, P; Montoro, C (2012) Dinámica inflacionaria en presencia de informalidad en mercados laborales. *Economía Chilena*, Vol. 15, No. 1. 28 p.

Cheron, A; Langot, F. (2000). The Phillips and Beveridge curves revisited. *Economics Letters*, Vol. 69(3), pp. 371-376.

Christoffel, K; Linzert, T. (2005). The Role of real wage rigidity and labor market frictions for unemployment and inflation dynamics. Working Papers Series, No. 556. European Central Bank.

Christiano, L. Eichenbaum, M. Evans, C. (2005) Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 113(1), pp. 1-45.

Faia, E. (2008). Optimal monetary policy rules with labor market frictions. *Journal of Economic Dynamics & Control*, vol. 32, pp. 1600–1621.

Fortin, B. Marceau, N. Savard L. (1997). Taxation, wage controls and the informal sector. *Journal of Public Economic*, No. 66, pp.293-312.

Gali, J. (2010) Monetary policy and unemployment. NBER Working Pares Series, National Bureau of Economy Research, No. 15871, 83 p.

Gertler, Sala y Trigrary (2007), An Estimated Monetary DSGE Model with Unemployment and Staggered Nominal Wage Bargaining, *Journal of Money, Credit and Banking* Vol. 40, Issue 8, pages 1713–1764, December 2008

Galí, J. Rabanal, P. (2004) Technology shocks and aggregate fluctuations: how well does the Real Business Cycle Model fit postwar U.S. data? IMF Working Paper No. 234, International Monetary Fund. 67 p.

Hall, R. (2005) Employment fluctuations with equilibrium wages stickiness. *American Economic Review*, Vol. 95, No. 1, pp.50-64.

Hamann, F. Julio, J. Restrepo, P. Riascos, A. (2004). Inflation targeting in a small open economy: the colombian case. Borradores de Economía, banco de la República, No. 308, 37 p.

Hamann, F. Pérez, J. Rodriguez, D. (2006) Bringing a DSGE model into policy environment in Colombia. *Banco de la República*

Hamann, F, Mejía, L (2011). Formalizando la informalidad empresarial en Colombia. Seminarios CEDE.

Hernández, G. (2011). Impuestos parafiscales y mercado laboral: Un análisis de Equilibrio General Computable. Archivos de Economía. Documento 378, de septiembre.

Jaramillo, F., Gómez, M. y García, A. (2013) Efecto de la política fiscal en un Modelo de Equilibrio General Dinámico con sector informal: una aplicación para Colombia

Krause, M. Lubik, T. (2007) The (ir)relevance of real wage rigidity in the New Keynesian model with search frictions. *Journal of Monetary Economics*, No. 54 (2007), pp. 706–727.

Kugler, A. Kugler, M. (2008). Labor market effects of payroll taxes in developing countries: evidence from Colombia. NBER Working Paper Series (13855).

Mattessini, F. Rossi, L. (2009). Optimal monetary policy in economies with dual labor market. *Journal of Economic Dynamics & Control*. No. 33, p.1469-1489

Mejía, D. Posada, E. (2007). Informalidad: teoría e implicaciones de política”, Borrador de Economía, No 455, Banco de la República, Bogotá.

Mondragon, C. Peña, X. Wills, D. (2010). Labor market rigidities and informality in Colombia. Documentos CEDE, No.7.

Mortensen, D, Pissarides, C.(1994). Job creation and job destruction in the theory of Unemployment”. *Review of Economic Studies*, No. 61. pp 367.

Núñez, J. (2002). Empleo informal y evasión fiscal en Colombia”, Archivos de Economía, DNP, Documento No. 210, Octubre.

Santamaría, M. García, F. Mujica, A. (2009). Los costos no salariales y el mercado laboral: impacto de la reforma a la salud en Colombia. Fedesarrollo, No. 43.

Satchi, M. Temple, J. (2009). Labor markets and productivity in developing countries. *Review of Economics Dynamics*, No. 12, pp. 183-204.

Shimer, Robert (2005): The cyclical behavior of equilibrium unemployment and vacancies. *American Economic Review*, vol. 95, No. 1, pp. 25-49.

Thomas, C. (2008). Search and matching frictions and optimal monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 55(5), pp. 936-956.

Trigari, A. (2004). Equilibrium unemployment, job flows and inflation dynamics. Working Paper Series, No. 304. European Central Bank.

Trigrary, A. (2006) The role of search frictions and bargaining in inflation dynamics. Working Papers, No. 304, IGIER (Innocenzo Gasparini Institute for Economic Research), Bocconi University.

Trigrary, A. (2009) Equilibrium unemployment, job flows, and inflation dynamics. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 41 (1), pp.1-33.

Walsh, C. (2003). Labor market and monetary shocks”. En: Altug, S. Shadja, J. Nolan, C. “Elements of Macroeconomic Analysis”. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 451-486.

Walsh, C. (2005). Labor market search, sticky prices, and interest rates policy. *Review of Economics Dynamics*. No. 8. P. 829-849.