



Munich Personal RePEc Archive

Money as an inflation indicator in Chile

Huaita, Franklin

Departamento de Economía. Universidad de Chile

July 2005

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/9943/>
MPRA Paper No. 9943, posted 24 Dec 2008 19:52 UTC

Dinero como indicador de la inflación en Chile

Franklin Huaita*

4 de julio de 2005

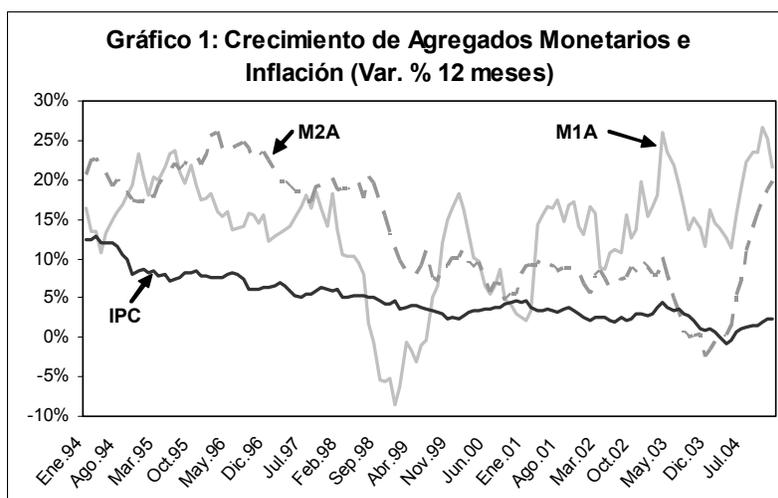
Resumen

Este trabajo propone un modelo neo-keynesiano básico de economía cerrada para evaluar la importancia en la determinación de la inflación del elevado crecimiento de los agregados monetarios observado en Chile en los últimos años. Se estima un sistema de ecuaciones con expectativas racionales que se deriva del modelo a través del Método Generalizado de Momentos (GMM). Los principales resultados no encuentran evidencia estadística de información adicional relevante en los agregados monetarios M1A y M2A para la predicción de la inflación más allá de la información que tienen los rezagos de la brecha de producto.

*email: fhuaita@facea.uchile.cl

1. Introducción

Desde hace algunos años se ha iniciado en Chile una discusión que tiene su origen en el importante crecimiento que han mostrado algunos agregados monetarios, sobre todo M1A y que ha llevado a muchos analistas a pensar que existe detrás de este comportamiento un inminente riesgo inflacionario¹. Como se muestra en el gráfico 1, desde hace algunos años hay una tendencia creciente en la variación de M1A y más recientemente también en M2A, sin embargo, hasta estos días no ha habido una respuesta de la inflación a este comportamiento de los agregados monetarios.



La discusión en torno a este hecho es en particular relevante pues en el reconocimiento que el dinero predice a la inflación y siendo la estabilidad de precios la meta final del Banco Central, un objetivo intermedio de control de agregados monetarios se erigiría por lógica consecuencia en lugar del actual objetivo intermedio que es la proyección de la inflación, con la ventaja que el dinero es de control directo por parte de la autoridad. Lo anterior ha motivado que muchos trabajos se hagan la pregunta sobre la importancia del dinero en la predicción de la inflación y el rol que debiera tener en la conducción de la política monetaria.

¹ "... creo que estamos entrando en un área peligrosa, porque el crecimiento tan rápido del dinero significa una amenaza a los logros que con esfuerzo se tuvieron en materia de inflación. Nadie pretende que el ajuste de los precios frente a una expansión monetaria excesiva sea instantánea, pero el aumento del dinero excede fuertemente el aumento de la demanda por dinero y eso se va a manifestar en un incremento en el ritmo inflacionario en la segunda parte de este año y comienzos del próximo". Francisco Rosende, Diario Estrategia, abril 2003

Estos estudios han encontrado resultados en todas las direcciones. Por un lado De Gregorio (2003) y García y Valdés (2003) enmarcan la política monetaria del Banco Central de Chile dentro de un esquema de metas de inflación en el cual el Banco Central utiliza como instrumento la tasa de interés y testean empíricamente la significancia del crecimiento del dinero y de la velocidad de circulación en la determinación de la inflación. De Gregorio en particular, sostiene que este comportamiento de los precios no es un privilegio de Chile sino que es similar al que muestran otras economías y que el elevado crecimiento de los agregados monetarios parece ser un ajuste de la demanda por dinero después de haber caído a niveles muy bajos. García y Valdés (2003) utilizando solamente M1A concluyen que tanto el dinero nominal y el dinero real así como brechas de la velocidad de circulación contienen prácticamente nula información como predictores de la inflación en Chile y fundamentalmente que el comportamiento actual del dinero no es incompatible con el cumplimiento de la meta de inflación por lo que su evolución no tiene la importancia que muchos podrían pensar en la medida que la meta sea creíble.

Por otro lado, trabajos recientes de Broer y Caputo (2004) y Broer (2005) amplían el análisis para circulante, base monetaria y agregados más amplios que M1A y estiman diversas formas reducidas de una ecuación de inflación incluyendo crecimiento de agregados monetarios bajo distintas formas y brechas de velocidad. Broer y Caputo (2004) encuentran que desviaciones de la velocidad de circulación de equilibrio tanto en agregados estrechos como ampliados tiene efectos significativos sobre la inflación futura. Broer (2005) estima correlaciones entre inflación y crecimiento del dinero nominal y de una medida de excedente monetario (crecimiento del dinero menos crecimiento del producto) y encuentra coeficientes positivos y estadísticamente significativos para todos los agregados monetarios. Encuentra además efectos negativos y estadísticamente significativos de rezagos de las brechas de velocidad sobre la inflación para casi todos los agregados monetarios, para el caso específico de M1A encuentra que la brecha de producto rezagada no es significativa.

Recientemente, Chumacero y Hermann (2005) resuelven un modelo con dinero en la función de utilidad calibrando los parámetros de acuerdo a Walsh (2003) para estimar correlaciones y hacer tests de causalidad a la Granger con las series simuladas de dinero e inflación del modelo. Concluyen que las correlaciones pueden ser altas o bajas independientemente de si la inflación es alta o baja, independiente del instrumento de política monetaria que se utilice e incluso independiente a la existencia de un régimen de metas de inflación o no. Sin embargo, encuentran que las correlaciones sí son dependientes de la persistencia de la política monetaria. Empíricamente con datos para Chile encuentran que la inflación

causa en el sentido de Granger al dinero, resultado que es robusto a distintas frecuencias y distintos agregados monetarios.

A diferencia de los estudios anteriores que en general hacen estimaciones empíricas de una sola ecuación con inflación como variable dependiente, nuestro trabajo plantea la utilización de un modelo neo-keynesiano básico de economía cerrada con regla de política basada en fijación de tasas de interés, tal como ocurre en Chile. Esta economía básica determina simultáneamente el nivel de inflación, la brecha de producto y la tasa de interés nominal y hace explícita la importancia de la credibilidad de los agentes en la conducción de la política monetaria futura. A partir de estas relaciones este trabajo evalúa la importancia estadística del dinero en la determinación de la inflación a través de la inclusión en la curva de Phillips de agregados monetarios más cercanos a la definición clásica de dinero, M1A y M2A, en forma ad-hoc o fundamentado en el modelo P* de Hallman, Porter y Small (1991). En forma adicional se revisa la existencia de presiones inflacionarias por excesos de oferta de dinero que se observarían en caso la demanda no se ajustase a la tasa de interés y al nivel de producto consistentes con el instrumento de política (problema de credibilidad).

Este trabajo se organiza como sigue. La sección 2 presenta el modelo neo-keynesiano de economía cerrada y deduce las principales relaciones entre las variables relevantes que serán las ecuaciones a estimar. La sección 3 detalla la metodología de estimación y muestra los resultados de introducir el dinero en el modelo. La sección 4 presenta una estimación de demanda por dinero y la sección 5 presenta las principales conclusiones.

2. Modelo

Se propone un modelo básico neo-keynesiano de economía cerrada, tal como en Woodford (1996), Clarida, Gali y Gertler (1999) para encontrar relaciones sobre las variables relevantes y que describan la economía.

2.1. Hogares

Los hogares de esta economía maximizan una función de utilidad que depende del consumo C , de la oferta de trabajo N , de las tenencias reales de dinero $\frac{M}{P}$ y de bonos B que demandan como sustitutos del dinero:

$$\begin{aligned}
& \text{Max } E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U \left(C_{t+i}, N_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}, \frac{B_{t+i}}{P_{t+i}} \right) \\
& \text{s.a } C_t = \frac{W_t}{P_t} N_t + \frac{M_{t-1}}{P_t} - \frac{M_t}{P_t} + TR_t + \frac{B_{t-1}}{P_t} - \frac{1}{1+i_t} \frac{B_t}{P_t}
\end{aligned} \tag{1}$$

donde W es el salario nominal percibido en el mercado de trabajo TR son las transferencias recibidas del gobierno e i es la tasa de interés que pagan los bonos. Asumimos una forma funcional para la función de utilidad de tipo:

$$U \left(C_{t+i}, N_{t+i}, \frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}, \frac{B_{t+i}}{P_{t+i}} \right) = \frac{1}{1-\gamma} C_{t+i}^{1-\gamma} + \frac{a_m}{1-\gamma_m} \left(\frac{M_{t+i}}{P_{t+i}} \right)^{1-\gamma_m} - \frac{a_n}{1+\gamma_n} N_{t+i}^{1+\gamma_n}$$

con $\gamma, \gamma_m < 1$ y $\gamma_n > 1$.

La ecuación de Bellman para el problema de los hogares viene dada por:

$$V \left(\frac{M_{t-1}}{P_t}, \frac{B_{t-1}}{P_t} \right) = \text{Max} \left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{1-\gamma} C_t^{1-\gamma} + \frac{a_m}{1-\gamma_m} \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{1-\gamma_m} - \frac{a_n}{1+\gamma_n} N_t^{1+\gamma_n} \\ & + \beta E_t V \left(\frac{M_{t-1}}{P_t}, \frac{B_{t-1}}{P_t} \right) \end{aligned} \right\} \tag{2}$$

Las condiciones de primer orden de optimizar (2) s.a (1) son:

$$\frac{1}{\beta} = E_t \left\{ (1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\gamma} \right\} \tag{3}$$

$$\frac{a_m \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{-\gamma_m}}{C_t^\gamma} = 1 - \frac{1}{1+i_t} \tag{4}$$

$$\frac{W_t}{P_t} = a_n N_t^{\gamma_n} C_t^\gamma \tag{5}$$

2.2. Gobierno

Simplificamos la presencia del gobierno en esta economía ya que sólo financia las transferencias con los ingresos del señoreaje. No hay gasto público.

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

2.3. Productores del bien final

Los productores del bien final operan en competencia perfecta y usan bienes intermedios para la producción de acuerdo a la siguiente función:

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

El productor final elige $Y_t^f(z)$ al resolver un problema de minimización de costos:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \int_0^1 P_t(z) Y_t^f(z) dz \\ \text{s.a} \quad & \left[\int_0^1 Y_t^f(z)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dz \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \geq Y \end{aligned}$$

donde se ha normalizado las variedades de bienes intermedios en el intervalo $[0, 1]$. Resolviendo para el productor final representativo e integrando para todas las firmas se obtiene la demanda final por el bien intermedio:

$$Y_t(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t \quad (6)$$

donde P_t es el mínimo gasto requerido para producir una unidad del bien final e igual a:

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

2.4. Productores de bienes intermedios

En el sector de bienes intermedios existen firmas indexadas por $z \in [0, 1]$. Cada firma produce una variedad que es sustituto imperfecto de la otra, lo que resulta en competencia monopolística en este sector. El problema de la firma es fijar un precio $P_t(z)$ que maximice el beneficio sujeto a la demanda dada por (6). La función de producción está dada por:

$$Y_t(z) = A_t N_t(z) \quad (7)$$

Se asume fijación de precios como en Calvo (1983) donde la probabilidad que una firma ajuste su precio es $1 - \theta$ mientras que la probabilidad que se quede con el precio del período anterior es θ . Esto permite que el proceso de fijación de precios no dependa de la historia pasada, por lo que el problema de la firma productora de bienes intermedios es maximizar sus beneficios sujeto a la demanda que viene fija a partir de la solución del problema de la firma productora de bien final:

$$\text{Max } E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t+i} \left[\frac{P_t(z)}{P_{t+i}} Y_{t+i}(z) - \frac{W_{t+i}}{P_{t+i}} N_{t+i}(z) \right] \right\} \quad (8)$$

$$\text{s.a. } Y_{t+i}(z) = \left(\frac{P_t(z)}{P_{t+i}} \right)^{-\varepsilon} Y_{t+i} \quad (9)$$

donde $\Lambda_{t+i} = \left(\frac{C_{t+i}}{C_t} \right)^{-\gamma}$ es el factor de descuento de los beneficios y que se obtiene de (3). Reemplazando (7) y (9) en (8), la función objetivo queda como:

$$\text{Max } E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t+i} \left[\left(\frac{P_t(z)}{P_{t+i}} \right)^{1-\varepsilon} Y_{t+i} - \frac{MC_{t+i}^n}{P_{t+i}} \left(\frac{P_t(z)}{P_{t+i}} \right)^{-\varepsilon} Y_{t+i} \right] \right\} \quad (10)$$

donde $MC_{t+i}^n = \frac{W_{t+i}}{A_{t+i}}$ son los costos marginales nominales. La condición de primer orden a este problema queda como:

$$P_t^*(z) = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t+i} \left[\left(\frac{1}{P_{t+i}} \right)^{1-\varepsilon} Y_{t+i} MC_{t+i}^n \right]}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\theta\beta)^i \Lambda_{t+i} \left[\left(\frac{1}{P_{t+i}} \right)^{1-\varepsilon} Y_{t+i} \right]} \quad (11)$$

La dinámica del índice de precios agregados en esta economía viene dada por:

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\varepsilon} + (1 - \theta) P_t^*(z)^{1-\varepsilon}] \quad (12)$$

Log-linealizando las ecuaciones (11) y (12) en torno al estado estacionario y combinando ambas se llega a una ecuación para la inflación del tipo:

$$\pi_t = \lambda(mc_t - mc^*) + \beta E_t \pi_{t+1} \quad (13)$$

donde π_t es la diferencia logarítmica del nivel de precios $(p_t - p_{t-1})^2$, $(mc_t - mc^*)$ representa desviaciones logarítmicas del costo marginal real de su nivel de largo plazo y $\lambda = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta} > 0$.

²En adelante variables en minúsculas representan logaritmos.

2.5. Demanda y Oferta Agregada y condiciones de Equilibrio

En equilibrio con todos los consumidores idénticos, nadie puede endeudarse comprando bonos pues tendrían que existir otros que estén vendiendo, con ello se determina que la demanda por bonos es igual a cero:

$$B_t = 0 \quad (14)$$

En economía cerrada sin gasto público el consumo es igual al ingreso:

$$C_t = Y_t \quad (15)$$

mientras que la función de oferta agregada de la economía está dada por:

$$Y_t = A_t N_t \quad (16)$$

La competencia monopolística hace que existan márgenes por encima del costo por lo que a diferencia del caso de precios flexibles el producto marginal del factor trabajo es superior al salario real que tienen que pagar las firmas:

$$A_t = (1 + \mu_t) a_n N_t^{\gamma_n} C_t^{\gamma} \quad (17)$$

donde μ_t son los márgenes sobre los costos de producción y se definen como el inverso de los costos marginales reales.

Usando la ecuación (15) y log-linealizando la ecuación (3) en torno al estado estacionario se llega a la ecuación de la IS:

$$x_t = -\frac{1}{\gamma}(i_t - E_t \pi_{t+1}) + E_t x_{t+1} \quad (18)$$

donde $x_t = y_t - y_t^*$, es la desviación logarítmica del producto de su nivel potencial o de largo plazo.

De las ecuaciones (16) y (17) usando que $\mu_t = 1/MC_t$ y reemplazando en (13) se llega a la versión de la nueva curva de Phillips o curva de Phillips neokenesiana, donde la inflación depende de la brecha de producto y de la expectativa de inflación futura:

$$\pi_t = \kappa x_t + \beta E_t \pi_{t+1} \quad (19)$$

con $\kappa = \lambda(\gamma + \gamma_n)$.

2.6. Comportamiento de la autoridad monetaria

Para cerrar el modelo se añade una ecuación de política óptima del Banco Central que busca minimizar una función de pérdida que tiene como argumentos a la brecha de producto y a la inflación, sujeto a la ecuación que determina la inflación dada por (19). Se asume una regla de política algo más general de la que aparece en el modelo básico de Clarida, Galí y Gertler (1999)³ y que viene dada por la ecuación (20):

$$i_t = \delta_\pi E_t \pi_{t+1} + \delta_x x_t \quad (20)$$

El instrumento de política monetaria es la tasa de interés y la autoridad responde aumentando la tasa de interés ante incrementos en la expectativa de inflación futura y ante desvíos del producto por sobre su nivel potencial.

Las ecuaciones (18), (19) y (20) completan el modelo y determinan la inflación, brecha de producto y tasa de interés. La ecuación (19) muestra que la inflación depende positivamente de la brecha de producto y además hace explícita la diferencia entre la curva de Phillips tradicional y la nueva curva de Phillips donde la inflación depende de la expectativa de inflación futura antes que la inflación pasada, mientras que la ecuación (18) muestra que el nivel de producto está determinado positivamente por la expectativa del producto futuro como una manera de suavizamiento del consumo, donde la expectativa de un mayor consumo en el futuro lleva a querer consumir más en el presente lo que eleva la demanda del producto. Tal como está desarrollado el modelo no hay lugar para una ecuación que determine la cantidad de dinero pues ésta se determina de manera residual. La autoridad monetaria a través de operaciones de mercado abierto moverá la cantidad de dinero de la economía de tal manera de encontrar el equilibrio monetario en el nivel de tasa de interés óptima de acuerdo a los niveles de brecha de producto e inflación que quiere alcanzar, sin embargo en este modelo la credibilidad de los agentes sobre la política monetaria tiene un rol fundamental y el estado de la economía podría acomodarse con mayor inflación si no hay credibilidad en la política monetaria. Esto último puede verse más claramente expresando (18) y (19) como:

$$x_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} -\frac{1}{\gamma} (i_{t+i} - \pi_{t+1+i}) \quad (21)$$

$$\pi_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i (\kappa x_{t+i}) \quad (22)$$

³En Clarida et al.(1999) se deriva una regla de política óptima que depende de la expectativa de inflación futura y de los shocks estocásticos de demanda agregada.

(21) y (22) muestran como las variables objetivo π_t y x_t no sólo dependen de la política monetaria contemporánea como se deduce del sistema (18)-(20) sino que también de la expectativa que tengan los agentes sobre la política futura. Es decir con credibilidad imperfecta sobre la política monetaria se puede llegar a un nivel distinto de producto y por lo tanto a un nivel distinto de inflación a los que pensaba llegar la autoridad al fijar la tasa de interés.

Para el caso de Chile que desde comienzos de la década pasada tiene un compromiso explícito para el nivel de inflación, parece más adecuado plantear que las firmas fijen su precio en base a la meta de inflación, por lo que las expectativas de inflación en el modelo son más bien relativas a los desvíos que se pudieran observar con respecto a la meta, y de la misma manera la autoridad monetaria trata de minimizar los desvíos de la inflación observada con respecto a la meta de inflación programada. Con esto el sistema de ecuaciones que se deriva del modelo queda como:

$$\begin{aligned}\pi_t - \bar{\pi}_t &= \kappa x_t + \beta E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) \\ x_t &= \alpha E_t x_{t+1} - \sigma(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})) \\ i_t &= \delta_\pi E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \delta_x x_t\end{aligned}\tag{23}$$

con una diferencia adicional, que no se restringe que el coeficiente de la expectativa de la brecha de producto futura sea igual a la unidad.

3. Estimación del sistema de ecuaciones

3.1. Datos y Metodología

El sistema dado por (23) es un sistema de ecuaciones con expectativas racionales donde existen variables no observadas que son las expectativas de los agentes. Se estima el sistema con Método Generalizado de Momentos (GMM) y matriz robusta contra heteroscedasticidad y autocorrelación y se utilizan variables instrumentales para reemplazar las expectativas. La condición de ortogonalidad para construir la función objetivo viene dada por (24):

$$E[\varepsilon_{s,t} Z_{t-1}] = 0\tag{24}$$

donde $\varepsilon_{s,t}$ con $s = \pi, x, i$ representa el término de error en la ecuación de inflación, producto y tasa de interés respectivamente, y Z_{t-1} un conjunto de variables instrumentales no correlacionadas con información en el período t . Como instrumentos para la ecuación de la inflación se utilizan rezagos de la brecha de

producto, inflación, tasa de interés y depreciación anual del tipo de cambio nominal. Para las ecuaciones de brecha de producto y tasa de interés además de estos instrumentos se añaden rezagos de la variación anual del precio del cobre.

Para las estimaciones se utilizan series trimestrales desde 1986:01 a 2004:04 para el PBI, la tasa de interés de captaciones de 30 a 89 días y el IPC⁴. Todas las series originales fueron desestacionalizadas trabajando solamente con el componente de tendencia-ciclo de cada serie. La inflación se toma como la variación a 4 trimestres del IPC, $\Delta_4 p_t$, lo mismo para el precio del cobre y la depreciación del tipo de cambio. El nivel de producto potencial se obtuvo usando el filtro Hodrick-Prescott (HP) de la serie de producto desestacionalizada. Se usan los agregados monetarios M1A y M2A para el mismo período de tiempo con similar tratamiento que al resto de variables.

3.2. Estimación del Modelo sin Dinero

Se hace una primera aproximación al sistema para verificar si los datos para Chile están acordes con lo que se deriva del modelo presentado en la sección anterior. Los resultados y los valores del t-estadístico se muestran a continuación:

$$\pi_t - \bar{\pi}_t = \underset{(19.62)}{-0.513}x_t + \underset{(184.61)}{0.977}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) \quad (25)$$

$$x_t = \underset{(101.97)}{0.926}E_t x_{t+1} - \underset{(2.14)}{0.001}(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}))$$

$$i_t = \underset{(91.45)}{1.197}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(2.01)}{0.343}x_t$$

Todos los coeficientes resultaron significativos por lo menos al 5%. En la curva de Phillips el coeficiente negativo de la brecha de producto ya no es sorprendente y está en línea con lo que encuentran Galí y Gertler (2000)⁵, Lindé (2002) y Rudd y Whelan (2001) quienes hacen una estimación de la curva de Phillips neokenesiana con GMM. El coeficiente que acompaña a la expectativa de inflación futura es bastante cercano a lo que sugiere la teoría para el factor de descuento. En la ecuación para la brecha de producto los coeficientes tienen los signos esperados y el coeficiente asociado a la expectativa de producto futuro es cercano a 1. En la

⁴A excepción del PBI las series trimestrales se construyeron como promedios de los datos mensuales reportados en las bases del Banco Central de Chile.

⁵En Galí y Gertler (2000) se muestra que el signo negativo de la brecha de producto estaría de acuerdo más bien con una curva de Phillips tradicional como $\pi_t - \bar{\pi}_t = \kappa x_{t-1} + (\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1})$, con $\kappa > 0$, así adelantando un período esta expresión se llega a una curva de Phillips equivalente a la de (25) con coeficiente negativo para la brecha de producto.

ecuación de la regla de política se cumple el principio de Taylor con el coeficiente que acompaña a la expectativa de inflación futura superior a 1 de tal manera de tener efectos sobre la tasa de interés real. El signo para la brecha de producto es el esperado en el sentido que la tasa de interés reacciona contrayendo la economía cuando está por encima de su nivel potencial.

Posteriormente, a partir de la extensa evidencia empírica en favor de incluir mayores rezagos en cada una de las ecuaciones, se plantea un modelo ampliado con un rezago de la variable dependiente en cada ecuación:

$$\begin{aligned} \pi_t - \bar{\pi}_t &= \underset{(22.95)}{-0.120}x_t + \underset{(96.22)}{0.569}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(70.98)}{0.440}(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1}) & (26) \\ x_t &= \underset{(379.98)}{0.573}E_t x_{t+1} + \underset{(358.26)}{0.555}x_{t-1} - \underset{(1.99)}{0.001}(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})) \\ i_t &= \underset{(8.00)}{0.071}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(15.61)}{0.481}x_t + \underset{(153.95)}{0.962}i_{t-1} \end{aligned}$$

Para esta estimación se testeó la presencia de un coeficiente AR(1) en los residuos de cada ecuación y se encontró que fue significativo en todos los casos, por lo que se tuvo que rezagar los instrumentos un período adicional para que se cumpla la condición (24). Para la ecuación de curva de Phillips se usaron como instrumentos de 2 a 4 rezagos de la brecha de producto y de 2 a 5 rezagos de la inflación, tasa de interés y depreciación del tipo de cambio. Para las ecuaciones de la brecha de producto y de tasa de interés se usaron los mismos instrumentos y se agregó de 2 a 5 rezagos de la variación del precio del cobre. En la curva de Phillips se incluyó un rezago de la inflación para dar cuenta de cierto comportamiento backward looking en la formación de las expectativas⁶ y resultó un coeficiente muy significativo. En la ecuación para la brecha de producto los coeficientes tienen los signos esperados y en la ecuación de la regla de política se incluyó una variable de suavizamiento que resultó con un coeficiente significativo y cercano a 1.

3.3. Estimación del Modelo con Dinero

En la sección anterior vimos que aún en un modelo con regla de tasas de interés hay lugar para que movimientos de dinero estén asociados a procesos de inflación. En esta sección se quiere evaluar empíricamente si movimientos en la cantidad de dinero pueden ser indicadores de presiones inflacionarias en este modelo. En esta

⁶Para una motivación teórica de la inclusión del término de inflación rezagada en la curva de Phillips ver Galí y Gertler (2000).

primera parte se evalúa la importancia del dinero en la economía descrita por el sistema (26) incluyendo variaciones anuales (diferencia logarítmica a 4 trimestres, $\Delta_4 m_t$) del dinero nominal, tanto de M1A como de M2A. El cuadro 1 muestra los resultados para la curva de Phillips, los coeficientes de las otras dos ecuaciones del sistema no sufren mayor variación, sólo en algunos casos varía el tercer decimal.

Cuadro 1: Curva de Phillips con dinero en el sistema (26)

	Curva de Phillips con M1A			Curva de Phillips con M2A		
x_t	-0.110 (24.04)	-0.102 (20.21)	-0.071 (8.24)	-0.106 (23.14)	-0.106 (22.60)	-0.114 (18.20)
$E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})$	0.562 (100.90)	0.561 (97.95)	0.576 (63.84)	0.566 (91.38)	0.566 (90.57)	0.571 (77.92)
$(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1})$	0.452 (83.18)	0.454 (80.88)	0.435 (40.47)	0.450 (72.51)	0.450 (71.64)	0.444 (61.22)
$\Delta_4 m_t$	-0.003 (6.09)		0.046 (8.21)	-0.003 (8.52)		0.029 (2.87)
$\Delta_4 m_{t-1}$		-0.005 (2.06)	-0.049 (9.28)		-0.004 (9.02)	-0.032 (3.32)

Nota: Se usaron los mismos instrumentos que para la estimación del sistema (26).

Entre () valor absoluto del t-estadístico

Los resultados muestran que la variación anual del dinero nominal es significativa en la ecuación de la inflación y lo son también sus rezagos⁷. Con este descubrimiento incluimos mayores rezagos de la brecha de producto en la ecuación de la curva de Phillips. Si nuestro modelo contiene las variables significativas correctas, los coeficientes asociados no debieran perder significancia al incluirse otras variables. Se incluyó hasta 4 y 5 rezagos (trimestres) de la brecha de producto como se ve en el cuadro 2. Se observa que el crecimiento nominal anual del dinero tanto de M1A como de M2A ya no es una variable significativa cuando se agregan hasta 4 rezagos de la brecha de producto, lo mismo sucede con el crecimiento del dinero rezagado 1 período. Se agregó hasta 5 rezagos para mostrar que el coeficiente neto de la brecha de producto (la suma de todos los coeficientes) es positivo.

⁷Más rezagos del crecimiento del dinero incluidos en el sistema también resultaron significativos.

Cuadro 2: Curva de Phillips con dinero y mayores rezagos de x_t
en el sistema (26)

	Curva de Phillips con M1A		Curva de Phillips con M2A	
x_t	3.319 (5.67)	12.135 (6.35)	3.111 (5.74)	12.097 (6.70)
x_{t-1}	-13.061 (5.55)	-50.329 (5.38)	-12.146 (5.74)	-50.252 (5.66)
x_{t-2}	19.890 (5.29)	86.636 (4.45)	18.367 (5.55)	86.650 (4.69)
x_{t-3}	-14.417 (5.13)	-77.481 (3.63)	-13.234 (5.40)	-77.649 (3.83)
x_{t-4}	4.269 (5.07)	35.697 (2.89)	3.900 (5.37)	35.893 (3.07)
x_{t-5}		-6.645 (2.19)		-6.711 (2.35)
$E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})$	0.566 (36.01)	0.574 (24.70)	0.569 (34.61)	0.574 (23.52)
$(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1})$	0.442 (30.71)	0.441 (20.32)	0.442 (29.54)	0.441 (19.88)
$\Delta_4 m_t$	-0.000 (0.97)		-0.001 (1.45)	
$\Delta_4 m_{t-1}$		-0.002 (1.45)		-0.002 (1.33)

Nota: Se usaron los mismos instrumentos que para la estimación del sistema (26).

Entre () valor absoluto del t-estadístico

El cuadro 2 muestra que la tasa de crecimiento anual del dinero ya no es significativa cuando se incluyen rezagos de la brecha de producto. Esto se explica porque el crecimiento del dinero está correlacionado con las brechas de producto rezagadas que son variables omitidas en la ecuación de la inflación. Por sí misma la variable crecimiento nominal del dinero no tiene información adicional a las brechas de producto que ayuden en la predicción de la inflación. Se hizo el ejercicio contrario incluyendo rezagos del crecimiento del dinero y manteniendo la brecha de producto y el coeficiente asociado a la brecha de producto se mantuvo significativo, los resultados se muestran en el cuadro 4 al final del documento. Es de notar que los coeficientes asociados a la inflación futura esperada y a la inflación pasada casi no sufren variación y siguen siendo considerablemente significativos.

3.4. Dinero en un modelo P*

En la subsección anterior se incluyó el dinero de manera ad-hoc y se mostró que el poder de predicción del dinero debiera estar en la información adicional

que aporta sobre la brecha de producto. En esta subsección introducimos una manera más rigurosa de incluir el dinero a través del modelo P^* de Hallman, Porter y Small (1991) que sugiere que existe un nivel de precios de equilibrio de largo plazo P^* , que es consistente con el valor corriente de M_t , con el valor de equilibrio de largo plazo de la velocidad de circulación V_t^* y con el valor de largo plazo del producto Y_t^* :

$$P_t^* = \frac{M_t V_t^*}{Y_t^*} \quad (27)$$

y se esperaría que el nivel corriente de precios P converja en el largo plazo a este nivel de precios P^* ⁸. Tomando logaritmos a la ecuación (27) para valores de P_t y P_t^* se obtiene una expresión para la brecha de precios:

$$p_t - p_t^* = (v_t - v_t^*) - (y_t - y_t^*) = (\tilde{m}_t^* - \tilde{m}_t) \quad (28)$$

La última igualdad proviene de Gerlach y Svensson (2003) siendo $\tilde{m}_t = m_t - p_t$ los saldos reales corrientes y $\tilde{m}_t^* = m_t - p_t^*$ los saldos reales del equilibrio de largo plazo, lo que hace explícita la idea que el desvío del nivel de precios de su valor de equilibrio de largo plazo es en realidad un desvío monetario sobre la tenencia de saldos reales de equilibrio.

Hallman et al. (1991). tratan de modelar la dinámica del nivel de precios en el corto plazo.(inflación) que es consistente con las restricciones de largo plazo impuestas por P^* , por ello en el sentido de un modelo de corrección de error:

$$\pi_t = \zeta(p_{t-1} - p_{t-1}^*) + \pi_{t-1} \quad \text{con } \zeta < 0 \quad (29)$$

donde ζ es el coeficiente de ajuste para las desviaciones del equilibrio de largo plazo. Como puede notarse de la igualdad (28), la brecha de precios se descompone en la brecha de producto y la brecha de velocidad de circulación, por lo tanto incorporar (29) a la curva de Phillips del sistema (26) implica incorporar la brecha de producto rezagada y la brecha de velocidad rezagada:

$$\pi_t = \kappa_1 x_t + \kappa_2 x_{t-1} + \zeta(v_{t-1} - v_{t-1}^*) + \omega_f E_t \pi_{t+1} + \omega_b \pi_{t-1} + \varepsilon_{\pi,t} \quad (30)$$

⁸El modelo original resalta que al modelar la dinámica de la inflación se ha enfatizado en la neutralidad de largo plazo del dinero que está implícita en el nivel de precios, pero que no se ha dado la suficiente importancia a los problemas de modelar los particulares rezagos o expectativas que tienen influencia sobre la inflación y que hacen que el nivel de precios observado pueda ser incongruente con la cantidad de dinero corriente. Como señalan Hallman et al. (1991), se debe distinguir entre un nivel \bar{P} que es el nivel de precios que iguala la demanda de dinero con la oferta de dinero, pero que no asegura que las variables que afectan la demanda por dinero estén en su nivel de largo plazo, el nivel de precios que asegura esto último es P^*

Estimar la ecuación (30) y testear la significancia del parámetro ζ se muestra como una manera más sólida de probar la capacidad del desvío monetario para predecir la inflación, visto como la significancia del aporte que hace la brecha de velocidad adicional al aporte de la brecha de producto⁹.

Para poder estimar el sistema (26) con una ecuación como (30) se necesita un valor para la serie de brecha de velocidad. Un primer paso es conseguir la serie de \tilde{m}_t^* para luego usando la brecha de producto y aplicando la igualdad (28) obtener la serie de brecha de velocidad por residuo. La serie de \tilde{m}_t^* se consigue estimando una demanda por dinero como (31) que se obtiene tomando logaritmos a la condición de primer orden (4) del modelo de la sección anterior y usando la condición de equilibrio (15)¹⁰, pero evaluada en los valores de equilibrio de largo plazo de sus argumentos, es decir, para la estimación de (31) se reemplazan los valores de producto y tasa de interés por las series filtradas por HP.

$$\log\left(\frac{M_t}{P_t}\right) = a_0 + a_1 \log(Y_t) - a_2 \log\left(\frac{i_t}{1+i_t}\right) \quad (31)$$

Los resultados de la estimación usando la velocidad de circulación de M1A se muestran a continuación:

$$\begin{aligned} \pi_t - \bar{\pi}_t &= \underset{(13.11)}{-0.192x_t} + \underset{(5.02)}{0.082x_{t-1}} - \underset{(0.60)}{0.001(v_{t-1} - v_{t-1}^*)} + \\ &\quad \underset{(86.34)}{0.557E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})} + \underset{(63.32)}{0.450(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1})} \quad (32) \\ x_t &= \underset{(342.23)}{0.573E_t x_{t+1}} + \underset{(394.76)}{0.555x_{t-1}} - \underset{(1.89)}{0.001(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}))} \\ i_t &= \underset{(7.43)}{0.069E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})} + \underset{(13.00)}{0.492x_t} + \underset{(147.10)}{0.962i_{t-1}} \end{aligned}$$

Como puede verse el coeficiente de la brecha de velocidad resulta no significativo mientras que la brecha de producto rezagada un período tiene el signo esperado y sí muestra significancia estadística en la predicción de la inflación. Para el caso de M2A el sistema (33) muestra que la brecha de velocidad es significativa pero tiene el signo contrario a lo que predice la teoría lo que hace poco distinguible el efecto que está detrás de esta variable.

⁹Como se desprende de la ecuación (30) no se restringe en la estimación que los coeficientes de la brecha de producto y de velocidad rezagadas un período sean iguales en magnitud pero distintos en signo como señala el modelo P*. Notar sin embargo, que se espera un signo positivo para la brecha de producto rezagada y negativo para la brecha de velocidad.

¹⁰La expresión $\log\left(\frac{i_t}{1+i_t}\right)$ en (31) está de acuerdo con los trabajos de De Gregorio (2003) y Restrepo(2002) que hacen mención a no linealidades en la relación entre dinero y su costo de oportunidad. Para esta especificación de la demanda por dinero la semielasticidad interés no es constante y se acerca infinito cuando i_t tiende a cero.

$$\pi_t - \bar{\pi}_t = \underbrace{-0.239}_{(12.16)}x_t + \underbrace{0.118}_{(4.80)}x_{t-1} + \underbrace{0.021}_{(12.68)}(v_{t-1} - v_{t-1}^*) + \underbrace{0.565}_{(78.57)}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underbrace{0.442}_{(56.59)}(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1}) \quad (33)$$

$$x_t = \underbrace{0.573}_{(267.38)}E_t x_{t+1} + \underbrace{0.555}_{(275.03)}x_{t-1} - \underbrace{0.001}_{(1.90)}(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}))$$

$$i_t = \underbrace{0.073}_{(8.77)}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underbrace{0.481}_{(11.73)}x_t + \underbrace{0.962}_{(155.02)}i_{t-1}$$

En ambas estimaciones se usaron los instrumentos anteriormente reportados. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Broer y Caputo (2004) y Broer (2005) que encuentran significancia de la brecha de velocidad para casi todos los agregados monetarios. Sólo para efectos de comparación con los trabajos antes mencionados y con García y Valdés (2003), en el anexo al final del documento se muestran estimaciones pero usando el cálculo de la brecha de velocidad a partir de desviaciones de la serie filtrada por HP. En ambos casos resulta significativa pero para el caso de M2A con el signo contrario al esperado. Sin embargo, esta medida de brecha de velocidad pierde soporte teórico pues no cumple con ser el exceso del desvío monetario por encima de la brecha de producto como se deja explícito en (28).

4. Demanda por Dinero

En esta Sección se hace un ejercicio que intenta caracterizar de la mejor manera una estimación de la demanda por dinero controlando por sus principales determinantes. El objetivo es verificar si es que existen desvíos importantes entre la cantidad de dinero efectiva y aquella que se obtiene a partir de sus determinantes (demanda) que puedan ejercer presión sobre los precios. En primer lugar se hace un test de cointegración a las variables tal como están en la ecuación (31). Se sigue el método de Engle y Granger. El dinero real, el producto y la tasa de interés son variables integradas de orden (1), mientras que una regresión como (31) genera residuos que son estacionarios. El cuadro 3 reporta los resultados de los tests de raíz unitaria:

Cuadro 3: Pruebas de raíz unitaria (Test ADF)					
Variables en logs	valor crítico		Diferencias	valor crítico	
	5%	5%		5%	5%
M1A/P	-1.90 ^a	-3.47	Δ M1A/P	-6.17 ^c	-2.90
M2A/P	-1.36 ^a	-3.47	Δ M2A/P	-3.79 ^b	-3.47
Y	-3.07 ^b	-3.47	Δ Y	-7.06 ^c	-2.90
$i/(1+i)$	-2.23 ^b	-3.47	$\Delta i/(1+i)$	-14.30 ^d	-2.90
Residuo de la estimación con M1A	-2.57 ^c	-1.94			
Residuo de la estimación con M2A	-2.44 ^f	-1.94			

^a incluye constante, tendencia, 2 rezagos

^b incluye constante, tendencia, 1 rezago

^c incluye constante, 1 rezago

^d incluye constante

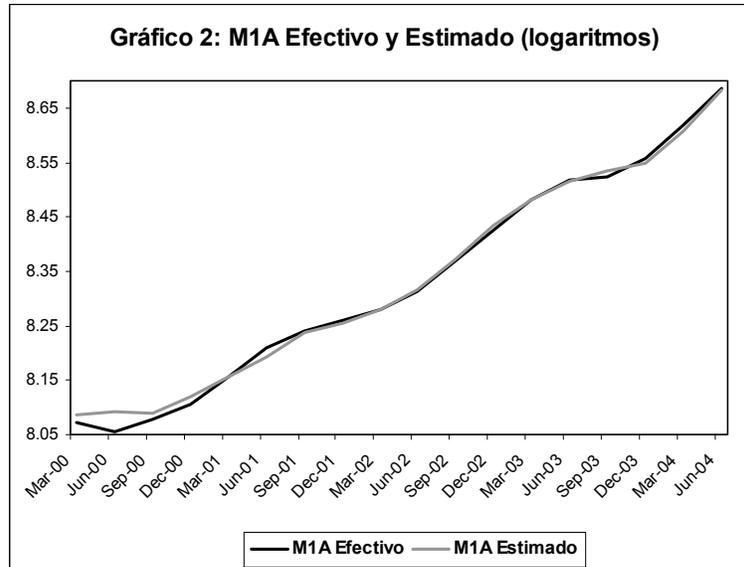
^e incluye 1 rezago

^f incluye 2 rezagos

Por lo tanto se acepta que las series están cointegradas y siguiendo el teorema de representación de Granger existe un modelo de corrección de error para la dinámica de la demanda por dinero. Estimamos el modelo de corrección de error de Restrepo (2002):

$$\log\left(\frac{M_t}{P_t}\right) = a_0 + a_1 \log(Y_t) - a_2 \log\left(\frac{i_t}{1+i_t}\right) + a_3 \hat{e}_{t-1} + \sum_{k=-2}^2 c_{k+2} \Delta \log(Y_{t+k}) + \sum_{k=-2}^2 d_{k+2} \Delta \log\left(\frac{i_{t+k}}{1+i_{t+k}}\right) + \eta_t \quad (34)$$

donde \hat{e}_{t-1} es el error de la estimación de (31) rezagada un período y que se interpreta como la desviación de la relación de largo plazo entre el dinero y sus determinantes. De esta manera la ecuación (34) hace explícito el ajuste en la dinámica de corto plazo que sigue el dinero para orientarse en su relación de largo plazo. El gráfico 2 muestra la demanda por dinero efectiva y la demanda por dinero estimada como en (34) para el caso con M1A. Se observa que no existen desvíos sistemáticos que podrían hacer pensar en presiones inflacionarias existentes en este período, por lo que concluimos que la cantidad de dinero efectiva no muestra desviaciones de lo que son los niveles de tasa de interés y producto. Para el caso de M2A se muestra el gráfico 3 en el anexo.



5. Consideraciones Finales

El presente trabajo propuso un modelo teórico sencillo para enmarcar el comportamiento de las principales variables en la conducción de la política monetaria y evaluar si el importante crecimiento en la cantidad de dinero observado en Chile está asociado a posibles fenómenos de creciente inflación, como sugieren los principios monetaristas. A diferencia de trabajos anteriores que llevan la misma motivación, este trabajo estimó un sistema de ecuaciones con expectativas sobre el futuro de la economía y que determina simultáneamente el comportamiento de la inflación, la brecha de producto y la tasa de interés.

A este sistema se le introdujo el dinero (M1A y M2A) en forma ad-hoc a través del crecimiento anual del dinero nominal. Los resultados mostraron que la significancia alcanzada en las primeras estimaciones se debió a que se estaban omitiendo brechas de producto rezagadas más períodos y que una vez incluidas el dinero perdió su significancia estadística. Lo anterior dejó en evidencia 2 cosas: la correlación existente entre las brechas de producto y el crecimiento del dinero nominal y en segundo lugar que el dinero nominal por sí sólo no aporta información relevante en la predicción de la inflación.

Usando el modelo P^* de Hallman, et al. (1991) se consigue un soporte teórico para la inclusión dentro de la curva de Phillips de desvíos monetarios del nivel de

tenencias reales consistente con el equilibrio de la economía, lo cual deja explícito que la información adicional de estos desvíos monetarios está en la información que tengan las brechas de velocidad de circulación del dinero. Sin embargo, no se encontró suficiente evidencia de que las brechas de velocidad contengan información relevante en la predicción de la inflación, tanto cuando se usó M1A como con M2A.

Finalmente, una estimación de la de demanda por dinero a través de un modelo de corrección de error, no encontró evidencia de desvíos importantes de la cantidad de dinero efectiva por sobre aquella que se estima a partir de una relación microfundada con el producto y la tasa de interés observados.

Referencias

- [1] Broer, T. y Rodrigo Caputo (2004) "Money as an Inflation Indicator in Chile - Does P* Still Work?", *Banco Central de Chile. Working Paper* N° 293.
- [2] Brouer, T. (2005) "El Dinero Como Indicador de Actividad e Inflación en Chile, ¿Ya No?", *Banco Central de Chile. Working Paper* N° 319.
- [3] Calvo, G. (1983) "Staggered Prices in a Utility in a Utility Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics*, 12: 3 pp 383-98
- [4] Clarida, R., Galí, J. y Mark Gertler (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXVII, Diciembre, pp. 1661-1707
- [5] Chumacero, R. y Jorge Hermann (2005), "La Relación Entre Dinero e Inflación". Universidad de Chile. *Mimeo*.
- [6] De Grauwe, P. y Magdalena Polan (2001) "Is Inflation Always and Everywhere a Monetary Phenomenon?", *CEPR Discussion Paper Series* N° 2841
- [7] De Gregorio, J. (2003) "Dinero e Inflación: ¿En qué estamos?". *Economía Chilena*. Vol 6. N° 1
- [8] Galí, J. y Mark Gertler (2000) , "Inflation Dynamics: A s Structural Econometric Analysis", *NBER Working Paper* 7551
- [9] García, P. y Rodrigo Valdés (2003), "Dinero e Inflación en el Marco de Metas de Inflación". *Economía Chilena*. Vol 6. N° 1
- [10] Gerlach, P y Lars Svensson (2003) "Money and Inflation in The Euro Area: A Case for Monetary Indicators?", *Journal of Monetary Economics* 50: 1649-72.
- [11] Hallman, J, Porter R., y David Small (1991), "Is The Price Level Tied to the M2 Monetary Aggregate in the Long Run?", *The American Economic Review* 81 (4), pp 841-58
- [12] Hamilton, J. (1994) "Time Series Analysis". *Princeton University Press*, Princeton, New Jersey.
- [13] Lindé, J. (2002), "Estimating New-Keynesian Phillips Curves: A Full Information Maximum Likelihood Approach", *Sveriges Riskbank Working Paper Series* N° 129.

- [14] Restrepo, J. (2002), "Demanda de Dinero para Transacciones en Chile".
Notas de Investigación. *Economía Chilena*. Vol 5 N°3
- [15] Rosende, F. (2003) "¿El Fin del Monetarismo?" *Cuadernos de Economía*,
Año 40, N°121 pp 681-89.
- [16] Rudd, J. y Whelan Karl. (2001) "New Tests of The New-Keynesian Phillips
Curve", *Finance and Economic Discussion Series* N° 2001-30, Federal Re-
serve Board.
- [17] Walsh, C. (2003), "Monetary Theory and Policy", Second Edition. The
MIT Press. Cambridge, Massachussets. London, England.
- [18] Woodford, M. (1996), "Control of The Public Debt: A Requirement for Price
Stability?" *NBER Working Paper* 5684

6. Anexo

Cuadro 4: Curva de Phillips con mayores rezagos de $\Delta_4 m_t$ en el sistema (26)

	Curva de Phillips con M1A	Curva de Phillips con M2A
x_t	-0.061 (2.77)	-0.127 (10.47)
$E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})$	0.610 (30.15)	0.580 (47.83)
$(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1})$	0.402 (17.98)	0.432 (35.72)
$\Delta_4 m_t$	0.193 (7.65)	-0.118 (3.66)
$\Delta_4 m_{t-1}$	-0.648 (7.89)	0.510 (5.76)
$\Delta_4 m_{t-2}$	1.030 (8.01)	-0.842 (6.67)
$\Delta_4 m_{t-3}$	-0.881 (8.24)	0.655 (5.94)
$\Delta_4 m_{t-4}$	0.304 (7.91)	-0.207 (5.07)

Nota: Se usaron los mismos instrumentos que para la estimación del sistema (26). Entre () valor absoluto del t-estadístico

Estimación con brecha de velocidad definida como desviaciones de la serie filtrada por HP:

Para el caso de M1A:

$$\begin{aligned}
 \pi_t - \bar{\pi}_t &= \underset{(15,18)}{-0,246}x_t + \underset{(6,71)}{0,114}x_{t-1} - \underset{(4,98)}{0,017}(v_{t-1} - v_{t-1}^*) + \\
 &\quad \underset{(92,63)}{0,557}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(69,36)}{0,450}(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1}) \\
 x_t &= \underset{(325,87)}{0,573}E_t x_{t+1} + \underset{(356,91)}{0,555}x_{t-1} - \underset{(1,76)}{0,001}(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1})) \\
 i_t &= \underset{(8,15)}{0,069}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(12,65)}{0,487}x_t + \underset{(151,42)}{0,962}i_{t-1}
 \end{aligned}$$

Para el caso de M2A:

$$\pi_t - \bar{\pi}_t = \underset{(14,91)}{-0,281}x_t + \underset{(6,85)}{0,170}x_{t-1} + \underset{(20,25)}{0,072}(v_{t-1} - v_{t-1}^*) +$$

$$\underset{(70,11)}{0,564}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(48,85)}{0,446}(\pi_{t-1} - \bar{\pi}_{t-1})$$

$$x_t = \underset{(294,17)}{0,573}E_t x_{t+1} + \underset{(270,46)}{0,555}x_{t-1} - \underset{(2,16)}{0,001}(i_t - E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}))$$

$$i_t = \underset{(8,22)}{0,072}E_t(\pi_{t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + \underset{(11,52)}{0,479}x_t + \underset{(162,49)}{0,962}i_{t-1}$$

