DOCUMENTO DE TRABAJO PARA PRESENTACIÓN EN EL ENCUENTRO DE ECONOMISTAS DE BOLIVIA

UNA CURVA DE PHILLIPS NEOKEYNESIANA EMPÍRICA PARA EL CASO DE BOLIVIA[1]

Pablo Mendieta O.[2]

Hugo Rodríguez G.

Resumen

Desarrollos recientes de la teoría de ajuste nominal incompleto con fundamentos microeconómicos (o la economía neo keynesiana) han servido como marco analítico para las discusiones de política macroeconómica y el diseño de la política monetaria. En este contexto, un pilar fundamental es la identificación de la Curva de Phillips que contenga tanto un componente de expectativas (*forward-looking*) y un componente inercial (*backward-looking*) de precios, además de la dinámica de movimientos cambiarios e inflación externa. El presente documento racionaliza la inclusión de estos elementos en el contexto de una economía abierta y dolarizada con fijación escalonada de precios, el cual es estimado empíricamente con el Método Generalizado de Momentos para la economía boliviana. Los resultados sugieren que el componente *forward looking* es importante y a la vez coherente con el uso intensivo de la inflación pasada y la depreciación del tipo de cambio como conjunto de información para la determinación de precios. Además el trabajo se constituye en el primer paso para construir un modelo macroeconométrico de pequeña escala para Bolivia.

Palabras clave: curva de Phillips, dolarización, método generalizado de momentos

Clasificación JEL: C50, E31

---

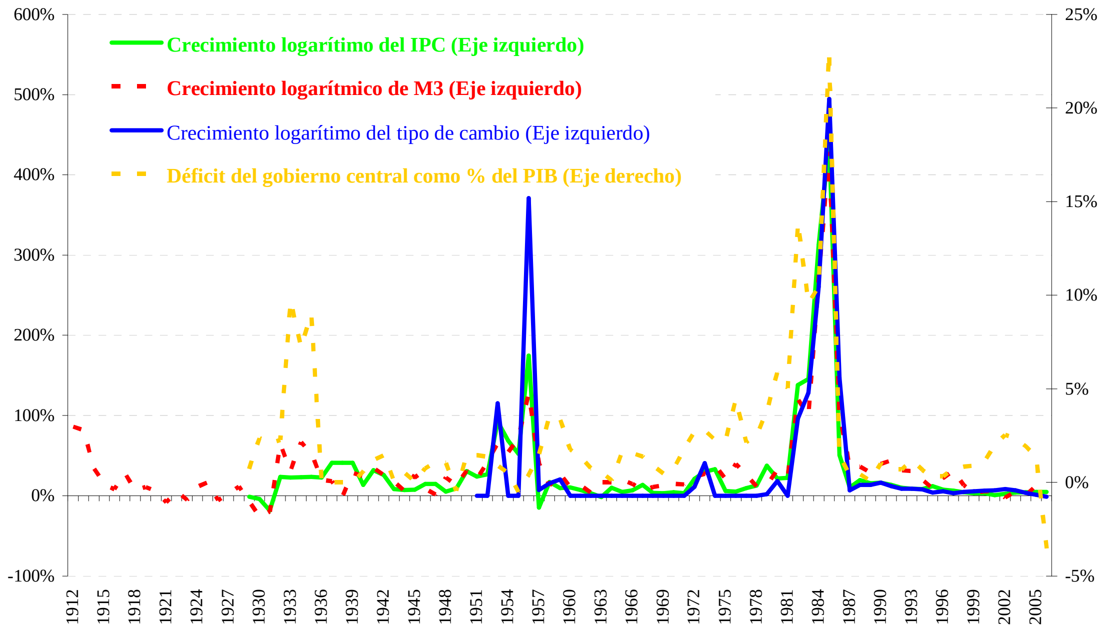
[1] Documento presentado en el *Primer Seminario Latinoamericano de Modelos Económicos y Proyecciones en Bancos Centrales* realizado en Buenos Aires, entre el 27 y 28 de abril de 2007. La colaboración de Mabel Lara y Alejandra Villegas es igualmente reconocida. Las opiniones de este documento sólo reflejan las opiniones de los autores.

[2] Dirección electrónica: pmendiet@gmail.com.

I. INTRODUCCIÓN

La dramática experiencia hiperinflacionaria que experimentó Bolivia entre 1982-1985 marcó su historia económica y se constituyó en el hecho económico más importante de la segunda mitad del siglo XX. En efecto, la fuerte crisis de origen fiscal (con un déficit fiscal del gobierno central mayor al 20% del PIB) se manifestó en un acelerado crecimiento del dinero, con repercusiones en el tipo de cambio y, en consecuencia, la inflación (Gráfico 1).

Gráfico 1:
Inflación, depreciación, crecimiento del dinero y déficit fiscal, 1913-2006



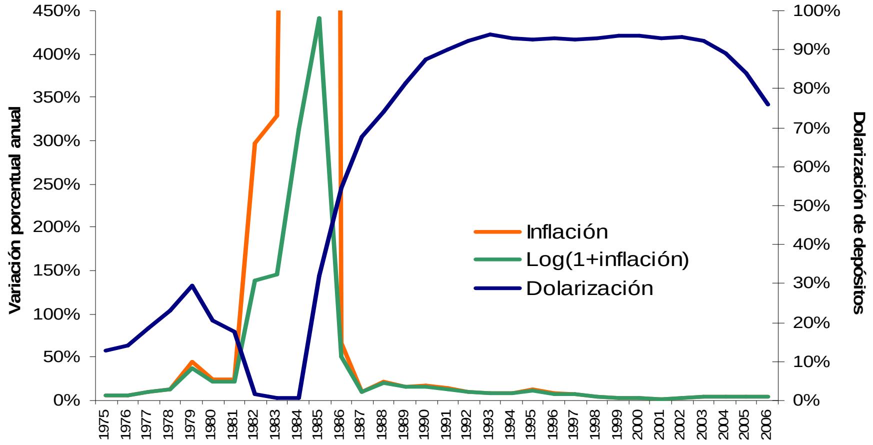
Fuente: Elaborado con información de las *Memorias* institucionales del BCB

Como una alternativa de protección frente al escenario macroeconómico incierto, los agentes económicos optaron por efectuar sus transacciones, en especial de carácter financiero, en moneda extranjera. No obstante y a pesar del descenso de la inflación en los años noventa, la dolarización se incrementó, convirtiendo a Bolivia en el país más dolarizado *de facto* de Sudamérica (Gráfico 2). Este hecho denominado *histéresis* de la dolarización, ha sido objeto de estudio en varios estudios empíricos.[3] No obstante, medidas cambiarias (una ligera revaluación de la moneda y la ampliación del diferencial entre el tipo de cambio de compra y de venta), monetarias (incremento del encaje legal para depósitos en moneda extranjera) y fiscales (Impuesto a las Transacciones Financieras, especialmente a transacciones en dólares) determinaron el inicio de la caída de la dolarización, aunque todavía a un ritmo moderado.

---

[3] Por ejemplo, ver Morales y Reding (2004) y Fernández (2006)

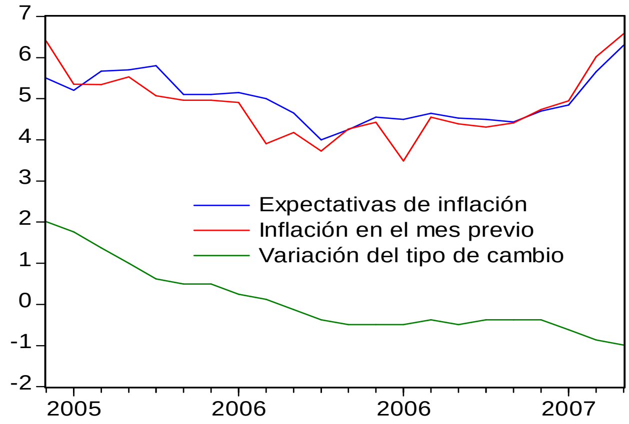
Gráfico 2:
Inflación y dolarización, 1975-2006



Fuente: Banco Central de Bolivia e Instituto Nacional de Estadísticas

La dolarización y el historial de alta inflación repercuten eventualmente en los mecanismos de transmisión de la política monetaria, especialmente en la fijación de precios por parte de las firmas. En efecto, se podría presumir que las empresas deberían tener un comportamiento predominantemente *forward looking* en la determinación de sus precios. Además, dado el carácter de economía dolarizada, pequeña y abierta, el tipo de cambio y la inflación internacional deberían tener un rol importante para las expectativas de precios. No obstante, la encuesta de expectativas económicas que elabora el Banco Central de Bolivia (BCB), indica que las expectativas muestran un comportamiento *backward looking*, con alguna consideración cambiaria (Gráfico 3).[4]

Gráfico 3:
Expectativas de inflación, inflación observada y depreciación, 2005-2007



Fuente: Banco Central de Bolivia e Instituto Nacional de Estadísticas

[4] Una regresión por MCO entre las expectativas de inflación, la inflación observada al mes de la encuesta y la depreciación señala un fuerte carácter *backward looking* en esta variable. Es decir:

$$E_t\pi_{t+12} = \underset{(0.10)}{0.68}\times\pi_{t-1} + \underset{(0.07)}{0.26}\times\Delta e_{t-1} + \varphi$$

Lo expuesto anteriormente pone en debate en qué medida son compatibles expectativas de inflación que miran hacia atrás con un comportamiento *forward looking*.

La explicación más sencilla al respecto, en el contexto de expectativas racionales, podría ser que la inflación sigue una caminata aleatoria (*random walk*) y por lo tanto, el mejor predictor de la inflación en el futuro es la inflación que se observa al momento de formular las expectativas. Sin embargo, la posibilidad de que este comportamiento responda más bien al carácter dolarizado de la economía, podría añadir mayor conocimiento sobre la formación de precios en Bolivia. Además que la curva de Phillips se constituiría en uno de los pilares para la construcción de un modelo macroeconómico de pequeña escala con fines de análisis y pronóstico.

En ese sentido, se formula un modelo de precios rígidos sin capital para obtener la forma reducida de la curva de Phillips, para posteriormente estimarlo con el Método Generalizado de Momentos (MGM). El modelo a estimarse va en línea con D'Amato y Garegnani (2006), aunque difiere en que se deriva teóricamente las razones que llevarían a la inclusión de otras variables. Posteriormente se analizan las implicaciones de los resultados obtenidos, especialmente en el proceso de formación de precios y expectativas en la economía.

En lo posterior, el documento está organizado en tres partes. Primero se presenta un marco analítico que resume las principales derivaciones teóricas sobre la curva de Phillips. Posteriormente, se presentan las estimaciones empíricas para el caso boliviano y en la siguiente sección se analizar las implicaciones de esta estimación para la determinación conjunta de los precios y el tipo de cambio. Finalmente se hace un recuento de los principales hallazgos y de las líneas de investigación futuras.

II. UN MARCO ANALÍTICO CONCEPTUAL

Para la obtención de la forma reducida de la curva de Phillips neo-keynesiana se plantea un sencillo modelo intertemporal con precios rígidos y sin capital y con firmas y familias que optimizan intra e intertemporalmente.[5] En lo que sigue, se expondrán las principales relaciones del modelo que son importantes para la obtención de la curva de Phillips. El modelo completo es desarrollado en el Apéndice al final del documento.

Se supone que la familia representativa escoge el consumo agregado así como el consumo de la variedad z. De igual forma, elige la cantidad de trabajo que proveerá y la composición de sus activos entre saldos monetarios y títulos públicos.

En ese sentido, las condiciones de equilibrio para el consumo agregado, la demanda de dinero y la oferta de trabajo son:

[5] Este modelo va en la línea de Gali – Gertler (1999).

$$1 = Et\left[(1+i_t)(\frac{P_t}{P_{t+1}})\beta(\frac{c_t}{c_{t+1}})^{-\gamma}\right] \tag{1}$$

$$a_m(\frac{Mt}{Pt})^{-\gamma} = (1-\frac{1}{1+i_t})c_t^{-\gamma} \tag{2}$$

$$\frac{w_t}{P_t} = \frac{a_n N_t^{\gamma_n}}{c_t^{-\gamma}} \tag{3}$$

De estas expresiones, la ecuación (3) permitirá establecer, en equilibrio, la relación entre costo marginal y brecha del producto, para luego efectuar las estimaciones utilizando esta variable en lugar de los costos marginales.[6]

Por otra parte, se supone que la economía esta compuesta por un continuo de productores mayoristas (normalizado a 1) que operan en un mercado de competencia perfecta. El productor intermedio opera en un marco de competencia monopolística, es decir, fija los precios y enfrenta una demanda con pendiente negativa. Por lo tanto, la demanda de productos intermedios viene dada por:

$$Y_t(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} Y_t \tag{4}$$

Asimismo, la función de producción del productor intermedio es acorde con rendimientos constantes, donde se utiliza como factor de producción al trabajo:

$$Y_t(z) = A_t N_t(z)_t \tag{5}$$

En este contexto, esto implica que el costo marginal estará dado por:

$$MC_t = \frac{W_t/P}{A_t} \tag{6}$$

Por lo tanto, el problema del productor es elegir una secuencia de precios, cantidades y demanda de factores para maximizar su beneficio esperado en términos de valor presente. Para que exista la relación entre el costo marginal y la inflación se asume una fijación escalonada de precios, propuesta por Calvo (1983), con los siguientes argumentos:

– Cada período existe una probabilidad constante $(1-\theta)$ de que una firma ajuste su precio en el periodo *t*.
– Por tanto, sólo una fracción de las firmas fija su precio en cierto período de tiempo.
– Los ajustes de precio son independientes en el tiempo.

[6] Al respecto, otra limitación se encuentra en la ausencia de información sobre costos laborales y empleo, de una forma consistente y con similar periodicidad.

– El problema de la firma que elige un nuevo precio en *t*, consiste en maximizar un beneficios sujeto a la demanda del mercado y las restricciones de no negatividad.

Por lo tanto, el problema de optimización consiste en maximizar la siguiente expresión:

$$Max\ \ E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t,t+i} \left[\frac{P_t(z)}{P_{t+i}} Y_{t,t+i}(z) - \frac{\frac{W_{t+i}}{A_{t+i}}}{P_{t+i}} Y_{t,t+i}(z) \right] \tag{7}$$

Sujeto a (4) y a la restricción de no negatividad ($P_t(z) \geq 0, Y_t \geq 0$).

Con los métodos usuales de programación dinámica, se puede demostrar que la solución es:

$$P_t^*(z) = (1+\mu) E_t \sum_{i=0}^{\infty} w_{t,t+i} MC_{t+i}^n \tag{8}$$

Tal que la ponderación corresponde a::

$$w_{t,t+i} = \frac{(\theta\beta)^i \Lambda_{t,t+i} (\frac{1}{P_{t+i}})^{1-\varepsilon} Y_{t+i}}{Et \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t,t+i} (\frac{1}{P_{t+i}})^{1-\varepsilon} Y_{t+i}} \tag{9}$$

Por lo tanto, (8) implica que el precio óptimo es un *mark up* sobre el promedio ponderado de los costos marginales futuros.

Posteriormente, se expresa la expresión anterior en términos de brecha del producto, con la siguiente condición de equilibrio, en niveles como log-linearizado:

$$1 + \mu_t = \frac{1}{a_n} Y_t^{-(\gamma+\gamma_n)} A_t^{1+\gamma_n} \tag{10}$$

$$\mu_t = -(\gamma + \gamma_n) y_t + (1 + \gamma_n) a_t \tag{11}$$

En ese sentido, la oferta agregada viene expresada como la siguiente expresión:

$$y^* = \left(\frac{1+\gamma_n}{\gamma+\gamma_n} \right) a_t \tag{12}$$

Sin embargo, conviene notar que el *mark up ex post* no se desvía de su nivel deseado por el supuesto de precios flexibles, por lo que es posible expresar el costo marginal como una función de la brecha del producto:

$$mc_t = (\gamma + \gamma_n)(y_t - y_t^*) = \kappa (y_t - y_t^*) \tag{13}$$

Si bien hasta el momento, las particularidades del modelo siguen el desarrollo estándar para una economía cerrada, el modelo Galí-Gertler (1999) se modificará, con el propósito de incluir otras variables que sigan la dinámica de la inflación, para lo cual se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El nivel agregado de precios doméstico corresponde a un promedio ponderado entre los precios que permanecen fijos y aquellos que se vuelven a fijar (tanto de una forma óptima como según la evolución de otras variables):

$$p_t = \theta p_{t-1} + (1-\theta) p_t^* \tag{14}$$

- El índice de precios de aquellos productos que cambian sus precios corresponde a un promedio ponderado de aquellos que fijan sus precios con carácter óptimo y aquellos que siguen una regla *backward looking*:

$$p_t^* = (1-\omega) p_t^f + \omega p_t^b \tag{15}$$

- Tal como se vio anteriormente, las empresas que se comportan mirando hacia delante determinan sus precios como un *mark up* sobre los costos marginales, lo cual se puede expresar en logaritmos como:

$$p_t^f = (1-\theta\beta)\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i mc_{t+i}^n = \theta\beta E_t p_{t+1}^f + (1-\theta\beta) mc_t^n \tag{16}$$

- Por su parte, las empresas que determinan sus precios hacia atrás lo hacen con base en un conjunto de información del periodo *t-1* que se conoce en el periodo *t*:[7]

$$p_t^b = p_{t-1}^* + x_{t-1} \tag{17}$$

- Por otra parte, la inflación se define simplemente como $\pi_t = p_t - p_{t-1}$

Utilizando las anteriores definiciones, se puede demostrar que la dinámica de la inflación viene dada por la siguiente ecuación:

$$\varphi\pi_t = \theta\beta E_t\pi_{t+1} + (1-\theta)(1-\omega)(1-\theta\beta)\kappa\left(y_y - y_t^*\right) + \omega\theta\pi_{t-1} + (1-\theta)\omega x_{t-1} - \theta\beta\omega E_t x_t \tag{18}$$

Donde: $\varphi = \theta + \omega[1-\theta(1-\theta\beta)]$

En este punto, es crucial la forma como se determina la expectativa sobre la variable relacionado con el cambio de los precios de las firmas que indexan, pudiéndose efectuar dos supuestos alternativos:

$$E_t x_t = x_{t-1} \qquad \vee \qquad E_t x_t = \pi_t \tag{19}$$

Aunque ambos supuestos llevan a similar forma reducida de la curva de Phillips, el segundo es preferible porque implica que las empresas desean mover sus precios acordes con el movimiento de los precios.

Por lo tanto y utilizando el segundo supuesto, la curva de Phillips viene dada por:

$$\psi\pi_t = \theta\beta E_t\pi_{t+1} + (1-\theta)(1-\omega)(1-\theta\beta)\kappa\left(y_y - y_t^*\right) + \omega\theta\pi_{t-1} + (1-\theta)\omega x_{t-1} \tag{20}$$

Con $\psi = \theta + \omega[1-\beta(1+\theta)]$.

Por lo tanto, la forma reducida de (20) se convierte en:

---

[7] En el caso del modelo de Gali – Gertler (1999), esta variable es la inflación rezagada.

$$\pi_t = a_1\pi_{t-1} + a_2 E_t \pi_{t+1} + a_3\left(y_y - y_t^*\right) + b x_{t-1} \tag{21}$$

Para continuar, se asumirá que el conjunto de información viene dado por:

$$x_t = b_1\pi_t + b_2\Delta e_t + \left(1 - b_1 - b_2\right)\pi_t^* \tag{22}$$

Por lo tanto, el modelo empírico a estimar será el siguiente:

$$\pi_t = c_1\pi_{t-1} + c_2 E_t \pi_{t+1} + c_3\left(y_y - y_t^*\right) + c_4\Delta e_{t-1} + c_5\pi_{t-1}^* + u_t \tag{23}$$

III. ESTIMACIÓN EMPÍRICA

La información que se utilizó corresponde al periodo comprendido entre 1990 y 2006. La elección de este periodo se debe a la disponibilidad de información estadística y a que es posterior al periodo de inestabilidad macroeconómica, que podría sesgar los resultados.

El modelo anterior sugiere la inclusión de las siguientes variables:

- **Variación porcentual del IPC.** Que será utilizada como medida de inflación.[8] La información fue desnacionalizada.
- **Variación porcentual del tipo de cambio oficial.** En el caso de Bolivia, el tipo de cambio nominal se constituye en una guía importante para la formación de precios. Aunque un aumento del tipo de cambio nominal genera un incremento en los precios de los bienes importados expresados en moneda doméstica, en el caso boliviano también es importante por su efecto en aquellos sectores no transables que fijan precios en moneda extranjera.
- **Variación del Índice de Precios Externos**. Corresponde a la inflación en dólares de los 13 principales socios comerciales de Bolivia, ponderándolos por la importancia relativa en el comercio que Bolivia realiza desde ellos.
- **Brecha del producto.** Como se mencionó, la inexistencia de información sobre costos laborales y empleo, se utilizó esta variable, la que simplemente consiste en la diferencia logarítmica entre el PIB desestacionalizado y el calculado por el filtro HP.

Tal como se aconseja en estos casos, la estimación del modelo se hizo con el Método Generalizado de Momentos (MGM).[9] Los instrumentos elegidos son los siguientes:

- Un año de rezagos de las variables anteriores
- La meta trimestralizada del BCB.

La forma reducida del modelo de las distintas especificaciones del modelo es:

---

[8] Otra alternativa habría sido utilizar la inflación subyacente. No obstante, la serie publicada por el BCB ha presentado fuerte divergencias con el indicador total. Actualmente se encuentra en estudio un indicador alternativo de inflación, con mejores propiedades.

[9] Para mayores detalles véase Favero (2001).

$$\pi_t = A(L)\pi_{t-1} + \beta E_t \pi_{t+1} + \gamma \Delta e_{t-1} + \delta \pi^*_{t-1} + \psi y_{t-1} + u_t \qquad (24)$$

Los resultados con información trimestral se muestran en el Cuadro 1, los cuales difieren en la forma en que varía la matriz de ponderaciones respecto a la inclusión de nuevos rezagos. Además se muestra la prueba de hipótesis sobre la restricción a la unidad de las variables nominales involucradas.

Cuadro 1:

Estimación de la curva de Phillips neo-keynesiana con información trimestral

Criterio de selección	**(A) Fijo (NW)**	**(B) Andrews**	**(C) Variable (NW)**	**(D) Andrews**	**(E) Fijo (NW)**
π_{-1}	**0.549**	**0.407**	**0.442**	**0.138**	**0.361**
	(0.052)	(0.064)	(0.043)	(0.065)	(0.031)
π_{-2}	**-0.234**	**-0.194**	**-0.171**	-	-
	(0.045)	(0.068)	(0.036)	-	-
π_{+1}	**0.627**	**0.674**	**0.661**	**0.639**	**0.563**
	(0.04)	(0.061)	(0.029)	(0.081)	(0.031)
Δe_{-1}	**0.056**	**0.071**	**0.044**	**0.099**	**0.062**
	(0.025)	(0.032)	(0.015)	(0.05)	(0.025)
π^*_{-1}	**0.024**	**0.030**	**0.023**	**0.037**	**0.013**
	(0.007)	(0.01)	(0.005)	(0.019)	(0.006)
y_{-1}	**0.094**	**0.097**	**0.103**	**0.153**	**0.087**
	(0.032)	(0.033)	(0.021)	(0.045)	(0.035)
Estadìstico J (Prob)	0.164	0.178	0.105	0.236	0.188
Restricción de unidad	0.248	0.600	0.942	0.013	-

Con base en los resultados de la estimación anterior, se puede notar que del total de las firmas, por lo menos un 47% de las mismas mantendrían sus precios fijos, con un periodo promedio de 2 trimestres de inmovilidad en los precios. Por otra parte, la proporción restante ajustaría sus precios de acuerdo a los siguientes criterios:

- 92% de las firmas fijarían sus precios calculando sus precios nuevamente de acuerdo a criterios de optimización (*forward looking*)
- El resto fijaría sus precios mirando hacia atrás, sobre la base de las siguientes variables:
    - 83% en la inflación pasada
    - 14% en la depreciación pasada
    - El resto fijaría en función a la inflación internacional en dólares

Todas estas implicaciones provienen de la estimación en forma reducida de la curva de Phillips. Actualmente se está trabajando en la estimación directa de los parámetros profundos de la forma estructural, en la línea de otros trabajos sobre el tema.

Si comparamos los hallazgos empíricos de estudios similares de otros países, se puede constatar que los plazos en los cuales permanecen los precios fijos se encuentran en torno a 2 trimestres:

Cuadro 2:
Comparación con resultados de otros estudios

País	Firmas que mantienen sus precios fijos	Tiempo de inmovilidad de precios	Otros
Bolivia	45% de las firmas	2 trimestres.	
Colombia (Bejarano, 2005)	70% de las firmas	3 trimestres.	Los resultados obtenidos muestran una relación positiva de corto plazo entre el costo marginal real y el producto.
Perú (Ramírez, 1994 - 1995)		2.2 trimestres	En promedio, las estimaciones indican que el componente *forward looking* representa un 0.7, con el de *backward looking* un 0.3. Además, el costo marginal tiene un efecto significativo en el proceso de inflación
Kenia (Maturu et al, 2006)	Entre 0.75% a 0.8% de las firmas	3 a 5 meses (1 a 2 trimestres)	El coeficiente *forward looking* es aproximadamente 0.6

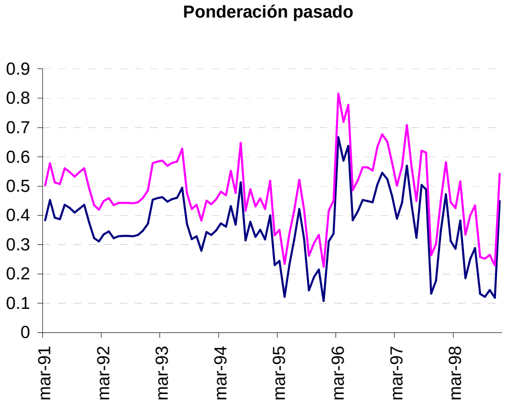
Por otra parte, para analizar la estabilidad del sistema, se procedió a estimar el equivalente mensual del modelo trimestral, cuyas estimaciones se presentan en el Cuadro 3. Se puede evidenciar que los cambios en las estimaciones, exceptuando el que existiría por cambio de información, no son importantes. En especial se mantiene la importancia del componente *forward looking* en la fijación de precios.

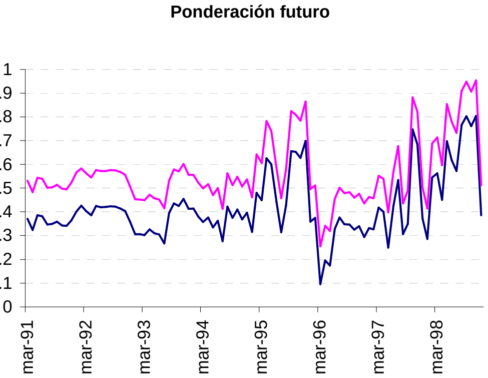
Cuadro 3:
Estimación de la curva de Phillips neo-keynesiana con información mensual

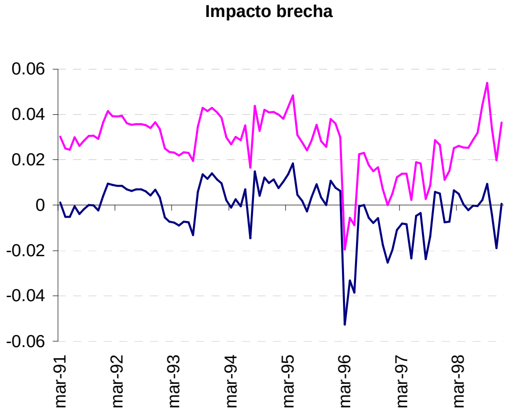
Criterio de selección	(E) Fijo (NW)	(F) Andrews	(G) Variable (NW)	(H) Fijo (NW)
π_{-1}	**0.328**	**0.347**	**0.253**	**0.389**
	(0.029)	(0.033)	(0.015)	(0.028)
π_{+1}	**0.521**	**0.539**	**0.558**	**0.450**
	(0.038)	(0.044)	(0.017)	(0.041)
Δe_{-1}	**0.092**	**0.067**	**0.136**	**0.103**
	(0.029)	(0.03)	(0.013)	(0.03)
π^*_{-1}	**0.050**	**0.037**	**0.033**	**0.058**
	(0.012)	(0.013)	(0.005)	(0.011)
y_{-1}	**0.023**	**0.018**	**0.028**	**0.025**
	(0.007)	(0.008)	(0.004)	(0.008)
Estadìstico J (Prob)	0.129	0.144	0.053	0.131
Restricción de unidad	0.619	0.645	0.019	-

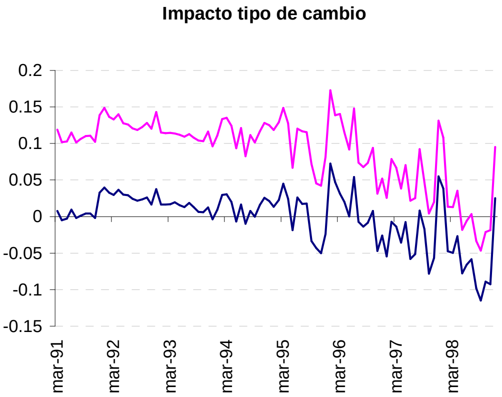
Posteriormente se realizó una estimación recursiva con ventanas móviles que recortaron sucesivamente las observaciones iniciales (Gráfico 5), para analizar la estabilidad del sistema.

Gráfico 4:
Inflación, depreciación, crecimiento del dinero y déficit fiscal, 1913-2006







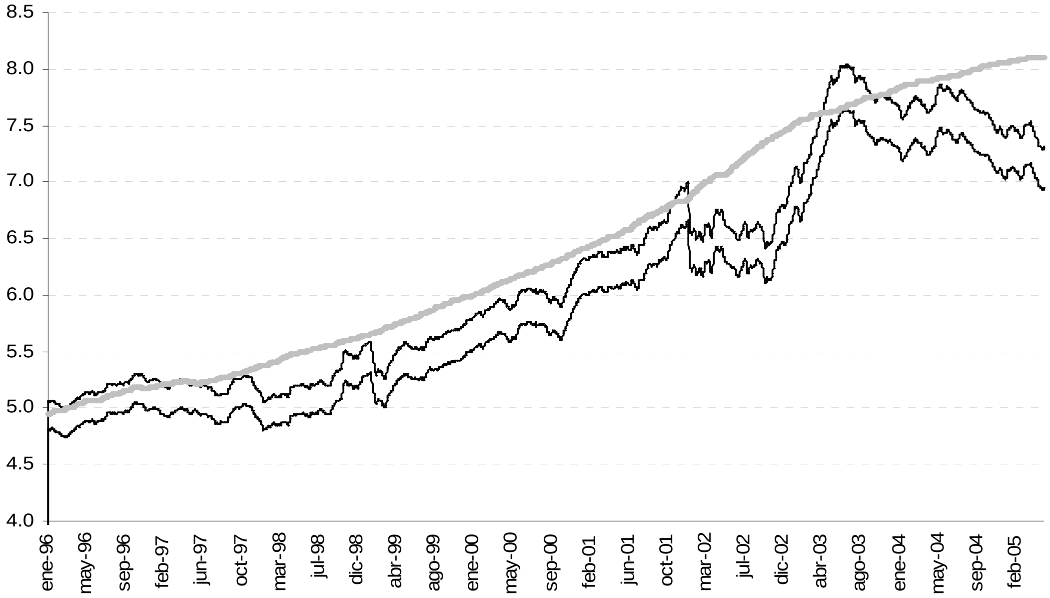


La estimación anterior indica que el impacto del tipo de cambio y la brecha del producto son relativamente estables. No obstante, los gráficos indican inestabilidad si se toman muestras pequeñas que contemplen un mínimo de 60 observaciones. Además que el gráfico sugeriría que el efecto del tipo de cambio habría caído gradualmente.

IV. IMPLICACIONES DE LA EVIDENCIA EMPÍRICA

Durante las dos últimas décadas, el tipo de cambio oficial se ha fijado principalmente para mantener la competitividad cambiaria relativamente constante y también para moderar las presiones inflacionarias. El Gráfico 5 muestra que la evolución del tipo de cambio ha sido consistente con el criterio de mantener la competitividad en el nivel del mes base del cálculo del tipo de cambio real. Además, una de las características más importantes del actual régimen cambiario en Bolivia ha sido la credibilidad que ha ganado en los agentes económicos.

Gráfico 5:
Tipo de cambio de referencia y paridad observada, 1996 - 2005



Fuente: Banco Central de Bolivia

Para formalizar esta idea, se estimó por MGM una función de reacción para el tipo de cambio que depende la diferencia entre la inflación y su meta, de la brecha del producto y que contiene un componente inercial importante. Los resultados fueron los siguientes:

$$\Delta e_t = \underset{(0.01)}{0.08} \times \left(\pi_{t-1} - \pi^*_{t-1}\right) - \underset{(0.01)}{0.03} \times y_{t-1} + 0.82 \times \Delta e_{t-1} + v_t \qquad (25)$$

Utilizando las estimaciones anteriores, se puede pensar en la siguiente estructura:

– Curva de Phillips: $\pi_t = \alpha E_t \pi_{t+1} + \beta \pi_{t-1} + \gamma \Delta e_{t-1} + \delta \pi^*_{t-1} + \psi y_{t-1} + u_t$

– Regla para el tipo de cambio: $\Delta e_t = \mu \times \left(\pi_{t-1} - \pi^*_{t-1}\right) - \eta \times y_{t-1} + (1-\mu) \times \Delta e_{t-1} + v_t$

– Dinámica de la inflación externa: $\pi^*_t = \rho \pi^*_{t-1} + \omega_t$

En el caso de la brecha del producto y dados los estudios previos del caso boliviano que no encuentran un efectos significativo de las tasas de interés y del tipo de cambio en la actividad económica, se podría postular:

$$y_t = \theta y_{t-1} - \chi(i_t - \pi_t) + \zeta\left(\Delta e_t + \pi^*_t - \pi_t\right) + z_t = \theta y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (26)$$

Reemplazando las anteriores ecuaciones tenemos:

$$\pi_t = a E_t \pi_{t+1} + b \pi_{t-1} + c \pi^*_{t-1} + d y_{t-1} + g \Delta e_{t-1} + z_t \qquad (27)$$

Donde a es igual a $\frac{\alpha}{1-\gamma\mu}$, b es $\frac{\beta}{1-\gamma\mu}$, c es $\frac{\gamma(1-\mu)}{1-\gamma\mu}$, d es $\frac{(\delta - \gamma\mu\rho)}{1-\gamma\mu}$, g es $\frac{(\psi - \gamma\eta)}{1-\gamma\mu}$ y

z_t es $\dfrac{u_t + \gamma v_t - \gamma\mu\omega_t}{1-\gamma\mu}$.

Utilizando el método de coeficientes indeterminados, se tiene la forma reducida de esta expresión:

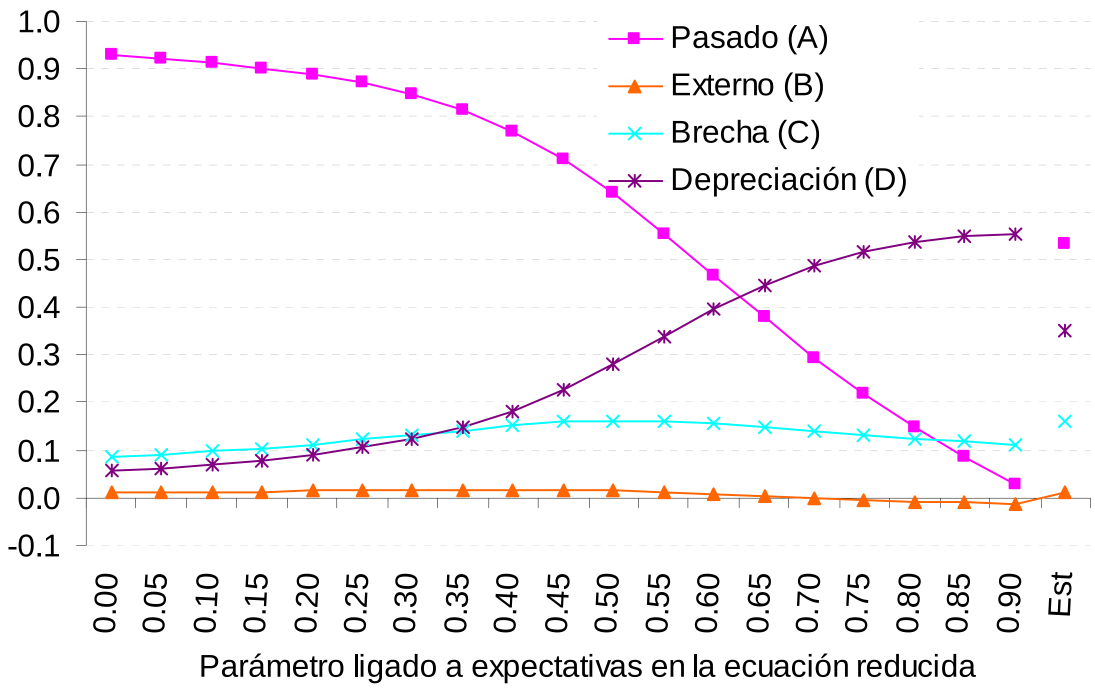
$$\pi_t = A\pi_{t-1} + B\pi_{t-1} + Cy_{t-1} + D\Delta e_{t-1} + Ez_t \tag{28}$$

Lo cual implica resolver el siguiente sistema cuadrático de los parámetros A y D:

$$\begin{aligned} aA^2 - (1 - aD\mu)A + b = 0 \\ a\mu D - (1 - aA - a(1-\mu))D + g = 0 \end{aligned} \tag{29}$$

Por lo tanto, será posible encontrar una relación entre los parámetros del sistema reducido, que además resultarían de una regresión sencilla entre estas variables, y los parámetros de la curva de Phillips. El Gráfico 6 muestra esta relación y señala la coherencia de que los agentes utilicen el pasado como predictor del pasado, además de solucionar la paradoja de la encuesta de expectativas.

Gráfico 6:
Relación entre los parámetros y la forma reducida



V. COMENTARIOS FINALES

La principal pregunta que abordó este documento fue la importancia de las expectativas de inflación en la determinación de esta variable. Los resultados empíricos mostraron que este componente *forward looking* es muy importante y que guarda consistencia con el hecho de que los agentes económicos consideran como su conjunto de información la depreciación nominal y la inflación pasada.

El presente trabajo se constituye en un primer paso para el análisis del proceso de formación de precios como también de la construcción de un modelo macroeconómico pequeño. Entre los aspectos que se tienen en cuenta como futuras líneas de investigación, se encuentran:

- La formulación de modelos enriquecidos con especificaciones particulares para la economía boliviana en línea con los trabajos de Céspedes, Ochoa y Soto (2005) y Holmberg (2006) para Chile y Suecia, por ejemplo.
- La estimación directa de los parámetros profundos del modelo.
- El análisis de posibles no linealidades en la curva de Phillips
- La incorporación de medidas de brecha pertinentes para una economía abierta:
    - Brecha del consumo y del producto, combinados (Razin y Yuen, 2002 y Binyamini, 2006)..
    - Brecha interna y externa, además de movimientos de términos de intercambios y productividad (Gali y Monacelli, 2002).
- La construcción de una medida de costo marginal a través de indicadores indirectos del mercado laboral.
- La inclusión de la dolarización de forma directa en el planteamiento de la curva de Phillips en la línea de Castillo, Montoro y Tuesta (2006).

La estimación de un modelo más amplio como uno con carácter estocástico de equilibrio general dinámico, uno de cuyos componentes sería la curva de Phillips, será importante en la medida que ayude a tomar decisiones relevantes en la transición al régimen de metas explícitas de inflación.

VI. REFERENCIAS

Bejarano Rojas, J. A., (2005). "Ensayos sobre política económica: Estimación estructural y análisis de la curva de Phillips neokeynesiana para Colombia" Revista *ESPE*. No. 48, 64-117

Binyamini, A. (2007). "Hybrid New Keynesian Phillips Curve for Small Open Economy with Complete Pass-Through: Derivation and Application to Israel" Eitan Berglas School of Economy Working paper, abril.

Castillo, P., C. Montoro y V. Tuesta (2006) "An Estimated Stochastic General Equilibrium Model with Partial Dollarization: A Bayesian Approach" Documento presentado en el Central Bank Workshop on Macroeconomic Modelling, realizado en Santiago de Chile entre el 28 y 29 de septiembre de 2006.

Céspedes, L., M. Ochoa, y C. Soto (2005). "The New Keynesian Phillips Curve in an Emerging Market Economy: The Case of Chile" Documento de Trabajo del Banco Central de Chile 355, diciembre.

D'Amato, L. Y L. Garegnani (2006). "La dinámica de la inflación a corto plazo: estimación de una curva de Phillips neokeynesiana híbrida" para Argentina" *Monetaria*, volumen XXIX, número 4: 401-416.

Favero, C. (2001). Applied Macroeconometrics. Londres: Oxford University Press.

Fernández, B. (2006) "Dollarization hysteresis network externalities and <<The Past Legacy>> effect. The case of Bolivia". Revista *de Análisis del Banco Central de Bolivia*, volumen 9: 8-65.

Gali, J. y M. Gertler (1999). "Inflation dynamics: A structural econometric analysis", *Journal of Monetary Economics*, Vol.44, 195-222

Gali, J. y T. Monacelli (2002). "Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy" NBER Working Paper Series. Nº .8905, abril.

Gilchrist, S. y M. Gertler (2002) "Lecture Notes of Macroeconomic Theory I". Boston University.

Holmberg, K., 2006. "Derivation and Estimation of a New Keynesian Phillips Curve in a Small Open Economy" Sveriges Riksbank Working Paper, N° 197.

Maturu, B., K. Kisinguh y I. Maana (2006). "A New Keynesian Phillips Curve for KenyaUna curva Neokeynesiana de Phillips para kenia" Central Bank of Kenya Working Paper Series No. 06/02, abril.

Razin, A. Y Ch. Yuen (2001). "The New Keynesian Phillips Curve: Closed Economy vs. Open Economy". NBER Working Paper Series. Nº .8313, junio.

Reding, P y J. A. Morales (2004). "Currency Substitution and Network Externalities" Disponible en SSRN: http://ssrn.com/abstract=549061

Ramírez Rondan, N., 1994-2005. "Notas sobre la Curva de Phillips en el Perú", Banco Central de Reserva del Perú.

APÉNDICE[10]

El presente es un modelo básico, cuyo objetivo es proveer la estructura pertinente a la investigación, con las limitaciones que impone una estructura de economía cerrada, como punto de partida, estimándose su ampliación teórica posterior para una economía abierta y dolarizada.

1. MODELO BÁSICO DE PRECIOS FIJOS SIN CAPITAL.

1.1. Familias.

La familia representativa, elige $\left\{ C_{t+i}, C_{t+i}(z), N_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}, \frac{B_{t+i}}{P_{t+i}} \right\}_{i=0}^{\infty}$ para maximizar.

Max

$$E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \left[\frac{1}{1-\gamma} C_{t-i}^{1-\gamma} + \frac{a_m}{a-\gamma_m} \left(\frac{M_{t+i}}{P_{t+i}} \right)^{1-\gamma_m} - \frac{a_n}{1+\gamma_n} N_{t+i}^{1+\gamma_n} \right] \right\} \tag{A1}$$

Sujeto a:

$$C_t = \frac{W_t}{P_t} N_t + \Pi_t + TR_t - \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} - \frac{\frac{1}{1+i_t} B_t - B_{t-1}}{P_t} \tag{A2}$$

Las condiciones de primer orden para el problema del consumidor serán:

N_t:

$$\frac{W_t}{P} = \frac{a_n N_t^{\gamma_n}}{C_t^{-\gamma}} \tag{A3}$$

C_t:

$$1 = E_t \left\{ (1+i_t) \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \beta \left(\frac{C_t}{C_{t+1}} \right)^{-\gamma} \right\} \tag{A4}$$

$$C_t^{-\gamma} = R_{t+1} \beta C_{t+1}^{-\gamma} \tag{A5}$$

Donde:

$$R_{t+1} = (1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \tag{A6}$$

$\frac{M_t}{P_t}$:

[10] Esta derivación se basa principalmente en Gilchrist y Gertler (2002).

$$a_m \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{-\gamma_m} = \left(1 - \frac{1}{1+i_t} \right) \cdot C_t^{-\gamma} \tag{A7}$$

1.2. Firmas

1.2.1. Producción de Bienes Finales.

La economía está compuesta por una infinidad de productos, del cual el total es normalizado a la unidad. El bien final se produce junto a los bienes intermedios según la siguiente función de producción:

$$Y_t^f = \left[\int_0^1 Y_t^f (z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right]^{\frac{\varepsilon}{e-1}} \tag{A8}$$

Donde; ε > 1 es la elasticidad del precio de demanda. Esta es una función de producción CES, que exhibe productividad marginal decreciente; característica que conducirá a la firma a diversificar y producir con todos los bienes intermedios disponibles.

El productor del bien final minimizará su costo. Por lo tanto se seleccionará a $Y_t^f(z)$ en:

$$\min \int_0^1 P_t(z) Y_t^f(z) dz$$

Sujeto a:

$$\left[\int_0^1 Y_t(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \geq \bar{Y}$$

La condición de primer orden con respecto a $Y_t^f(z)$, luego de algo de álgebra, es:

$$Y_t^f(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t^f \tag{A9}$$

Demanda de Mercado del Bien Intermedio

Integrando a todas las empresas de bienes finales, podemos obtener la demanda total del bien intermedio z y reemplazando (9):

$$Y_t(z) = \int_0^1 Y_t^f(z) df$$

$$Y_t(z) = \int_0^1 \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t^f df$$

$$Y_t(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \int_0^1 Y_t^f df$$

$$Y_t(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t \qquad \text{(A10)}$$

Índice de Precios

El índice de precios, estaría dado por:

$$P_t = \left[\int_0^1 [P_t(z)]^{1-\varepsilon} dz \right]^{\frac{1}{\varepsilon - 1}} \qquad \text{(A11)}$$

1.2.2. Producción de Bienes Intermedios en un Entorno de Fijación Escalonada de Precios

La producción de bienes intermedios enfrenta una pendiente de demanda descendente (competencia monopolística). La función de producción de la firma de un bien intermedio z, es:

$$Y_t(z) = A_t N_t(z) \qquad \text{(A12)}$$

La demanda de mercado de la firma z es:

$$Y_t(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t \qquad \text{(A13)}$$

Siguiendo a Calvo (1983), las firmas no ajustan sus precios frecuentemente. La ocasión de ajuste, sigue una distribución de Bernulli. Se define θ, como la probabilidad de mantener precios constantes, y (1 - θ), como la probabilidad de cambiar los precios. En otras palabras, en cada periodo existe una probabilidad constante de (1 - θ), de que la firma pueda ajustar su precio, independientemente de la historia pasada. Esto implica que la fracción de productores minoristas que fijan precios en *t* es (1 - θ), y el esquema es independiente de la historia. El tiempo que transcurre entre el ajuste del precio, sigue una distribución geométrica. El tiempo esperado, sobre el cual el precio es fijo, i.e., la expectativa espera que el tiempo para el ajuste del siguiente precio, está dado por $\frac{1}{1-\theta}$. El problema de la firma que cambia su precio en el periodo t, consiste en elegir $p_t(z)$ que maximice:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t,t+1} \left[\frac{P_t(z)}{P_{t+j}} Y_{t,t+1}(z) - \frac{\frac{W_{t+1}}{A_{t+1}}}{P_{t+i}} Y_{t,t+1}(z) \right] \qquad \text{(A14)}$$

Sujeto a :

$$Y_{t,t+i}(z)=\left[\frac{P_t(z)}{P_{t+i}}\right]^{-\varepsilon} y_{t+i} \tag{A15}$$

donde:

$$\Lambda_{t,t+1}=\left(\frac{C_{t+i}}{C_t}\right)^{-\gamma} \tag{A16}$$

En (15), $Y_{t,t+i}(z)$, es la función de la demanda de la firma para su output en *t+i*, condicional en el precio fijado *i* periodos antes, $P_t(z)$. $\beta\ \Lambda_{t,t+1}$ es el factor de descuento relevante entre *t* y *t+i*. Utilizando la condición de minimización de costos $MC_{t+i}^n=\frac{W_{t+i}}{A_{t+i}}$, y sustituyendo la ecuación (15) en la (14), la función objetivo, puede ser escrita como:

$$\text{Max} \quad E_t\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i\Lambda_{t,t+i}\left\{\left[\frac{P_t(z)}{P_{t+i}}\right]^{1-\varepsilon}Y_{t+i}-\frac{MC_{t+i}^n}{P_{t+i}}\left[\frac{P_t(z)}{P_{t+i}}\right]^{-\varepsilon}Y_{t+i}\right\} \tag{A17}$$

La condición de primer orden:

$$E_t\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i\Lambda_{t,t+i}Y_{t+i}\left\{\frac{1-\varepsilon}{P_{t+i}}\left[\frac{P_t^*(z)}{P_{t+i}}\right]^{1-\varepsilon}+\frac{\varepsilon}{P_{t+i}}\frac{MC_{t+i}^n}{P_{t+i}}\left[\frac{P_t^*(z)}{P_{t+i}}\right]^{-\varepsilon-1}\right\}=0 \tag{A18}$$

Simplificando:

$$P_t^*(z)E_t\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i\Lambda_{t,t+i}\left(\frac{1}{P_{t+i}}\right)^{1-\varepsilon}Y_{t+i}=(1+\mu)E_t\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i\Lambda_{t,t+i}\left(\frac{1}{P_{t+i}}\right)^{1-\varepsilon}Y_{t+i}MC_{t+i}^n$$

Donde:

$$1+\mu=\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$$

De esta forma, la condición de primer orden, puede escribirse como:

$$P_t^*(z)=(1+\mu)\frac{E_t\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i\Lambda_{t,t+i}\left(\frac{1}{P_{t+i}}\right)^{1-\varepsilon}Y_{t+i}MC_{t+i}^n}{E_t\sum_{i=0}^{\infty}(\theta\beta)^i\Lambda_{t,t+i}\left(\frac{1}{P_{t+i}}\right)^{1-\varepsilon}Y_{t+i}} \tag{A19}$$

O también:

$$P_t^*(z) = (1+\mu) E_t \sum_{i=0}^{\infty} \omega_{t,t+i} MC_{t+i}^n \tag{A20}$$

Donde el valor de $\omega_{t,t+1}$ es:

$$\omega_{t,t+i} = \frac{(\theta\beta)^i \Lambda_{t,t+i} \left(\frac{1}{P_{t+i}}\right)^{1-\varepsilon} Y_{t+i}}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t,t+i} \left(\frac{1}{P_{t+i}}\right)^{1-\varepsilon} Y_{t+i}} \tag{A21}$$

El precio óptimo $P_t(z)$ es un mark-up sobre una valoración promedio de expectativas al futuro del costo marginal nominal (salarios nominales), donde el mark-up es $(1+\mu) = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$ (El cual corresponde al mark-up deseado, bajo precios flexibles).

En el equilibrio, cada productor que elige un nuevo precio, $P_t(z)$, en el periodo t; elegirá de igual forma el nuevo precio $P_t(z)$ y similar nivel de output. Entonces la dinámica del consumo basado en el índice de precios, obedecerá:

$$P_t = \left[\theta P_{t-1}^{1-\varepsilon} + (1-\theta) P_t^*(z)^{1-\varepsilon}\right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \tag{A22}$$

1.3. Equilibrio de Competencia Monopolística Simétrica

Un equilibrio simétrico, está caracterizado de acuerdo a las siguientes condiciones:

$$P_t(z) = P_t \quad \forall z, \tag{A23}$$

$$Y_t(z) = Y_t \quad \forall z, \tag{A24}$$

$$N_t(z) = N_t \quad \forall z, \tag{A25}$$

$$C_t = Y_t \tag{A26}$$

$$B_t = 0 \tag{A27}$$

1.3.1. Demanda Agregada

La demanda agregada de la economía, está caracterizado bajo la siguiente ecuación:

(1) Economía de recursos amplios.

$$C_t = Y_t \tag{A28}$$

(2) Ecuación de Euler para Bonos.

$$C_t = E_t\left\{(1+i_t)\left(\frac{P_t}{P_{t+1}}\right)\beta(C_{t+1})^{-\frac{1}{\sigma}}\right\}^{-\sigma} \qquad \text{(A29)}$$

Donde: $\sigma = \frac{1}{\gamma}$

1.3.2. Oferta Agregada

La oferta agregada de la economía está caracterizada por las siguientes ecuaciones:

(3) Función de Producción Agregada.

$$Y_t = A_t N_t \qquad \text{(A30)}$$

(4) Equilibrio del mercado de trabajo.

$$A_t = (1+\mu_t)\frac{W_t}{P_t} \qquad \text{(A31)}$$

$$\frac{W_t}{P_t} = a_n \frac{N_t^{\gamma_n}}{C_t^{-\gamma}}$$

(5) Ecuación de Euler para el dinero.

$$\frac{\bar{M}_t}{\bar{P}_t} = C_t^{-\frac{\gamma}{\gamma_m}}\left(1-\frac{1}{1+i_t}\right)^{-\frac{1}{\gamma_m}} a_m^{-\frac{1}{\gamma_m}} \qquad \text{(A32)}$$

Utilizando las condiciones de equilibrio tenemos:

IS

$$Y_t = E_t\left\{(1+i_t)\left(\frac{P_t}{P_{t+1}}\right)\beta(Y_{t+1})^{-\frac{1}{\sigma}}\right\}^{-\sigma} \qquad \text{(A33)}$$

LM

$$\frac{\bar{M}_t}{\bar{P}_t} = Y_t^{-\frac{\gamma}{\gamma_m}}\left(1-\frac{1}{1+i_t}\right)^{-\frac{1}{\gamma_m}} a_m^{-\frac{1}{\gamma_m}} \qquad \text{(A34)}$$

AS

$$1+\mu_t = \frac{1}{a_n} Y_t^{-(\gamma+\gamma_n)} A_t^{1+\gamma_n} \qquad \text{(A35)}$$

1.4. Gobierno y Proceso de Creación de Dinero

Gobierno:

$$\frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} = TR_t \tag{A36}$$

Proceso de creación del dinero:

$$\frac{M_{t+1}}{M_t} = 1 + g_m \tag{A37}$$

1.5. Log-linearización

El modelo en desviaciones de su estado estacionario es:

IS

$$\dot{y}_t = -\sigma\left[i_t - \left(E_t\ \dot{p}_{t+1} - \bar{p}_t \right)\right] + E_t\ \dot{y}_{t+1} \tag{A38}$$

LM

$$\dot{m}_t - \bar{p}_t = a\dot{y}_t - \alpha\ i_t \tag{A39}$$

Donde $a = \dfrac{\gamma}{\gamma_m}$ y $\alpha = \dfrac{1}{\gamma_m}$.

AS

$$\mu_t = -(\gamma + \gamma_n)\hat{y}_t + (1 + \gamma_n)\hat{a}_t \tag{A40}$$

En el equilibrio de precios flexibles, el *mark-up* ex –post no se desvía del *mark-up* deseado; por tanto el AS llega a ser:

$$0 = -(\gamma + \gamma_n)\dot{y}_t^* + (1 + \gamma_n)\hat{a}_t$$

$$\dot{y}_t^* = \left(\frac{1 + \gamma_n}{\gamma + \gamma_n} \right)\hat{a}_t \tag{A41}$$

Donde y_t^*, es la desviación logarítmica del producto del estado estacionario en el caso de precios flexibles. Si adherimos (41) dentro la ecuación (40), obtenemos:

$$\dot{\mu}_t = -(\gamma + \gamma_n)(\dot{y}_t - \dot{y}_t^*) \tag{A42}$$

Sabemos que el *mark-up ex –post* , es igual a la inversa del costo marginal. De aquí, combinando la versión log-linealizada de la ecuación del *mark-up ex –post*, y (39):

$$\dot{m}c_t = (\gamma + \gamma_n)(\dot{y}_t - \dot{y}_t^*) \tag{A43}$$

Curva dePhillips.

Linearizaremos logarítmicamente la FOC de la firma:

$$\frac{P_t^*(z)}{P_t} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t,i} Y_{t+i} P_{t+i}^{\varepsilon-1} \right\} = (1+\mu) E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t,i} \frac{MC_{t+i}^n}{P_t} Y_{t+i} P_{t+i}^{\varepsilon-1} \right\} \tag{A44}$$

Realizando una expansión de Taylor de primer orden; en el LHS y RHS:

$$LHS \cong (P^{\varepsilon} Y) \left[\sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \right] (\dot{p}_t^* - \dot{p}_t) + (P^{\varepsilon} Y) \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \left[\dot{y}_{t+i} + (\varepsilon - 1)\dot{p}_{t+i} + \hat{\lambda}_{t,i} \right]$$

Considerando ahora, el lado derecho (RHS), y aplicando la misma lógica, tenemos:

$$RHS \cong (P^{\varepsilon} Y) \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \left[(\dot{m}c_{t+i}^n - p_t) + \dot{y}_{t+i} + (\varepsilon - 1)\dot{p}_{t+i} + \hat{\lambda}_{t,i} \right]$$

Combinando LHS y RHS, simplificando, y dividiendo todo entre $P^{\varepsilon}Y$, conseguimos:

$$\dot{p}_t = (1 - \theta\beta) E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i (\dot{m}c_{t+i}^n) \right\} \tag{A45}$$

Lo cual nos da las desviaciones del precio nuevo como un flujo descontado de las desviaciones del costo marginal nominal, ambos con relación a su estado estacionario.

Linearizando el índice de precios en la ecuación (45), obtenemos:

$$\dot{p}_t = \theta\, \dot{p}_{t-1} + (1-\theta)\dot{p}_t^*$$

Combinando estas dos últimas ecuaciones, obtenemos:

$$\hat{\pi}_t = \delta \hat{m}c_t + \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} \tag{A46}$$

Con:

$$\delta \equiv \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta}$$

Y donde: $\pi_t = p_t - p_{t-1}$

Utilizando la ecuación (43), podemos escribir la linearización agregada de la oferta como:

$$\dot{\pi}_t = k\left(\hat{y}_t - \hat{y}_t^*\right) + \beta E_t \dot{\pi}_{t+1}$$

Esta ecuación representa a la curva AS. En la que podemos observar que:

1. Mientras el output incrementa, la inflación crece:
2. Es *forward – looking* AS dado que:

$$\dot{\pi}_t = kE_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \left(\hat{y}_{t+i} - \dot{y}_{t+i}^*\right) \qquad \text{(A47)}$$

La inflación depende en el futuro, de la creencia que se tiene sobre la capacidad, significado de que la inflación es una variable *forward – looking;*

3. No existe un problema de *trade-off*, para el Banco Central. Para controlar la inflación, el Banco Central no necesariamente debe generar recesión. Estabilizar el output del Banco Central, es también estabilizar la inflación.

Crecimiento del dinero:

$$\dot{m}_t - \dot{m}_{t-1} = g_m \qquad \text{(A48)}$$

El sistema lineal completo de la dinámica del modelo de precios fijos es: La curva IS:

$$\dot{y}_t = -\sigma \dot{r}_{t+1} + E_t \dot{y}_{t+1} \qquad \text{(A49)}$$

La curva LM:

$$\dot{m}_t - \dot{p}_t = a\dot{y}_t - \alpha i_t \qquad \text{(A50)}$$

La condición de la paridad de Fisher:

$$\dot{i}_t = \dot{r}_{t+1} + E_t \dot{p}_{t+1} - p_t \qquad \text{(A51)}$$

La curva de Phillips *forward – looking:*

$$\dot{\pi}_t = k\hat{y}_t + \beta E_t \dot{\pi}_{t+1} \qquad \text{(A52)}$$

La tasa de inflación:

$$E_t \dot{\pi}_{t+1} = E_t \, \dot{p}_{t+1} - \dot{p}_t \tag{53}$$

Procesos exógenos para el crecimiento del dinero:

$$\dot{m}_t - \dot{m}_{t-1} = g_m \tag{A54}$$