

Estructura impositiva, capital público y ciclo económico*

Baltasar Manzano

Universidad de Vigo e
ICAE - Universidad Complutense.

Recibido: diciembre de 1997
Aceptado: septiembre de 1998

Resumen

En este trabajo se analizan los potenciales efectos que diferentes políticas impositivas y de inversión pública tendrían sobre las características del ciclo económico. Se plantea un modelo de equilibrio general, calibrado con datos de la economía española, donde el stock de capital público aparece como un input adicional. La utilización de un determinado impuesto para ajustar las fluctuaciones de gastos e ingresos del gobierno, genera un comportamiento estocástico del tipo impositivo, que se transmite al precio del bien gravado, aumentando la volatilidad relativa de este bien. Así, los resultados indican que los impuestos tienen un efecto distorsionante diferenciado, provocando cambios en la transmisión de las fluctuaciones económicas. La imposición indirecta reduce las fluctuaciones del producto respecto a la imposición directa. Adicionalmente, se analiza el coste de bienestar del ciclo económico y los efectos de políticas procíclicas y contracíclicas de inversión pública sobre la inversión privada.

Palabras clave: ciclo económico, sistema impositivo, políticas de inversión pública.

Abstract. *Tax structure, public capital and business cycle.*

The aim of this paper is to analyze the potential effects that different tax and public investment policies would have on the business cycle features. We set a general equilibrium model, calibrated with Spanish economy data, where public capital stock is an additional input. The use of different taxes to fulfill the government budget constraint, induces a stochastic path for the tax rate, that affects the taxed good price, increasing the relative volatility of this good. So, distorting effects of taxes change business cycle properties. Consumption taxes reduce output fluctuations relative to direct taxation. We analyze the welfare cost of the business cycle and the effect of the design of the public investment policy over the business cycle on private investment.

Key words: Business cycle, tax system, public investment policies.

* Quiero agradecer a Javier Vallés su apoyo a lo largo de la realización de este trabajo, así como sus valiosos comentarios y sugerencias. También deseo agradecer los comentarios de Isabel Argimón, José Manuel González-Páramo, Tim Kehoe, Omar Licandro, Luis Puch, Víctor Ríos-Rull, Jesús Ruiz y dos evaluadores anónimos, así como el apoyo informático prestado por Emilio Domínguez y Daniel Miles. Todos los errores son de mi exclusiva responsabilidad.

1. Introducción

En el seno de la Unión Europea hay un debate creciente en torno al diseño de un pacto de estabilidad que asegure la viabilidad de la Unión Monetaria Europea una vez se haya accedido a ella. En este marco se establecen límites acerca del tamaño del déficit del sector público. En el diseño de la política fiscal cobrarán importancia decisiones acerca de cuál debe ser la composición del gasto público y la estructura impositiva. En particular, ha de tenerse en cuenta la distorsión que introducen los distintos impuestos y sus efectos sobre la distribución de la renta y la estabilización económica. Incrementos del gasto del gobierno no van a poder ser financiados recurrentemente a través de la emisión de deuda pública, de manera que la elección de instrumentos impositivos alternativos, tradicionalmente estables, puede convertirse en una herramienta decisiva a la hora de ajustarse a los criterios fiscales del pacto de estabilidad. La decisión acerca de qué tipo impositivo ajustar tendrá consecuencias no sólo sobre los niveles de las variables, sino que también afectará a la transmisión de las fluctuaciones económicas.

El establecimiento de impuestos por parte del estado modifica el comportamiento de los agentes. Todo gravamen provoca dos tipos de efectos que reducen el bienestar de los individuos. Por un lado surge un efecto renta, al producirse una transferencia de recursos hacia el gobierno por parte de los agentes privados, que ven reducida su renta disponible. Por otro lado aparece un efecto sustitución que distorsiona las reglas óptimas de comportamiento de los agentes, al tratar éstos de acomodar la incidencia del impuesto. Así, las actividades sometidas a tributación tienden a ser sustituidas por aquellas que suponen un menor pago de impuestos.

Dentro del marco que proporcionan los modelos de equilibrio general dinámicos, han aparecido trabajos que incorporan imposición distorsionante en la financiación del gasto público. Sirvan como ejemplos los trabajos de Chari, Christiano y Kehoe (1994), Baxter y King (1993), Braun (1994), McGrattan (1994) o Campbell (1994). Este tipo de modelos dinámicos permite estudiar, no sólo la incidencia contemporánea de la tributación, sino también sus efectos intertemporales. Esta característica resulta crucial al analizar los efectos de la imposición sobre el proceso de acumulación de capital, debido al papel fundamental que juega la inversión privada, permitiendo trasladar recursos en el tiempo y actuando como determinante del output futuro.

En los últimos años se ha puesto de relieve la importancia de considerar las consecuencias económicas que, sobre el bienestar de los individuos y/o sobre la productividad agregada, se derivan de los diferentes destinos del gasto público. Los efectos económicos de la inversión pública, destinada a financiar la dotación de infraestructuras de un país, son notablemente distintos a los que genera el consumo público. El supuesto de perfecta sustituibilidad entre capital público y privado, implícito tradicionalmente en los modelos, ha venido cuestionándose a la luz de alguna evidencia empírica, siendo cada vez más frecuente el uso de modelos con un tratamiento diferenciado de ambos tipos de capital. El artículo seminal de Aschauer (1989) reporta una relación positiva y estadísticamente relevante, entre la productividad agregada de los factores privados y el stock de capital público con datos agregados para la economía americana, si bien otros trabajos

como Holtz-Eakin (1994) y Garcia-Milà y otros (1996) obtienen una relación no significativa con datos desagregados por estados. En España han aparecido algunos trabajos que tratan de medir la productividad de los factores productivos, entre los que se incluye el capital público. En concreto Argimón y otros (1994), Bajo y Sosvilla (1993) y Mas y otros (1994), obtienen un valor positivo para la productividad del capital público en infraestructuras. La importancia de este tipo de consideraciones en un contexto teórico ha sido puesta de relieve por Barro (1990) a través de un modelo de crecimiento endógeno. Barro analiza las repercusiones que tiene sobre la tasa de crecimiento de una economía, la provisión de servicios públicos que afectan a la productividad agregada o a las preferencias de los agentes, determinando, además, el tamaño óptimo del sector público. Glomm y Ravikumar (1994) incluyen la posibilidad de diversos grados de congestión en la utilización del capital público, afectando negativamente a la tasa de crecimiento de la economía. En un contexto estocástico, Baxter y King (1993) analizan los efectos de cambios en la inversión pública, mientras Rojas (1993) plantea un modelo con capital público financiado alternativamente a través de imposición de suma fija e imposición sobre el capital, en un contexto de optimalidad de las decisiones del gobierno.

El objetivo de nuestro trabajo se sitúa en la confluencia de ambas ramas de la literatura. Aceptando que el gasto público tiene efectos positivos sobre la productividad y el bienestar, se investigan las implicaciones que sobre las características del ciclo económico tienen diversas clases de impuestos, así como el establecimiento de políticas procíclicas o contracíclicas de gasto público. El trabajo no pretende reproducir las características del ciclo económico español, ni evaluar cuantitativamente los efectos que las políticas impositivas, implementadas en los últimos años, han tenido sobre el ciclo económico.

El análisis se plantea a través de un modelo de equilibrio general, dinámico y estocástico, de agente representativo. Se incluye un gobierno que financia un flujo de consumo e inversión pública a través de diferentes estructuras impositivas. El stock de capital público aparece dentro de la función de producción como un input adicional. La actividad inversora del sector público tendrá, por tanto, dos efectos contrapuestos sobre la economía. Por un lado, un incremento del capital público actúa como una perturbación positiva de productividad, provocando un aumento del output agregado, y por tanto del consumo y de la inversión del sector privado, mientras que por otra parte hace que crezca el tipo impositivo, reduciendo la renta disponible e influyendo negativamente en el consumo y en el proceso de acumulación de capital privado. La modelización del consumidor representativo toma en cuenta la decisión de ocio, permitiendo considerar el efecto que ejercen los impuestos sobre la oferta de trabajo. Con ello caracterizamos de una manera más completa las distorsiones que introducen los impuestos sobre el sistema económico. Esta cuestión es particularmente importante en el caso de imposición sobre los rendimientos del capital y sobre los salarios, al provocar un proceso de sustitución entre los factores productivos de provisión privada.

La economía descrita por el modelo se ve sometida a tres fuentes distintas de fluctuaciones: perturbaciones en la productividad, en el consumo y en la inversión pública. Dadas estas perturbaciones, se restablece el equilibrio presupuesta-

rio del gobierno mediante cambios en uno, y sólo uno, de los tipos impositivos, de manera que tendremos distintas versiones del modelo, según cuál sea el impuesto que acomoda las fluctuaciones de gastos e ingresos del gobierno. Así, tendremos en cada caso, un tipo impositivo con un comportamiento estocástico, lo que provocará fluctuaciones en el precio del bien sobre el que recae el impuesto, obteniendo, como principal resultado, un incremento en la volatilidad relativa de ese bien.

El gobierno no escoge óptimamente el nivel de gasto público y tipo impositivo, sino que se limita a financiar una secuencia exógena, en consonancia con el objetivo del trabajo, que reside en la comparación de los efectos sobre el ciclo económico de diferentes sistemas impositivos que financian el mismo nivel de gasto. Por contra, la elección óptima de la política fiscal implica niveles distintos de gasto público según el impuesto considerado, por ello plantear este tipo de elección implicaría comparar sistemas impositivos con distinto nivel de recaudación.

Existen cuestiones importantes que no se abordan en este trabajo. En primer lugar, se supone que la restricción del gobierno se cumple período a período, eliminando la posibilidad de endeudamiento público como fuente alternativa de financiación. El interés se centra, únicamente, en analizar cuestiones relativas a la imposición. Por otro lado, se evita la presencia de crecimiento endógeno fundamentalmente por la evidencia empírica para el caso español, los trabajos citados anteriormente obtienen elasticidades de los inputs acumulables (capital privado y público), cuya suma es menor que la unidad.

En la siguiente sección se describe el modelo de equilibrio general utilizado en el análisis. La sección 3 plantea la calibración de los parámetros estructurales del modelo tomando como referencia la economía española. La sección 4 presenta los resultados de la simulación del modelo estocástico. Finalmente la sección 5 resume las conclusiones del trabajo.

2. El modelo

Sea una economía compuesta por consumidores, empresas y un gobierno. Suponemos un consumidor y una empresa representativos, que viven un número infinito de períodos y producen un único bien como output.

2.1. Consumidor

El consumidor toma sus decisiones de consumo, trabajo y ahorro, maximizando su utilidad intertemporal, dada una secuencia de salarios y tipos de interés, y sujeto a su restricción presupuestaria. Las preferencias en cada período vienen representadas por una función de utilidad que valora consumo privado (c), consumo público (c_g) y ocio ($N-n$), donde el tiempo total disponible para el agente viene representado por N . Se toma en cuenta la decisión consumo/ocio por parte del consumidor representativo, por el efecto distorsionante que algunas estructuras

impositivas tienen sobre tal decisión. De no hacerlo así, se obviaría uno de los mecanismos por los que la imposición introduce distorsiones en el sistema económico.

La especificación de las preferencias del consumidor incluirá el consumo público en función de que el parámetro η sea no nulo, introduciendo una fuente de variabilidad adicional en la oferta de trabajo. La inversión en infraestructuras incrementa la productividad de los factores privados y aumenta el output agregado, repercutiendo favorablemente sobre el consumo privado, lo que influye indirectamente en las preferencias de los individuos. Por ello se supone que no se deriva utilidad directa de la existencia de inversión pública.

La función de utilidad considerada es separable tanto en el tiempo como en sus argumentos, creciente, cóncava y con elasticidad de sustitución unitaria entre consumo y ocio:

$$U(c_t, c_g, N - n_t) = (1 - \theta) \ln(c_t + \eta c_g) + \theta \ln(N - n_t) \tag{1}$$

Los ingresos del consumidor provienen de la empresa a la que alquila su capital y su fuerza de trabajo. La parte de estos recursos que no consume en cada período, la destina a incrementar su stock de capital privado (k_p) en el período siguiente. Por tanto la restricción de recursos del agente tomará la forma:

$$(1 + \tau_c)c_t + k_{p_{t+1}} - (1 - \delta)k_{p_t} = (1 - \tau_w)w_t n_t + (1 - \tau_k)r_t k_{p_t} - LS_t \tag{2}$$

donde τ_c , τ_w , τ_k y LS , representan, respectivamente, los tipos impositivos sobre el consumo, sobre el salario, sobre el rendimiento del capital privado y un impuesto de suma fija; δ representa la tasa de depreciación del stock de capital privado.

El problema de optimización que resuelve el consumidor representativo viene dado por:

$$Max_{\{c_{t+j}, n_{t+j}, k_{p_{t+j+1}}\}_{j=0}^{\infty}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^{t+j} \{ (1 - \theta) \ln(c_{t+j} + \eta c_{g_{t+j}}) + \theta \ln(N - n_{t+j}) \}$$

sujeto a:

$$(1 + \tau_{c_{t+j}})c_{t+j} + k_{p_{t+j+1}} - (1 - \delta)k_{p_{t+j}} = (1 - \tau_{w_{t+j}})w_{t+j}n_{t+j} + (1 - \tau_{k_{t+j}})r_{t+j}k_{p_{t+j}} - LS_{t+j}$$

k_{p_t} dado

Las condiciones de optimalidad del consumo, ocio y capital privado son:

$$\frac{1 - \theta}{(c_t + \eta c_g)} = \lambda_t (1 + \tau_c) \tag{3}$$

$$\frac{\theta}{(N - n_t)} = (1 - \tau_w)w_t \lambda_t \tag{4}$$

$$\lambda_t = \beta E_t \lambda_{t+1} \{1 - \delta + (1 - \tau_{k_{t+1}}) r_{t+1}\} \quad [5]$$

junto a la restricción de recursos [2] y a la condición de transversalidad que limita el crecimiento del stock de capital privado:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta^t \lambda_t k_{p_{t+1}} = 0 \quad [6]$$

donde λ_t es el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción de recursos del problema del consumidor.

2.2. Empresa

La tecnología disponible para las empresas está descrita por una función de producción Cobb-Douglas que utiliza como inputs trabajo (n_t), capital privado (k_{p_t}) y capital público (k_{g_t}):

$$y_t = A z_t (\xi^t n_t)^\alpha k_{p_t}^{1-\alpha} k_{g_t}^\gamma \quad [7]$$

donde estamos incluyendo crecimiento exógeno en la productividad del trabajo a través del parámetro ξ . A es una constante y z_t representa una perturbación estocástica de productividad con cierto grado de persistencia. En particular suponemos que sigue un proceso autoregresivo de primer orden:

$$\ln z_t = \varrho \ln z_{t-1} + \varepsilon_t \quad 0 \leq \varrho \leq 1 \quad [8]$$

La empresa representativa actúa de manera competitiva maximizando beneficios, de manera que en equilibrio el salario y el tipo de interés de la economía igualarán, respectivamente, la productividad marginal del trabajo y del capital:

$$w_t = \alpha \xi^t A z_t (\xi^t n_t)^{\alpha-1} k_{p_t}^{1-\alpha} k_{g_t}^\gamma \quad [9]$$

$$r_t = (1-\alpha) A z_t (\xi^t n_t)^\alpha k_{p_t}^{-\alpha} k_{g_t}^\gamma \quad [10]$$

2.3. Gobierno

El gasto del gobierno se compone de un flujo de consumo e inversión. La inversión pública se dedica a acumular capital público, que es suministrado gratuitamente por el gobierno. Suponemos que ambos componentes del gasto público son exógenos y tienen un comportamiento estocástico conocido por todos los agentes de la economía, que viene representado por:

$$\ln c_{g_t} = \varphi_c + t \ln \xi_c + \phi_c \ln c_{g_{t-1}} + \varepsilon_{c_t} \quad 0 \leq \phi_c \leq 1 \quad [11]$$

$$\ln i_{g_t} = \varphi_i + t \ln \xi_i + \phi_i \ln i_{g_{t-1}} + \varepsilon_{i_t} \quad 0 \leq \phi_i \leq 1 \quad [12]$$

donde ξ_c y ξ_i representan las tasas de crecimiento brutas de consumo e inversión

del gobierno, que se suponen iguales a la tasa de crecimiento bruta del output ($\xi_c = \xi_i = \xi_y$).

Supondremos que las innovaciones de los procesos estocásticos de consumo público, inversión pública y perturbación de productividad siguen un proceso normal multivariante:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \varepsilon_{i_t} \\ \varepsilon_{c_t} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma_\varepsilon^2 & & \\ \sigma_{\varepsilon i} & \sigma_i^2 & \\ \sigma_{\varepsilon c} & \sigma_{i c} & \sigma_c^2 \end{bmatrix} \right) \quad [13]$$

El gobierno recauda sus ingresos únicamente a través de impuestos. El gasto público en estado estacionario se financia simultáneamente con todas las clases de impuestos especificados, pero sólo uno de ellos actúa para ajustar las desviaciones de gastos e ingresos públicos respecto de su nivel de estado estacionario. La restricción presupuestaria del gobierno nos da en cada caso el tipo impositivo que financia las desviaciones, mientras el resto de tipos permanecen en su nivel de estado estacionario, es decir, no es posible tratar endógenamente más de un impuesto. Se consideran cinco modelos diferentes según cuál sea el impuesto que absorbe las fluctuaciones del gasto, lo que permite analizar los efectos de cada estructura impositiva sobre las decisiones de equilibrio de los agentes¹.

No se contempla la posibilidad de que el estado pueda endeudarse². Este trabajo se centra en analizar la interacción de dos tipos de efectos: la financiación pública a través de impuestos y el capital público como un input productivo. El gobierno se limita a cumplir en cada período su restricción presupuestaria y la ley de formación del capital público. Las ecuaciones que reflejan este comportamiento son:

$$c_{g_t} + i_{g_t} = \tau_{c_t} c_t + \tau_{w_t} w_t n_t + \tau_{k_t} r_t k_{p_t} + L S_t \quad [14]$$

$$i_{g_t} = k_{g_{t+1}} - (1 - \mu) k_{g_t} \quad [15]$$

donde μ representa la tasa de depreciación del stock de capital público.

2.4. Equilibrio competitivo

Se define el equilibrio competitivo de esta economía para cada sistema impositivo en particular, como el conjunto de procesos estocásticos $\{c_t, n_t, k_{p_{t+1}}, w_t, r_t\}$, tales

1. Se añade un modelo de imposición sobre la renta donde las fluctuaciones del gasto público serán financiadas por variaciones similares en los tipos que gravan los salarios y los rendimientos del capital.
2. Chari, Christiano y Kehoe (1994) consideran simultáneamente deuda e impuestos como formas de financiación pública, si bien no contemplan la existencia de capital público en su modelo.

que dadas las sendas de la actuación del gobierno $\{\tau_t, c_{g_t}, i_{g_t}\}$, la estructura impositiva escogida y los tipos del resto de impuestos, se cumple que:

- a) Dada la senda $\{w_t, r_t\}$, $\{c_t, n_t, k_{p_t}\}$ maximizan la utilidad intertemporal del consumidor sujeto a su restricción presupuestaria [2], y $\{n_t, k_{p_t}\}$ maximizan los beneficios de la empresa.
- b) Dados los procesos estocásticos de consumo e inversión pública $\{c_{g_t}, i_{g_t}\}$, la estructura impositiva escogida para financiar las desviaciones del gasto público, la restricción presupuestaria del gobierno [14] y la ley de formación del capital público [15] se satisfacen en cada período.
- c) Los mercados de bienes, trabajo y capital se vacían para $\{w_t, r_t\}$.

El equilibrio competitivo se obtiene al resolver el sistema compuesto por las ecuaciones [2]-[5], [9]-[15].

Bajo el supuesto de que las sendas de consumo público e inversión pública crecen en estado estacionario a la misma tasa del output ($\xi_c = \xi_i = \xi_y$), puede demostrarse que las variables $\{c_t, i_{p_t}, y_t, k_{p_t}, w_t, c_{g_t}, i_{g_t}, k_{g_t}, LS_t\}$ crecen, en estado estacionario a la tasa $\xi_y = \xi \left(\frac{\alpha}{\alpha - \gamma} \right)$.³ Como es usual normalizamos las variables que crecen, dividiendo por la tasa de crecimiento. De aquí en adelante haremos siempre referencia a las variables normalizadas.

3. Calibración

Tanto los parámetros estructurales como aquellos que caracterizan las distribuciones de las perturbaciones exógenas, se escogen a través de un proceso de calibración que intenta que el modelo reproduzca, en estado estacionario, alguna de las características de largo plazo de la economía española. Previamente ha de plantearse la consistencia entre las variables del modelo considerado y los datos de Contabilidad Nacional que servirán para calibrar los parámetros y estudiar las propiedades cíclicas de la economía. Esta redefinición de las medidas de Contabilidad Nacional se recoge en el apéndice A.

El parámetro ξ que introduce crecimiento exógeno en la productividad del factor trabajo se calibra para que la tasa de crecimiento bruta del output (ξ_y) reproduzca el crecimiento medio de nuestra medida consistente de output.

La elasticidad-output del empleo (α), se obtiene calibrando la participación de las rentas del trabajo sobre la renta nacional total. La serie de capital público de la economía española ha sido construída por Corrales y Taguas (1991) suponiendo una tasa de depreciación (μ) constante del 5% anual, mientras la tasa de depreciación

3. En la calibración se verá que $\alpha > \gamma$. Por tanto el output acaba creciendo a una tasa mayor que ξ , debido a que el crecimiento exógeno de la inversión pública se añade como fuente adicional de crecimiento.

ción del capital privado (δ) se escoge a través de la ley de acumulación del capital privado en estado estacionario:

$$\frac{i_p}{y} = \xi_y \frac{k_p}{y} - (1 - \delta) \frac{k_p}{y} \quad [16]$$

La influencia del consumo público en las preferencias viene expresada por el parámetro η . Supondremos dos casos extremos para valorar dicha influencia. Cuando $\eta=1$ consumo privado y consumo público son perfectamente sustitutivos, mientras que $\eta=0$ implicará que el consumo público no tiene efectos sobre el bienestar individual de los agentes.

La dotación individual de tiempo (N) es de 5.476 horas, resultado de anualizar la dotación de 1.369 horas trimestrales que suponen Christiano y Eichenbaum (1992). Esta cifra puede ser interpretada como que los individuos dedican inelásticamente 9 horas diarias al descanso, y por tanto sólo tienen capacidad de decisión sobre las restantes 15 horas.

El parámetro que recoge la preferencia por el ocio (θ) y el factor de descuento (β) se calibran a través de las condiciones de primer orden del modelo. A partir de las ecuaciones [3] a [5], evaluadas en estado estacionario sin crecimiento y sustituyendo el salario y el tipo de interés por sus expresiones dadas en [9] y [10]:

$$\frac{\theta}{1 - \theta} (1 + \tau_c) \frac{n}{N - n} = (1 - \tau_w) \alpha \frac{y}{(c + \eta c_g)} \quad [17]$$

$$\frac{\xi_y}{\beta} = 1 - \delta + (1 - \tau_k)(1 - \alpha) \frac{y}{k_p} \quad [18]$$

El valor calibrado del parámetro de descuento (β), implica un tipo de interés estacionario, neto de impuestos y de depreciación, del 3,2% anual.

La elasticidad output del capital público (γ) se estima a partir de la especificación en logaritmos de la tecnología, restringida a que el parámetro α tome el valor previamente calibrado y eliminado el crecimiento exógeno especificando una tendencia lineal. No se consideran los valores de la elasticidad output del capital público obtenidos en otros trabajos como Argimón y otros (1994), Bajo y Sosvilla (1993) y Mas y otros (1994), debido a que las especificaciones que estiman no son consistentes con la especificación de nuestro modelo.

El shock tecnológico (z_t) se calcula a través del residuo de Solow, que es por construcción el residuo de la regresión especificada para estimar el valor de γ .

$$\ln z_t = \ln y_t - b t - \alpha \ln n_t - (1 - \alpha) \ln k_{p_t} - \gamma \ln k_{g_t} \quad [19]$$

Como se observa en las expresiones [8] y [11]-[13], las sendas de la perturbación tecnológica, del consumo público y de la inversión pública aparecen relacionadas por sus innovaciones. La estimación eficiente de los parámetros de estas sendas requiere la utilización del procedimiento SURE. Previamente a la estimación se elimina el crecimiento exógeno de las sendas de consumo e inversión del

gobierno. Del procedimiento de estimación se obtiene, además, la matriz de varianzas y covarianzas de las innovaciones de los procesos estocásticos, a excepción de la varianzas de las innovaciones del shock tecnológico, cuyo valor se escoge para que el modelo con imposición de suma fija replique el tamaño de las fluctuaciones del output en la economía española.

El parámetro de escala de la función de producción (A) se ajusta para que los ratios de estado estacionario consumo público/output e inversión pública/output se aproximen a los observados en media en la economía española durante el período de referencia (12,2% y 2,8% respectivamente). Los ratios de estado estacionario que se obtienen del modelo son 12,4% y 2,7%.

El valor de estado estacionario de los distintos tipos impositivos se calibra a partir de de los tipos efectivos medios. Estos tipos efectivos han sido calculados siguiendo la metodología expuesta por Mendoza, Razin y Tesar (1994), aunque solamente es posible el cálculo entre 1985 y 1994. Cabe señalar la inclusión, dentro de la imposición sobre salarios, de las cotizaciones a la Seguridad Social, mientras que el impuesto sobre el capital incluye los impuestos sobre las rentas del capital pagados por las empresas (Impuesto sobre Sociedades). El impuesto

Tabla 1. Parámetros del modelo.

Preferencias	
Parámetro de descuento (β)	0,9901
Preferencia por el ocio (θ)	0,5913
Dotación individual de tiempo (N)	5476
Tecnología	
Elasticidad-output del empleo (α)	0,6716
Elasticidad-output del capital público (γ)	0,1112
Constante función producción (A)	0,380
Crecimiento bruto de la productividad del trabajo (ξ)	1,0178
Tasa de depreciación del capital privado (δ)	0,1092
Tasa de depreciación del capital público (μ)	0,05
Tipos impositivos	
Imposición sobre el consumo (τ_c)	13,16%
Imposición sobre el salario (τ_w)	31,09%
Imposición sobre los rdtos. del capital privado (τ_k)	16,33%
Procesos estocásticos	
Coefficiente de autocorrelación del shock tecnológico (ρ)	0,9748
Término constante del consumo público (φ_c)	0,3033
Coefficiente de autocorrelación del consumo público (ϕ_c)	0,9438
Término constante de la inversión pública (φ_i)	2,2789
Coefficiente de autocorrelación de la inversión pública (ϕ_i)	0,3966
Desviación típica de la innovación del shock tecnológico (σ_ε)	0,0380
Desviación típica de la innovación del consumo público (σ_c)	0,0160
Desviación típica de la innovación de la inversión pública (σ_i)	0,0993
Correlación innovaciones shock tecnológico/consumo público ($\sigma_{\varepsilon c}$)	0,429
Correlación innovaciones shock tecnológico/inversión pública ($\sigma_{\varepsilon i}$)	0,003
Correlación innovaciones inversión pública/consumo público (σ_{ic})	0,089

de suma fija en estado estacionario ajusta el cumplimiento de la restricción presupuestaria del gobierno.

La tabla 1 recoge los valores obtenidos para los distintos parámetros, a partir de los datos de la economía española durante el período de referencia, para la versión del modelo que no incluye el consumo público como argumento de la función de utilidad ($\eta = 0$). Al considerar el consumo público dentro de las preferencias ($\eta = 1$), se modifica la calibración del parámetro de preferencia por el ocio (θ), que pasa a tener un valor de 0,5461.

El ejercicio de simulación incluirá también un modelo sin sector público. Dado que, en ese caso, desaparecen los tipos impositivos de las expresiones [17] a [18] y dado que el capital que aparece en la expresión [18] representa ahora el stock de capital total, se modifica la calibración de los parámetros de preferencia por el ocio y de descuento. El resultado de la calibración de estos parámetros es $\theta = 0,7037$ y $\beta = 0,9819$. El resto de los parámetros estructurales del modelo toma los valores presentados en la tabla 1, con excepción de aquellos parámetros que hacen referencia a tipos impositivos y sendas de consumo e inversión del gobierno, que desaparecen del modelo.

4. Resultados de la simulación

En esta sección se presentan los resultados de la simulación del modelo para las distintas estructuras impositivas, utilizando los parámetros obtenidos en el proceso de calibración. Se simula también una versión simplificada del modelo, en la que se elimina la presencia del sector público.

4.1. Simulación del modelo estocástico

Comenzamos estudiando los efectos sobre las variables del modelo, de un incremento transitorio de inversión pública versus un incremento transitorio en consumo público. Se analiza si estos efectos dependen del impuesto que financia las variaciones en los componentes del gasto público. Partiendo del estado estacionario, sometemos al modelo a un shock transitorio del 5%, en consumo e inversión pública alternativamente, sin incluir ningún otro tipo de perturbación.

Las figuras 1 a 4 recogen los efectos de un incremento transitorio del consumo público sobre las principales variables del modelo, en función del impuesto que financia este incremento. Tal y como señalan Baxter y King (1993), el shock supone un aumento de la absorción de recursos por parte del gobierno, disminuyendo las oportunidades para el consumo privado, ocio e inversión privada. Así, la reducción de la renta disponible de los individuos provoca una disminución del consumo privado en todos los casos. Respecto al ocio, el shock tiende a disminuirlo, produciendo un incremento en la decisión de horas trabajadas. Este efecto se da siempre y cuando no se financie el incremento del consumo público gravando las rentas del trabajo, en cuyo caso se tendría el efecto contrario, una reducción de las horas trabajadas por la disminución del salario neto que provoca el impuesto. Estos efectos sobre el nivel de empleo se trasladan al output, que aumenta si

no se grava el salario. La inversión privada disminuye como consecuencia de la reducción en la renta disponible, a excepción del caso de imposición sobre el consumo, donde aumenta debido a que el individuo trata de soslayar el incremento del impuesto trasladando consumo al futuro, es decir aumentando la inversión. Todos los efectos son transitorios, en consonancia con el modelo especificado.

Los efectos de un incremento transitorio de la inversión pública sobre las variables del modelo se representan en las figuras 5 a 8. Vemos que, después de un ajuste en el primer período, hay un efecto positivo transitorio sobre todas las variables privadas, independientemente del impuesto que financia el incremento

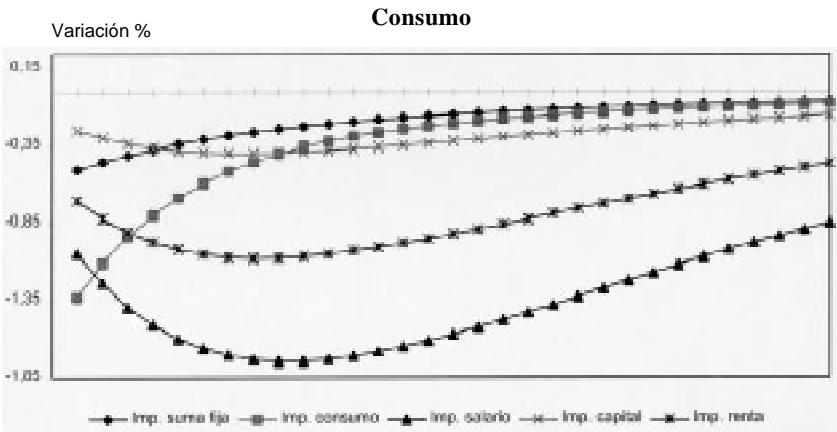


Figura 1. Efectos de un shock transitorio de consumo público sobre el consumo privado.

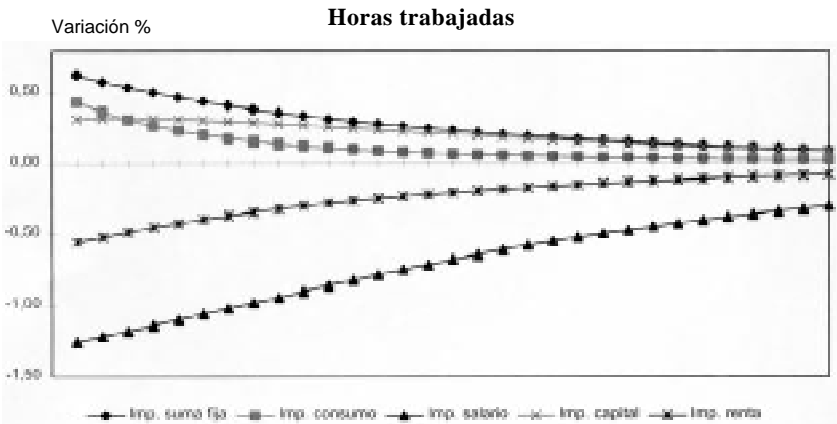


Figura 2. Efectos de un shock transitorio de consumo público sobre las horas trabajadas.

de la inversión pública. Las productividades marginales de los factores privados aumentan por la variación de la inversión pública, lo que explica el incremento de la inversión privada y las horas trabajadas. El incremento del output se debe a un doble efecto: un efecto directo, consecuencia del papel que desempeña el capital público como un input productivo adicional, y un efecto indirecto que se deriva del incremento en los niveles de los inputs privados. Finalmente, el efecto positivo sobre el output se traslada a la renta disponible incrementando el consumo privado. Los ajustes que se producen en las variables durante el primer período

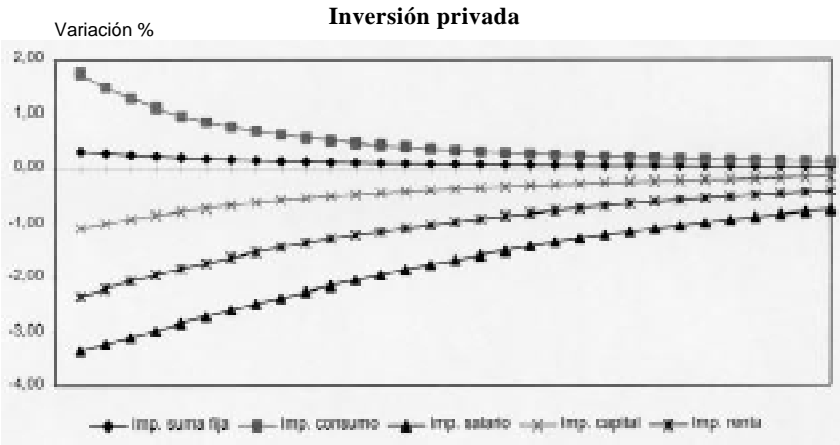


Figura 3. Efectos de un shock transitorio de consumo público sobre la inversión privada.

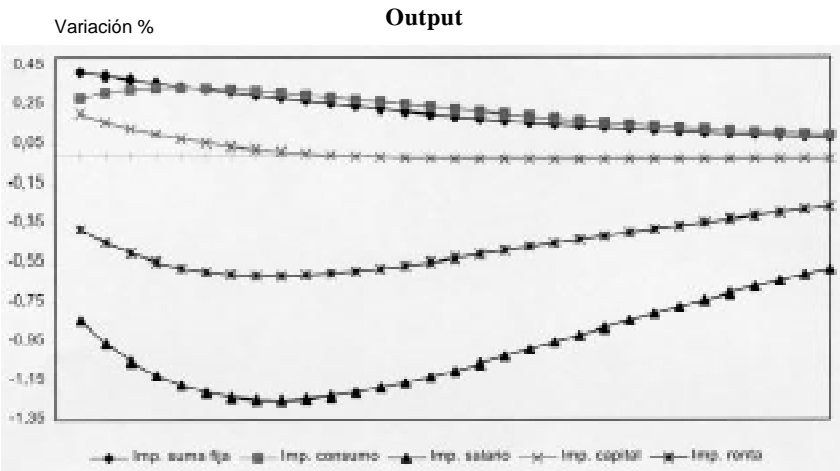


Figura 4. Efectos de un shock transitorio de consumo público sobre el output.

tienen que ver con el hecho de que el incremento de la inversión pública se traduce en un incremento del stock de capital público en el siguiente período.

Centrándonos en el objetivo del trabajo, estudiamos las diferencias que surgen en los estadísticos que caracterizan las regularidades del ciclo económico, al financiar las fluctuaciones del gasto público con distintos sistemas impositivos. Analizaremos las diferencias respecto a la imposición de suma fija, que no provoca efectos distorsionantes.

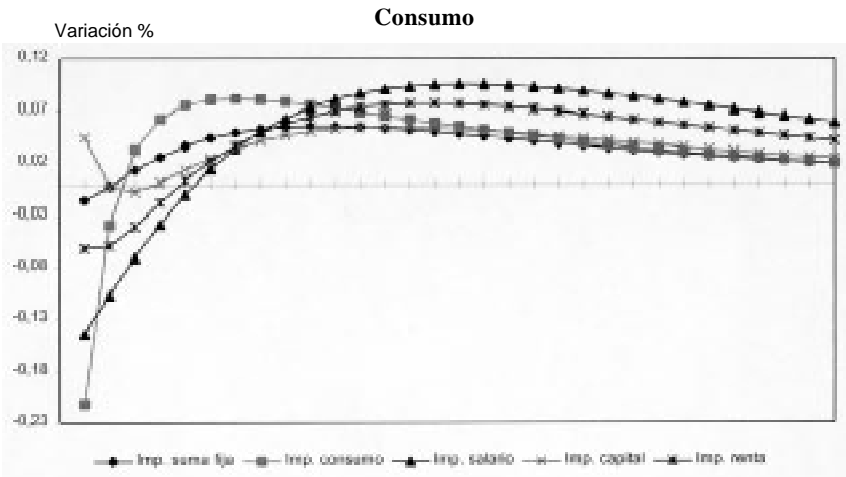


Figura 5. Efectos de un shock transitorio de inversión pública sobre el consumo privado.

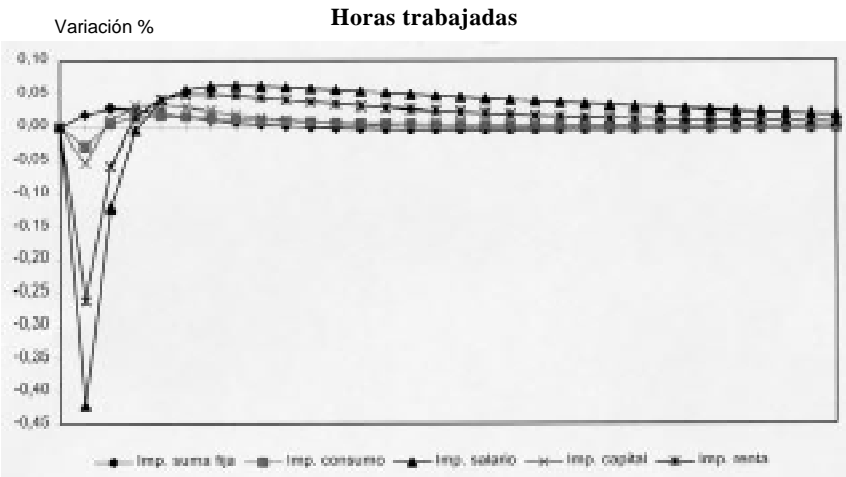


Figura 6. Efectos de un shock transitorio de inversión pública sobre las horas trabajadas.

La economía que describe el modelo está sometida a tres fuentes distintas de fluctuaciones reales: shocks en productividad y shocks en consumo e inversión pública. Las perturbaciones de productividad afectan a los niveles de output, consumo, inversión privada, horas trabajadas, y por tanto a los ingresos públicos a través de la recaudación de los distintos impuestos. Por otra parte, los shocks de consumo público provocan variaciones del flujo exógeno de gasto público. Las perturbaciones que afectan a la inversión pública tienen un doble efecto, operan por un lado como perturbaciones de productividad, afectando al output y a las

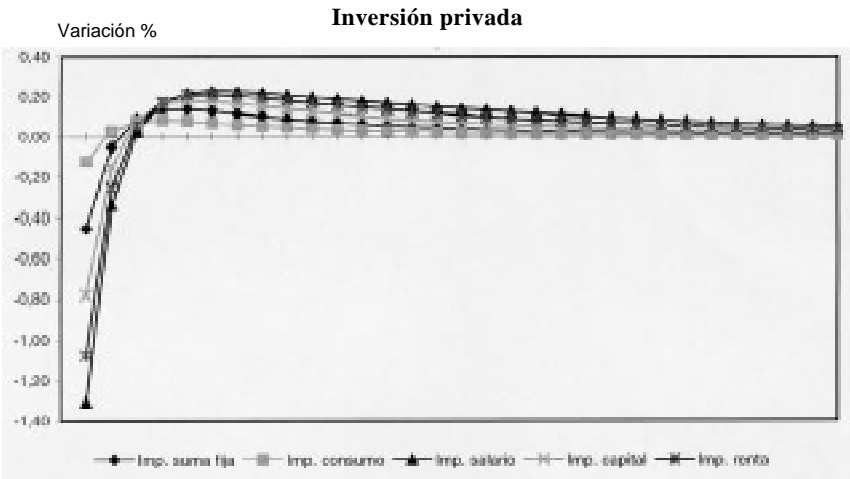


Figura 7. Efectos de un shock transitorio de inversión pública sobre la inversión privada.

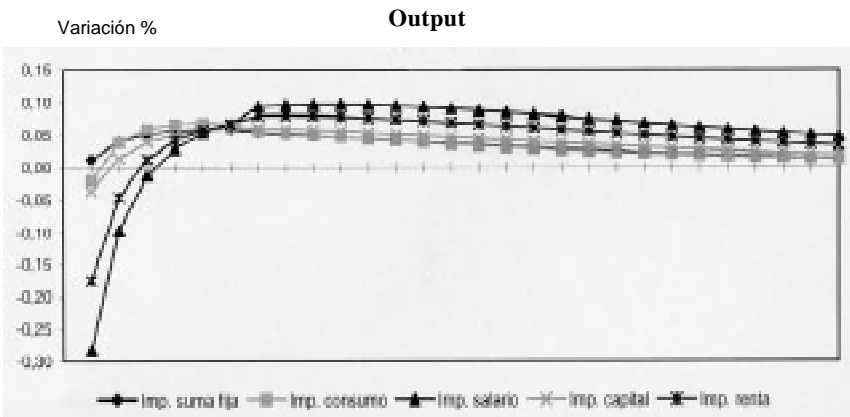


Figura 8. Efectos de un shock transitorio de inversión pública sobre el output.

demás variables de decisión privadas, y por tanto a los ingresos públicos, mientras que por otro lado suponen una variación del gasto público. Es necesario acomodar las variaciones en el gasto público y en la recaudación modificando alguno de los tipos impositivos, respecto a su valor de estado estacionario, para lograr el equilibrio presupuestario del gobierno en cada período. Esta modificación impositiva afectará las decisiones óptimas de los individuos según el impuesto del que se trate.

La tabla 2 recoge los principales estadísticos de las series resultantes de la simulación del modelo mediante un experimento de Monte Carlo, con 100 repeticiones de 400 observaciones cada una, para cada uno de los cinco sistemas impositivos y la versión simplificada. En este caso se ha excluido la presencia del consumo público dentro de las preferencias de los individuos. La elección de un número elevado de observaciones para la simulación disminuye las desviaciones típicas de los momentos analizados, facilitando las comparaciones entre impuestos. Las series han sido transformadas a través del filtro de Hodrick y Prescott para obtener su componente cíclico. Estos resultados nos permitirán caracterizar la principales regularidades cíclicas del modelo.

La imposición sobre consumo tiene efectos diferenciales sobre el comportamiento de las variables privadas con respecto a la imposición de suma fija. El efecto de los distintos shocks sobre el nivel de gasto público y de la recaudación impositiva hace necesarios cambios del tipo impositivo sobre el consumo para mantener el presupuesto público equilibrado. Los agentes reaccionan a los cambios en el tipo del impuesto modificando su decisión de consumo/ocio, lo que se traduce en un incremento de la varianza tanto del consumo como de las horas trabajadas. El individuo trata, por tanto, de que las variaciones provocadas en su

Tabla 2. Segundos momentos: modelos sin consumo público en las preferencias. Los estadísticos reflejan las medias muestrales de 100 simulaciones de cada uno de los modelos. Entre paréntesis figuran las desviaciones típicas. σ_y aparece en %.

	σ_c/σ_y	σ_n/σ_y	σ_{ip}/σ_y	σ_y	$crr(ip,ig)$
Datos, 1970: 94	0,702	0,624	2,283	3,888	0,166
Modelo	0,630	0,313	2,057	4,364	—
simple	(0,028)	(0,024)	(0,081)	(0,254)	
Imposición	0,840	0,186	2,005	3,888	0,014
suma fija	(0,045)	(0,024)	(0,069)	(0,231)	(0,058)
Imposición	1,328	0,425	1,729	4,082	0,010
consumo	(0,285)	(0,116)	(0,258)	(0,417)	(0,060)
Imposición	0,605	0,584	2,537	5,623	0,012
salarios	(0,020)	(0,026)	(0,062)	(0,331)	(0,053)
Imposición	0,650	0,296	2,652	4,257	-0,006
capital	(0,021)	(0,019)	(0,114)	(0,251)	(0,065)
Imposición	0,646	0,556	2,569	5,452	-0,005
renta	(0,030)	(0,027)	(0,075)	(0,326)	(0,051)

renta disponible por la modificación del impuesto, sean absorbidas en mayor medida por el consumo, de manera que la parte de su renta que dedica a inversión se ve menos afectada. Esta es la razón por la que la inversión privada reduce su volatilidad. El incremento de la volatilidad de las horas trabajadas se transmite a través de la función de producción, afectando a la volatilidad del output.

El restablecimiento del equilibrio presupuestario a través del tipo impositivo sobre el salario, tiene consecuencias diferentes sobre la transmisión de las fluctuaciones. Una variación del tipo impositivo modifica el salario neto y por tanto la decisión de horas trabajadas. El individuo acomoda la incidencia del impuesto variando su decisión de trabajo/ocio, lo que provoca un incremento de la volatilidad de las horas. Al aparecer las horas trabajadas como un input dentro de la función de producción, el incremento de volatilidad se transmite al output. Por otra parte, el incremento de las fluctuaciones del empleo se transmite al rendimiento esperado de la inversión privada, a través del efecto de las horas sobre la productividad marginal del capital, de manera que se afecta la decisión de inversión, cuya volatilidad aumenta.

La imposición sobre el capital también afecta de manera diferencial a la transmisión de las fluctuaciones económicas. Ante un shock, el cambio del tipo impositivo necesario para reequilibrar el presupuesto del gobierno influiría en el rendimiento neto de la inversión privada, aunque no en su rendimiento esperado. La decisión de inversión fue tomada durante el período anterior, en función del rendimiento esperado, por lo que no se vería alterada por el efecto de un shock. Sin embargo, dado que los shocks tienen persistencia, los individuos, aunque no pueden modificar su decisión de inversión en el momento del shock, sí lo harían en los siguientes períodos, pues conocen que el shock prolonga su efecto durante un cierto tiempo. Así las fluctuaciones del tipo impositivo sobre el capital se acabarían transmitiendo a la decisión de inversión privada que incrementa su volatilidad. Esta mayor volatilidad se traslada a la decisión de horas trabajadas a través del efecto del capital privado sobre la productividad marginal del trabajo. El incremento en el tamaño de las fluctuaciones de los inputs privados se transmite al output a través de la función de producción.

La imposición sobre la renta resulta de gravar las rentas del trabajo y del capital al mismo tipo, por lo que, tal y como cabría esperar, los efectos de un impuesto sobre la renta total resultan una combinación de los efectos de la imposición sobre el salario y sobre el capital.

Analizando las diferencias en el tamaño de las fluctuaciones agregadas, se observa que la utilización de la imposición sobre las rentas del trabajo para garantizar el equilibrio presupuestario del gobierno en cada período, amplifica considerablemente las fluctuaciones del output. La explicación reside en el efecto de la variación del tipo impositivo sobre la oferta de trabajo, al modificar el salario neto. Este efecto se transmite al output a través de la función de producción, provocando un incremento considerable de su volatilidad. Braun (1994) y McGrattan (1994) obtienen resultados similares en modelos calibrados para la economía americana. En Braun (1994) el tamaño de las fluctuaciones del output aumenta al sustituir un impuesto de suma fija por un impuesto que grava rentas del trabajo y

rentas del capital. Este efecto cabe atribuirlo a la imposición sobre las rentas salariales, ya que al comparar con otra versión del modelo en la que las rentas del capital son sometidas a doble imposición no hay cambios en la volatilidad del output. McGrattan (1994) analiza la participación de diversos factores en la explicación de la varianza del output, encontrando que las fluctuaciones en el tipo impositivo sobre el salario tienen un poder explicativo siete veces superior al de las fluctuaciones en el tipo impositivo sobre el capital.

Las diferencias en el comportamiento cíclico del modelo que inducen las diferentes formas de imposición tienen su origen en la distorsión que introducen en las reglas de comportamiento óptimo de los individuos. Al financiar en todos los casos la misma secuencia de gasto, el efecto renta es el mismo, de manera que serán los efectos sustitución de los impuestos los responsables de las diferencias en la caracterización de las fluctuaciones agregadas. No puede establecerse una diferenciación clara entre imposición indirecta e imposición directa a la hora de clasificar su influencia sobre la transmisión de los shocks. Si se someten a gravamen tanto las rentas del trabajo por separado o conjuntamente con los rendimientos del capital privado, podemos concluir que dicho impuesto tiende a amplificar las fluctuaciones económicas respecto a la imposición indirecta.

Cabe preguntarse acerca de si la introducción de consumo público en las preferencias modifica estos resultados en alguna medida. La tabla 3 recoge las volatilidades de las principales variables procedentes de la simulación de los distintos modelos bajo el supuesto . La inclusión del consumo público en las preferencias introduce una fuente adicional de perturbaciones en la condición de optimalidad de la que resulta la decisión consumo/ocio, de forma que estas perturbaciones afectarán a la oferta de empleo. Así, se produce ligero un incremento en la volatilidad relativa de las horas trabajadas, que a través del proceso productivo se traduce en un incremento de las fluctuaciones agregadas de la economía. Estas fluctuaciones se trasladan a su vez a la productividad marginal del capital priva-

Tabla 3. Segundos momentos: modelos con consumo público en las preferencias. Los estadísticos reflejan las medias muestrales de 100 simulaciones de cada uno de los modelos. Entre paréntesis figuran las desviaciones típicas. σ_y aparece en %.

	σ_c/σ_y	σ_n/σ_y	σ_{ip}/σ_y	σ_y	$crr(ip,ig)$
Imposición suma fija	0,835 (0,058)	0,244 (0,023)	2,085 (0,078)	4,108 (0,216)	0,007 (0,060)
Imposición consumo	1,283 (0,235)	0,433 (0,050)	1,847 (0,272)	4,632 (0,393)	0,008 (0,055)
Imposición salarios	0,603 (0,024)	0,597 (0,034)	2,594 (0,057)	5,781 (0,346)	0,009 (0,065)
Imposición capital	0,610 (0,015)	0,370 (0,009)	2,804 (0,142)	4,611 (0,252)	-0,016 (0,061)
Imposición renta	0,621 (0,024)	0,584 (0,034)	2,649 (0,070)	5,698 (0,313)	0,005 (0,053)

do, provocando un aumento de la volatilidad de la inversión. Estos efectos son comunes a todos los impuestos, de manera que los resultados, anteriormente descritos, acerca de las diferencias en la caracterización del ciclo económico inducidas por los diferentes impuestos, son robustos a la introducción del consumo público en las preferencias de los individuos.

4.2. Coste del ciclo económico

En este apartado vamos a tratar de analizar, para el modelo y la calibración propuestos, si el coste de bienestar del ciclo económico varía según el impuesto que acomoda las fluctuaciones. Siguiendo a Lucas (1987), partimos de una aproximación de Taylor de segundo orden de la función de bienestar esperada alrededor del estado estacionario:

$$E(U(c_t, n_t)) = U(c_{ss}, n_{ss}) + \left(\frac{\partial U}{\partial c_t} \Big|_{c_{ss}} \frac{\partial U}{\partial n_t} \Big|_{n_{ss}} \right) E(c_t - c_{ss}) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial c_t^2} \Big|_{c_{ss}} \frac{\partial^2 U}{\partial n_t^2} \Big|_{n_{ss}} \right) E((c_t - c_{ss})^2) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial c_t \partial n_t} \Big|_{c_{ss}, n_{ss}} \right) E((c_t - c_{ss})(n_t - n_{ss})) \quad [20]$$

Simplificando se llega a la expresión:

$$E(U(c_t, n_t)) = U(c_{ss}, n_{ss}) - \frac{1}{2} \left(\frac{1-\theta}{c_{ss}^2} \sigma_c^2 + \frac{\theta}{(N-n_{ss})^2} \sigma_n^2 \right) \quad [21]$$

Definimos el coste de bienestar del ciclo económico (*WC*) como la pérdida de bienestar que se genera para el individuo por el hecho de alejarse de la senda de estado estacionario:

$$WC = U(c_{ss}, n_{ss}) - E(U(c_t, n_t)) = \frac{1}{2} \left(\frac{1-\theta}{c_{ss}^2} \sigma_c^2 + \frac{\theta}{(N-n_{ss})^2} \sigma_n^2 \right) \quad [22]$$

Esta expresión hace depender el coste de las fluctuaciones de los valores de estado estacionario y de la varianza de consumo privado y horas trabajadas.

La tabla 4 refleja, para cada sistema impositivo, la pérdida media de bienestar que se deriva de la existencia de fluctuaciones económicas. De la tabla se desprende que el coste de bienestar es de pequeña magnitud. Este resultado coincide con el de Lucas (1987) que, a partir de un modelo sencillo sin gobierno, estima que las ganancias de bienestar derivadas de la estabilización del consumo privado para la economía americana son muy pequeñas. En nuestro modelo la inclusión del sector público no tiene como objetivo la estabilización de las fluctuaciones económicas, por ello la magnitud del coste del ciclo económico es muy similar a la de una economía sin sector público.

Por otra parte al tener un único estado estacionario independiente del impuesto, las diferencias en el coste de bienestar entre impuestos estarán motivadas por

las diferencias en la volatilidad de consumo y horas trabajadas. La imposición de suma fija es la que presenta un coste de bienestar más reducido, seguida de la imposición sobre el capital. La imposición sobre consumo, al incrementar la volatilidad del consumo privado aumenta la magnitud del coste. La imposición sobre salarios y la que grava la renta total presentan un coste de bienestar más alto, consecuencia de la distorsión que provocan sobre la volatilidad de las horas trabajadas. Este resultado confirma el efecto amplificador que sobre las fluctuaciones agregadas tiene la imposición sobre las rentas del trabajo, tal y como se vió en la sección anterior.

4.3. Inversión pública y efecto expulsión

La calibración de los parámetros del modelo indica un valor positivo de la elasticidad-output del capital público, apuntando un efecto positivo de la inversión pública sobre la productividad de los factores privados. Este resultado es consistente con las estimaciones llevadas a cabo para la economía española por Bajo y Sosvilla (1993), Argimón y otros (1994) y Mas y otros (1994), poniendo de relieve el importante papel desempeñado por la acumulación de capital público. Sin embargo, su incidencia en el proceso de acumulación privado no depende únicamente de sus efectos sobre la productividad, sino también de la forma en la que el gobierno financia la inversión pública. Por tanto, solamente podremos evaluar los efectos globales del capital público mediante un análisis de equilibrio general.

En un contexto de optimalidad de las decisiones del gobierno, Rojas (1993) evalúa el efecto de la inversión pública sobre la inversión privada a través de la correlación cruzada entre ambas variables, obteniendo un valor positivo que interpreta como un efecto crowding-in de la inversión pública. El modelo especificado en la sección 2 incluye el capital público como un input productivo, y considera que la inversión pública se financia a través de impuestos, drenando recursos

Tabla 4. Coste de las fluctuaciones económicas. Pérdida media de bienestar medida en unidades de consumo. Los estadísticos reflejan las medias muestrales de 400 simulaciones de cada uno de los modelos. Entre paréntesis figuran las desviaciones típicas.

	Pérdida de bienestar
Imposición suma fija	0,012 (0,007)
Imposición consumo	0,021 (0,014)
Imposición salarios	0,029 (0,021)
Imposición capital	0,014 (0,007)
Imposición renta	0,024 (0,014)

directamente del sector privado. Los resultados de la simulación de los distintos modelos, recogidos en la tabla 2, muestran una correlación estadísticamente no significativa entre ambos tipos de inversión, mientras que los datos señalan una correlación positiva pero muy débil para la economía española.

En el contexto del modelo de ciclo real especificado cabe preguntarse acerca de si el carácter procíclico o contracíclico de la inversión pública modifica de alguna manera el valor de esta correlación. Hasta el momento hemos supuesto que la correlación entre los shocks de inversión pública y las innovaciones del shock tecnológico era prácticamente nula (0,003). La estructura del modelo permite forzar correlaciones cruzadas de mayor intensidad y de distinto signo entre estas variables, de manera que podemos interpretar las políticas de inversión pública como procíclicas o contracíclicas en función del signo positivo o negativo de tales correlaciones.

La tabla 5 recoge, para el modelo con imposición de suma fija, los efectos de políticas procíclicas, acíclicas y contracíclicas de inversión pública sobre algunos de los momentos de segundo orden de las variables del modelo. Estas políticas han sido construídas suponiendo diferentes casos de correlación (+1, 0, -1) entre la innovación de la perturbación de productividad y la innovación del proceso estocástico de la inversión pública.

Los resultados indican una correlación elevada y positiva entre inversión pública y privada ante políticas procíclicas de inversión pública, mientras que el signo de la correlación cambia ante una política contracíclica. Las correlaciones obtenidas en la simulación se explican por el carácter fuertemente procíclico de la inversión privada, de manera que el signo que se impone en la correlación entre output e inversión pública se traslada a la correlación entre inversión pública y privada. Por tanto el signo de la correlación cruzada entre ambos tipos de inversión no implica necesariamente un efecto *crowding-in* o *crowding-out* de la inversión pública sobre el proceso de acumulación privado.

Una política procíclica de inversión pública tendrá un efecto *crowding-in* si durante la fase expansiva del ciclo estimula la inversión privada, desincentivándola durante la fase recesiva. Esto se traduciría en un incremento de la volatilidad

Tabla 5. Políticas procíclicas, acíclicas y contracíclicas de inversión pública bajo imposición de suma fija: segundos momentos. Los estadísticos reflejan las medias muestrales de 100 simulaciones de cada uno de los modelos. Entre paréntesis figuran las desviaciones típicas. Las volatilidades absolutas aparecen en %.

	σ_y	σ_{ip}	σ_{ip}/σ_y	$Crr(ip, ig)$
$Crr(\varepsilon_{ip}, \varepsilon_t) = 1$	3,927 (0,227)	7,364 (0,690)	1,893 (0,102)	0,704 (0,020)
$Crr(\varepsilon_{ip}, \varepsilon_t) = 0$	3,812 (0,270)	7,650 (0,752)	2,004 (0,086)	0,004 (0,060)
$Crr(\varepsilon_{ip}, \varepsilon_t) = -1$	3,768 (0,242)	8,157 (0,573)	2,105 (0,98)	-0,834 (0,013)

de la inversión privada a lo largo del ciclo económico. Por contra, si lo que se produce es una reducción de la volatilidad entonces la política procíclica estaría provocando un efecto *crowding-out*. Del mismo modo, una política contracíclica de inversión pública tendrá un efecto *crowding-in* si durante las recesiones el incremento de la inversión pública provoca aumentos de la inversión privada, suavizando su senda, lo que se traduciría en una reducción de la volatilidad de la inversión privada. Una política contracíclica que aumente dicha volatilidad estaría provocando un efecto *crowding-out*.

La tabla 5 también permite la comparación de políticas alternativas de inversión pública, en términos de la volatilidad del output y de las volatilidades absoluta y relativa de la inversión. Los resultados de políticas procíclicas y contracíclicas no reflejan diferencias estadísticamente significativas respecto a las políticas de inversión pública de corte acíclico, de manera que no puede detectarse efecto *crowding-in* o *crowding-out* alguno. Así, en el contexto del modelo de ciclo real especificado y con los valores paramétricos obtenidos en la calibración, el diseño de la política de inversión pública a lo largo del ciclo económico no se revela significativamente importante a la hora de estimular la inversión privada. El signo de la correlación entre inversión pública y privada no implica necesariamente que haya evidencia de efecto *crowding-in* o *crowding-out*.

5. Conclusiones

En este trabajo se analizan los potenciales efectos que diferentes políticas impositivas y de inversión pública tendrían sobre las características más relevantes del ciclo económico. Se incluye además, un análisis del coste de bienestar de las fluctuaciones económicas.

Se plantea un modelo de equilibrio general, dinámico y estocástico bajo expectativas racionales. En el modelo se incluye el stock de capital público como un input productivo adicional, además de perturbaciones que afectan a la productividad y a las sendas de consumo e inversión pública. El proceso de calibración de los valores de los parámetros estructurales del modelo trata de reproducir algunos de los hechos estilizados de la economía española.

La simulación del modelo estocástico nos permite analizar las propiedades cíclicas de las variables según la estructura impositiva considerada. La utilización de impuestos alternativos para acomodar en cada momento las fluctuaciones de gastos e ingresos del gobierno, induce un comportamiento estocástico del tipo impositivo empleado para ajustar. Este comportamiento del tipo impositivo generará fluctuaciones en el precio del bien sometido al impuesto, provocando un incremento de la volatilidad relativa de ese bien. Es decir, las diferencias en la transmisión de las fluctuaciones surgen de la distorsión introducida por los distintos sistemas impositivos. Dado que en todos los modelos se financia la misma senda de gasto público, las diferencias en el comportamiento cíclico del modelo que inducen las diferentes formas de imposición tienen su origen en la distorsión (efecto sustitución) que introducen en el comportamiento óptimo de los individuos. Así, la imposición distorsionante presenta acusadas diferencias respecto a la

imposición de suma fija en sus efectos sobre las características del ciclo económico. La imposición indirecta incrementa las fluctuaciones del consumo y reduce las de la inversión privada. El impuesto sobre salarios amplifica las fluctuaciones del output y la inversión privada, además de afectar de manera importante al tamaño relativo de las fluctuaciones de las horas trabajadas. La imposición sobre el capital amplifica las fluctuaciones de la inversión privada, y en menor medida las del output. De esta manera, la imposición indirecta reduce el tamaño de las fluctuaciones agregadas respecto a la imposición directa. La introducción del consumo público en las preferencias de los individuos provoca un incremento de la volatilidad de las horas trabajadas que se traslada al output y a la inversión privada. Estos efectos son comunes a todos los impuestos, por lo que se mantienen los resultados acerca de las diferencias entre impuestos en la transmisión de las fluctuaciones.

El tamaño del coste de bienestar de las fluctuaciones económicas depende de la volatilidad del consumo y las horas trabajadas, provocando diferencias en el coste entre impuestos. En cualquier caso la magnitud del coste de bienestar del ciclo económico es muy reducida.

El diseño de la política de inversión pública a lo largo del ciclo económico modifica la correlación entre inversión pública y privada, sin embargo no puede interpretarse el signo de esta correlación en términos de un efecto *crowding-in* o *crowding-out*.

Las extensiones naturales del trabajo van en dos direcciones. La primera consiste en endogeneizar el comportamiento del gobierno a través del problema de Ramsey, de manera que sea posible analizar las características dinámicas de una política óptima de inversión pública e imposición. La segunda extensión del modelo permitiría la presencia de congestión en la utilización del input público.

Apéndice A. Redefinición de las series de Contabilidad Nacional

La economía descrita por el modelo no contempla la variación de existencias como un elemento diferenciado, y contiene un sector público que acumula capital, cuya elasticidad-output difiere de la del capital acumulado por el sector privado. Por otro lado la Contabilidad Nacional proporciona una medida de la inversión que no distingue entre componente público y privado, además de tratar de manera poco satisfactoria el consumo de bienes duraderos.

Por tanto, siguiendo a Cooley y Prescott (1995), es necesario redefinir el conjunto de medidas de la economía española que proporciona la Contabilidad Nacional, para que sean consistentes con el modelo especificado⁴. La falta de datos trimestrales para las series de inversión pública y stock de capital público nos obliga a utilizar como base la información en términos anuales. Tomamos

4. Puch y Licandro (1997) discuten, para la economía española, un conjunto de medidas consistente con un modelo de ciclo real sin impuestos distorsionantes, ni un tratamiento diferenciado de la inversión pública.

como referencia el período 1970-1994. Todas las series son transformadas en términos per capita mediante la serie enlazada de población activa⁵ de García Perea y Gómez (1994).

A.1. Capital e inversión

Las series de stock de los distintos tipos de capital, así como de inversión pública y privada se corresponden a las series actualizadas en pesetas de 1986 construídas por Corrales y Taguas (1991). La suma de ambos tipos de inversión reproduce la serie de Formación Bruta de Capital Fijo de la Contabilidad Nacional. El consumo de bienes duraderos incrementa la medida de inversión privada al ser tratado como un flujo de inversión y no como consumo privado, esta circunstancia conlleva la aparición de un stock de bienes duraderos que aumenta el stock de capital privado. Los datos de consumo duradero proceden de Estrada y Sebastián (1993). La variación de existencias se considera como inversión privada.

La falta de disponibilidad de datos acerca del stock de duraderos en España obliga a su construcción. Siguiendo a Puch y Licandro (1997), se escoge el valor inicial de stock de duraderos de manera que el stock resultante sea consistente con el supuesto de crecimiento equilibrado del modelo⁶.

Para obtener el flujo de servicios del stock de duraderos es necesario conocer previamente las rentas del capital privado, que se calculan como la diferencia entre el output y las rentas del trabajo. Recogemos la corrección que realiza European Economy (1994) sobre la participación de los salarios en la renta (α_{EE}), de manera que también se consideran como rentas del trabajo las rentas correspondientes a los trabajadores autónomos. Las rentas del capital privado serán:

$$y_{k_p} = (1 - \alpha_{EE})\text{PIB} \quad [23]$$

Una vez obtenidas las rentas del capital privado, es posible calcular su rendimiento:

$$r = \frac{y_{k_p} - \delta k_p}{k_p} \quad [24]$$

5. La serie de población activa de García Perea y Gómez (1994) no ofrece datos posteriores a 1992. Para completar la serie se recurre a la Encuesta de Población Activa.
6. El promedio del stock de duraderos ha de cumplir:

$$\frac{S^d}{k_p} = \frac{c^d}{i_p} \frac{g + \delta}{g + \delta^d}$$

donde S^d , k_p , c^d e i_p son, respectivamente, los valores medios del stock de duraderos, stock de capital privado, consumo de duraderos e inversión privada. g es el promedio de la tasa de crecimiento anual del PIB en términos reales, mientras δ y δ^d indican las tasas de depreciación del stock de capital privado y del stock de duraderos. δ se estima a través de la regla de acumulación del capital privado con los datos de Corrales y Taguas (1991), mientras que como en Cooley y Prescott (1995) se supone una tasa de depreciación constante para el stock de duraderos del 21% anual.

Siguiendo a Cooley y Prescott (1995) se imputa el flujo de servicios del stock de duraderos a través de la relación:

$$y_t^d = (r + \delta^d) S_t^d \quad [25]$$

El tipo de rendimiento del stock de duraderos (r), se supone igual al tipo de rendimiento del stock de capital privado obtenido en [24]. El flujo de servicios imputado al stock de bienes duraderos se añadirá a nuestra medida de consumo y por tanto a nuestra medida de output. Por el lado de las rentas, el flujo de servicios del stock de duraderos se contabilizará como rentas del capital.

A.2. Consumo privado

Dado que el consumo de duraderos se considera un flujo de inversión, la serie del consumo privado estará formada por el consumo de bienes no duraderos a los que se añade el flujo de servicios imputado al stock de bienes duraderos.

A.3. Horas trabajadas

La serie de horas trabajadas per cápita es la construída por Puch y Licandro (1997) a partir de la homogeneización de las series de la Encuesta de Salarios llevada a cabo por Carbajo y García Perea (1987) y de los datos de la Dirección General de Previsión y Coyuntura del Ministerio de Economía y Hacienda.

A.4. Output

La especificación de un modelo de economía cerrada implica la modificación de la medida del PIB de las Cuentas Nacionales para eliminar la presencia del sector exterior. En la literatura aparecen dos maneras distintas de tratar esta cuestión. Mientras Cooley y Prescott (1995) incluyen las exportaciones netas como inversión, Christiano (1987) las elimina de la medida del output, alternativa que se adopta en este trabajo. Finalmente se añade al output el flujo de servicios del stock de duraderos.

Apéndice B. Método de solución

El modelo dinámico planteado en la sección 2 presenta condiciones de optimalidad no lineales que involucran expectativas, de ello se deriva la imposibilidad de obtener soluciones analíticas. Se impone recurrir a métodos numéricos de resolución para obtener series temporales de las variables endógenas que satisfagan las condiciones de optimalidad y restricciones del modelo dada la realización de las perturbaciones estructurales que afectan a las sendas de consumo público, inversión pública y shock tecnológico, y dados los valores de los parámetros que se recogen en la sección 3.

El método de solución empleado en este trabajo es el procedimiento de *back-solving*⁷, propuesto por Sims (1990). Este método comienza por sustituir las esperanzas condicionales presentes en las condiciones de optimalidad del modelo, por su valor realizado más un término que refleja un error de expectativas. Una vez eliminado el crecimiento exógeno de las variables y sustituidos los precios de los factores productivos, el multiplicador de Lagrange y las expectativas, el equilibrio competitivo dinámico estocástico del modelo viene dado por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\frac{\theta}{1-\theta}(1+\tau_{c_t})\frac{c_t+\eta c_{g_t}}{(N-n_t)} = (1-\tau_{w_t})\alpha A z_t n_t^{\alpha-1} k_{p_t}^{1-\alpha} k_{g_t}^{\gamma} \tag{26}$$

$$\frac{(1+\tau_{c_{t+1}})\xi_y c_{t+1}}{(1+\tau_{c_t})c_t} = \beta((1-\delta) + (1+\tau_{k_{t+1}})(1-\alpha)A z_{t+1} n_{t+1}^{\alpha} k_{p_{t+1}}^{-\alpha} k_{g_{t+1}}^{\gamma}) + \chi_{t+1} \tag{27}$$

$$\begin{aligned} (1+\tau_{c_t})c_t + \xi_y k_{p_{t+1}} - (1-\delta)k_{p_t} = \\ = ((1-\tau_{w_t})\alpha + (1-\tau_{k_t})(1-\alpha))A z_t n_t^{\alpha} k_{p_t}^{1-\alpha} k_{g_t}^{\gamma} - LS_t \end{aligned} \tag{28}$$

$$c_{g_t} + i_{g_t} = \tau_{c_t} c_t + (\tau_{w_t} \alpha + \tau_{k_t} (1-\alpha))A z_t n_t^{\alpha} k_{p_t}^{1-\alpha} k_{g_t}^{\gamma} + LS_t \tag{29}$$

$$i_{g_t} = \xi_y k_{g_{t+1}} - (1-\mu)k_{g_t} \tag{30}$$

$$\ln z_t = \rho \ln z_{t-1} + \varepsilon_t \tag{31}$$

$$\ln c_{g_t} = \varphi_c + \phi_c \ln c_{g_{t-1}} + \varepsilon_{c_t} \tag{32}$$

$$\ln i_{g_t} = \varphi_i + \phi_i \ln i_{g_{t-1}} + \varepsilon_{i_t} \tag{33}$$

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \varepsilon_{i_t} \\ \varepsilon_{c_t} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma_{\varepsilon}^2 & & \\ \sigma_{\varepsilon i} & \sigma_i^2 & \\ \sigma_{\varepsilon c} & \sigma_{ic} & \sigma_c^2 \end{bmatrix} \right) \tag{34}$$

χ representa el error de predicción que surge al sustituir la expectativa presente en la condición de optimalidad de la decisión ahorro/inversión del problema del consumidor. Al suponer expectativas racionales, el error de predicción debe de estar incorrelacionado con el conjunto de información dado por la esperanza condicional y ha de presentar estructura de ruido blanco.

Una vez sustituidas las expectativas se realiza un análisis de estabilidad sobre una aproximación de Taylor de primer orden de la versión determinista del sistema, alrededor del estado estacionario. Este análisis indica la presencia de autovalores inestables, cuyos autovectores asociados proporcionan condicio-

7. Un análisis exhaustivo de éste y otros métodos de solución se presenta en Domínguez (1995).

nes de estabilidad que han de imponerse para que el equilibrio competitivo sea globalmente estable. Estas condiciones caracterizan los subespacios de convergencia hacia el estado estacionario y garantizan el cumplimiento de las condiciones de transversalidad del modelo. La inclusión de las condiciones de estabilidad permite aumentar la dimensión del sistema, de manera que también se podrán obtener soluciones para las variables adicionales (errores de previsión) generadas en el proceso de sustitución de las esperanzas condicionales.

El procedimiento descrito obtiene como soluciones los errores de previsión dada la realización de las perturbaciones estructurales, esta es la llamada solución *forward*. También es posible obtener como solución las perturbaciones estructurales dada la realización de los errores de previsión. Esta forma de solución se denomina *backward* porque va hacia atrás en la lógica económica.

En nuestro modelo se obtiene una única condición de estabilidad. Esto garantiza una solución única y es posible resolver numéricamente y de manera recursiva el equilibrio competitivo dinámico definido por las ecuaciones [26] a [34]. Ello permite obtener series temporales no explosivas para todas las variables del modelo dados unos valores de los parámetros y las realizaciones de las perturbaciones estructurales. Resolviendo *forward* se comprueba, además, que el error de previsión generado $\{\chi\}$, cumple las propiedades de incorrelación con el conjunto de información y ausencia de autocorrelación que implica el supuesto de expectativas racionales.

Hay que señalar que este procedimiento de solución solamente aproxima la condición de estabilidad del sistema. En la simulación, el resto de las ecuaciones del sistema, formado por las condiciones de primer orden y las restricciones de recursos y del gobierno no es objeto de ningún tipo de aproximación. Las series temporales que se obtienen como solución cumplen las condiciones de optimalidad y restricciones del problema planteado. Esta característica lo diferencia de otros métodos de solución que resuelven una aproximación del problema original, obviándose además, el análisis de estabilidad.

Referencias bibliográficas

- ARGIMÓN, I.; GONZÁLEZ-PÁRAMO, J.M.; MARTÍN, M.J.; ROLDÁN, J.M. (1994). «Productividad e infraestructuras en la economía española». *Moneda y Crédito*, 198, 207-241.
- ASCHAUER, D.A. (1989). «Is Public Expenditure Productive?». *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
- BAJO, O.; SOSVILLA, S. (1993). «Does Public Capital Affect Private Sector Performance?». *Economic Modelling*, p. 179-184.
- BARRO, R.J. (1990). «Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth». *Journal of Political Economy*, 98, 101-125.
- BAXTER, M.; KING, R.G. (1993). «Fiscal Policy in General Equilibrium». *American Economic Review*, 83, 315-334.
- BRAUN, R.A. (1994). «Tax Disturbances and Real Economic Activity in the Postwar United States». *Journal of Monetary Economics*, 33, 441-462.

- CAMPBELL, J.Y. (1994). «Inspecting the Mechanism. An Analytical Approach to the Stochastic Growth Mode». *Journal of Monetary Economics*, 33, 463-506.
- CARBAJO, R.; GARCÍA PEREA, P. (1987). «Series históricas homogéneas de horas trabajadas». *Documento de Trabajo* 8709. Madrid: FEDEA.
- CHARI, V.V.; CHRISTIANO, L.J.; KEHOE, P.J. (1994). «Optimal Fiscal Policy in a Business Cycle Model». *Journal of Political Economy*, 102, 617-652.
- CHRISTIANO, L.J. (1987). Technical appendix to «Why Does Inventory Investment Fluctuates So Much?». *Federal Reserve Bank of Minneapolis*, w.p. 380.
- CHRISTIANO, L.J.; EICHENBAUM, M. (1992). «Current Real Business Cycle Theories and Aggregate Economic Fluctuations». *American Economic Review*, 82, 430-450.
- COOLEY, T.F.; HANSEN, G.D. (1992). «Tax Distorsions in a Neoclassical Monetary Economy». *Journal of Economic Theory*, 58, 290-316.
- COOLEY, T.F.; PRESCOTT, E.C. (1995). «Economic Growth and Business Cycles». En COOLEY, T.F. (ed.). *Frontiers of Business Cycles Research*. USA: Princeton University Press, 1-38.
- CORRALES, A.; TAGUAS, D. (1991). «Series macroeconómicas para el período 1954-1988: un intento de homogeneización». En MOLINAS, C.; SEBASTIÁN, M.; ZABALZA, A. (eds.). *La economía española. Una perspectiva macroeconómica*. A. Bosch e Instituto de Estudios Fiscales, p. 583-646.
- DOMÍNGUEZ, E. (1995). «Características de estructura intertemporal de rentabilidades en un modelo de equilibrio general estocástico». Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- ESTRADA A.; SEBASTIÁN, M. (1993). «Una serie de gasto en bienes de consumo duradero». *Documento de Trabajo* 9305, Banco de España.
- European Economy* (1994). Núm. 58.
- GARCÍA-MILÁ, T. (1987). «Government Purchases and Real Output: an Empirical Analysis and Equilibrium Model with Public Capital». *Documento de discusión* 93.88. Departament d'Economia e Història Econòmica. Universitat Autònoma de Barcelona.
- GARCÍA-MILÁ, T.; MCGUIRE, T.J.; PORTER, R.H. (1996). «The Effect of Public Capital in State-Level Productions Function Reconsidered». *Review of Economics and Statistics*, 78, 177-180.
- GARCÍA-PEREA, P.; GÓMEZ, R. (1994). «Elaboración de series históricas de empleo a partir de la Encuesta de Población Activa (1964-1992)». *Documento de trabajo* 9409, Banco de España.
- GLOMM, G.; RAVIKUMAR, B. (1994). «Public Investment in Infrastructure in a Simple Growth Model». *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18, 1173-1187.
- HOLTZ-EAKIN, D. (1994). «Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle». *Review of Economics and Statistics*, 76, 12-21.
- LUCAS, R.E. Jr. (1987). *Models of Business Cycles*. Blackwell.
- (1990). «Supply-Side Economics: an Analitical Review». *Oxford Economics Papers*, 42.
- MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; URIEL, E. (1994). «Capital público y productividad en las regiones españolas». *Moneda y Crédito*, 198, 163-192.
- MCGRATTAN, E.R. (1994). «The Macroeconomic Effects of Distortionary Taxation». *Journal of Monetary Economics*, 33, 573-601.

- MENDOZA, E.G.; RAZIN, A.; TESAR, L. (1994). «Computing Effective Tax Rates on Factor Incomes and Consumption: an International Macroeconomic Perspective». *CEPR Discussion Paper* Nº 866.
- PRESCOTT, E. (1990). «Theory Ahead of Business Cycle Measurement». *Quarterly Review, Federal Reserve Bank of Minneapolis*, 10, 9-33.
- PUCH, L.; LICANDRO, O. (1997). «Are There Any Special Features in the Spanish Business Cycle?». *Investigaciones Económicas*, vol. XXI, 361-394.
- ROJAS, G. (1993). «Optimal Taxation in a Stochastic Growth Model with Public Capital: Crowding-in Effects and Stabilization Policy». *Economics Working Paper 62*, Universitat Pompeu Fabra.
- SIMS, C.A. (1990). «Solving the Stochastic Growth Model by Backsolving with a Particular Nonlinear Form for the Decision Rule». *Journal of Business and Economic Statistics*, 8, 45-47.