Primer Encuentro de Economistas de Bolivia
La Paz, 14 y 15 de agosto de 2008

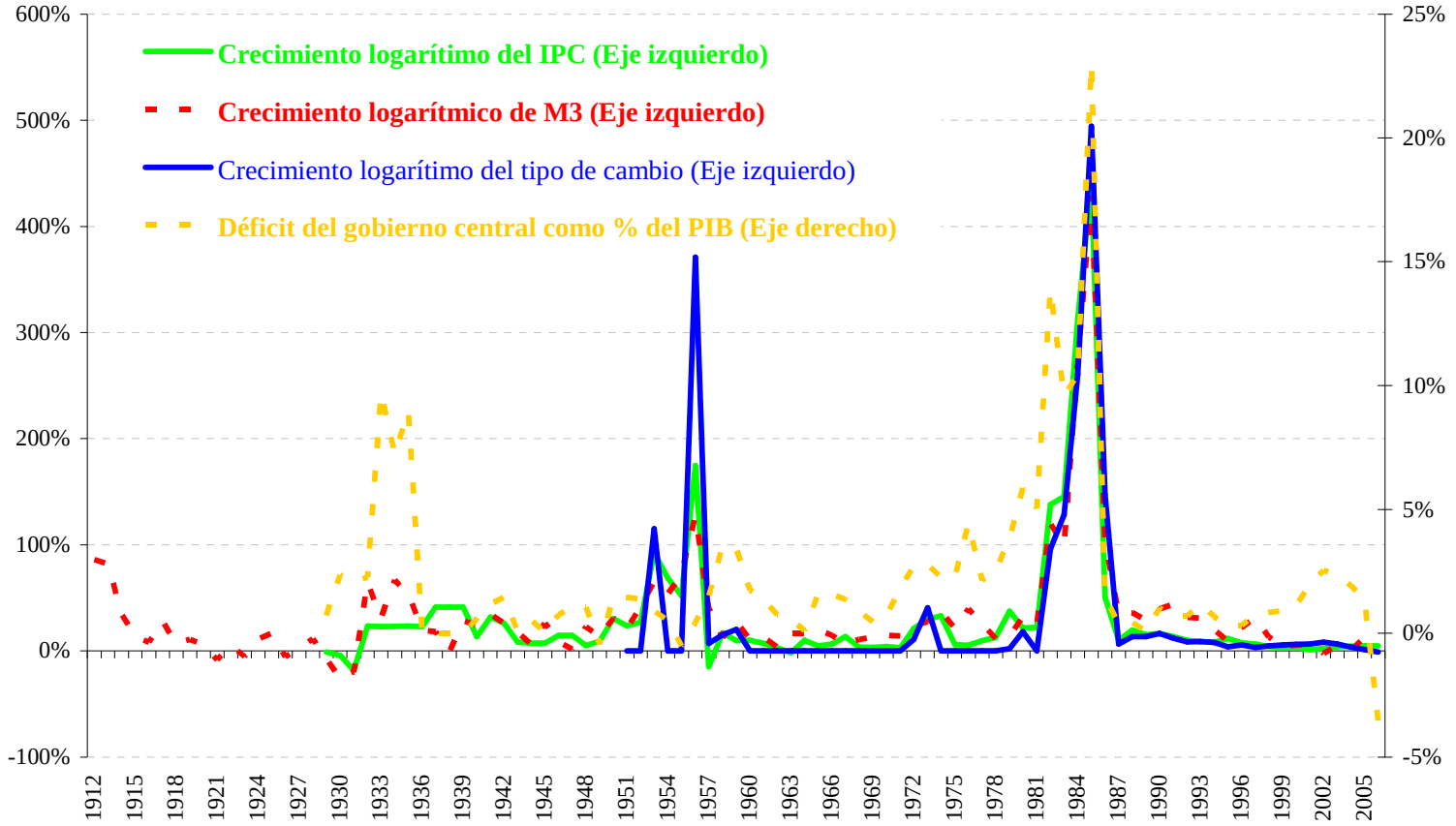
Una Curva de Phillips Neokeynesiana Empírica para el caso de Bolivia

Pablo Mendieta O. y Hugo Rodríguez G.

*La presentación no compromete a ninguna institución a la que pertenecen los autores.

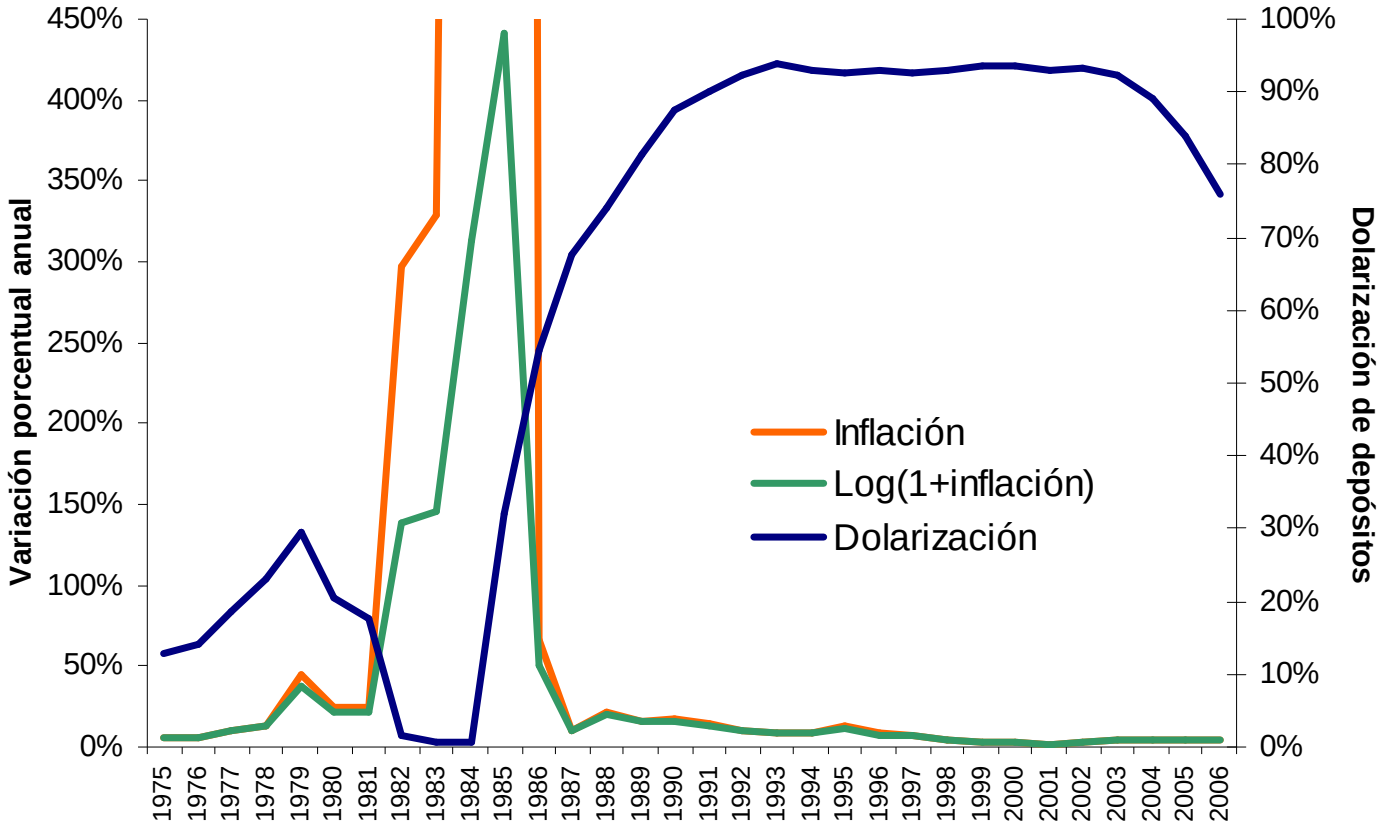
Motivación

- Bolivia se caracterizó en el pasado por un entorno de fuertes desequilibrios macroeconómicos, en especial en 1985, con movimientos paralelos de la depreciación y de la inflación.



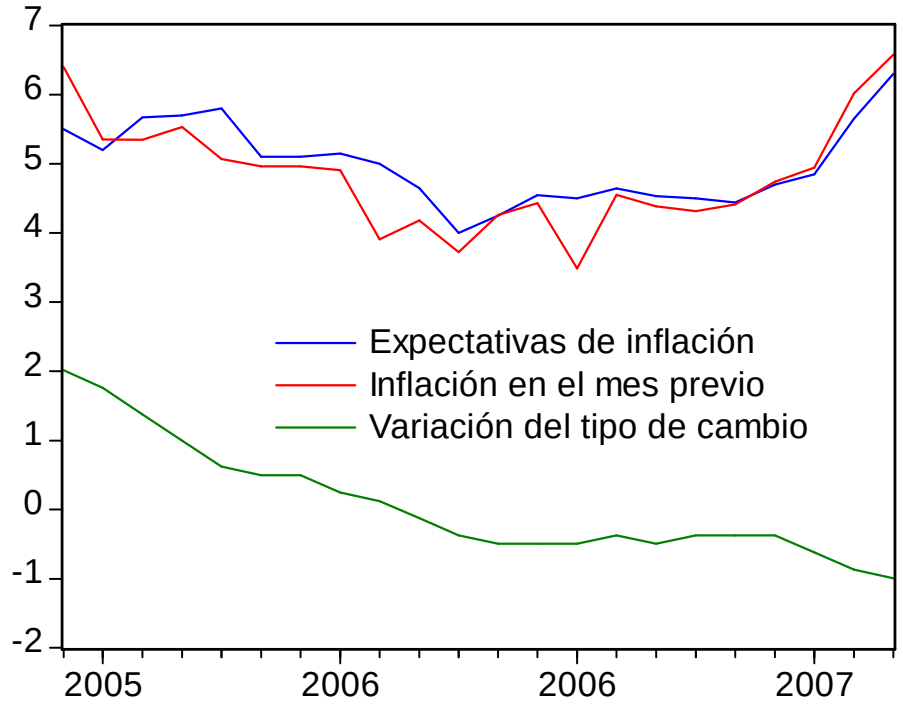
Motivación

- Los desequilibrios macroeconómicos impulsaron a las personas a protegerse dolarizando sus transacciones, en especial de carácter financiero.



Motivación

- Dado este contexto, las empresas deberían tener un comportamiento predominantemente *forward looking* en la determinación de sus precios y ancladas parcialmente en el tipo de cambio.
- Aunque el segundo aspecto está avalado por la evidencia empírica, los resultados de la Encuesta de Expectativas Económicas del BCB muestran un comportamiento *backward looking*.



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

Introducción

- Contexto de la investigación:

  Desarrollo gradual de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico que replique las características de la economía boliviana (pequeña, abierta y dolarizada).

- Objetivos:
  - Caracterización inicial de la curva de oferta agregada con fijación escalonada de precios (Calvo, 1983), inercia (Galí y Gertler, 1999) y con la existencia de un conjunto de información que incluya otras variables relevantes (especialmente tipo de cambio), en un contexto de equilibrio general.
  - Pieza clave para un modelo econométrico estructural de pequeña escala, utilizados frecuentemente en la simulación económica.

Consideraciones teóricas

- Modelo de equilibrio general dinámico con dinero en la función de utilidad:
  - El consumidor toma las decisiones óptimas estándar:

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

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

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

  - Esta última ecuación permitirá establecer, en equilibrio, la relación entre costo marginal y brecha del producto.

Consideraciones teóricas

- La economía esta compuesta por un continuo de productores mayoristas (normalizado a 1) que operan en un mercado de competencia perfecta. La demanda de productos intermedios esta dada por:

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

- El productor intermedio opera en un marco de competencia monopolística i.e. fija precios y enfrenta una demanda con pendiente negativa.
- La función de producción del productor intermedio observa rendimientos constantes:

$$Y_t(z) = A_t N_t(z)_t$$

- Por lo tanto, el costo marginal esta dado por:

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

Consideraciones teóricas

- El problema del productor es elegir una secuencia de precios, cantidades y demanda de factores para maximizar su beneficio.

$$\{P_t(z), Y_t(z), N_t(z)\}_{t=0}^{\infty}$$

- Se asume una fijación escalonada de precios (Calvo, 1983):
  - Cada período existe una probabilidad constante $(1-\theta)$ de que una firma ajuste su precio.
  - 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.
  - El problema de la firma que elige un nuevo precio en *t*, consistente en maximizar un beneficios sujeto a la demanda del mercado y las restricciones de no negatividad.

Consideraciones teóricas

- Por lo tanto, el problema de optimización consiste en:

Max

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

sujeto a:

$$Y_{t,t+i}(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_{t,t+i} \qquad P_t(z) \geq 0, Y_t \geq 0$$

- La solución es:

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

- El precio óptimo es un *mark up* sobre el promedio ponderado de los costos marginales futuros.

Consideraciones teóricas

- No obstante, es difícil encontrar información confiable y periódica sobre la estructura de costos en Bolivia.
- Por lo tanto, conviene expresar esta relación en términos de brecha del producto.
  - Una condición de equilibrio es:

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

  - La oferta agregada es:

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

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

$$mc_t = (\gamma+\gamma_n)(y_t - y_t^*) = \kappa(y_t - y_t^*)$$

Consideraciones teóricas

- El modelo Galí-Gertler (1999) se modificará para incluir otras variables que sigan la dinámica de la inflación:
  - El nivel agregado de precios domésticos es:

$$p_t = \theta p_{t-1} + (1-\theta)\bar{p}_t^*$$

  - El índice de precios de aquellos productos que cambian sus precios es:

$$\bar{p}_t^* = (1-\omega)p_t^f + \omega p_t^b$$

  - Como se vio anteriormente, las empresas que se comportan mirando hacia delante determinan sus precios de esta forma:

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

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

$$p_t^b = \bar{p}_{t-1}^* + x_{t-1}$$

Consideraciones teóricas

- Por otra parte, se utilizará la relación entre el costo marginal estaría relacionado a la brecha del producto:

$$mc_t = (\gamma + \gamma_n)(y_t - y_t^*) = \kappa(y_t - y_t^*)$$

- La inflación se define como:

$$\pi_t = p_t - p_{t-1}$$

- Utilizando las anteriores definiciones y algo de álgebra, se puede demostrar que la dinámica de la inflación viene dada por:

$$\varphi\pi_t = \theta\beta E_t\pi_{t+1} + (1-\theta)(1-\omega)(1-\theta\beta)\kappa(y_y - y_t^*) + \omega\theta\pi_{t-1}$$

$$+(1-\theta)\omega x_{t-1} - \theta\beta\omega E_t x_t \qquad / \qquad \varphi = \theta + \omega[1-\theta(1-\theta\beta)]$$

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

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

Consideraciones teóricas

- 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:

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

- Cuya forma reducida es:

$$\pi_t = a_1\pi_{t-1} + a_2E_t\pi_{t+1} + a_3\left(y_y - y_t^*\right) + bx_{t-1}$$

- Se asumirá que el conjunto de información viene dado por:

$$x_t = b_1\pi_t + b_2\Delta e_t + (1-b_1-b_2)\pi_t^*$$

- Por lo tanto, el modelo a estimar será:

$$\pi_t = c_1\pi_{t-1} + c_2E_t\pi_{t+1} + c_3\left(y_y - y_t^*\right) + c_4\Delta e_{t-1} + c_5\pi_{t-1}^* + u_t$$

Estimación empírica: Generalidades

- Estimación con información trimestral
- Periodo de estimación: 1990 a 2006.
- Variables:
  - Variación porcentual del IPC (desestacionalizada)
  - Variación porcentual del tipo de cambio oficial
  - Variación del Índice de Precios Externos:
    - Inflación en dólares de los 13 principales socios comerciales
  - Brecha del PIB respecto del correspondiente de tendencia, debido a la inexistencia de estadísticas trimestral de carácter regular
- Estimación con el Método Generalizado de Momentos, con los siguientes instrumentos:
  - Un año de rezagos de las variables incluidas
  - Meta trimestralizada del BCB e inflación filtrada previamente.

Estimación empírica: Resultados

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

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	-

Estimación empírica: Estabilidad

- Para analizar la estabilidad del sistema, se procedió a estimar el equivalente mensual del modelo trimestral

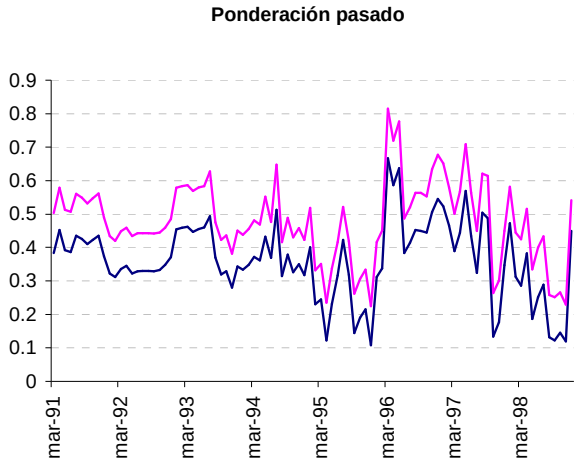
Criterio de selección	(E) Fijo (NW)	(F) Andrews	(G) Variable (NW)	(H) Fijo (NW)
π_{-1}	**0.328**	**0.347**	**0.253**	**0.389**
	(0.029)	(0.033)	(0.015)	(0.028)
π_{+1}	**0.521**	**0.539**	**0.558**	**0.450**
	(0.038)	(0.044)	(0.017)	(0.041)
Δe_{-1}	**0.092**	**0.067**	**0.136**	**0.103**
	(0.029)	(0.03)	(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	-

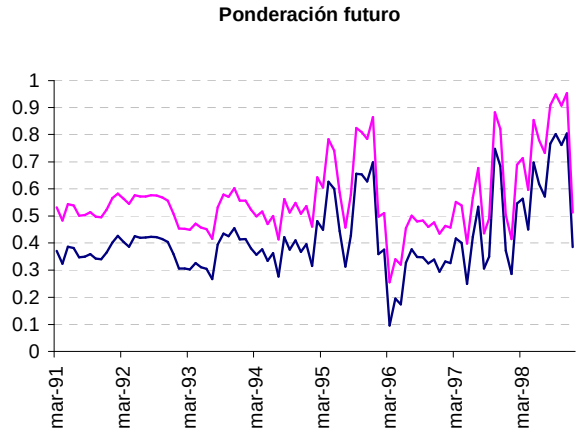
Estimación empírica: Implicaciones

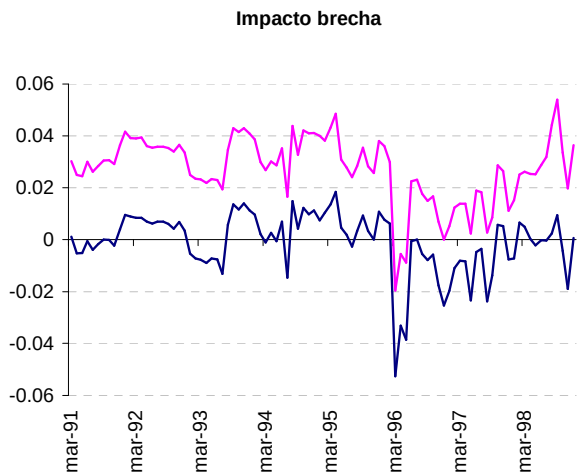
- Las estimaciones de la forma reducida (E) señalarían que:
  - 45% de las empresas mantendría sus precios fijos, con un periodo promedio de 2 meses de inmovilidad en los precios.
  - La proporción restante ajustaría sus precios de acuerdo a los siguientes criterios:
    - 70% de las firmas fijarían 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:
      - 30% en la inflación pasada
      - 45% en la depreciación pasada
      - El resto fijaría en función a la inflación internacional en dólares
- Estas implicaciones provienen de la estimación en forma reducida de la curva de Phillips.
- No obstante, actualmente se está trabajando en la estimación directa de los parámetros profundos de la forma estructural.

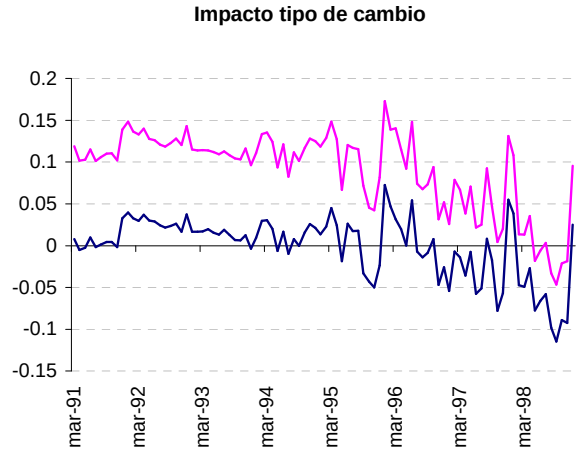
Estimación empírica: Estabilidad

- Posteriormente se realizó una estimación recursiva con ventanas móviles que recortaron sucesivamente las observaciones iniciales:





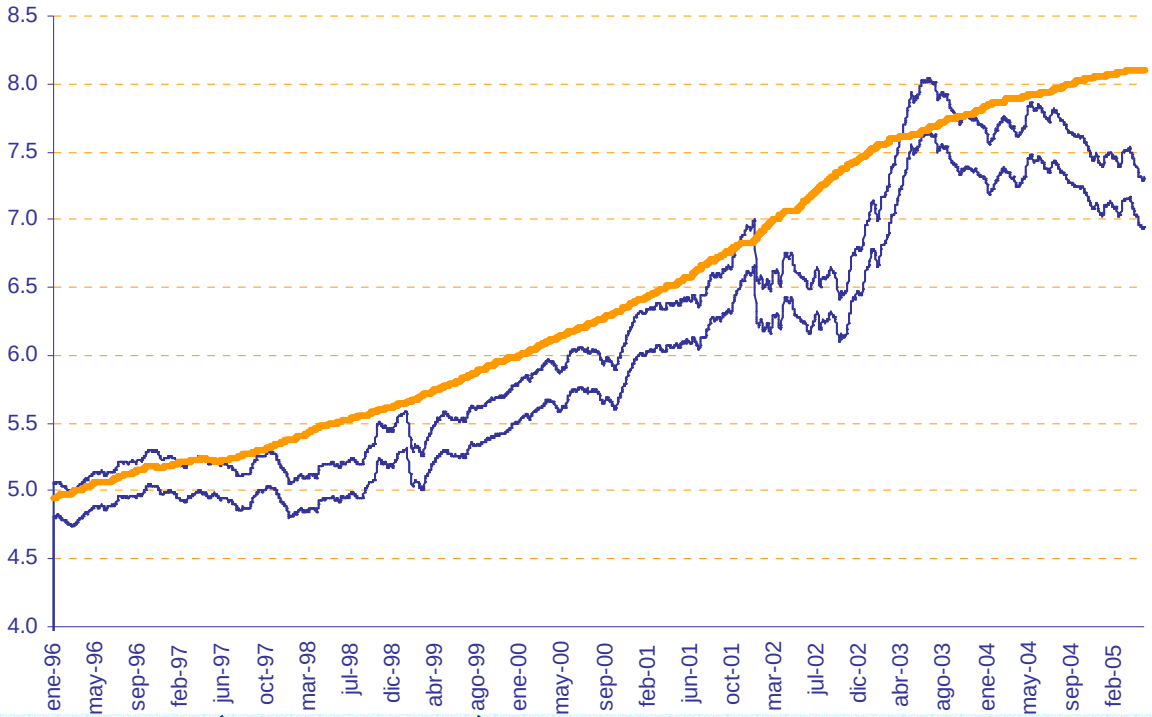




Estimación empírica: Extensiones

- El análisis se complementará con la relación empírica que describe la política cambiaria seguida por el BCB en los últimos 20 años, cuyo objetivo ha sido el mantener la competitividad cambiaria. Las estimaciones confirman esta noción.

Tipo de cambio de referencia y paridad observada, 1996-2005



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

Estimación empírica: Extensiones

- Por lo tanto, se podría 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 dadas los estudios previos del caso boliviano, se podría postular:

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

Estimación empírica: Extensiones

- Reemplazando las anteriores ecuaciones tenemos:

$$\pi_t = \frac{\alpha}{1-\gamma\mu} E_t\pi_{t+1} + \frac{\beta}{1-\gamma\mu}\pi_{t-1} + \frac{\gamma(1-\mu)}{1-\gamma\mu}\Delta e_{t-1}$$
$$+ \frac{(\delta-\gamma\mu\rho)}{1-\gamma\mu}\pi^*_{t-1} + \frac{(\psi-\gamma\eta)}{1-\gamma\mu} y_{t-1} + \frac{u_t + \gamma v_t - \gamma\mu\omega_t}{1-\gamma\mu}$$
$$= aE_t\pi_{t+1} + b\pi_{t-1} + c\pi^*_{t-1} + dy_{t-1} + g\Delta e_{t-1} + z_t$$

- Utilizando el método de coeficientes indeterminados, se tiene:

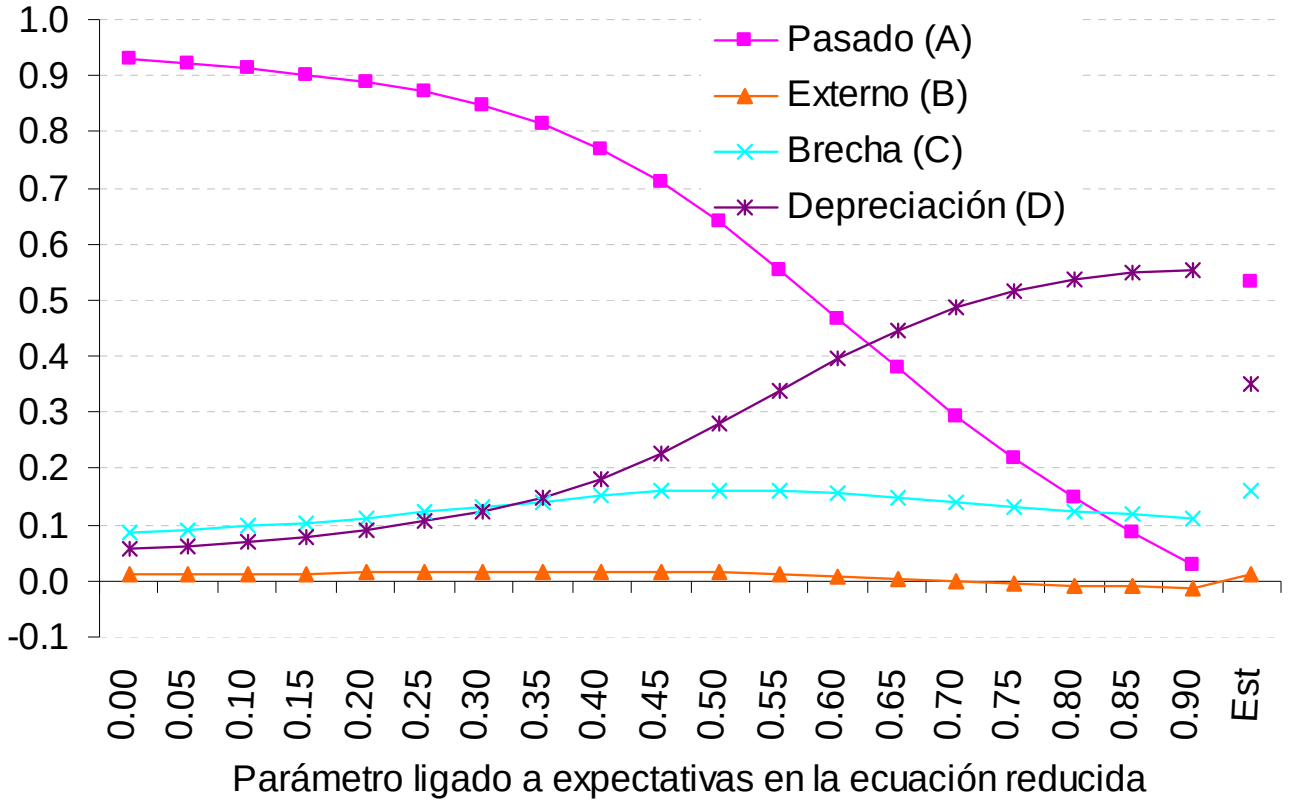
$$\pi_t = A\pi_{t-1} + B\pi_{t-1} + Cy_{t-1} + D\Delta e_{t-1} + Ez_t$$

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

$$aA^2 - (1 - aD\mu)A + b = 0$$
$$a\mu D - (1 - aA - a(1-\mu))D + g = 0$$

Estimación empírica: Extensiones

- Por lo tanto, es posible encontrar una relación entre los parámetros del sistema reducido y los que resultarían de una regresión MICO y con la paradoja de la encuesta de expectativas:



Estimación empírica: Extensiones

- Si a la presente estimación se añada el equivalente de la curva IS, el reto radica en encontrar la regla de tipo de cambio que contribuya a controlar la inflación:
  - Una versión modificada de la curva de Phillips vista anteriormente serviría de base para encontrar la regla óptima:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \alpha\, y_{t-1} + \beta\, \hat{e}_{t-1} + \kappa\, \pi^*_{t-1} + \varepsilon_t$$

  - Por otra parte, la curva IS modificada indicaría que la brecha de producción depende de la depreciación real y que tiene un comportamiento inercial:

$$y_t = \delta y_{t-1} + \gamma\left(\hat{e}_t + \pi^*_t - \pi_t\right) + \eta_t$$

  - Finalmente, se puede asumir que el BC está interesado en llevar la inflación hacia un nivel deseado durante los siguientes periodos:

$$\text{Min}\, E_t\left\{\sum_{h=t}^{\infty} \delta^{h-t}\, \frac{(\pi_h - \pi)^2}{2}\right\} \rightarrow \underset{\hat{e}_t}{\text{Min}}\, \frac{\delta}{2} E_t(\pi_{t+1} - \pi)^2 + x_t = \frac{\delta}{2}(E_t\pi_{t+1} - \pi)^2 + \text{Var}(\pi_{t+1})$$

Estimación empírica: Extensiones

- Resolviendo el anterior problema de optimización intertemporal, se puede demostrar que en el horizonte de control, la inflación esperada es igual a la meta de inflación. Además, se puede obtener analíticamente una regla específica para la depreciación nominal del tipo de cambio:

$$\hat{e}_t = \frac{1}{\beta + \alpha\gamma}\left\{-(\pi_t - \bar{\pi}) + \alpha\gamma\pi_t - \alpha\delta y_{t-1} - (\kappa + \alpha\gamma)\pi_t^* - \alpha\eta_t\right\}$$

- Si el efecto del tipo de cambio real en la actividad es muy moderado, entonces la depreciación del tipo de cambio debería ser menor en la medida que la inflación presente se aleje de la meta, la actividad sea más dinámica, la inflación importada sea mayor y que existan *shocks* positivos a la actividad (mayor dinamismo internacional y mejora de términos de intercambio). Esta regla difiere claramente de aquella que preserva la competitividad real:

$$\text{Si } \gamma = 0 \rightarrow \quad \hat{e}_t = \frac{1}{\beta}\left\{-(\pi_t - \bar{\pi}) - \alpha\delta y_{t-1} - \kappa\pi_t^* - \alpha\eta_t\right\} \neq \pi_t - \pi_t^*$$

Futuras líneas de investigación

- Entre los aspectos que se están estudiando se encuentran:
  - Formulación de modelos enriquecidos con especificaciones particulares para la economía boliviana en línea con otros trabajos de (Céspedes, Ochoa y Soto, 2005 y Holmberg, 2006).
  - Estimación directa de los parámetros profundos del modelo.
  - Análisis de no linealidades en la curva de Phillips.
  - Incorporación de medidas de brecha pertinentes para una economía abierta:
    - Brecha del consumo y del producto combinados.
    - Brecha interna y externa, además de movimientos de términos de intercambios.
  - Construcción de una medida de costo marginal a través de indicadores indirectos del mercado laboral.

Primer Encuentro de Economistas de Bolivia
La Paz, 14 y 15 de agosto de 2008

Una Curva de Phillips Neokeynesiana Empírica para el caso de Bolivia

Pablo Mendieta O. y Hugo Rodríguez G.

*La presentación no compromete a ninguna institución a la que pertenecen los autores.