



ENSAYOS

sobre política económica

Implicaciones macroeconómicas de la tributación monetaria

Rodrigo Suescún M.

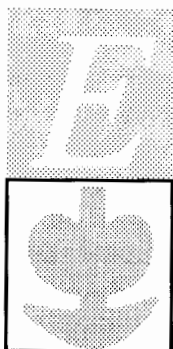
Revista ESPE, No. 28, Art. 03, Diciembre de 1995
Páginas 95-138



Los derechos de reproducción de este documento son propiedad de la revista *Ensayos Sobre Política Económica* (ESPE). El documento puede ser reproducido libremente para uso académico, siempre y cuando nadie obtenga lucro por este concepto y además cada copia incluya la referencia bibliográfica de ESPE. El(los) autor(es) del documento puede(n) además colocar en su propio website una versión electrónica del documento, siempre y cuando ésta incluya la referencia bibliográfica de ESPE. La reproducción del documento para cualquier otro fin, o su colocación en cualquier otro website, requerirá autorización previa del Editor de ESPE.

Implicaciones macroeconómicas de la tributación monetaria

Rodrigo Suescún M. *



Este artículo explora los efectos macroeconómicos de la tributación monetaria, es decir, del hecho de que el dinero se usa en el pago de impuestos. Con base en tres modelos que exhiben crecimiento en el estado estacionario determinístico, se muestra aquí cómo la inflación tiene mayores efectos en el crecimiento y el bienestar que los hasta ahora estimados en la literatura sobre los efectos reales de la inflación. Con tributación monetaria, la inflación reduce directamente la tasa de retorno a la inversión. A frecuencias de ciclos económicos, la introducción de tributación monetaria no deteriora la habilidad del modelo para replicar las características básicas de las fluctuaciones económicas en los Estados Unidos; pero no replica la correlación entre horas trabajadas (empleo) y productividad y la volatilidad relativa de las horas trabajadas. A diferencia de la literatura existente, este artículo desarrolla un modelo con tributación monetaria y efecto liquidez, el cual mejora la habilidad del modelo para reproducir los mencionados hechos básicos del mercado laboral en los Estados Unidos.

* Este artículo es una versión revisada de un capítulo de mi tesis doctoral en la Universidad de Pennsylvania. Agradezco a mi asesor, Alan Auerbach, y a Víctor Ríos-Rull y Mark Hugget sus comentarios a una versión preliminar del mismo.

I. INTRODUCCION

Existe abundante literatura empírica dedicada a estudiar la relación entre inflación y crecimiento. Recientemente, Levine y Renelt (1992) basados en nuevos desarrollos de la teoría del crecimiento estudiaron el efecto que algunas variables tienen en el crecimiento. Los autores encontraron que no existía una relación robusta entre las citadas variables. Por el contrario, Fisher (1991, 1993) usando el mismo enfoque de Levine y Renelt encontró evidencia en favor del punto de vista tradicional de que la inflación es un determinante importante de la tasa de crecimiento económico. Levine y Zervos (1992) incluyeron dentro del mismo marco empírico un índice de política económica y concluyeron que el crecimiento económico y el índice de baja inflación y de bajo déficit fiscal estaban positivamente correlacionados. Alguna evidencia adicional en favor de una relación negativa entre inflación y crecimiento se puede encontrar también en De Long y Summers (1992) y De Gregorio (1993), entre otros.

La relación negativa entre inflación y crecimiento encontrada en los datos no ha sido apropiadamente incorporada en modelos teóricos donde los agentes económicos se comportan de manera racional y donde el dinero tiene un impacto significativo en la evolución de las variables reales. En las versiones monetarias del modelo neoclásico de crecimiento la importancia cuantitativa del dinero (inflación) es muy modesta afectando levemente el crecimiento y el bienestar y jugando un papel poco importante en la explicación de las fluctuaciones cíclicas de las variables reales. Por esta misma razón, estos modelos no han sido exitosos en la identificación del canal a través del cual la inflación juega un papel más importante en el comportamiento económico.

Existen numerosos canales a través de los cuales la inflación puede afectar el crecimiento y el bienestar; sin embargo, las implicaciones de muchos de ellos no han sido plenamente exploradas o simplemente, no han sido exitosos. Posibles canales son las reservas de depreciación fijadas en términos nominales; la estructura de tasas de tributación parcialmente indizadas; encajes requeridos sobre depósitos bancarios; compras de bienes de inversión sujetas a restricciones de liquidez ("*cash-in-advance constraint*") (Stockman, 1981); compras de bienes de inversión y pagos por servicios laborales requeridos en efectivo (Christiano, 1991), etc.

Sin embargo, y como resultado de esta línea de investigación, se ha encontrado que la inflación ejerce su efecto en este tipo de modelos a través de la distorsión de la decisión trabajo-ocio. En modelos sin crecimiento (Cooley y Hansen, 1989), la inflación reduce la oferta de trabajo a través de su efecto sobre el retorno al trabajo, debido a que parte del ingreso laboral tiene que llevarse, como saldo en efectivo, para las compras que se requiere hacer en efectivo en el siguiente período. En modelos con crecimiento endógeno (Gomme, 1993; Jones y Manuelli, 1995), la inflación adicionalmente afecta la tasa de utilización del capital humano y por lo tanto, la tasa de crecimiento de la economía. Dentro de la primera clase de modelos, se ha calculado que el costo en bienestar de una tasa de inflación del 10% es aproximadamente del 0.4% del producto; dentro de la segunda, Gomme (1993) calcula que el costo en bienestar es menos del 0.03% del producto, para una tasa de inflación de 8.5%. Esta evidencia apoya la conclusión de que los costos en bienestar de la inflación son pequeños y que ellos son aún más pequeños en modelos con crecimiento endógeno¹.

En este artículo se explora un camino alternativo a través del cual la inflación puede tener efectos reales y se evalúa su importancia cuantitativa. Se supone que los impuestos son recolectados en dinero para capturar el hecho real de que el dinero es el medio de saldar obligaciones tributarias. La mayor parte de la literatura, si no toda, ha analizado economías en las cuales el dinero tiene un uso exclusivamente privado (para comprar bienes, activos o para el pago de servicios factoriales) ignorando su uso público en la tributación. De tiempo atrás ha sido reconocido que si el gobierno "(...) declina aceptar algún tipo de dinero en pago de obligaciones a su favor, es difícil pensar que el dinero pueda retener su aceptación general como medio de pago. (...) La aceptación general de dinero, la cual es su atributo más importante, depende de la aceptación por parte del Estado" (Lerner, 1947). En consecuencia, es natural estudiar una economía en la cual el dinero cumple con ambas funciones: el gobierno acepta dinero de las familias en pago definitivo de las obligaciones tributarias y el dinero se usa como medio de cambio.

¹ Una línea de investigación diferente -en economías donde agentes heterogéneos que enfrentan riesgos idiosincrásicos (variabilidad en el ingreso) demandan dinero con el propósito de suavizar el consumo- ha encontrado costos mayores en bienestar. Imrohorglu (1992) estima en 1.07% del PNB el costo de una inflación del 10%. Por el contrario, en este artículo la demanda de dinero se basa en el motivo de transacción, en economías habitadas por agentes homogéneos.

El artículo está organizado como sigue. En las secciones II. y III. se estudian tres economías que muestran como características comunes crecimiento en el estado estacionario y pagos de impuestos explícitamente modelados como obligaciones en dinero. Supongo que los impuestos deben pagarse con dinero acumulado con anticipación. Los efectos en bienestar y crecimiento de la inflación son estudiados en un modelo con crecimiento exógeno, en el modelo *AK* y en un modelo de crecimiento endógeno a través de la acumulación de capital humano. El hallazgo principal está en que el tamaño de los efectos en bienestar y crecimiento son mayores que los hasta ahora encontrados en modelos monetarios comparables. En contraste con la literatura existente, los costos en bienestar son determinados por el efecto de la inflación sobre la tasa de crecimiento en lugar del efecto en la decisión trabajo-ocio. En una economía con tributación monetaria, la inflación golpea directamente la tasa de crecimiento a través de la tasa de retorno sobre la inversión. Este es el mismo canal a través del cual la tributación distorsionaria puede tener efectos reales (Rebelo, 1991).

La sección IV presenta un modelo real del ciclo económico con tributación monetaria. Allí se estudia cómo la habilidad del modelo resulta afectada cuando se impone la tecnología de pago de impuestos. La sección V generaliza el modelo para incorporar un efecto de liquidez. El artículo provee una solución "monetaria" a las anomalías generalmente presentes en modelos reales del ciclo económico. La sección VI presenta las conclusiones.

II. TRES MODELOS ECONOMICOS CON CRECIMIENTO

En esta sección presento tres economías monetarias con crecimiento en sus correspondientes estados estacionarios determinísticos. Comencemos con la descripción de las características generales compartidas por las tres economías. Supóngase, por el momento, que no hay incertidumbre; los agentes están dotados del sentido de la perfecta previsión. El dinero tiene valor en equilibrio por dos razones: porque las compras de algunos bienes -los llamados "cash goods" en la terminología de Lucas y Stokey (1983)- y los pagos de impuestos requieren el uso de dinero. Cada economía está compuesta de un gobierno, un gran número de firmas y de familias homogéneas.

El gobierno juega un papel trivial en cada economía. La política tributaria está definida por un vector de tres instrumentos exógenos de tributación $(\bar{\mu}, \tau_H, \tau_K)$,

donde $\bar{\mu}$ es la tasa bruta de crecimiento de la cantidad de dinero, τ_H es la tasa de tributación del ingreso laboral mientras que el ingreso de capital tributa a la tasa τ_K . El efecto riqueza de la tributación es ignorado suponiendo que los ingresos tributarios son devueltos a las familias en la forma de transferencias de suma fija ("lump-sum"). En equilibrio, los pagos nominales por transferencias (V_t) deben satisfacer la siguiente restricción presupuestal del gobierno:

$$(1) \quad V_t + T_t = (M_{t+1} - M_t) + \tau_K p_t (r_t - \delta^m) K_t^m + \tau_H p_t w_t N_t^m H_t$$

donde p_t es el nivel de precios en el período t ; r_t es la tasa de retorno del capital; w_t es el salario real por unidad eficiente de trabajo; K_t^m, N_t^m y H_t representan el acervo per cápita de capital total en el sector comercial el cual se deprecia a la tasa δ^m , el monto de horas de trabajo (empleo) en ese sector y el acervo de capital humano, respectivamente. El capital humano está incorporado en cada trabajador y la dotación de tiempo disponible por trabajador es normalizada a una unidad por período. La dotación de tiempo puede ser distribuida entre tiempo de ocio (l_t), tiempo de trabajo en el sector comercial y -dependiendo de la economía analizada- en tiempo dedicado a la producción de capital humano. M_t es el stock per cápita de dinero traído desde el período anterior al comienzo del período corriente, t , y dado M_0 , su ley de movimiento se expresa como sigue:

$$(2) \quad M_{t+1} = \bar{\mu} M_t = M_t + T_t$$

donde el nuevo dinero creado es inyectado en la economía a través de transferencias nominales de suma fija T_t por familia al comienzo del período.

Las firmas resuelven un problema estándar de maximización de beneficios en el cual los bienes de inversión y de consumo son sustitutos perfectos en la producción. La función de producción es homogénea de grado uno en capital y unidades eficientes de trabajo. En equilibrio, las ganancias son cero, los precios por los servicios de los factores productivos son competitivos y el número de firmas es indeterminado, por lo que el número de firmas puede suponerse igual a uno, sin pérdida de generalidad.

A. *Un modelo con crecimiento exógeno y tributación monetaria*

Esta subsección presenta una versión ligeramente modificada del modelo monetario de Cooley y Hansen (1989) o su versión con un sector fiscal (Cooley y Hansen, 1991; 1992). La economía en consideración supone trabajo divisible, crecimiento en el estado estacionario y, en particular, tributación monetaria. Cooley y Hansen (1991, 1992) incluyeron dinero e impuestos en sus modelos pero implícitamente supusieron que los impuestos podían pagarse en especie; por el contrario, la tecnología de transacción supuesta en este artículo requiere que dinero acumulado por adelantado se use para pagar los pasivos tributarios.

La familia representativa maximiza la utilidad esperada a lo largo de su vida escogiendo las trayectorias a través del tiempo de $c_{1t}, c_{2t}, n_t^m, x_t^m, m_{t+1}$ y k_{t+1}^m sujeta a las secuencias de restricciones de presupuesto y liquidez. Formalmente, el problema que resuelven las familias se expresa así:

$$[P1] \quad \text{Max} \quad \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_{1t}, c_{2t}, l_t)$$

Sujeto a:

$$(a) \quad c_{1t} + \tau_K (r_t - \delta^m) k_t^m + \tau_H w_t n_t^m h_t \leq \frac{m_t + T_t}{p_t}$$

$$(b) \quad c_{1t} + c_{2t} + x_t^m + \frac{m_{t+1}}{p_t} \leq (1 - \tau_K) r_t k_t^m + \tau_K \delta^m k_t^m +$$

$$(1 - \tau_H) w_t n_t^m h_t + \frac{m_t + T_t + V_t}{p_t}$$

$$(c) \quad l \geq l_t + n_t^m$$

$$(d) \quad k_t^m \leq (1 - \delta^m) k_t^m + x_t^m$$

donde c_{1t} y c_{2t} representan el consumo de los bienes comprados con dinero y crédito, respectivamente; x_t^m es la inversión en capital físico. Como es usual en la literatura, letras minúsculas, excepto en los casos de p_t, w_t y r_t , representan variables bajo el control de familia; los agregados correspondientes o totales

(*per cápita*) se distinguen por las letras mayúsculas. En equilibrio debe existir consistencia entre las decisiones individuales y el resultado agregado de la economía.

La primera restricción es la que se da al fijar las necesidades de liquidez. Las tenencias de dinero acumulado con anticipación y las inyecciones nuevas de dinero se deben usar para comprar bienes que demandan efectivo para su adquisición y para pago de impuestos². La forma de la restricción de liquidez está basada en la idea de que los ingresos por servicios factoriales no pueden ser usados en gastos de consumo corrientes. Esta abstracción captura el hecho de la vida real de que los pagos y los recibos no están perfectamente sincronizados.

La segunda restricción es la presupuestal de la familia, la cual especifica los usos y las fuentes de fondos. Las fuentes incluyen los ingresos laborales y de capital después de impuestos, los saldos monetarios acumulados hasta el período anterior y los pagos por transferencias monetarias y tributarias de sumas fijas. Los usos incluyen las compras de los dos tipos de bienes de consumo, los gastos en bienes de inversión³ y las compras de dinero para llevar al siguiente período. La tercera ecuación restringe la distribución de la dotación de tiempo. La ecuación (d), dado k_0^m , es la ley de movimiento del capital físico; la nueva inversión toma un período en volverse capital productivo.

Debido al supuesto de no saturación, la restricción presupuestal de la familia se satisface como igualdad mientras que la restricción de liquidez se satisface como una igualdad si la tasa de interés nominal, R_t , es positiva. Una expresión para la tasa de interés nominal puede obtenerse si se introduce un bono nominal con maduración de un período y con rendimiento gravado a la tasa τ_K . Usando las condiciones de primer orden asociadas con las decisiones de cuánto ahorrar en bonos y consumir de c_{1t} , se puede obtener la siguiente expresión que iguala los costos y beneficios de la decisión de ahorrar:

$$(3) \quad 1 + R_t (1 - \tau_K) = \frac{1}{\beta} \frac{p_{t+1}}{p_t} \frac{U_1(t)}{U_1(t+1)}$$

² La especificación de la restricción (a) cierra un posible camino a través del cual la inflación distorsiona las decisiones de inversión cuando las reservas de depreciación se estipulan en términos nominales.

³ Nótese que los bienes de inversión son aquellos que se pueden comprar a crédito. Esta especificación cierra otro posible canal a través del cual la inflación puede afectar las decisiones de inversión.

donde $U_1(t)$ es la derivada de la función de utilidad con respecto a su primer argumento; derivada evaluada en el plan óptimo del período t . Las condiciones de primer orden asociadas con el problema [P1] generan la siguiente relación de estado estacionario entre los rendimientos reales de activos nominales (financieros) y activos físicos:

$$(4) \quad \frac{1 + R(1 - \tau_K)}{p/p_{-1}} = \frac{1 + r - \delta^m}{1 + (p/p_{-1})(r - \delta^m)\tau_K}$$

donde p/p_{-1} es la tasa bruta de inflación.

En ausencia de tributación monetaria, es decir, cuando la restricción (a) del problema [P1] se reformula para imponer la restricción de liquidez sólo sobre compras de bienes de consumo, las ecuaciones de Euler del problema dan lugar a la siguiente versión de la ecuación (4): $\frac{1 + R(1 - \tau_K)}{p/p_{-1}} = 1 + (1 - \tau_K)(r - \delta^m)$.

En consecuencia, la ecuación de Fisher se satisface en el sentido de que la tasa de interés nominal está compuesta por dos elementos: un componente de inflación y un componente de retorno real. Cuando la restricción de liquidez es válida sólo para las compras de bienes de consumo, como en Cooley y Hansen (1989, 1991, 1992) y Gomme (1993), el impacto de la inflación en la economía se propaga a través del efecto en la decisión trabajo-ocio, la cual indirectamente afecta el producto marginal del capital.

En el modelo con tributación monetaria, la inflación también afecta indirectamente el rendimiento real del capital, pero, de acuerdo con la fórmula (4), existe ahora un nuevo canal directo a través del cual el rendimiento real de la inversión, después de los impuestos, se reduce. La inflación representa un impuesto adicional al ingreso de capital, porque los agentes se ven forzados a mantener parte de éste como efectivo para cancelar las obligaciones tributarias.

El crecimiento en esta economía es exógeno y ocurre a la tasa γ determinada por la tasa bruta de crecimiento del stock de capital humano, $H_{t+1} = \gamma H_t$. Por el momento, concentrémonos en las implicaciones de estado estacionario de los modelos. King, Plosser y Rebelo (1988) especifican las restricciones sobre tecnologías y preferencias consistentes con el crecimiento en el estado estacionario. Suponemos una tecnología Cobb-Douglas, $F(K^m, HN^m) = K^\theta (HN^m)^{1-\theta}$,

y dentro de la clase de funciones de utilidad que evitan que el ocio crezca a lo largo de la senda de crecimiento, se escoge la siguiente:

$$(5) \quad U(c_1, c_2, l) = a \ln(c_1) + (1-a) \ln(c_2) + B \ln(l)$$

Para facilitar la solución de equilibrio del modelo al igual que la comparación con otras economías con crecimiento en el estado estacionario, supongamos que el capital humano de cada familia está sobre su trayectoria de equilibrio y transforme variables para volver estacionaria la economía. El símbolo $\hat{\cdot}$ denota variables transformadas. Sea $\hat{p}_t = \frac{p_t H_t}{M_{t+1}}$, $\hat{m}_t = \frac{m_t}{M_t}$ y permita que el resto de variables no estacionarias se expresen en relación con H_t , el nivel de equilibrio del acervo de capital humano; por ejemplo, $\hat{c}_{1t} = \frac{c_{1t}}{H_t}$. El centro de esta parte del análisis es la economía transformada.

Ahora, enfoquémonos en el comportamiento de las firmas. La firma busca maximizar ganancias, $\pi_t = p_t F(K_t^m, H_t, N_t^m) - p_t w_t H_t N_t^m - p_t r_t K_t^m$, tomando como dado el salario y costo de rentar los servicios del capital. Las condiciones de primer orden del problema transformado implican la igualación del precio de los factores y sus productos marginales:

$$(6) \quad w_t = w(\hat{K}_t^m, N_t^m) = (1-\theta) \left(\frac{\hat{K}_t^m}{N_t^m} \right)^\theta$$

$$(7) \quad r_t = r(\hat{K}_t^m, N_t^m) = \theta \left(\frac{N_t^m}{\hat{K}_t^m} \right)^{1-\theta}$$

Ahora, definamos formalmente el equilibrio para la economía con crecimiento exógeno y con tributación monetaria:

Definición: Un equilibrio competitivo estacionario es una secuencia de precios y precios de los factores $\{\hat{p}_t, r_t, w_t\}_{t=0}^\infty$, una secuencia de decisiones reales y monetarias de cada familia $\{\hat{c}_{1t}, \hat{c}_{2t}, \hat{x}_t^m, n_t^m, \hat{k}_{t+1}^m, \hat{m}_{t+1}\}_{t=0}^\infty$ y una secuencia de resultados agregados $\{\hat{C}_t, \hat{C}_{2t}, \hat{X}_t^m, N_t^m, \hat{K}_t^m\}_{t=0}^\infty$ tal que:

a) Dados los precios y las tasas de remuneración de los factores la secuencia de decisiones de la familia resuelven el problema de maximización;

b) Los precios de los factores satisfacen (6) y (7);

c) La consistencia agregada se satisface: $\hat{m}_{t+1} = 1$, $\hat{c}_{1t} = \hat{C}_{1t}$, $\hat{c}_{2t} = \hat{C}_{2t}$, $\hat{x}_t^m = \hat{X}_t^m$, $n_t^m = N_t^m$ y $\hat{k}_t^m = \hat{K}_t^m$, para todo t .

d) La restricción presupuestal del gobierno se satisface.

El estado estacionario de la economía se obtiene a partir de las condiciones necesarias para que el problema de la familia representativa tenga una solución interior:

[SYS1]

$$(a) \quad \hat{C}_2 = \left(\frac{1-a}{a}\right) \frac{\bar{\mu}}{\beta} \hat{C}_1$$

$$(b) \quad \frac{1}{\hat{p}} = \hat{C}_1 + \tau_K \hat{K}^m \left(\theta \left(\frac{N^m}{\hat{K}^m} \right)^{1-\theta} - \delta^m \right) + \tau_H N^m (1-\theta) \left(\frac{\hat{K}^m}{N^m} \right)^\theta$$

$$(c) \quad \hat{X}^m = \hat{K}^m (\gamma - 1 + \delta^m)$$

$$(d) \quad \hat{C}_1 = \frac{a}{B} \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\beta} \tau_H \right) \frac{\beta}{\bar{\mu}} (1 - N^m) (1 - \theta) \left(\frac{\hat{K}^m}{N^m} \right)^\theta$$

$$(e) \quad \frac{\gamma}{\beta} - 1 = \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\beta} \tau_K \right) \left(\theta \left(\frac{N^m}{\hat{K}^m} \right)^{1-\theta} - \delta^m \right)$$

$$(f) \quad \hat{C}_1 \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right) \frac{\bar{\mu}}{\beta} \right) = [\hat{K}^m]^\theta [N^m]^{1-\theta} - \hat{X}^m$$

El sistema determina \hat{C}_1 , \hat{C}_2 , \hat{X}^m , N^m , \hat{K}^m y \hat{p} como funciones de los parámetros del modelo, y nos permite estudiar el efecto de la inflación en la economía, para la cual es válida la regla óptima de Friedman. Cuando la tasa de crecimiento del dinero converge a β es posible demostrar que la condición

de liquidez no es restrictiva y que el equilibrio de la economía es idéntico al obtenido en un modelo de economía sin dinero. Sin embargo, este equilibrio no es Pareto óptimo debido a la presencia de tributación distorsionaria.

B. Un modelo de crecimiento AK con tributación monetaria

Los costos en bienestar de la inflación podrían ser diferentes en un modelo con crecimiento endógeno. La intuición es que si la política monetaria puede afectar el crecimiento es posible esperar que los costos en bienestar sean mayores; sin embargo, como se demostró en Gomme (1993), esta intuición no necesariamente es cierta. El modelo de crecimiento endógeno más simple es el llamado AK utilizado por Rebelo (1991). Esta es una economía de un solo sector con tecnología lineal en el stock de capital, $F(K^m) = AK^m$. La decisión sobre la oferta de trabajo es ignorada y, a diferencia del modelo anterior, la distorsión en la decisión trabajo-ocio está ahora ausente. El efecto en bienestar de la inflación se transmite a través de su efecto distorsionante en el consumo relativo de los bienes comprados con dinero y crédito y en la tasa de crecimiento.

La familia representativa de esta economía con tributación monetaria resuelve el siguiente problema:

$$[P2] \quad \text{Max} \quad \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_{1t}, c_{2t})$$

Sujeto a:

$$(a) \quad c_{1t} + \tau_K (r_t - \delta^m) k_t^m \leq \frac{m_t + T_t}{p_t}$$

$$(b) \quad c_{1t} + c_{2t} + x_t^m + \frac{m_{t+1}}{p_t} \leq (1 - \tau_K) r_t k_t^m + \tau_K \delta^m k_t^m + \frac{m_t + T_t + V_t}{p_t}$$

$$(c) \quad k_{t+1}^m \leq (1 - \delta^m) k_t^m + x_t^m$$

donde k_0^m y m_0 están dados.

La firma maximiza ganancias $\pi_t = p_t (C_{1t} + C_{2t} + X_t^m) - p_t r_t K_t^m$ sujeta a $C_{1t} + C_{2t} + X_t^m \leq AK_t^m$. La condición de primer orden de este problema implica: $r_t = A$, para todo t .

Las preferencias se especializan para ser consistentes con la ausencia de la decisión trabajo-ocio.

$$(8) \quad U(c_1, c_2) = a \text{LN}(c_1) + (1-a) \text{LN}(c_2)$$

El equilibrio de esta economía se define en forma similar al de la sección anterior. Para facilitar la solución del problema, se supone que el capital de la familia está sobre su trayectoria de equilibrio y todas las variables no estacionarias se expresan en relación con K_t^m , para inducir estacionariedad. Los precios se transforman de la siguiente forma, $\hat{p}_t = \frac{p_t K_t^m}{M_{t+1}}$.

Si suponemos que la restricción de liquidez se satisface como igualdad, las variables \hat{C}_1 , \hat{C}_2 , \hat{X}^m , γ y \hat{p} deben satisfacer el siguiente conjunto de condiciones en el estado estacionario:

[SYS2]

$$(a) \quad \hat{C}_2 = \left(\frac{1-a}{a} \right) \frac{\bar{\mu}}{\beta} \hat{C}_1$$

$$(b) \quad \hat{p} = \left(\hat{C}_1 + \tau_K (A - \delta^m) \right)^{-1}$$

$$(c) \quad \hat{X}^m = \gamma - 1 + \delta^m$$

$$(d) \quad \gamma = \beta \left(1 + \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\beta} \tau_K \right) (A - \delta^m) \right)$$

$$(e) \quad \hat{C}_1 + \hat{C}_2 + \hat{X}^m = A$$

donde γ es la tasa endógena de crecimiento de la economía. La ecuación (a) muestra la composición del consumo como función de la tasa de crecimiento de largo plazo de la cantidad de dinero. Cuando $\bar{\mu} = \beta$, la condición de liquidez no es restrictiva y la relación de consumos \hat{C}_2/\hat{C}_1 se determina exclusivamente por las preferencias: por el peso relativo de los bienes comprados a crédito y con dinero en la función de preferencias de las familias. Cuando la tasa nominal de interés es positiva, $\bar{\mu} > \beta$, la condición de liquidez se satisface con igualdad y el consumo relativo del bien comprado a crédito se incrementa por encima de

lo dictado por las preferencias. La ecuación (d) expresa la tasa bruta de crecimiento de la economía como función de la tasa de crecimiento del dinero, la tasa marginal de tributación y parámetros de la tecnología y las preferencias, como el producto marginal del capital $(A - \delta^m)$, y el factor de descuento.

Si la restricción de liquidez es solo aplicable a las compras de bienes de consumo, como es la especificación tradicional de la literatura, la tasa de crecimiento está dada por la expresión: $\gamma = \beta(1 + (1 - \tau_k)(A - \delta^m))$; la tasa de crecimiento de la economía, y la tasa de interés real son independientes de la tasa de crecimiento de la oferta monetaria. La inflación puede afectar el bienestar a través de la composición de los gastos de consumo, pero no a través de la tasa de crecimiento de la economía. Con tributación monetaria, la ecuación (d) indica que la inflación incrementa los costos de la tributación y reduce el rendimiento en la inversión y la tasa de crecimiento de la economía. La ecuación (b) es la restricción de liquidez; la ecuación (e) es la restricción de recursos y la ecuación (c) determina el nivel de inversión del estado estacionario.

C. Un modelo de crecimiento a través de la acumulación de capital humano

La inflación distorsiona la decisión trabajo-ocio. En el primer modelo estudiado existía la decisión de oferta de trabajo pero el crecimiento estaba dado exógenamente. Por el contrario, el segundo modelo permite que la tasa de crecimiento sea determinada endógenamente, pero no existe la decisión trabajo-ocio. Una extensión natural del análisis es estudiar una economía con ambas características. En un modelo con acumulación de capital humano la inflación puede tener efectos en el crecimiento afectando la tasa de utilización del stock de capital humano. Con tributación monetaria los efectos en crecimiento se refuerzan debido a que la inflación reduce tanto el retorno real en la inversión física como en la inversión en capital humano.

Considérese un modelo de crecimiento de dos sectores de la clase estudiada por Uzawa (1965), Lucas (1988) y Rebelo (1991). Los bienes de consumo y de inversión son producidos en el sector comercial mientras que la producción de capital humano es modelada como una actividad doméstica no gravada. Ambos sectores de producción usan tecnologías con rendimientos constantes a escala que combinan capital físico y unidades eficientes de trabajo. Siguiendo a Ben-Porath (1967), se supone que la producción de capital humano requiere de capital físico. Formalmente, la familia representativa resuelve el siguiente problema:

$$[P3] \quad \text{Max} \quad \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_{1t}, c_{2t}, l_t)$$

Sujeto a:

$$(a) \quad c_{1t} + \tau_K (r_t - \delta^m) k_t^m + \tau_H w_t n_t^m h_t \leq \frac{m_t + T_t}{P_t}$$

$$(b) \quad c_{1t} + c_{2t} + x_t^m + x_t^h + \frac{m_{t+1}}{P_t} \leq (1 - \tau_K) r_t k_t^m + \tau_K \delta^m k_t^m + (1 - \tau_H) w_t n_t^m h_t + \frac{m_t + T_t + V_t}{P_t}$$

$$(c) \quad l_t \geq l_t + n_t^m + n_t^h$$

$$(d) \quad k_{t+1}^m \leq (1 - \delta^m) k_t^m + x_t^m$$

$$(e) \quad k_{t+1}^h \leq (1 - \delta^h) k_t^h + x_t^h$$

$$(f) \quad h_{t+1} \leq (1 - \delta) h_t + s [k_t^h]^\alpha [n_t^h h_t]^{1-\alpha}$$

donde la notación e interpretación son similares a aquellas del primer modelo. s es un parámetro de escala; k_t^m es el stock de capital físico en el sector comercial; k_t^h es el stock de capital físico dedicado a la actividad doméstica y h_t es el stock de capital humano de la familia. δ^m , δ^h y δ son las correspondientes tasas de depreciación y las ecuaciones (d), (e) y (f) describen las correspondientes leyes de movimiento con x_t^h como inversión física en el sector de capital humano. n_t^m es la fracción de la dotación de tiempo dedicada a las actividades del sector comercial, la cual combinada con el stock de capital humano, h_t , produce $n_t^m h_t$ unidades eficientes de trabajo en ese sector. $n_t^h h_t$ unidades eficientes de trabajo se dedican a la producción de capital humano. La distribución sectorial de la dotación de tiempo determina la distribución sectorial del capital humano y su tasa de utilización. El último término en el lado derecho de la ecuación (f) puede interpretarse como el bien de inversión producido en el sector de capital humano.

La firma del sector comercial maximiza ganancias, dadas por la siguiente expresión: $\pi_t = p_t (C_{1t} + C_{2t} + X_t^m + X_t^h) - p_t r_t K_t^m - p_t w_t N_t^m H_t$ sujeta a la

restricción tecnológica $c_{1t} + c_{2t} + x_t^m + x_t^h \leq [K_t^m]^\theta [N_t^m H_t]^{1-\theta}$ tomando como dados r_t , w_t y p_t .

Las preferencias están de nuevo descritas por (5). Las preferencias y las tecnologías son consistentes con crecimiento en el largo plazo. Para tener una representación estacionaria, las variables se transforman como en el primer modelo. Después de manipular las condiciones de primer orden, los valores de estado estacionario para \hat{C}_1 , \hat{C}_2 , \hat{X}^m , \hat{X}^h , N^m , N^h , \hat{K}^m , \hat{K}^h , \hat{p} y γ pueden ser calculados a partir del siguiente sistema no lineal de ecuaciones:

[SYS3]

$$(a) \quad \hat{C}_2 = \left(\frac{1-a}{a}\right) \frac{\bar{\mu}}{\beta} \hat{C}_1$$

$$(b) \quad \frac{1}{\hat{p}} = \hat{C}_1 + \tau_K \hat{K}^m \left(\theta \left(\frac{N^m}{\hat{K}^m} \right)^{1-\theta} - \delta^m \right) + \tau_H N^m (1-\theta) \left(\frac{\hat{K}^m}{N^m} \right)^\theta$$

$$(c) \quad \hat{X}^m = \hat{K}^m (\gamma - 1 + \delta^m)$$

$$(d) \quad \hat{X}^h = \hat{K}^h (\gamma - 1 + \delta^h)$$

$$(e) \quad \hat{C}_1 = \frac{a}{B} \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\beta} \tau_H \right) \frac{\beta}{\bar{\mu}} (1 - N^m - N^h) (1-\theta) \left(\frac{\hat{K}^m}{N^m} \right)^\theta$$

$$(f) \quad \frac{\gamma}{\beta} - 1 = \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\beta} \tau_K \right) \left(\theta \left(\frac{N^m}{\hat{K}^m} \right)^{1-\theta} - \delta^m \right)$$

$$(g) \quad \frac{\gamma}{\beta} - 1 + \delta^h = \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\beta} \tau_H \right) (1-\theta) \left(\frac{\hat{K}^m}{N^m} \right)^\theta \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right) \left(\frac{N^h}{\hat{K}^h} \right)$$

$$(h) \quad \frac{\gamma}{\beta} - 1 + \delta = s(N^m + N^h) (1-\alpha) \left(\frac{\hat{K}^h}{N^h} \right)^\alpha$$

$$(i) \quad \hat{C}_1 \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right) \frac{\bar{\mu}}{\beta} \right) + \hat{X}^m + \hat{X}^h = [\hat{K}^m]^\theta [N^m]^{1-\theta}$$

$$(ii) \quad \gamma - 1 + \delta = s [\hat{K}^h]^\alpha [N^h]^{1-\alpha}$$

En esta economía la restricción de liquidez se satisface como igualdad si la tasa de interés nominal es positiva ($\bar{\mu} > \beta$). Cuando la tasa de crecimiento de la oferta de dinero es igual a β , la condición de liquidez no es restrictiva y el equilibrio y la tasa de crecimiento de la economía son iguales a los encontrados en una economía no monetaria.

III. EFECTOS DE LA INFLACION EN EL BIENESTAR Y EL CRECIMIENTO

El experimento que se realiza en esta sección es la medición de los efectos de estado estacionario de la inflación sobre la tasa de crecimiento y el bienestar en cada uno de los tres modelos de economías con crecimiento. Para computar el equilibrio y los efectos de distintas tasas de crecimiento de la oferta de dinero se requiere asignar previamente valores a los parámetros incluidos en cada modelo de economía y definir una medida comparable de los costos en bienestar.

A. La calibración de los tres modelos de economías con crecimiento

Los tres modelos incluyen el siguiente conjunto de 14 parámetros:

Preferencias: β , a , B

Tecnología: θ , α , A , s

Tasas de depreciación: δ^m , δ^h , δ

Tasas de tributación: τ_K , τ_H

Tasas (brutas) de crecimiento económico y del dinero: γ , $\bar{\mu}$

Desde el artículo clásico de Kydland y Prescott (1982) es común en la literatura del ciclo económico real escoger los valores de estos parámetros con base en información existente sobre ellos y en los primeros momentos de los datos. La

estrategia seguida aquí es escoger valores de tal forma que las tres economías satisfagan ciertos objetivos cuantitativos. Imponiendo los objetivos cuantitativos en los sistemas de condiciones de primer orden [SYS1], [SYS2] y [SYS3] es posible asignar valores a los parámetros incluidos en cada modelo. Los siguientes objetivos cuantitativos son impuestos en el proceso de calibración:

- Tasa Bruta de Crecimiento del PNB *per cápita*, γ . Se fijó en 1.0035. Este número se obtuvo usando la información de las Cuentas Nacionales (NIPA) y del "Survey of Current Business". La información de PNB fue ajustada para incluir los servicios imputados del stock de bienes de consumo durable y del stock de capital del gobierno y expresada en términos *per cápita* usando la población mayor de 16 años⁴. Este procedimiento produce una tasa trimestral promedio de crecimiento del producto de 0.35% para el período 1954-1990⁵.
- Relación capital-producto. El valor promedio de esta relación es de 3.1 de acuerdo con el "Reporte Económico del Presidente". Esto implica una relación aproximada de 12.4 si el producto trimestral, y no el anual, es usado en el cálculo.
- Relación consumo-producto. Esta relación ha sido estimada en 0.728 en estudios donde el producto total se ha supuesto que incluye únicamente los componentes de consumo e inversión. Este se calcula como la relación entre el consumo y la suma de los gastos de consumo e inversión.
- Relación dinero-producto. El dinero en las distintas economías se asimila a un agregado semejante a M1. Usando esta definición de dinero, el valor promedio de la relación para el período 1959: Q2 a 1990: Q4 es de 0.7584.
- Tasa bruta de crecimiento del dinero, $\bar{\mu}$. Esta cifra es de 1.01, la cual corresponde a la tasa promedio trimestral de crecimiento de M1 *per cápita* para el período 1959: Q2 -1990: Q4.

⁴ Corresponde a la llamada "Civilian non-institutional population (16 years and over)".

⁵ Nótese que un "período" en las distintas economías se ha asimilado a un trimestre.

- Participación del capital en el producto, θ . Si se consideran los servicios imputados al stock de bienes de consumo durable y al stock de capital del gobierno como pagos al factor capital, y siguiendo la metodología de Cooley y Prescott (1995) para distribuir el ingreso de los propietarios ("proprietors income") de las cuentas nacionales entre pagos al factor trabajo y al capital, es posible calcular un valor promedio para θ de 0.3715 durante el período 1954-1990⁶.
- Tasas marginales de tributación del ingreso de capital y del ingreso laboral, τ_K y τ_H . La fuente de nuestras estimaciones son las series recientemente construidas por Prakken, Varvares y Meyer (1991). τ_K es igual a 0.475 y τ_H se fijó en 0.28, valores que corresponden al promedio de las tasas efectivas marginales de tributación sobre la renta de las corporaciones y sobre sueldos y salarios, respectivamente, durante el período 1954-1988.
- Fracción del tiempo disponible dedicado a trabajar, N^m . Greenwood y Hercowitz (1991) estiman en 0.24 la relación promedio entre horas trabajadas y el total de horas disponibles por la población en edad de trabajar.
- Fracción del tiempo disponible dedicada al aprendizaje (educación), N^h . Este número se ha calculado en aproximadamente 0.10, de acuerdo con la discusión y cifras presentadas por Ríos-Rull (1993).
- Tasa de retorno después de impuestos. Se utiliza el número calibrado por Fullerton y Rogers (1993). La tasa anual de retorno es de 4%. Este objetivo cuantitativo se usa en la calibración de los dos modelos con crecimiento endógeno; pero no es necesario en la calibración del modelo con crecimiento exógeno.

Finalmente, la tasa de depreciación del capital físico usado en la producción de capital humano, en el modelo con acumulación de capital humano, δ^h , se supuso igual a δ^m .

⁶ Esta cifra se ubica dentro del rango de 0.36, usado, entre otros, por Kydland y Prescott (1982) y Cooley y Hansen (1991, 1992) y 0.40 calculado por Cooley y Prescott (1995) y dentro del rango (0.25 a 0.43) de posibles valores calculado por Christiano (1988).

El cuadro 1 presenta los valores de los parámetros calibrados. Nótese que los parámetros se clasifican en tres grupos de acuerdo con el respectivo modelo de crecimiento.

B. Medición de los costos en bienestar

Los costos en bienestar de la inflación se calculan como el valor de λ que resuelve la siguiente ecuación no lineal:

$$(9) \quad 0 = \frac{1}{1-\beta} \left[a \{ LN(\hat{C}_1^*) - LN(\hat{C}_1^z + \lambda \hat{Y}^z) \} + (1-a) \{ LN(\hat{C}_2^*) - LN(\hat{C}_2^z + \lambda \hat{Y}^z) \} \right] \\ + \frac{B}{1-\beta} [LN(L^*) - LN(L^z)] + \frac{\beta}{(1-\beta)^2} [LN(\gamma^*) - LN(\gamma^z)]$$

donde \hat{Y}^z representa el nivel de producto del estado estacionario. $\lambda \hat{Y}^z$ se interpreta como el incremento requerido en el consumo para que el bienestar del agente representativo sea el mismo tanto bajo la política monetaria "z" como bajo la política de óptima deflación de Friedman (1969). Las asignaciones en el estado estacionario bajo el primer régimen se distinguen por el superíndice "z" mientras que aquellas bajo la política óptima $\bar{\mu} = \beta$ por el superíndice "*". Estas últimas asignaciones no son óptimas en el sentido de Pareto. Para facilitar la comparación entre los resultados de los distintos modelos y con otros resultados en la literatura, el incremento requerido en el consumo se expresa como porcentaje del producto de estado estacionario, como λ .

Nótese que la ecuación (9) simplemente iguala a cero la diferencia entre las utilidades de toda la vida en el estado estacionario, obtenida por la familia representativa bajo la regla monetaria de Friedman y bajo una economía donde la condición de liquidez es restrictiva y en donde la familia representativa es compensada con regalo en términos de más consumo ($\lambda \hat{Y}^z$). La suma infinita incluida en el cálculo de la utilidad de toda la vida converge cuando los argumentos de la función de utilidad se expresan en forma estacionaria; es decir, cuando existe el estado estacionario. La transformación de variables requerida para alcanzar una representación estacionaria da lugar al término en el lado derecho de la ecuación (9) que incluye la tasa de crecimiento de la economía.

Con la ayuda de la ecuación (9) es posible expresar el costo en bienestar de la inflación como la suma aproximada de tres fuerzas: el efecto consumo, el efecto ocio y el efecto tasa de crecimiento de la economía. El efecto consumo, por

ejemplo, se calcula como el valor de λ que resuelve la ecuación no lineal (9) cuando el segundo y tercer términos en paréntesis en el lado derecho de la ecuación (9) se igualan a cero. En consecuencia, el efecto consumo corresponde al incremento requerido en el consumo para compensar al agente representativo únicamente por el efecto distorsionante en el consumo de ejecutar la política monetaria "z" en lugar de la política $\bar{\mu} = \beta$. Nótese que la descomposición de los costos en bienestar es menos exacta cuando el estado estacionario del régimen alternativo se ubica lejos del estado estacionario del régimen base bajo la política óptima.

Cuadro 1
Valores calibrados de los parámetros

Parámetro	Modelo con crecimiento exógeno	Modelo de crecimiento AK	Modelo con crecimiento a través de la acumulación de capital humano
Preferencias			
β	0.99753	0.99371	0.99371
α	0.70936	0.54248	0.68040
B	1.94166	-	1.67985
Tecnología			
θ	0.3715	ídem	ídem
α	-	-	0.27314
A	-	0.03748	-
s	-	-	0.01830
Tasas de depreciación			
δ^m	0.01844	ídem	ídem
δ^h	-	-	0.01844
δ	-	-	0.00082
Tasas de tributación			
τ_K	0.475	ídem	ídem
τ_H	0.28	-	0.28
Tasas brutas de crecimiento			
γ	1.0035	ídem	ídem
-	1.01	ídem	ídem
μ			

C. Efectos de la inflación

En esta sección se evalúan los efectos de la inflación en el bienestar y la tasa de crecimiento en el estado estacionario, en el largo plazo. Los costos en bienestar, su descomposición en tres efectos, y la tasa de crecimiento de largo plazo de la producción bajo distintas tasas de crecimiento de la oferta de dinero se presentan en el cuadro 2. El panel A muestra los resultados para el caso del modelo con crecimiento dado exógenamente. Los costos en bienestar son una función creciente de la tasa de inflación, como era de esperarse. El patrón de comparación en la literatura es la pérdida en bienestar que surge de una tasa de inflación del 10%. Una tasa de inflación del 10% en el modelo de crecimiento exógeno con tributación monetaria tiene un costo en bienestar igual al 0.51% del PNB. Este número no es muy distinto de los obtenidos en otros trabajos. En modelos comparables Cooley y Hansen (1989) encontraron un costo de 0.38% y Cooley y Hansen (1991), en una economía con impuestos sobre el ingreso laboral y el de capital, estimaron la pérdida en 0.57% del PNB. Por otra parte, dentro de un enfoque de equilibrio parcial y suponiendo que el dinero es superneutral, Fisher (1981) midió el área debajo de la curva de la inversa de la función de demanda de dinero para calcular el costo de la inflación en 0.38% del PNB; Lucas (1981) la estimó en 0.70%.

La fuerza más importante en la explicación de este costo surge de la ineficiencia de la sustitución de los bienes que se compran con efectivo y del trabajo en favor de los bienes que se compran a crédito y del ocio para eludir el impuesto inflacionario. El efecto consumo da lugar a un costo de cerca del 1.17% del PNB. En ausencia del efecto crecimiento, el efecto neto de la inflación depende de la interacción entre los efectos consumo y ocio. La sustitución inducida por la inflación en favor del ocio y en contra de la oferta de trabajo y de los bienes que se compran con efectivo da lugar a una ganancia en bienestar del 0.66% del PNB, la cual, parcialmente, contrarresta el efecto distorsionante en los gastos relativos de consumo.

En los resultados presentados en el panel B se permite que la inflación tenga efectos en el crecimiento pero no en las decisiones de oferta de trabajo. El modelo *AK* sistemáticamente exhibe mayores costos en bienestar que el modelo con crecimiento exógeno. Esto sugiere que una vez que se dé lugar a un efecto crecimiento, la magnitud de los costos de la inflación tienden a volverse más importantes. En este modelo, una inflación de largo plazo del 10% genera una pérdida del 0.63% del ingreso. Vale la pena notar que, en contraposición con el modelo anterior, el efecto consumo produce un beneficio del 0.42% mientras

Cuadro 2
Costos en bienestar de tasas de crecimiento alternativas del dinero en el
estado estacionario
 (% del PNB)

	Costo en bienestar	Contribución a los costos en bienestar				Tasa anual crecimiento PNB per cápita (%)
		Efecto consumo	Efecto ocio	Efecto crecimiento	Resto	
A. MODELO CON CRECIMIENTO EXOGENO						
Regla monetaria óptima	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40
Crecimiento promedio	0.20	0.46	-0.26	0.00	0.00	1.40
Tasa anual de inflación						
5%	0.30	0.69	-0.39	0.00	0.00	1.40
10%	0.51	1.17	-0.66	0.00	0.00	1.40
15%	0.73	1.67	-0.92	0.00	-0.02	1.40
20%	0.96	2.18	-1.19	0.00	-0.03	1.40
30%	1.45	3.23	-1.73	0.00	-0.05	1.40
40%	1.97	4.33	-2.27	0.00	-0.09	1.40
50%	2.53	5.49	-2.83	0.00	-0.13	1.40
100%	5.98	12.17	-5.75	0.00	-0.44	1.40
B. MODELO AK DE CRECIMIENTO						
Regla monetaria óptima	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46
Crecimiento promedio	0.29	-0.20	0.00	0.48	0.01	1.40
Tasa anual de inflación						
5%	0.39	-0.27	0.00	0.66	0.00	1.38
10%	0.63	-0.42	0.00	1.04	0.01	1.33
15%	0.86	-0.56	0.00	1.43	-0.01	1.29
20%	1.11	-0.71	0.00	1.82	0.00	1.24
30%	1.63	-1.00	0.00	2.62	0.01	1.15
40%	2.18	-1.29	0.00	3.46	0.01	1.06
50%	2.76	-1.58	0.00	4.32	0.02	0.97
100%	6.19	-2.96	0.00	9.14	0.01	0.52
C. MODELO DE CRECIMIENTO ENDOGENO CON ACUMULACION DE CAPITAL HUMANO						
Regla monetaria óptima	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
Crecimiento promedio	0.70	0.05	-0.78	1.46	-0.03	1.40
Tasa anual de inflación						
5%	0.96	0.08	-1.06	2.01	-0.07	1.36
10%	1.52	0.12	-1.63	3.18	-0.15	1.29
15%	2.11	0.17	-2.18	4.40	-0.28	1.22
20%	2.72	0.22	-2.73	5.67	-0.44	1.14
30%	4.01	0.34	-3.77	8.35	-0.91	1.00
40%	5.38	0.46	-4.78	11.21	-1.51	0.85
50%	6.85	0.60	-5.74	14.28	-2.29	0.71
100%	15.54	1.41	-9.98	32.79	-8.68	0.03

que las pérdidas netas se explican por el efecto de la inflación en la tasa de crecimiento de la economía (1.04% del PNB). Bajo la regla monetaria óptima, la tasa de largo plazo de crecimiento del PNB *per cápita* es de 1.46% anual, mientras que ésta disminuye a 1.33% cuando la tasa de inflación es del 10%.

El panel C reporta los resultados del modelo de crecimiento endógeno a través de la acumulación de capital humano. En este modelo, la inflación puede afectar el bienestar y el crecimiento a lo largo de las tres dimensiones citadas anteriormente. La pérdida en bienestar de una inflación del 10% es grande -relativa a la evidencia existente-; cercana al 1.52% del PNB. El efecto consumo no contribuye de manera cuantitativamente importante a este resultado; éste se explica por el efecto de la inflación en la tasa de crecimiento de la economía, efecto que explica una pérdida de 3.18%. Esta es parcialmente compensada por una ganancia de 1.63% proveniente del efecto-ocio.

El costo de la inflación es ahora 50 veces más grande que el estimado en un modelo comparable. En un modelo con acumulación de capital humano y una restricción de liquidez estándar, Gomme (1993) estimó el costo en bienestar de una tasa de inflación de 8.5% en menos de 0.03% del ingreso; esta pequeña pérdida es explicada en su modelo por una importante ganancia originada en el efecto-ocio. Cuando se introduce la tributación monetaria, los costos en bienestar se incrementan sustancialmente y la fuerza explicativa de los resultados cambia dependiendo del efecto crecimiento y no tanto de la decisión trabajo-ocio.

Una conclusión interesante del trabajo de Gomme (1993) es que pone en duda la idea de que los costos en bienestar de la inflación son mayores si las políticas públicas pueden afectar la tasa de crecimiento de la economía. El autor encontró que los costos en bienestar de la inflación son menores en un modelo con crecimiento endógeno que en uno con crecimiento dado exógenamente. El argumenta que esta conclusión no sólo es robusta a cambios en los parámetros sino a cambios en la especificación de la restricción de liquidez (p. 71). Por el contrario, este trabajo encuentra que modificando la forma de la restricción de liquidez, para incorporar tributación monetaria, los costos en bienestar de la inflación en un modelo con crecimiento endógeno dejan de ser más pequeños que en su contraparte con crecimiento exógeno.

IV. UN MODELO DE CICLO ECONOMICO REAL CON TRIBUTACION MONETARIA

La importancia de la tributación monetaria como un canal a través del cual la inflación puede tener efectos en el crecimiento y el bienestar sería de poca relevancia práctica si el modelo pierde su habilidad para replicar la volatilidad y los co-movimientos entre las variables reales y monetarias que caracterizan las propiedades básicas del ciclo económico en los Estados Unidos. En esta sección se formula un modelo de ciclo económico real con dinero e impuestos distorsionantes y con tributación monetaria. Luego, el modelo es calibrado y resuelto numéricamente para evaluar si los segundos momentos generados por esta economía artificial encuadran con los momentos correspondientes de la economía norteamericana.

A. Especificación estocástica del modelo

De ahora en adelante nos centraremos en el modelo con crecimiento exógeno descrito en la sección II-A. Para completar la descripción sólo falta especificar los procesos estocásticos. Los agentes enfrentan dos fuentes independientes de incertidumbre: la productividad y el crecimiento monetario futuros. La función de producción debe reescribirse como: $F(\lambda_t^m, K_t^m, H_t, N_t^m) = \lambda_t^m [K_t^m]^\theta [H_t N_t^m]^{1-\theta}$ donde λ_t^m , abusando de la notación, representa el choque de productividad el cual es observado al comienzo del período t y se supone que sigue un proceso de Markov de primer orden,

$$(10) \quad LN(\lambda_{t+1}^m) = \rho^m LN(\lambda_t^m) + \varepsilon_{t+1}^m$$

$0 \leq \rho^m \leq 1$, donde ε_{t+1}^m es una variable aleatoria distribuida normal e independientemente con media cero y varianza $\sigma_{\varepsilon^m}^2$.

Por otra parte, la ley de movimiento de la cantidad de dinero en circulación está dada por $M_{t+1} = \mu_t M_t = M_t + T_t$ y la tasa bruta de crecimiento monetario, μ_t , se supone que sigue un proceso autorregresivo de primer orden,

$$(11) \quad LN(\mu_{t+1}) = (1 - \eta) LN(\bar{\mu}) + \eta LN(\mu_t) + \omega_{t+1}$$

$0 \leq \eta \leq 1$, y ω_t es ruido blanco con media cero y varianza constante σ_{ω}^2 .

Finalmente, las preferencias son redefinidas sobre secuencias estocásticas de consumo y ocio escogidas con el propósito de maximizar el valor esperado descontado de las utilidades instantáneas,

$$(12) \quad \text{Max } E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_{1t}, c_{2t}, l_t) \right\}$$

donde E_0 es el operador de expectativas condicionales en la información disponible en el período 0, y la función de utilidad $U(\dots)$ se especifica como en (5). El modelo se transforma en una representación estacionaria como se indicó anteriormente (véase sección II-A).

El equilibrio estocástico del problema descrito no puede ser computado analíticamente. Existen varias técnicas para encontrar una solución numérica. El algoritmo empleado en esta y en la próxima sección es una variante del método sugerido por Kydland y Prescott (1982) y Cooley y Hansen (1989) el cual hace uso de la noción de equilibrio recursivo desarrollada por Prescott y Mehra (1980). La información relevante para la toma de decisiones de las familias está caracterizada por un conjunto de tres elementos de variables agregadas de estado $S = (LN(\lambda^m), LN(\mu), \hat{K}^m)$ y dos variables de estado individuales

(\hat{k}^m, \hat{m}) , donde los subíndices de tiempo se han eliminado, y una prima (') denota el valor de la variable correspondiente en el siguiente período. La familia representativa escoge el vector de variables de decisión $d = (\hat{c}_1, \hat{c}_2, \hat{x}^m, n^m, \hat{k}^m, \hat{m}')$

tomando como dadas las reglas de decisión agregadas para n^m , \hat{x}^m y \hat{k}^m y los precios \hat{p} , w y r como funciones de las variables agregadas de estado S . Las familias también toma como dadas las leyes de movimiento del stock de capital individual, del choque tecnológico y del choque monetario. El problema es un programa dinámico que se puede resumir recursivamente de la siguiente forma:

$$P[4] \quad v(S, \hat{k}^m, \hat{m}) = \text{Max}_d \left\{ U(\hat{c}_1, \hat{c}_2, 1 - n^m) + \beta E \left[v(S', \hat{k}^m', \hat{m}') \right] \right\}$$

Sujeto a:

$$(a) \quad \hat{c}_1 = \frac{\hat{m} + e^{LN(\mu)} - 1}{\hat{p} e^{LN(\mu)}} - \tau_K (r - \delta^m) \hat{k}^m - \tau_H w n^m$$

$$(b) \quad \hat{c}_2 = r(\hat{k}^m + \tau_K \hat{K}^m) - \tau_K \delta^m \hat{K}^m + w(n^m + \tau_H N^m) - \hat{x}^m - \frac{\hat{m}'}{\hat{p}}$$

$$(c) \quad \gamma \hat{k}^{m'} = (1 - \delta^m) \hat{k}^m + \hat{x}^m$$

$$(d) \quad \gamma \hat{K}^{m'} = (1 - \delta^m) \hat{K}^m + \hat{X}^m$$

$$(e) \quad LN(\lambda^{m'}) = \rho^m LN(\lambda^m) + \varepsilon^{m'}$$

$$(f) \quad LN(\mu') = (1 - \eta) LN(\bar{\mu}) + \eta LN(\mu) + \omega'$$

$$\hat{p} = \hat{p}(S), \quad \hat{X}^m = \hat{X}(S), \quad N^m = N^m(S), \quad r = r(S), \quad w = w(S)$$

donde $v(S, \hat{k}^m, \hat{m})$ es la función de valor óptima. La solución del problema produce reglas estacionarias de decisión que especifican las decisiones de los agentes como funciones de las variables de estado, las cuales resumen los efectos de las pasadas decisiones de equilibrio y la nueva información. Esto nos lleva a la siguiente definición:

Definición: Un equilibrio competitivo recursivo para la economía con tributación monetaria consta de un conjunto de reglas de decisión $\hat{c}_1(S, \hat{k}^m, \hat{m})$, $\hat{c}_2(S, \hat{k}^m, \hat{m})$, $n^m(S, \hat{k}^m, \hat{m})$, $\hat{x}^m(S, \hat{k}^m, \hat{m})$, $\hat{k}^{m'}(S, \hat{k}^m, \hat{m})$ y $\hat{m}'(S, \hat{k}^m, \hat{m})$; un conjunto de reglas agregadas de decisión $N^m(S)$, $\hat{X}^m(S)$, $\hat{K}^{m'}(S)$; funciones de precios $\hat{p}(S)$, $r(S)$ y $w(S)$; y una función de valor $v(S, \hat{k}^m, \hat{m})$ tal que:

a) Las funciones v , N^m , \hat{X}^m , $\hat{K}^{m'}$, \hat{p} , w y r satisfacen [P4] y las asignaciones \hat{c}_1 , \hat{c}_2 , n^m , \hat{x}^m , $\hat{k}^{m'}$ y \hat{m}' son las reglas de decisión asociadas.

b) Maximización de ganancias por parte de las firmas.

c) Las decisiones individuales y los resultados agregados son consistentes:

$$N^m(s) = n^m(s, \hat{K}^m, 1), \quad \hat{X}^m(s) = \hat{x}^m(s, \hat{K}^m, 1), \quad 1 = \hat{m}'(s, \hat{K}^m, 1) \quad \text{y} \\ \hat{K}^{m'}(s) = \hat{k}^{m'}(s, \hat{K}^m, 1) \text{ para todo } s.$$

d) La restricción de recursos se satisface.

B. Estado estacionario, calibración y método de solución

La versión determinística de esta economía y el modelo con crecimiento exógeno descrito en la sección II-A tienen el mismo estado estacionario, obviamente empleando los mismos valores para los parámetros incluidos y suponiendo que en ambos modelos la condición de liquidez es restrictiva (es decir, se satisface como igualdad). En estas condiciones, para simular la economía estocástica solo falta asignar valores a los parámetros que gobiernan los procesos de los choques tecnológicos y monetarios. Para el proceso tecnológico se escogen como valores de los parámetros involucrados aquellos normalmente usados en la literatura. La persistencia y el tamaño del choque tecnológico se fijan en $\rho^m = 0.95$ y $\sigma_{\varepsilon^m} = 0.007$. Ambos números son similares a los usados por Prescott (1986) y otros.

Los valores para los parámetros del proceso de crecimiento monetario se estiman ajustando un proceso autorregresivo de primer orden a M1 *per cápita* sobre el período muestral 1959: Q2-1990: Q4. Las estimaciones son $\eta = 0.4508$ y $\sigma_w = 0.009$.

El método de solución consiste en sustituir las restricciones (a), (b) y (c) en la función de retorno para eliminar \hat{c}_1 , \hat{c}_2 y \hat{x}^m . La resultante función de retorno es luego aproximada, alrededor del estado estacionario, por una función cuadrática. En consecuencia, el problema se transforma en un problema estándar de programación lineal-cuadrático en el cual el operador de expectativas se elimina debido a que en este tipo de problemas las reglas de decisión son independientes de la matriz de varianzas y covarianzas de los choques. A continuación, el método de aproximaciones sucesivas desarrollado por Kydland y Prescott (1992) y Cooley y Hansen (1989) se usa hasta que la secuencia de aproximaciones a la función de valor obtenida a partir de la ecuación de Bellman converge a la función de valor óptima. Una vez obtenida la función de valor, es posible computar las reglas agregadas de decisión que satisfacen la noción de equilibrio competitivo recursivo definida anteriormente. Las siguientes reglas de decisión fueron calculadas:

$$\begin{bmatrix} N^m \\ \hat{K}^m \\ \hat{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2672 & 0.1877 & -0.0706 \\ 0.3156 & 1.2592 & 0.0641 \\ 1.6130 & -1.1995 & 0.5111 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ LN(\lambda^m) \\ LN(\mu) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.0020 \\ 0.9760 \\ -0.0286 \end{bmatrix} \hat{K}^m$$

C. Resultados de la simulación

El propósito de esta sección es comparar el comportamiento cíclico de la economía artificial con tributación monetaria con el de la economía americana. La economía artificial es simulada con la ayuda de las reglas de decisión computadas. Los estadísticos reportados en los cuadros 3 y 4 dan información acerca de tres aspectos básicos del comportamiento cíclico agregado que han sido subrayados en la literatura: 1) la volatilidad de las variables relevantes; 2) su correlación con el PNB y 3) el patrón temporal de comportamiento de una variable relativa al del PNB. Para calcular los estadísticos, todas las series se expresaron en logaritmos, excepto variables expresadas como tasas, y luego filtradas con el filtro de Hodrick-Prescott. La muestra de datos trimestrales de Estados Unidos incluye 127 períodos que van desde 1959: Q2 hasta 1990: Q4. Los estadísticos obtenidos a partir de la simulación de la economía artificial corresponden a la media muestral de estadísticos computados en 50 simulaciones cada una de 227 períodos, y en donde los primeros 100 períodos no son tenidos en cuenta en el cálculo de los estadísticos. Las desviaciones estándar muestrales de estos momentos aparecen en paréntesis en las tablas mencionadas.

Los cuadros 3 y 4 muestran que la economía artificial con tributación monetaria no exhibe un desempeño más pobre que otros modelos del ciclo económico real. El modelo replica las características básicas de las fluctuaciones agregadas. El modelo predice que el PNB es más volátil que el consumo y la productividad, que la inversión es más volátil que el PNB, y que el consumo, la inversión y las horas trabajadas son altamente procíclicos y que ni se adelantan ni se atrasan en relación con el ciclo del PNB. Sin embargo, el modelo comparte muchas de las anomalías presentadas por el modelo más sencillo de ciclo económico real, el modelo con trabajo divisible de Hansen (1985): el consumo y las horas trabajadas no son tan volátiles como en los datos de los Estados Unidos y la correlación entre horas trabajadas y productividad (0.82) es muy diferente de lo que muestran los datos, una correlación de cero.

Cuadro 3
Volatilidad de la economía de los E.E.U.U. y de las economías artificiales
 (Desviaciones estándar en porcentaje)

	Datos trimestrales	Economías simuladas con tributación monetaria		
	de los E.E. U.U.	de los E.E. U.U.		
	1959:Q2-1990:Q4	Básica	Liquidez I	Liquidez II
Producto real	1.64	1.34 (0.15)	1.65 (0.13)	1.70 (0.14)
Consumo de no durables	0.86	0.50 (0.06)	1.39 (0.09)	1.46 (0.08)
Inversión		3.96 (0.49)	3.82 (0.51)	4.02 (0.50)
Inversión fija privada	7.72			
Inversión total	6.22			
Horas trabajadas	1.50	0.76 (0.08)	1.76 (0.11)	1.78 (0.10)
Productividad	0.90	0.64 (0.07)	0.86 (0.07)	0.88 (0.08)
Agregados monetarios		1.69 (0.26)	1.77 (0.25)	1.77 (0.27)
M1	1.62			
M2	1.43			
BM	0.82			
Tasa nominal de interés		1.98 (0.12)	3.89 (0.26)	3.87 (0.22)
Tasa fondos federales	1.82			
Tasa bonos del Tesoro	1.39			
Nivel de precios		1.87 (0.26)	1.91 (0.26)	1.91 (0.28)
Defactor implícito del IPC	1.49			
Velocidad ingreso del dinero		0.51 (0.06)	1.43 (0.09)	1.43 (0.08)
Velocidad de M1	2.18			
Velocidad de M2	1.99			
Velocidad de MB	1.59			
Tasa de inflación		1.00 (0.08)	1.00 (0.09)	1.00 (0.08)
Defactor del PNB	1.07			
IPC	0.54			
Tasa de crecimiento del dinero		0.91 (0.06)	0.92 (0.07)	0.91 (0.06)
M1	0.83			
M2	0.70			
BM	0.43			

Notas: Los datos de los Estados Unidos, excepto índices de precios, tasas y velocidades, se han expresado en términos per cápita usando la población civil mayor de 16 años. Las estadísticas asociadas con horas de trabajo y productividad han sido tomadas de Benhabib, et al. (1991); productividad se define como el cociente entre producto y horas trabajadas.

Todas las variables, excepto tasas, se han expresado en logaritmos; y todas han sido filtradas usando el filtro de Hodrick-Prescott. Luego las desviaciones estándar son computadas. Las desviaciones estándar de las economías simuladas corresponden a la media muestral de estadísticos computados en 50 simulaciones de 127 períodos. La desviación estándar de estos momentos se incluye en paréntesis.

Cuadro 4
Correlaciones dinámicas en los datos de los E.E.U.U. y en las economías artificiales
 (Correlaciones cruzadas del producto con algunas variables)

Parte I: variables reales

Variable/ Fuente	J =	Correlación cruzada del producto en $t+J$ y la variable en t						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
PRODUCTO REAL								
Datos E.E.U.U.		0.42	0.65	0.85	1.00	0.85	0.65	0.42
Básico		0.22 (0.12)	0.37 (0.10)	0.66 (0.06)	1.00 (0.00)	0.66 (0.06)	0.37 (0.10)	0.22 (0.12)
Liquidez I		0.16 (0.10)	0.32 (0.09)	0.59 (0.10)	1.00 (0.00)	0.59 (0.10)	0.32 (0.09)	0.16 (0.10)
Liquidez II		0.25 (0.11)	0.40 (0.11)	0.61 (0.08)	1.00 (0.00)	0.61 (0.08)	0.40 (0.10)	0.25 (0.11)
CONSUMO								
Datos E.E.U.U.		0.34	0.53	0.70	0.79	0.78	0.68	0.51
Básico		0.33 (0.13)	0.44 (0.11)	0.57 (0.09)	0.67 (0.06)	0.26 (0.09)	-0.01 (0.11)	-0.12 (0.10)
Liquidez I		0.01 (0.09)	0.02 (0.08)	0.21 (0.09)	0.72 (0.04)	0.18 (0.08)	0.02 (0.07)	-0.03 (0.09)
Liquidez II		0.12 (0.10)	0.25 (0.09)	0.38 (0.09)	0.81 (0.04)	0.28 (0.08)	0.12 (0.08)	0.05 (0.08)
INVERSION PRIVADA								
Datos E.E.U.U.		0.27	0.51	0.74	0.90	0.77	0.60	0.42
Básico		0.16 (0.12)	0.31 (0.10)	0.61 (0.06)	0.98 (0.01)	0.70 (0.07)	0.43 (0.11)	0.28 (0.13)
Liquidez I		0.22 (0.10)	0.42 (0.09)	0.66 (0.08)	0.86 (0.04)	0.68 (0.09)	0.42 (0.10)	0.24 (0.11)
Liquidez II		0.30 (0.10)	0.41 (0.09)	0.62 (0.08)	0.89 (0.04)	0.71 (0.08)	0.51 (0.11)	0.34 (0.11)
HORAS DE TRABAJO								
Datos E.E.U.U.		0.30	0.53	0.74	0.86	0.82	0.69	0.52
Básico		0.14 (0.12)	0.31 (0.10)	0.61 (0.07)	0.96 (0.01)	0.61 (0.07)	0.32 (0.10)	0.20 (0.11)
Liquidez I		-0.04 (0.08)	0.04 (0.08)	0.30 (0.09)	0.84 (0.02)	0.33 (0.09)	0.15 (0.08)	0.08 (0.09)
Liquidez II		0.10 (0.10)	0.26 (0.09)	0.43 (0.08)	0.89 (0.02)	0.40 (0.08)	0.24 (0.09)	0.16 (0.10)

(continúa en la página siguiente)

Cuadro 4 (Continuación)

Parte II: variables nominales

Variable/Fuente J=	Correlación cruzada del producto en t+J y la variable en t						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
NIVEL DE PRECIOS							
Datos Deflactor	-0.14	-0.26	-0.28	-0.36	-0.46	-0.54	-0.50
IPC	0.01	-0.17	-0.34	-0.51	-0.66	-0.75	-0.76
Básico	-0.25	-0.29	-0.39	-0.51	-0.41	-0.38	-0.42
Liquidez I	-0.08	-0.12	-0.27	-0.49	-0.44	-0.25	-0.12
Liquidez II	0.09	-0.04	-0.29	-0.62	-0.62	-0.51	-0.40
AGREGADOS MONETARIOS							
Datos M1	0.09	0.14	0.21	0.32	0.35	0.36	0.27
M2	-0.21	-0.01	0.20	0.42	0.58	0.68	0.67
BM	0.25	0.31	0.34	0.37	0.34	0.28	0.18
Básico	-0.16	-0.12	-0.08	-0.05	-0.14	-0.28	-0.40
Liquidez I	0.13	0.19	0.09	-0.09	-0.06	-0.01	0.00
Liquidez II	0.29	0.16	-0.04	-0.31	-0.34	-0.31	-0.29
VELOCIDAD INGRESO							
Datos M1	0.18	0.25	0.34	0.33	0.14	-0.05	-0.15
M2	0.41	0.39	0.40	0.32	0.02	-0.26	-0.42
BM	0.21	0.34	0.51	0.59	0.38	0.15	-0.02
Básico	0.16	0.28	0.56	0.89	0.68	0.45	0.31
Liquidez I	-0.06	0.04	0.31	0.79	0.27	0.11	0.05
Liquidez II	0.12	0.29	0.46	0.85	0.33	0.18	0.11
TASA DE INTERES NOMINAL							
Datos fondos federales	0.48	0.48	0.45	0.37	0.13	-0.19	-0.39
Bonos tesoro	0.41	0.42	0.39	0.36	0.15	-0.14	-0.33
Básico	0.01	0.00	0.07	0.12	0.04	0.11	0.14
Liquidez I	-0.07	0.03	0.25	0.47	-0.29	-0.15	-0.06
Liquidez II	0.12	0.24	0.32	0.49	-0.26	-0.13	-0.09
TASA DE INFLACION							
Datos Deflactor	0.12	0.02	0.09	0.12	0.09	-0.03	0.00
IPC	0.51	0.45	0.45	0.39	0.24	0.03	-0.11
Básico	0.08	0.18	0.23	-0.20	-0.05	0.09	-0.03
Liquidez I	0.08	0.28	0.43	-0.08	-0.35	-0.24	-0.60
Liquidez II	0.27	0.46	0.60	-0.02	-0.21	-0.22	-0.18
TASA DE CRECIMIENTO MONETARIO							
Datos M1	-0.09	-0.11	-0.17	-0.08	-0.02	0.15	0.16
M2	-0.37	-0.40	-0.43	-0.35	-0.21	-0.01	0.11
BM	-0.10	-0.08	-0.07	0.00	0.10	0.14	0.17
Básico	-0.07	-0.07	-0.05	0.16	0.23	0.21	-0.02
Liquidez I	-0.09	0.17	0.40	-0.05	-0.08	-0.02	0.04
Liquidez II	0.29	0.42	0.53	0.02	-0.06	-0.07	-0.08

Las correlaciones dinámicas en los datos de los Estados Unidos para horas trabajadas son tomadas de Cooley y Hansen (1994). Desviaciones estándar muestrales están en paréntesis. Desviaciones estándar no reportadas se encuentran en Suescún (1995).

Ahora centrémonos en las propiedades nominales del ciclo cuya explicación por parte de la literatura del ciclo económico real ha sido mucho menos exitosa. En esta área la economía artificial muestra resultados buenos y malos. El modelo captura el comportamiento contracíclico de los precios y el procíclico de la tasa de interés nominal y de la velocidad ingreso del dinero así como la volatilidad de los precios, de la tasa de inflación y de la tasa de interés nominal. El modelo no es bueno para capturar el movimiento relativo a lo largo del ciclo entre el PNB y las variables nominales (precios, agregados monetarios, velocidad ingreso, tasa nominal de interés, tasa de inflación y tasa de crecimiento de los saldos monetarios). Además, el modelo predice equivocadamente una correlación contemporánea negativa entre el producto y la inflación y subestima la volatilidad de la velocidad ingreso del dinero.

En resumen, la incorporación de tributación monetaria en modelos del ciclo económico real no genera grandes cambios en el comportamiento cíclico de las variables reales en relación con los pronósticos del modelo básico con trabajo divisible. La tributación monetaria en sí misma no tiene consecuencias importantes a las frecuencias de ciclos económicos. En la próxima sección se explora una vía alternativa a través de la cual la tributación monetaria afecta el comportamiento cíclico de la economía.

V. EFECTO LIQUIDEZ EN UNA ECONOMIA CON TRIBUTACION MONETARIA

La literatura del ciclo económico real ha dedicado numerosos trabajos al tratar de encontrar una solución a los problemas observados en los modelos básicos del ciclo económico real para explicar dos regularidades del mercado de trabajo en Estados Unidos⁷: el hecho de que las horas trabajadas son mucho más volátiles que la productividad y de que estas variables no varían contemporáneamente en forma sistemática: la correlación de estas dos variables en los datos es cercana a cero.

Todos los refinamientos que han sido introducidos con el propósito de mejorar las predicciones del modelo pueden ser consideradas como explicaciones "no

⁷ Véase Hansen y Wright (1992).

monetarias”⁸. En términos generales, estas variantes operan a través de la curva de oferta de trabajo; cambios en la oferta de trabajo disminuyen la fuerte correlación positiva entre horas trabajadas y productividad que surge del desplazamiento de la curva de demanda de trabajo a lo largo de una curva de oferta estable en respuesta a choques tecnológicos. En esta sección se propone una solución alternativa a los problemas de los pronósticos de los modelos básicos del ciclo económico real. A diferencia de la literatura existente, esta alternativa puede ser considerada como “monetaria”. En esta sección se muestra que las mencionadas anomalías en el mercado de trabajo no están presentes en un modelo del ciclo económico real con tributación monetaria cuando un efecto liquidez es incluido. El efecto liquidez se refiere a la respuesta de la tasa de interés nominal ante un choque inesperado en la tasa de crecimiento del dinero; este tipo de modelo racionaliza la idea, ampliamente aceptada, de que la tasa nominal de interés puede caer temporalmente en respuesta a un choque en la tasa de crecimiento del dinero. A semejanza de otras soluciones propuestas ésta opera a través de cambios en la curva de oferta de trabajo. En presencia de un efecto liquidez, inyecciones monetarias afectan temporalmente la tasa de interés real, la cual desencadena efectos intertemporales de sustitución en las decisiones de oferta de trabajo.

A. Secuencia de los eventos y el modelo

El comportamiento de las familias en el modelo analizado hasta el momento (el modelo de ciclos económicos con crecimiento exógeno de las secciones II-A y IV) se modifica ahora ligeramente para introducir familias con varios miembros de acuerdo con la formulación dada en Lucas (1990)⁹. Supongamos que cada familia está constituida por tres miembros: un consumidor, un banquero y un pagador de impuestos. Durante un período típico, los distintos miembros de la familia usan efectivo para transar en mercados separados y, por lo tanto,

⁸ Por ejemplo, Kydland y Prescott (1982) especificaron preferencias no separables en ocio; Hansen (1985) supuso que el trabajo era indivisible; Benhabib, et al. (1991) incorporaron un sector productivo familiar; Christiano y Eichenbaum (1992a) incluyeron choques reales de gasto público; Bencivenga (1992) usó choques estocásticos en las preferencias; Ambler y Paquet (1994) emplearon choques en la tasa de depreciación y Braun (1994) usó choques a las tasas de tributación.

⁹ Este tipo de modelos han sido usados por otros en la literatura sobre efectos liquidez. Véase Fuerst (1992), Christiano (1991) y Christiano y Eichenbaum (1992b). Christiano (1991) presenta las implicaciones cíclicas de sus modelos con efecto liquidez (el modelo Fuerst-Lucas y el modelo con ajuste lento de capital). Los pronósticos de estos modelos no son superiores a los arrojados por el modelo básico con restricción de liquidez.

enfrentan distintas oportunidades de comercio, y luego se reagrupan para compartir información, activos (riqueza familiar) y bienes (consumo de la familia). La secuencia de eventos es muy importante en esta organización. A diferencia de Lucas (1990), la secuencia de eventos se parece más a la diseñada por Svensson (1985). El flujo de eventos dentro de un período puede resumirse así: *el estado (los choques) de la economía es anunciado - el mercado de bienes que se compran con efectivo abre y cierra - se pagan impuestos - los mercados de factores, activos y bienes que se compran a crédito abren y cierran.*

Ahora en detalle. En un período típico cada familia comienza el período, digamos período t , con tenencias de riqueza en la forma de capital físico k_t^m , capital humano h_t , y saldos nominales de dinero m_t , todos acumulados hasta y traídos desde el período anterior. Al comienzo del período t los miembros de la familia se separan. Los saldos monetarios totales se distribuyen entre el comprador ($m_t - q_t \geq 0$) y el banquero ($q_t \geq 0$), quien debe pagar intereses sobre el depósito de la familia. Esta decisión de portafolio se hace bajo información incompleta en el sentido de que el choque monetario del período todavía no ha sido anunciado¹⁰. Posteriormente, el choque monetario es anunciado. El mercado para los bienes transados en efectivo abre y el comprador transa obedeciendo la siguiente restricción de liquidez:

$$(13) \quad p_t c_{1t} \leq m_t - q_t$$

En el entretanto, el banco recibe una transferencia monetaria T_t y el pagador de impuestos pide prestado en el banco el efectivo requerido para pagar impuestos. El equilibrio en el mercado de préstamos requiere:

$$(14) \quad q_t + T_t = \tau_K p_t (r_t - \delta^m) k_t^m + \tau_H p_t w_t n_t^m h_t$$

Finalmente, se reúne la familia y se llevan a cabo las decisiones, transacciones y pagos restantes. Las decisiones de trabajo, inversión y tenencias de dinero también se materializan como las compras de bienes a crédito y devolución de impuestos. Se remuneran los servicios del capital y del trabajo. La familia asume la deuda del pagador de impuestos con el banco y esta, a su vez, los pagos por

¹⁰ Para facilitar el experimento, se supone que en ese momento se conoce el choque tecnológico del período. Nótese que numerosas variantes pueden surgir a partir de distintas especificaciones para los flujos de eventos dentro de un período.

intereses y dividendos del banco. Esta operaciones se resumen en la restricción presupuestal (b) del problema [P1]¹¹.

El problema se transforma de manera usual en uno estacionario. Sea $\hat{q}_t = \frac{q_t}{M_t}$. El problema de la familia representativa satisface la siguiente ecuación de Bellman:

$$[P5] \quad v(S, \hat{k}^m, \hat{m}) = \text{Max}_d E_d \left\{ \text{Max}_{\hat{q}} E_{\hat{q}} \left\{ U(\hat{c}_1, \hat{c}_2, 1 - n^m) + \beta v(S', \hat{k}^{m'}, \hat{m}') \right\} \right\}$$

Sujeto a:

$$(a) \quad \hat{c}_1 = \frac{\hat{m} - \hat{q}}{\hat{p} e^{LN(\mu)}}$$

$$(b) \quad \frac{\hat{q} + e^{LN(\mu)} - 1}{\hat{p} e^{LN(\mu)}} = \tau_K (r - \delta^m) \hat{k}^m + \tau_H w n^m$$

$$(c) \quad \hat{c}_2 = r(\hat{k}^m + \tau_K \hat{K}^m) - \tau_K \delta^m \hat{K}^m + w(n^m + \tau_H N^m) - \hat{x}^m - \frac{\hat{m}'}{\hat{p}}$$

$$(d) \quad \gamma \hat{k}^{m'} = (1 - \delta^m) \hat{k}^m + \hat{x}^m$$

$$(e) \quad \gamma \hat{K}^{m'} = (1 - \delta^m) \hat{K}^m + \hat{X}^m$$

$$(f) \quad LN(\lambda^{m'}) = \rho^m LN(\lambda^m) + \varepsilon^{m'}$$

$$(g) \quad LN(\mu') = (1 - \eta) LN(\bar{\mu}) + \eta LN(\mu) + \omega'$$

$$\hat{p} = \hat{p}(S), \quad \hat{X}^m = \hat{X}(S), \quad N^m = N^m(S), \quad r = r(S), \quad w = w(S)$$

¹¹ Dados los supuestos sobre la secuencia de los eventos, es posible que las restricciones de liquidez no se satisfagan como igualdades (ecuaciones (13) y (14)). Las simulaciones solo se ocupan de este caso, para lo cual fue necesario verificar la validez de este supuesto.

donde el estado s se define como antes, y $E_{\hat{q}}$ y E_d son los operadores de expectativas condicionales a la información disponible en el momento de hacer las decisiones de cuánto dinero depositar en el banco, \hat{q} , y las decisiones restantes d , $d = (\hat{c}_1, \hat{c}_2, n^m, \hat{x}^m, \hat{k}^m, \hat{m}')$, respectivamente. La definición de equilibrio competitivo recursivo para esta economía es simplemente una generalización obvia de aquella dada para la economía sin efecto liquidez.

B. Calibración y método de solución

Nótese que la especificación del modelo con efecto liquidez no incluye nuevos parámetros. Además, es posible mostrar, suponiendo que las restricciones de liquidez se satisfacen con igualdad, que las economías con efecto liquidez y sin éste tienen el mismo estado estacionario determinístico.

Para simular la economía numéricamente se introduce una simple variante a la metodología usada en la sección previa. La restricción (b) puede interpretarse como una expresión que define n^m y cuya versión agregada da una expresión para N^m . Después de sustituir las restricciones (a), (b) y (c) en la función de retorno y luego de obtener una aproximación cuadrática de la función resultante se termina con un problema estándar lineal-cuadrático. Las siguientes son las reglas lineales óptimas de decisión computadas:

$$\begin{bmatrix} \hat{Q} \\ \hat{K}^m \\ \hat{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4222 & 0.3867 & -0.6382 \\ 0.3139 & 1.2611 & 0.0641 \\ 1.6126 & -1.1991 & 0.5111 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \text{LN}(\lambda^m) \\ \text{LN}(\mu) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.0077 \\ 0.9761 \\ -0.0286 \end{bmatrix} \hat{K}^m$$

La regla de decisión para la fracción de equilibrio de las tenencias de dinero prestadas al banco, \hat{Q} , depende del estado agregado del período corriente S , $S = (\text{LN}(\lambda^m), \text{LN}(\mu), \hat{K}^m)$; ya que esta decisión de portafolio se supone que se hace sin observar el choque monetario del período corriente; la regla de decisión apropiada es simplemente la expectativa condicional de esa regla donde el conjunto de información condicionante es $S \setminus \omega$.

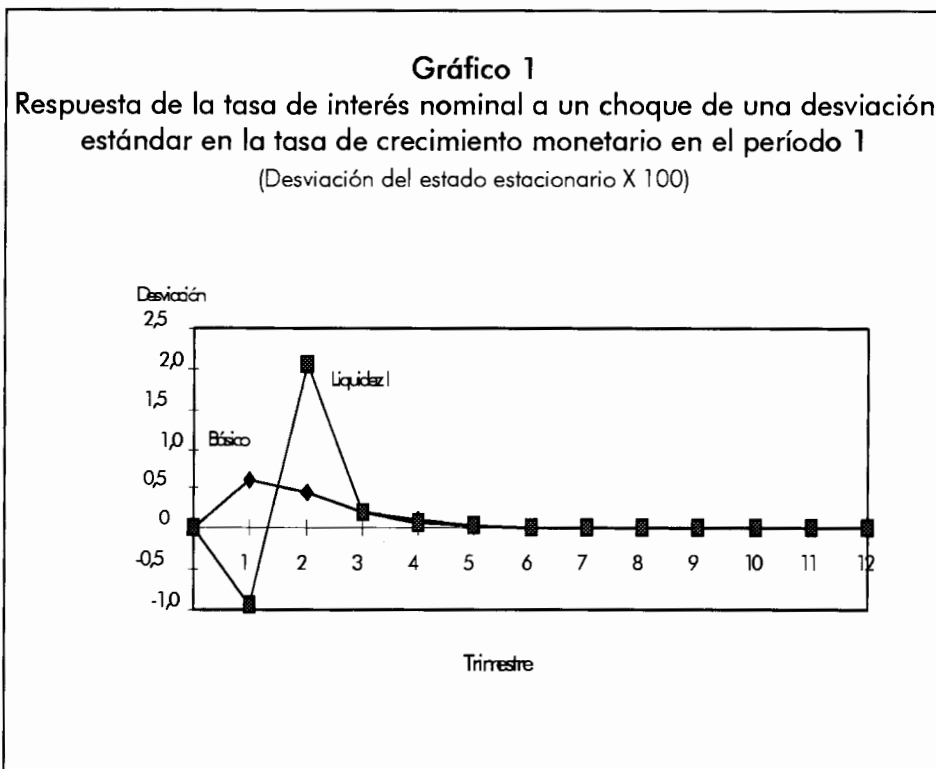
C. Resultados

Los resultados de la simulación de la economía artificial con efecto liquidez aparecen en los cuadros 3 y 4 bajo el título "Liquidez I", los cuales corresponden al modelo donde únicamente la decisión de portafolio es hecha en condiciones de información incompleta, es decir, antes de que el choque monetario sea revelado. Antes de evaluar las propiedades cíclicas de la economía nos centraremos en el estudio del efecto liquidez de un choque monetario inesperado.

El modelo básico de ciclo económico con tributación monetaria (modelo presentado en la sección IV) es incapaz de generar un efecto liquidez dominante. El gráfico 1 ilustra la respuesta de la tasa de interés nominal trimestral a un choque monetario de una desviación estándar. El efecto de primer orden de un choque a la tasa de crecimiento del dinero es incrementar la tasa de interés nominal a través del mecanismo de inflación esperada aunque, es importante subrayar, la condición de Fisher no se satisface exactamente en este contexto; después del choque inicial, la tasa de interés nominal permanece por encima de su nivel de estado estacionario siempre y cuando la tasa de crecimiento del dinero permanezca por encima de su tasa de estado estacionario. El gráfico 1 también muestra la respuesta de la tasa nominal de interés en el modelo con efecto liquidez (Liquidez I). Nótese que después del tercer período ambas respuestas son casi idénticas; toda la acción ocurre en los primeros dos trimestres que siguen al choque. El modelo "Liquidez I" racionaliza la idea de acuerdo con la cual un incremento inesperado en la cantidad de dinero lleva a que la tasa de interés nominal disminuya. En el período del choque, un efecto liquidez de corta vida domina el efecto de inflación esperada pero pronto desaparece. En el siguiente período la tasa de interés se recupera y su comportamiento pasa a ser dominado, de ahí en adelante, por el efecto inflación esperada.

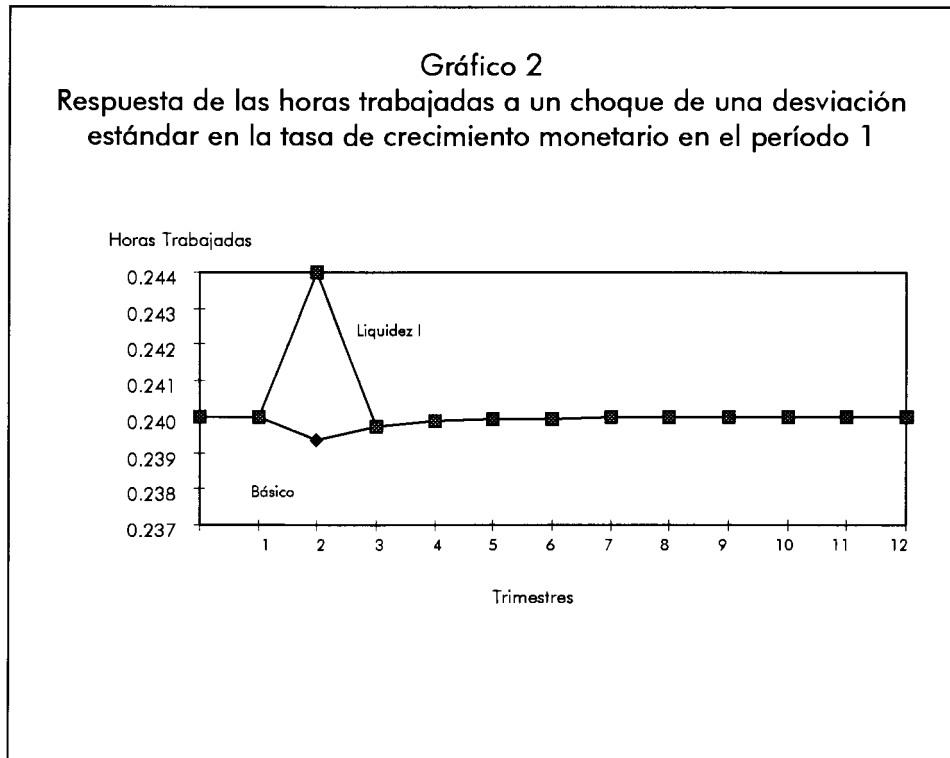
Es interesante estudiar la respuesta de la oferta de horas de trabajo al mismo tipo de choque. En el modelo básico (descrito en la sección IV), el gráfico 2 muestra cómo un período después del choque el nivel de oferta de trabajo cae en relación con su nivel de estado estacionario. En este modelo el choque monetario mueve temporalmente hacia la izquierda la curva de oferta de trabajo en razón de dos fuerzas. La primera, se origina en la caída de la tasa de interés real, a pesar de que la tasa nominal esté aumentando, lo cual induce un

efecto de sustitución intertemporal que reduce la oferta corriente de trabajo. La segunda, se origina en el hecho de que parte del salario corriente se usa para adquirir saldos monetarios para ser llevados al período siguiente, por lo cual una mayor inflación reduce el salario real corriente, lo que, a su vez, contrae la oferta de trabajo. Sin embargo, el desplazamiento de la curva de oferta de trabajo en el modelo básico no es lo suficientemente grande como para reducir la correlación positiva entre horas trabajadas y productividad media, como se mostró en la sección IV.



La función de impulso-respuesta de la oferta de trabajo en el modelo "Liquidez I" muestra un salto en el período inmediatamente siguiente al choque, salto asociado con el incremento de las tasas real y nominal de interés después de que el efecto liquidez desaparece. Cuando las tasas de interés se recuperan, el nivel de oferta de trabajo se incrementa en respuesta a un efecto de sustitución intertemporal. En consecuencia, el modelo con efecto liquidez puede

potencialmente resolver las anomalías del mercado de trabajo. ¿Pero es este desplazamiento de la curva de oferta de trabajo lo suficientemente importante y los resultados cíclicos del modelo consistentes con los datos de los Estados Unidos.?



Los cuadros 3 y 4 muestran que el modelo es muy exitoso en la predicción de las propiedades cíclicas de las variables reales de la economía americana. La volatilidad del producto predicha por el modelo es muy parecida a la observada en el PNB. La volatilidad del consumo se incrementa pero tiende a sobreestimar la encontrada en los datos de los Estados Unidos. Pero más importante aún, las anomalías del mercado de trabajo no están presentes. Las horas trabajadas fluctúan considerablemente más que la productividad. El modelo predice un cociente entre sus desviaciones estándar de 2, mientras que en los datos es de 1.66. Sin embargo, el primero de los números está dentro del rango 1.37-2.15 de posibles valores para este cociente calculado por Hansen y Wright (1992)

utilizando series diferentes y distintos períodos muestrales. El modelo captura la volatilidad absoluta de la productividad media y tiende a sobreestimar ligeramente la volatilidad de las horas trabajadas. Por otro lado, Hansen y Wright (1992) argumentan que la correlación entre horas de trabajo y productividad puede fluctuar entre -0.35 y 0.10. El modelo con efecto liquidez predice que tal correlación es -0.157 (0.11).

Los cuadros 3 y 4 también reportan los resultados de un experimento en el cual las decisiones de portafolio y de inversión en capital físico son hechas antes que el choque monetario sea revelado. En este caso, la regla de decisión apropiada para el stock de capital del siguiente período (la segunda regla lineal) es simplemente la expectativa condicional de la regla donde el conjunto condicionante de información es $S_{1\omega}$. Los resultados de la simulación de esta economía, "Liquidez II", no son cualitativamente muy diferentes de los obtenidos con el modelo "Liquidez I".

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se argumenta y empíricamente se demuestra con métodos numéricos que cuando se incorpora el hecho de que el dinero es el medio de pago de los impuestos, el dinero tiene mayores efectos en el crecimiento y el bienestar de los que hasta ahora se han encontrado en la literatura monetaria. Con base en tres modelos económicos que exhiben crecimiento en el estado estacionario, la evidencia encontrada parece contradecir la conclusión aceptada de que los costos de la inflación son más pequeños en modelos con crecimiento endógeno que en los de crecimiento dado exógenamente (Gomme, 1993).

A frecuencias cíclicas, la introducción de tributación monetaria no deteriora la habilidad del modelo para replicar los aspectos más importantes de las fluctuaciones agregadas en los Estados Unidos, pero el modelo presenta el mismo tipo de anomalías registradas por el modelo más sencillo de ciclos económicos, el modelo con trabajo divisible de Hansen (1985). En el presente trabajo se da una solución a estas anomalías pero, a diferencia de las soluciones existentes, esta es puramente monetaria. Cuando un efecto liquidez se introduce en el modelo con tributación monetaria, éste predice una correlación entre horas trabajadas y productividad y una volatilidad relativa entre ambas variables muy similares a las calculadas para la economía de los

Estados Unidos. Esta evidencia parece controvertir la conclusión generalmente aceptada de que los choques monetarios no contribuyen a explicar el comportamiento cíclico de las variables reales en los Estados Unidos. (Cooley y Hansen, 1989).

La investigación futura debe dirigirse a mejorar las predicciones del modelo en relación con las características nominales del ciclo económico y las implicaciones contrafactuales del modelo. Entre estas es importante mencionar que el modelo tiende a sobreestimar la volatilidad de la tasa nominal de interés y del consumo. Un posible camino para suavizar las tasas de interés puede ser el diseñar un efecto liquidez que persista más allá del período del choque.

REFERENCIAS

- Ambler, S. y A. Paquet (1994): "Stochastic Depreciation and the Business Cycle," *International Economic Review*, 35, 101-116.
- Bailey, M. (1956): "The Welfare Costs of Inflationary Finance," *Journal of Political Economy*, 64, 93-110.
- Bencivenga, V. (1992): "An Econometric Study of Hours and Output Variation with Preference Shocks," *International Economic Review*, 33, 449-471.
- Benhabib, J.; R. Rogerson y R. Wright (1991): "Homework in Macroeconomics: Household Production and Aggregate Fluctuations," *Journal of Political Economy*, 99, 1166-1187.
- Ben-Porath, Y. (1967): "The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earnings," *Journal of Political Economy*, 75, 352-365.
- Braun, A. (1994): "Tax Disturbances and Real Economic Activity," *Journal of Monetary Economics*, 33, 441-461.
- Christiano, L. (1988): "Why does Inventory Investment Fluctuate so Much," *Journal of Monetary Economics*, 21, 247-280.
- Christiano, L. (1991): "Modeling the Liquidity Effect of a Money Shock," *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Winter, 3-34.
- Christiano, L. y M. Eichenbaum (1992a): "Current Real Business Cycle Theories and Aggregate Labor Market Fluctuations," *American Economic Review*, 82, 430-450.
- Christiano, L. y M. Eichenbaum (1992b): "Liquidity Effects and the Monetary Transmission Mechanism," *American Economic Review*, 82, 346-353.
- Cooley, T. y G. Hansen (1989): "The Inflation Tax in a Real Business Cycle Model," *American Economic Review*, 79, 733-748.
- Cooley, T. y G. Hansen (1991): "The Welfare Costs of Moderate Inflation," *Journal of Money, Credit and Banking*, 23, 483-503.
- Cooley, T. y G. Hansen (1992): "Tax Distortions in a Neoclassical Monetary Economy," *Journal of Economic Theory*, 58, 290-316.
- Cooley, T. y G. Hansen (1995): "Money and the Business Cycle," en T. Cooley (ed.), *Frontiers of Business Cycle Research*, (Princeton: Princeton University Press).
- Cooley, T. y E. Prescott (1994): "Economic Growth and Business Cycles," en T. Cooley (ed.), *Frontiers of Business Cycle Research*, (Princeton: Princeton University Press).
- De Gregorio, J. (1993): "Inflation, Taxation, and Long-Run Growth," *Journal of Monetary Economics*, 31, 271-298.
- De Long, B. y L. Summers (1992): "Macroeconomic Policy and Long-Run Growth," *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, 77, No. 4, 5-30.

- Fisher, S. (1981): "Towards an Understanding of the Welfare Costs of Inflation: II," *Carnegie-Rochester Conference on Public Policy*, 15, 5-42.
- Fisher, S. (1991): "Macroeconomics, Development, and Growth," *NBER Macroeconomics Annual 1991*, 329-364.
- Fisher, S. (1993): "The Role of Macroeconomic Factors in Growth," *Journal of Monetary Economics*, 32, 485-512.
- Friedman, M. (1969): *The Optimum Quantity of Money and Other Essays*, (Chicago: Aldine).
- Fuerst, T. (1992): "Liquidity, Loanable Funds and Real Activity," *Journal of Monetary Economics*, 29, 3-24.
- Fullerton, D. y D. Rogers (1993): *Who Bears the Lifetime Tax Burden?*, (Washington, D.C.: The Brookings Institution).
- Gomme, P. (1993): "Money and Growth Revisited. Measuring the Costs of Inflation in an Endogenous Growth Model," *Journal of Monetary Economics*, 32, 51-77.
- Greenwood, J. y Z. Hercowitz (1991): "The Allocation of Capital and Time over the Business Cycle," *Journal of Political Economy*, 99, 1188-1214.
- Hansen, G. (1985): "Indivisible Labor and the Business Cycle," *Journal of Monetary Economics*, 16, 309-327.
- Hansen, G. y E. Prescott (1995): "Recursive Methods for Computing Equilibria of Business Cycle Models," in T. Cooley (ed.), *Frontiers of Business Cycle Research*, (Princeton: Princeton University Press).
- Hansen, G. y R. Wright (1992): "The Labor Market in Real Business Cycle Theory," *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Spring, 1-12.
- Imrohorglu, A. (1992): "The Welfare Cost of Inflation under Imperfect Insurance," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 16, 79-91.
- Jones L. y R. Manuelli (1995): "Growth and the Effects of Inflation," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19, 1405-1428.
- King, R.; C. Plosser y S. Rebelo (1988): "Production, Growth and Business Cycles: I. The Basic Neoclassical Model," *Journal of Monetary Economics*, 21, 195-232.
- Kydland, F. y E. Prescott (1982): "Time to Build and Aggregate Fluctuations," *Econometrica*, 50, 1345-1370.
- Lerner, A. (1947): "Money as a Creature of the State," *American Economic Review*, Papers and Proceedings, 37, 312-317.
- Levine, R. y D. Renelt (1992): "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions," *American Economic Review*, 82, 942-963.
- Levine, R. y S. Zervos (1992): "Looking at the Facts: What We Know about Policy and Growth from Cross-Country Analysis," mimeo, October, (Washington, D.C.: World Bank).

- Lucas, R.E., Jr. (1981): "Discussion of: Stanley Fisher, Towards an Understanding of the Costs of Inflation: II," *Carnegie-Rochester Conference on Public Policy*, 15, 43-52.
- Lucas, R.E., Jr. (1988): "On The Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Lucas, R.E., Jr. (1990): "Liquidity and Interest Rates," *Journal of Economic Theory*, 50, 237-264.
- Lucas, R.E., Jr. y N.L. Stokey (1983): "Optimal Fiscal and Monetary Policy in an Economy without Capital," *Journal of Monetary Economics*, 12, 55-93.
- Prakken, J., C. Varvares y L. Meyer (1991): "Tax Reform and Potential Output: A Retrospective Analysis of The Tax Reform Act of 1986," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 113-180.
- Prescott, E. (1986): "Theory Ahead of Business Cycle Measurement," *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10, Fall, 9-22.
- Prescott, E. y R. Mehra (1980): "Recursive Competitive Equilibrium: The Case of Homogeneous Households," *Econometrica*, 48, 1365-1379.
- Rebelo, S. (1991): "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy*, 31, 500-521.
- Ríos-Rull, J. (1993): "Working in Market, Working at Home, and the Acquisition of Skills: A General Equilibrium Approach," *American Economic Review*, 83, 893-907.
- Stockman, A. (1981): "Anticipated Inflation and the Capital Stock in a Cash-in-Advance Economy," *Journal of Monetary Economics*, 8, 387-393.
- Svensson, L. (1985b): "Money and Asset Prices in a Cash-in-Advance Economy," *Journal of Political Economy*, 93, 919-944.
- Uzawa, H. (1965): "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth," *International Economic Review*, 6, 18-31.