



Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España en los años noventa*

DESIDERIO ROMERO JORDÁN
Universidad Rey Juan Carlos

JOSÉ FÉLIX SANZ SANZ
Universidad Complutense de Madrid

Recibido: Abril, 2007
Aceptado: Noviembre, 2007

Resumen

Este trabajo analiza la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España. Para ello se utiliza una muestra de empresas manufactureras referida al periodo 1990 a 2001. Los resultados muestran que el crédito fiscal, y en menor medida las amortizaciones, son instrumentos adecuados para reducir el precio de la I+D. Sin embargo, la respuesta de la inversión a tales variaciones en precio es moderada ya que las elasticidades oscilan entre $-0,98$ y $-1,01$. Asimismo, cada unidad monetaria adicional de gasto fiscal genera entre 1,24 y 1,26 unidades monetarias de inversión bruta. Por último, los resultados indican que la relación entre activos fijos productivos e I+D es muy débil.

Palabras clave: I+D, incentivos fiscales, elasticidad, coste-eficacia.

Clasificación JEL: H20, H23, H41

1. Introducción

La acumulación de conocimiento tecnológico tiene en el largo plazo un efecto positivo sobre la productividad y el crecimiento económico (OCDE, 2001; CBO, 2005). Sin embargo, el volumen de recursos destinados a indagar en nuevos conocimientos científicos así como en el desarrollo de nuevas tecnologías es inferior al que socialmente sería deseable,

* Una versión de este trabajo ha sido publicada previamente como papel de trabajo de la Colección de Documentos de Trabajo de la Fundación de las Cajas de Ahorros (*FUNCAS*). Nuestro agradecimiento a la Comunidad de Madrid y a la Universidad Rey Juan Carlos por la financiación conjunta de los proyectos de investigación *URJC-SHD-0846* y *URJC-CM-2006-0497*. Adicionalmente, Desiderio Romero y José Félix Sanz agradecen respectivamente el apoyo recibido del Instituto de Estudios Fiscales y del proyecto *CICYT SEJ-2006-04444*. Asimismo, queremos expresar nuestra más sincera gratitud a Inmaculada Álvarez así como a dos evaluadores anónimos por sus valiosas críticas, comentarios y sugerencias. En todo caso, cualquier error es de nuestra exclusiva responsabilidad.

debido fundamentalmente a la existencia de dos fallos de mercado. De una parte, el conocimiento tecnológico tiene rasgos de bien público al ser parcialmente excluible y no rival (Nelson 1959; Arrow, 1962). Esto implica que el *agente inventor* se beneficia solamente de una parte del conocimiento resultante de la investigación, difuminándose el resto hacia otros agentes económicos en forma de externalidades positivas. De este modo, la rentabilidad social asociada a la producción de conocimiento supera ampliamente a la rentabilidad privada que obtiene el sujeto que desarrolla y/o financia los proyectos de investigación (Griliches, 1992; Nadiri, 1993). Por otra parte, el desarrollo de nuevas tecnologías lleva asociado un riesgo de fracaso que afecta negativamente a la financiación de dichos proyectos debido a la existencia de asimetrías de información en los mercados de capital (Stiglitz y Weiss, 1981; Calomiris y Hubbard, 1990; Himmelberg y Petersen, 1994; Shah, 1995 a,b; Hall *et al.*, 1998; Heijs, 2003 y Marra, 2007). En esencia, estos son los argumentos que justifican la implementación de políticas públicas de fomento de la inversión empresarial en Investigación y Desarrollo (I+D).

Como parte de esas políticas, en los países de la OCDE se utilizan, además de la regulación de la propiedad intelectual, diferentes combinaciones de instrumentos financieros y fiscales (OCDE, 2005). Los instrumentos financieros más utilizados son las subvenciones, los préstamos subvencionados y los avales para préstamos. Por su parte, los incentivos fiscales empleados con más frecuencia son, dentro de la estructura del Impuesto de Sociedades, las reservas para inversión, las amortizaciones aceleradas y el crédito fiscal a la inversión. El grado de utilización de dichos instrumentos varía considerablemente entre países. Concretamente, Italia y Nueva Zelanda utilizan fundamentalmente instrumentos financieros mientras que en otros países como España, Portugal, Canadá o Australia sucede lo contrario. No obstante, el uso de la fiscalidad para incentivar la inversión en I+D se generalizó a finales de los años noventa en el ámbito de la OCDE (Warda, 2002; Comisión Europea, 2002).

Desde los años ochenta, los economistas han dedicado una gran atención a evaluar, de modo particular, los incentivos fiscales a la inversión en I+D existentes en la estructura del Impuesto de Sociedades (Comisión Europea, 2002, 2003). A tal efecto, se han empleado diferentes enfoques metodológicos, tanto cuantitativos como cualitativos, aunque la estimación de elasticidades-precio y el cómputo de ratios coste-eficacia son los procedimientos analíticos más frecuentemente usados en este tipo de literatura (López y Romero, 2001). La utilización conjunta de estas dos metodologías, claramente complementarias, resulta extremadamente útil para evaluar la eficacia de los instrumentos fiscales desde una perspectiva global. Concretamente, el cómputo de elasticidades precio permite analizar la respuesta de la inversión a cambios esperados en los precios de la I+D, mientras que el ratio coste-eficacia ofrece información sobre la inversión que induce cada unidad de gasto fiscal. En otras palabras, los resultados obtenidos con la estimación de elasticidades precio y de ratios coste-eficacia son útiles para evaluar los efectos incentivo del sistema fiscal sobre las decisiones de inversión en I+D con relación a su coste recaudatorio. Precisamente por ello, como veremos seguidamente, este ha sido el enfoque metodológico empleado en la presente investigación.

Desafortunadamente, la evidencia disponible sobre la eficacia de dichos incentivos fiscales, referida fundamentalmente a Estados Unidos, Canadá y Reino Unido, no ofrece resultados concluyentes (véanse las revisiones de la literatura efectuadas por Dagenais *et al.*, 1997; Hall y Van Reenen, 2000; OCDE, 2002 y Comisión Europea, 2003). Por una parte, el rango de elasticidades precio es muy amplio, abarcando desde valores próximos a cero a ligeramente superiores a la unidad. Más aún, algunos autores como Hines (1991), Hall (1993) y Berger (1993) han obtenido elasticidades para la economía estadounidense próximas a -2 . No obstante, como han puntualizado Guellec y Van Pottelsberghe (1997), las elasticidades precio de la I+D disponibles en la literatura se encuentran con más frecuencia por debajo que por encima de la unidad, especialmente cuando se emplean microdatos. Por otra parte, las estimaciones del ratio coste eficacia están, en líneas generales, muy próximas a la unidad, de modo que los incentivos fiscales raramente parecen inducir más inversión que el propio gasto fiscal que generan (Van Pottelsberghe, 1997). No obstante, existen también excepciones como Baily y Lawrence (1992), Berger (1993) y Hall (1993) que obtienen ratios coste eficacia que oscilan entre 1,3 y 2.

La literatura disponible sobre la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D existentes en el impuesto de sociedades español es, como se expone seguidamente, muy escasa¹. Esta situación resulta sorprendente si tenemos en cuenta que el tratamiento fiscal vigente en España es, junto al existente en Portugal, Australia, Canadá e Italia, uno de los más favorables de la OCDE (Warda, 2001, 2002). De hecho, el análisis comparado muestra que dichos incentivos son más generosos que los disponibles en países como Finlandia, Noruega, Suecia, Alemania, Estados Unidos o Japón donde las tasas agregadas de inversión en I+D triplican a las españolas². En este sentido, hasta donde conocemos, los únicos trabajos donde se analizan específicamente estas cuestiones son Marra (2004) y Corchuelo (2006)³. Con diferentes metodologías, en ambos artículos se analiza la eficacia de los incentivos fiscales empleando una muestra de empresas manufactureras referida a los años noventa —extraída en los dos casos de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales, (ESEE)—.

Concretamente, Marra (2004) estima una función Cobb-Douglas sobre una muestra de 189 empresas que realizan inversión en I+D de forma *estable y sistemática* entre 1990 y 1999. Los resultados muestran una elasticidad del precio efectivo de la I+D ante cambios en los incentivos fiscales (amortizaciones y crédito fiscal) claramente superior al 1%. Concretamente, en las Grandes Empresas (≥ 200 trabajadores) la elasticidad media es de $-1,28$ mientras que en la PYMES (< 200 trabajadores) es de $-1,26$. Además, la evidencia refleja que el precio efectivo de la I+D es mucho más sensible a cambios en la tasa de amortización fiscalmente permitida que en el crédito fiscal (en el primer caso, la elasticidad está próxima a $-0,8$ mientras que en el segundo a $-0,5$). Por otra parte, en Corchuelo (2006) se analiza el papel de los incentivos fiscales sobre la decisión de realizar I+D y sobre el nivel de esfuerzo tecnológico. Para ello, empleando el procedimiento bietápico propuesto por Heckman (1979), se estima, en primer lugar, la probabilidad de realizar I+D. Y en segundo, se estudian los factores que explican dicha inversión, tomando el coste del capital como uno

de los regresores. Este modelo se estima sobre una muestra de 1.113 empresas referida al periodo 1990-1998. Los resultados indican que la probabilidad de realizar I+D está, como cabría esperar, positivamente relacionada con el tamaño de la empresa y negativamente con el coste del capital⁴. Asimismo, la elasticidad del esfuerzo tecnológico respecto del coste del capital es claramente mayor que la unidad (2,5), superando ampliamente los valores próximos a 0,4 obtenidos por ejemplo por Parisi y Sembeneli (2003) para el caso italiano. En resumen, los resultados de estos dos trabajos indican que los incentivos fiscales a la inversión en I+D existentes en la estructura del impuesto de sociedades español tienen un elevado grado de eficacia. Al menos, para las grandes empresas que tienen políticas de inversión en I+D estables en el largo plazo.

Este artículo profundiza en esta línea de investigación con dos objetivos claramente definidos. Primero, aportar nueva evidencia sobre elasticidades precio y ratios coste eficacia de la I+D empleando un enfoque metodológico diferente al utilizado en los trabajos referidos en el párrafo anterior. Y segundo, analizar el grado de complementariedad o de sustitutibilidad de la I+D con el resto de inputs productivos estimando para ello las correspondientes elasticidades precio cruzadas. Siguiendo la metodología propuesta por Mamuneas y Nadiri (1996), en este trabajo se estima una función de costes translog sobre una muestra de empresas de la ESEE referida al periodo 1990 a 2001. Para que los resultados sean comparables a los trabajos referidos anteriormente, la muestra empleada solo incluye a aquellas empresas que invierten en I+D durante todos los años del periodo analizado. En el desarrollo del trabajo hemos prestado una atención especial a los precios de los diferentes inputs utilizados en la estimación de la función de costes. Específicamente, el precio neto de impuestos de la I+D ha sido computado con técnicas de microsimulación. Concretamente, para cada empresa, han sido calculadas las cuantías correspondientes de amortización y de crédito fiscal a la I+D efectivamente aplicadas en cada ejercicio. Para ello, han sido programados en SAS[®] un conjunto de algoritmos con el objeto de emular las verdaderas situaciones fiscales de las empresas. De este modo han sido calculados, por ejemplo, los límites efectivos de las deducciones a las que se enfrenta cada empresa teniendo en cuenta sus datos contables y la normativa vigente. O también, la cuantía de crédito fiscal diferido en aquellos ejercicios donde las empresas tienen pérdidas o insuficiente cuota para aplicar la totalidad de las deducciones devengadas⁵.

El artículo se desarrolla como sigue. En la sección 2 se describe el tratamiento fiscal de la inversión en I+D en los años noventa. En la sección 3 se presenta el marco teórico utilizado (función de costes translog) y los resultados de la estimación de dicho modelo. A partir de estos resultados, en la sección 4 se calculan y comentan las diferentes elasticidades precio y elasticidades cruzadas de los inputs mientras que en la sección 5 se muestran los correspondientes valores del ratio coste eficacia-marginal de la I+D. El trabajo finaliza con una sección de conclusiones, donde se discuten los resultados y se proponen futuras líneas de investigación.

2. Principales rasgos de la fiscalidad de la I+D en los años noventa

El Impuesto de Sociedades dispone en su estructura de dos mecanismos de fomento de la inversión en I+D: el crédito fiscal y las amortizaciones. En esencia, la cuantía del beneficio fiscal que genera el crédito fiscal depende del porcentaje de deducción, de la base sobre la que se aplica, del límite sobre el que opera y del periodo para diferir el derecho a la deducción devengado y no aplicado por falta de cuota. En este sentido, los principales rasgos de dicho instrumento fiscal durante los años noventa se sintetizan en la Tabla 1. Como se puede ver, el diseño del crédito fiscal ha sido reformado sucesivamente, mejorando, al menos teóricamente, su potencial para incentivar la inversión en I+D: (i) El porcentaje de deducción ha aumentado desde el 15% existente a principios de la década hasta el 30% en 2001. Además, en 1994 se introdujo una deducción adicional sobre la base incremental para premiar a las empresas que presentan tasas crecientes de inversión en I+D. (ii) El límite de la deducción ha aumentado desde el 25% existente en 1990 hasta el 45% en 2001. (iii) El plazo de diferimiento de las deducciones no aplicadas por falta de cuota se ha ido extendiendo hasta alcanzar los 15 años. (iv) Por último, en 2000 se creó una deducción adicional para los gastos de personal generados por investigadores cualificados afectos a tareas de I+D.

Por otra parte, las dotaciones a la amortización por gastos de capital en I+D han sido tradicionalmente deducibles de la base del Impuesto de Sociedades. Sin embargo, hasta 1984, la amortización de este tipo de gastos se realizaba linealmente según las tablas oficiales. La Ley 27/84 de 26 de julio, sobre Reconversión e Industrialización permitió la amortización acelerada de los activos fijos e intangibles en un periodo de 5 años, con la excepción de los edificios cuyo plazo era de 7 años. Posteriormente, la Ley 43/95 de Reforma del Impuesto de Sociedades introdujo la posibilidad de aplicar libertad de amortización a todos los gastos de capital en I+D, con la excepción de los edificios que debían ser amortizados linealmente en un plazo de 10 años. La libertad de amortización era también aplicable a los gastos corrientes, siempre que estuviesen oportunamente recogidos en la contabilidad y hubiesen sido activados.

Tabla 1
INCENTIVOS FISCALES A LA INVERSIÓN EN LOS AÑOS NOVENTA

Periodo	Crédito fiscal				Libertad de amortización
	Porcentaje de deducción	Base incremental (porcentaje aplicable)	Límite de deducción (sobre la cuota íntegra)	Periodo de diferimiento	
1990 – 1992	15%	No	25% ^(a)	5 años ^(b)	No
1993 – 1995	15% ^(c) /30% ^(d)	30% ^(c) /45% ^(d)	35% ^(e)	5 años	No
1996 – 1999	20%	40%	35%	10 años	Sí
2000 – 2001	30% ^(d)	50%	45%	10 años	Sí

Notas: (a) Desde 1991 (b) Desde 1988 (c) Activos fijos (d) Intangibles (e) Desde 1995.

3. Marco teórico: modelo y resultados de la estimación

3.1. La especificación translog

La función de costes de la empresa h se define como:

$$C^h = C(p_i^h, Y^h, d^h; t) \quad [1]$$

donde C representa los costes de la empresa, p_i es el precio de los inputs [capital productivo (K), factor trabajo dedicado a actividades productivas (L), consumos intermedios (I) e investigación y desarrollo (R)], Y es el output de la empresa, d es un conjunto de variables ficticias y t es la variable tiempo que recoge shocks tecnológicos o cualquier otro efecto temporal (la construcción de las variables puede ser consultada en el Anexo A). Definimos la función de costes translog para cada empresa como:

$$\begin{aligned} \ln C^h &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_i^h \ln p_i^h + \alpha_Y^h \ln Y^h + \phi_t^h t + \\ &+ \sum_{i=1}^4 \alpha_{iY}^h \ln p_i^h \ln Y^h + \sum_{i=1}^4 \phi_{it}^h \ln p_i^h t + \phi_{Yt}^h \ln Y^h t + \\ &+ 1/2 \left[\sum_i \sum_j \alpha_{ij}^h \ln p_i^h \ln p_j^h + \alpha_{YY}^h \ln Y^h + \phi_{tt}^h t^2 \right] \end{aligned} \quad [2]$$

Aplicando el lema de Shephard (véase Diewert, 1974) obtenemos el peso del input i en el coste total, S_i^h :

$$\frac{\partial \ln C^h}{\partial \ln p_i^h} = S_i^h = \alpha_i^h + \alpha_{iY}^h \ln Y^h + \phi_{it}^h t + \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} \alpha_{ij}^h \ln p_j^h \quad [3]$$

Una estructura de costes de “buen comportamiento” debe verificar adicionalmente un conjunto de restricciones (Nadiri y Schankerman, 1979):

i. Homogeneidad en precios:

$$\sum_i \alpha_i^h = 1; \sum_i \alpha_{iY}^h = 0; \sum_i \phi_{it}^h = 0; \sum_i \alpha_{ij}^h = 0 \quad [4]$$

ii. Simetría:

$$\alpha_{ij}^h = \alpha_{ji}^h \quad [5]$$

iii. Monotonicidad en precios. Esta condición se cumple automáticamente ya que por definición $S_i^h \geq 0$.

Por otra parte, suponemos que el Hessiano es semidefinido negativo para cumplir con las exigencias de concavidad en precios (Mamuneas y Nadiri, 1996). Asimismo, asumimos

que la función de costes es no decreciente con el output (Jorgenson, 1986). El uso de este tipo de funciones resulta de gran utilidad en el trabajo aplicado por varias razones (Fuss, 1977). Primero, porque las ecuaciones de demanda de cada factor pueden ser obtenidas simplemente derivando la función de costes respecto a sus precios, tal como se refleja en la ecuación [2]. Segundo, porque proporcionan un marco adecuado para estimar funciones de demanda cuando las cantidades demandadas de factor son desconocidas o su estimación es compleja. Por último, porque permiten analizar fácilmente la complementariedad o sustituibilidad entre inputs productivos.

3.2. Resultados de la estimación del modelo

El modelo se contrasta sobre un panel puro compuesto por 125 empresas referido al periodo 1990-2001. La muestra ha sido extraída de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) utilizando como criterio de selección la existencia de tasas positivas de inversión en I+D durante todos los años del periodo analizado. La Tabla 2 sintetiza los principales rasgos de las empresas analizadas según el sector de actividad en el que operan. Como se puede ver, el 20% de las empresas tiene una baja intensidad tecnológica, frente al 11% con intensidad media y al 69% restante donde la intensidad tecnológica es alta. Asimismo, las empresas analizadas tienen, en media, un tamaño grande ya que emplean a 1.253 trabajadores y facturan más de 149 millones de Euros. La inversión media a lo largo del periodo superó ligeramente los 3 millones de Euros, aunque la mediana de la distribución fue de 0,48 millones. En valores absolutos, las empresas del automóvil son las que destinaron una mayor cantidad de recursos a I+D (15,3 millones de Euros) seguido de las empresas que operan en la industria del metal (4,98 millones) y en la fabricación de equipos informáticos (2,78 millones). En términos relativos las empresas analizadas destinaron en media un 2,27% de su facturación total a I+D. No obstante, las empresas del automóvil, el metal, equipos eléctricos y equipos informáticos destinaron cuantías ligeramente superiores a dicha media.

La estimación del modelo se ha realizado con el procedimiento iterativo *ITSUR* (*Iterative Seemingly Unrelated Regressions*) disponible en el *PROC MODEL* de SAS[®] (ver SAS, 1999; Baltagi, 2005). Las cuatro ecuaciones de inputs consideradas en este artículo S_K , S_L , S_I y S_R son linealmente dependientes. Para evitar este problema, eliminamos de la estimación la ecuación correspondiente a los inputs intermedios, S_I , aunque los parámetros de dicha ecuación son posteriormente recuperados. En los algoritmos de cálculo han sido incorporadas las restricciones de homogeneidad y de simetría (ecuaciones [4] y [5]). Para controlar la posible endogeneidad del output, se ha realizado una estimación alternativa utilizando un retardo de los valores de dicha variable. Por último, en la estimación han sido incluidas un conjunto de variables ficticias: si tienen un tamaño grande (>200 asalariados) (D1), si operan en sectores de alta tecnología (D2), si cotizan en bolsa (D3), si forman parte de un grupo de sociedades (D4), si son de propiedad pública (D5) y, por último, si tienen beneficios (D6).

Tabla 2
PRINCIPALES RASGOS DE LAS EMPRESAS ANALIZADAS
VALORES MEDIOS DEL PERIODO 1990-2001

Intensidad Tecnológica ⁽¹⁾	Sector	Empresas	Asalariados ⁽²⁾	Ventas ⁽³⁾ (a)	Inversión en I+D ⁽³⁾ (b)	Peso de la I+D (b)/(a)*100
Baja	Alimentación, bebidas y tabaco	11	1.202	403,55 (567)	1,02 (96,20)	0,25 (0,53)
Baja	Textiles y calzado	9	304	35,84 (290)	0,34 (17,59)	0,95 (0,20)
Baja	Papel, artes gráficas y mobiliario	4	388	74,41 (273)	1,35 (45,78)	1,81 (0,45)
Media	Industria del metal	14	406	55,44 (334)	4,98 (41,38)	8,98 (0,52)
Media-alta	Maquinaria agrícola e industrial	13	734	88,15 (281)	1,45 (36,86)	1,64 (0,45)
Media-alta	Vehículos de motor	17	2.216	489,55 (495)	15,33 (61,5)	3,13 (0,97)
Alta	Industria química y farmacéutica	35	447	82,39 (303)	1,26 (43,62)	1,53 (0,35)
Alta	Proceso de datos y material electrónico	6	541	63,20 (376)	2,78 (17,84)	4,40 (0,85)
Alta	Maquinaria y material eléctrico	16	312	44,99 (220)	1,38 (20,52)	3,07 (0,58)
Total muestra		125	1.253	149,37 (331)	3,39 (42,77)	2,27 (0,48)

(1) Siguiendo a (INE, 2007).

(2) Trabajadores equivalentes a tiempo completo.

(3) En millones de Euros anuales. Los valores en paréntesis recogen la mediana de la distribución.

Los resultados de ambas estimaciones se recogen en la Tabla 3. Como se puede ver, la mayoría de los parámetros estimados son altamente significativos indicando un buen ajuste del modelo. En este sentido, los resultados del test de Wald permiten aceptar la significatividad conjunta de los parámetros. La mayoría de las restricciones de homogeneidad y simetría referidas en la sección 3 se cumplen. Por otra parte, las ecuaciones estimadas presentan un valor del test de Durbin-Watson muy próximo a 2, de modo que no existe autocorrelación de primer orden en las estimaciones. Los coeficientes de las variables dummies son significativas (excepto $D4$ y $D5$ en el modelo sin retardos) lo que indica que existen diferencias tecnológicas entre las empresas analizadas.

Tabla 3
RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

Parámetro	Sin retardos de Y		Con un retardo de Y	
	Valor	p-valor	Valor	p-valor
α_0	4,400742	<,0001***	5,69099	<,0001***
α_K	0,778864	<,0001***	0,576414	<,0001***
α_L	-0,31797	<,0001***	-0,38412	<,0001***
α_I	0,493185	<,0001***	0,768471	<,0001***
α_R	0,045919	0,3661	0,039238	0,4557
α_{Ky}	-0,04449	<,0001***	-0,03	<,0001***
α_{Ly}	0,176397	<,0001***	0,198415	<,0001***
α_{Iy}	-0,10923	<,0001***	-0,1493	<,0001***
α_{Ry}	-0,02268	<,0001***	-0,01912	<,0001***
α_{KK}	0,048276	<,0001***	0,031402	0,0006***
α_{KL}	-0,10282	<,0001***	-0,08013	<,0001***
α_{KI}	0,054147	0,0066***	0,043698	0,0214**
α_{KR}	0,000396	0,9575	0,005031	0,4821
α_{LK}	-0,10282	<,0001***	-0,08013	<,0001***
α_{LL}	-0,00407	0,2938	-0,01207	0,0027***
α_{LI}	0,086698	<,0001***	0,072827	0,0009***
α_{LR}	0,026155	0,1142	0,009313	0,5822
α_{IK}	0,054147	0,0066***	0,043698	0,0214**
α_{IL}	0,086698	<,0001***	0,072827	0,0009***
α_{II}	-0,18841	0,0024***	-0,15418	0,0098***
α_{IR}	-0,02663	0,1209	-0,01415	0,414
α_{RK}	0,000396	0,9575	0,005031	0,4821
α_{RI}	0,020191	0,1015*	0,019373	0,1301
α_{RL}	0,047565	0,322	0,037653	0,4053
α_{RR}	0,000077	0,9526	-0,0002	0,8721
ϕ_{Kt}	-0,01268	<,0001***	-0,0077	<,0001***
ϕ_{Lt}	-0,01436	<,0001***	-0,01361	<,0001***
ϕ_{It}	0,028702	<,0001***	0,024	<,0001***
ϕ_{Rt}	-0,00166	0,0199**	-0,00269	0,0006***

Parámetro	Sin retardos de Y		Con un retardo de Y	
	Valor	p-valor	Valor	p-valor
ϕ_t	0,120939	<,0001***	0,073541	0,0058***
ϕ_{yt}	-0,02185	<,0001***	-0,01601	0,0004***
ϕ_{tt}	-0,00035	0,804	0,001899	0,4084
α_y	-0,9829	<,0001***	-1,29721	<,0001***
α_{yy}	0,209755	<,0001***	0,235773	<,0001***
Tamaño grande	0,09204	<,0001***	0,071151	0,0006***
Alta tecnología	0,039816	0,0077***	0,040352	0,015***
Cotizan en Bolsa	0,087639	0,0493**	0,143564	0,0108***
Grupo de edades.	0,023914	0,2671	0,042671	0,102*
Públicas	-0,05042	0,3441	-0,1298	0,0549**
Con beneficios	-0,30973	<,0001***	-0,31651	<,0001***
Restricciones				
$\alpha_K + \alpha_L + \alpha_I + \alpha_R = 1$	19,23156	<,0001***	15,23917	<,0001***
$\alpha_{Ky} + \alpha_{Ly} + \alpha_{Iy} + \alpha_{Ry} = 0$	77,19324	0,0001***	56,55875	0,0028***
$\phi_{Kt} + \phi_{Lt} + \phi_{It} + \phi_{Rt} = 0$	19,23156	0,9675	15,23917	0,9686
$\alpha_{KL} = \alpha_{LK}$	-171,55	0,0108***	-126,413	0,0436**
$\alpha_{KI} = \alpha_{IK}$	18,09918	0,1267	27,94485	0,0424**
$\alpha_{IL} = \alpha_{LI}$	-25,2839	0,0654*	-15,8006	0,2331
$\alpha_{KR} = \alpha_{RK}$	-93,8796	0,0588*	-63,3929	0,2702
$\alpha_{KK} + \alpha_{LK} + \alpha_{IK} + \alpha_{RK} = 0$	41,73616	0,0008***	45,07568	0,002***
$\alpha_{KL} + \alpha_{LL} + \alpha_{LI} + \alpha_{RL} = 0$	79,064	0,0003***	56,97271	0,0076***
$\alpha_{KI} + \alpha_{LI} + \alpha_{II} + \alpha_{RI} = 0$	6,749815	<,0001***	5,325065	0,0001***
$\alpha_{KR} + \alpha_{LR} + \alpha_{IR} + \alpha_{RR} = 0$	19,1234	<,0001***	14,6199	<,0001***
Ecuaciones	R-cuadrado ajustada	DW-test	R-cuadrado ajustada	DW-test
Costes	0,5935	2,10	0,5213	2,00
S_K	0,1521	2,04	0,0856	1,93
S_L	0,2393	2,08	0,2527	2,06
S_R	0,0584	1,87	0,0549	1,97
Wald test	5.956		4.956	
Observaciones	1.500		1.375	

*** Nivel de significación al 1%, ** Nivel de significación al 5%, * Nivel de significación al 10%

4. Elasticidades precio

Elasticidad precio del crédito fiscal (ϵ_{Rc}) y de las amortizaciones (ϵ_{Rz})

Las elasticidades precio del crédito fiscal, e_{Rc} , y de las amortizaciones, e_{Rz} , se definen como sigue (Mamuneas y Nadiri, 1996):

$$\epsilon_{Rc} = \partial \ln p_R / \partial \ln c_R = -1 / (1 - c_R - uz_R) \quad [6]$$

$$\epsilon_{Rz} = \partial \ln p_R / \partial \ln uz_R = -u / (1 - c_R - uz_R) \quad [7]$$

donde C_R es el crédito fiscal efectivo por unidad adicional de inversión en I+D y uz_R es el valor actual del ahorro fiscal derivado de las amortizaciones (u es el tipo del Impuesto de Sociedades y z es el valor actual de las amortizaciones). La elasticidad-precio del crédito fiscal, ϵ_{Rc} , obtenida con la expresión [6] es significativa siendo su valor $-1,49$. Este resultado indica que el crédito fiscal es en el largo plazo un instrumento eficaz para reducir el precio efectivo de la I+D. No obstante, su impacto podría ser menor que el esperado si parte (o todo) el ahorro fiscal generado es finalmente trasladado, vía elevación de precios, desde la empresa que invierte en I+D hacia otros agentes económicos, como por ejemplo los financiadores de los proyectos de inversión. En este sentido, las estimaciones de Goolsbee (1997) muestran que un crédito fiscal de un 10% podría incluso elevar el precio de los bienes de inversión entre un 3,5 y un 7,0%. Por otra parte, la elasticidad-precio de la amortización de la I+D, ϵ_{rz} , resulta significativa siendo su valor $-0,73$. Este resultado refleja que el efecto de las amortizaciones sobre los precios ha sido en los noventa mucho menor que el generado por el crédito fiscal.

Elasticidad propio-precio de los inputs (η_{ii})

La elasticidad propio-precio de los inputs productivos se define como $\eta_i = S_i \sigma_{ii}$ donde σ_{ii} denota la elasticidad parcial de sustitución de Allen, $\sigma_{ii} = (\alpha_{ij} + S_i^2 - S_j^2)/S_i^2$ (Shah, 1995a). Como se puede ver en la Tabla 4, todas las elasticidades precio son significativas. Además, el signo es en todos los casos negativo indicando la existencia de curvas de demanda con pendiente decreciente. Los resultados muestran asimismo que la demanda de inputs es, en general, poco sensible a las variaciones en los precios ajustados fiscalmente. Concretamente, el capital productivo presenta la menor elasticidad propio-precio al oscilar las estimaciones entre $-0,29$ y $-0,51$ ⁶. Por su parte, los inputs intermedios presentan elasticidades que oscilan entre $-0,53$ y $-0,58$ mientras que las elasticidades del factor trabajo se sitúan alrededor de $-0,8$. Por último, la demanda de I+D es la más sensible a los precios aunque su elasticidad está muy próxima a la unidad en las dos estimaciones ($-0,98$ y $-1,01$)⁷.

Elasticidad precio-cruzada de los inputs (η_{ij})

Las elasticidades precio-cruzadas se definen como $\eta_{ij} = S_i \sigma_{ij}$ donde las elasticidades parciales de sustitución de Allen han sido calculadas mediante la expresión $\sigma_{ij} = 1 + (\alpha_{ij}/S_i S_j)$

Tabla 4
ELASTICIDADES PROPIO-PRECIO DE LOS INPUTS (η_{ii})

Elasticidades	Sin retardos de Y		Con un retardo de Y	
	Valor	p-valor	Valor	p-valor
η_{KK}	-0,29901	0,0312**	-0,51697	<,0001***
η_{LL}	-0,79143	<,0001***	-0,82674	<,0001***
η_{II}	-0,58533	<,0001***	-0,5356	<,0001***
η_{RR}	-0,98228	<,0001***	-1,01806	<,0001***

*** Nivel de significación al 1%, ** Nivel de significación al 5%, * Nivel de significación al 10%.

(Shah, 1995a). Como se puede ver en la Tabla 5, la estimación con un rezago del output reduce ligeramente el valor absoluto de las elasticidades aunque el signo no varía. Los resultados obtenidos permiten extraer las siguientes conclusiones. Primero, el capital y el trabajo son inputs complementarios. No obstante, $|\eta_{KL}| > |\eta_{LK}|$ de modo que la demanda de capital productivo es mucho más sensible a cambios en el precio del factor trabajo. Segundo, los activos productivos y el factor trabajo son respectivamente sustitutivos de los consumos intermedios. Tercero, el factor trabajo y la I+D son factores sustitutivos ya que η_{RL} y η_{LR} son positivos. Estas dos elasticidades pueden ser utilizadas como un indicador del grado de sustitubilidad entre el personal dedicado a actividades productivas y el que participa en tareas de I+D (para una discusión, Marra, 2004). En este sentido, los resultados indican que la contratación (o el despido) de trabajadores dedicados a actividades de I+D está estrechamente ligada a la evolución del precio relativo de ambos inputs (p^R/p^L). Por último, la relación entre capital productivo e I+D es claramente no significativa. Este resultado es similar al obtenido por Mamuneas y Nadiri (1996) para empresas intensivas en I+D.

Tabla 5
ELASTICIDADES PRECIO-CRUZADAS DE LOS INPUTS PRODUCTIVOS (η_{IJ})

Elasticidades	Sin retardos de Y		Con un retardo de Y	
	Valor	p-valor	Valor	p-valor
η_{KL}	-1,10156	<.0001***	-0,80849	0,0002***
η_{LK}	-0,37645	<.0001***	-0,2763	0,0002***
η_{KI}	1,387782	<.0001***	1,252816	<.0001***
η_{IK}	0,156077	<.0001***	0,140898	<.0001***
η_{KR}	0,012789	0,894	0,072647	0,432
η_{RK}	0,129129	0,894	0,733518	0,432
η_{LI}	1,071079	<.0001***	1,009848	<.0001***
η_{IL}	0,352486	<.0001***	0,332335	<.0001***
η_{LR}	0,123124	0,0921*	0,048777	0,5139
η_{RL}	2,859918	0,0753*	2,753249	0,0991*
η_{IR}	-0,03102	0,2136	-0,01288	0,6086
η_{RI}	6,89193	0,2713	5,599173	0,3427

*** Nivel de significación al 1%, ** Nivel de significación al 5%, * Nivel de significación al 10%

5. Coste-eficacia marginal de la I+D

El ratio coste-eficacia marginal de los incentivos fiscales a la inversión en I+D se define siguiendo a Mamuneas y Nadiri (1996) como:

$$\theta_{hrz} = \frac{\eta_{RR}}{S_R C u + \eta_{RR} R(u z^R + h^R)} R \quad [8]$$

El numerador de la expresión [8] mide el efecto marginal de los incentivos fiscales sobre la inversión en I+D mientras que el denominador cuantifica el gasto fiscal por unidad marginal de inversión. Concretamente, el primer sumando del denominador recoge los cambios en la cuota impositiva asociados a una variación en los costes totales mientras que el segundo sumando cuantifica el impacto recaudatorio generado específicamente por el crédito fiscal y las amortizaciones. En consecuencia, un valor de θ_{hrz} mayor que la unidad informa de que en términos brutos el gasto fiscal es menor que la inversión inducida por dichos incentivos fiscales mientras que un valor inferior a la unidad indica lo contrario. Los resultados muestran que el coste-eficacia marginal, θ_{hrz} , es significativo oscilando las estimaciones entre 1,24 y 1,26⁸. El valor de θ_{hrz} es en ambas estimaciones superior a la unidad indicando por tanto que la fiscalidad es un instrumento eficaz para fomentar la inversión en I+D. No obstante, el grado de eficacia puede considerarse moderado ya que en el margen la inversión neta media acometida por las empresas, una vez descontado el gasto fiscal que generan, oscila entre 0,24 y 0,26 unidades monetarias.

6. Conclusiones finales

Este artículo analiza la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en el periodo 1990-2001. Las estimaciones muestran que el crédito fiscal fue en la década de los años noventa un instrumento eficaz para reducir el precio efectivo de la I+D al presentar elasticidades precio claramente superiores a la unidad (-1,49). Por el contrario, la influencia de las amortizaciones sobre el precio de dicho input ha sido de una magnitud mucho más reducida debido a la existencia de elasticidades de largo plazo inferiores a la unidad (-0,79). No obstante, los resultados reflejan que, en términos generales, la capacidad del sistema fiscal para incentivar la inversión en I+D es moderada ya que la elasticidad precio está muy próxima a la unidad (entre -0,98 y -1,01). En este mismo sentido, los resultados indican que en el margen la inversión neta por unidad de gasto fiscal oscila entre 0,24 y 0,26 unidades monetarias. La evidencia obtenida en esta investigación refleja por tanto una limitada capacidad de los incentivos fiscales para incentivar la inversión en I+D. En consecuencia, estos resultados podrían ser potencialmente utilizados como argumento para justificar la revisión, e incluso la eliminación, de tales instrumentos del sistema fiscal español.

Sin embargo, tal interpretación debe realizarse con muchas cautelas por varias razones. Primero, porque esta investigación analiza exclusivamente el comportamiento de las empresas que invierten en I+D de forma estable en el largo plazo. Y, en esencia, tales empresas son de tamaño grande, al disponer de plantillas que en media superan los 300 trabajadores y facturan por encima de 35 millones de Euros. Segundo, porque la escasa evidencia empírica existente en España no es del todo concluyente, al igual que sucede en el resto de países de la OCDE. De una parte, porque el abanico de resultados es amplio. Concretamente, Marra (2004) obtiene elasticidades precio de la I+D próximas a -1,3 mientras que las obtenidas en este trabajo son unitarias. No obstante, la existencia de elasticidades precio mayores o igua-

les que la unidad nos hace ser ciertamente optimistas sobre la eficacia de dichos instrumentos fiscales, al menos en empresas de tamaño grande. De otra, porque la evidencia disponible es incluso contradictoria en ciertos aspectos. Para ser precisos, en Marra (2004) el precio de la I+D es especialmente sensible a cambios en las tasas fiscales de amortización mientras que nuestros resultados apuntan a que el impacto sobre precios es mayor cuando se modifica el porcentaje aplicable de crédito fiscal.

En este contexto, en la reciente reforma del Impuesto de Sociedades (Ley 35/2006 de 28 de noviembre) se ha optado por mantener el crédito fiscal por I+D hasta el año 2011. A partir de esa fecha, la inclusión de dicho instrumento en el sistema fiscal español quedará sujeta a un análisis previo de eficacia⁹. Por este motivo, consideramos oportuno extender la evaluación de estos incentivos fiscales en, al menos, tres direcciones. Primero, hacia el colectivo de PYMES ya que solo disponemos de estimaciones de elasticidades precio y ratios coste eficacia para empresas de gran tamaño. Sin embargo, alrededor del 40% de esas empresas, que constituyen la base del tejido empresarial español, realizaron en los años noventa algún tipo de innovación tecnológica (Busom, 2005). Segundo, es necesario incorporar en el análisis de eficacia el papel de las restricciones financieras implícito en las decisiones de inversión en I+D. A este respecto, Marra (2007) ha encontrado evidencia de que las empresas de menor dimensión se enfrentan a un mayor racionamiento de crédito cuando invierten en I+D. Y por último, consideramos necesario estimar la rentabilidad tanto privada como social que generan los proyectos de investigación en I+D.

Notas

1. El escaso interés prestado a esta línea de investigación es llamativo si atendemos al amplio número de trabajos donde se evalúa la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en activos fijos productivos (López y Romero, 2001). A ello debe añadirse que para el caso español los investigadores han prestado más atención al análisis de las subvenciones que al de los incentivos fiscales a la I+D disponibles en el Impuesto de Sociedades (por ejemplo, Busom, 1991, 2000; Jaumandreu *et al.*, 1999; Marra, 2005 y González *et al.*, 2005).
2. A pesar de ello, las estadísticas oficiales del Impuesto de Sociedades reflejan que el número de empresas que hace uso de los incentivos fiscales es realmente muy reducido. Así, en los años 2001 a 2004, el crédito fiscal fue utilizado solamente por, aproximadamente, el 3% de las empresas industriales españolas (Ministerio de Economía y Hacienda, 2004, 2005, 2006, 2007).
3. Adicionalmente, en Corchuelo y Martínez-Ros (2005) y Corchuelo (2007) se estudian los factores que influyen en la aplicación de los incentivos fiscales a la I+D en España sobre una muestra de empresas de la ESEE referida a 2000 en el primer caso y a 2002 en el segundo. Los resultados obtenidos en esos trabajos indican que la probabilidad de conocer y aplicar los incentivos fiscales está positivamente relacionada con la experiencia previa en inversión en I+D, el tamaño de las empresas y con una situación financiera estable.
4. Estos resultados son similares a los obtenidos, entre otros, por Huergo y Moreno (2004) y Griffith *et al.*, (2006).
5. El uso de microdatos plantea sin embargo ciertas limitaciones en el trabajo empírico. Concretamente, tienen poca utilidad para capturar los efectos externos generados por la inversión en I+D (Guellec y Van Pottelsberghe, 2003). Tampoco permiten analizar el impacto de las variables macroeconómicas sobre las decisiones de inversión en I+D (Bloom *et al.*, 2002).

6. La horquilla de elasticidades del capital productivo es claramente superior a la del resto de inputs. Sin embargo, no tenemos elementos objetivos que nos permitan explicar el porqué de este fenómeno. En todo caso, los valores computados son razonables desde un punto de vista económico.
7. Estas elasticidades son muy similares al $-0,95$ obtenido en Baily y Lawrence (1992), al $-1,09$ de Dagenais *et al.*, (1997) y al $-1,1$ de Bloom *et al.* (2002).
8. Estos resultados son similares a los obtenidos por ejemplo en Baily y Lawrence (1992), Mamuneas y Nadiri (1996) y Dagenais *et al.*, (1997).
9. Asimismo, la reforma ha introducido un nuevo instrumento de fomento de la inversión en I+D: la bonificación de las cotizaciones sociales a las seguridad social del empleador.
10. La ESEE no ofrece información ni de cantidades físicas adquiridas ni de los precios unitarios pagados por cada uno de los ítems incluidos en las partidas de inversión en activos fijos y de inversión en I+D. En consecuencia, con los datos disponibles, la incorporación de dichos costes de oportunidad al análisis empírico resulta todo un hándicap para los investigadores que aborden el estudio de este tipo de cuestiones.
11. En la literatura, existen otras hipótesis alternativas sobre la composición del gasto anual en I+D. Un ejemplo es Warda (1996) que asume que la inversión en I+D se compone en un 60% de gastos de personal, un 30% de otros gastos corrientes, un 5% de compra de maquinaria y, por último, un 5% de inversión en edificios. Los resultados obtenidos en este trabajo podrían ser sensibles a este tipo de supuestos aunque su impacto no ha sido calibrado en esta investigación.
12. La expresión [A.1] incluye, en el lado derecho de la igualdad, el tipo de interés real de la economía. Dicha variable ha sido utilizada bajo un enfoque estándar de tasa de descuento más que como una medida genuina de coste de oportunidad.

Referencias

- Arrow, K.J. (1962), "Economic welfare and the allocation of resources for invention", en Nelson, R. (ed.), *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factor*, Princeton: Princeton University Press, 609-625.
- Baily, M. N. y Lawrence, R. Z. (1992), *Tax incentives for R&D: What do the data tell us?*, Washington, DC: Study commissioned by the Council on Research and Technology.
- Baltagi, B.H. (2005), *Econometric analysis of panel data*, West Sussex, England: John Wiley and Sons.
- Berger, P. (1993), Explicit and implicit effects of the R&D tax credit, *Journal of Accounting Research*, 31: 131-71.
- Bernstein, J. y Nadiri, M. I. (1991). Product demand, cost of production, spillovers, and the social rate of return to R&D, *NBER Working paper*, 3625.
- Bloom, N., Griffith, R. y Van Reenen, J. (2002), Do R&D tax credits work? Evidence from an international panel of countries 1979-1997, *Journal of Public Economics*, 85: 1-31.
- Busom, I. (1991), Impacto de las ayudas públicas a las actividades de I+D de las empresas: un análisis empírico, *Revista de Economía Pública*, 11: 47-65.
- Busom, I. (2000), An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies, *Economics of Innovation and New Technology*, 9: 111-148.
- Busom, I. (2005), La rentabilidad de la inversión en I+D+i, *Document d'Economia Industrial*, 22.
- Calomiris, C. W. y Hubbard, R. G. (1990), Firm heterogeneity, internal finance and credit rationing, *Economic Journal*, 100: 90-104.
- Comisión Europea (2002), *Tax incentives for research and development: trend and issues*, Mimeo

- Comisión Europea (2003), Improving the effectiveness of fiscal measures to stimulate private investment in research, *Document prepared by an independent expert working group for the European Commission, Mimeo.*
- Congressional Budget Office (2005), *R&D and productivity growth: a background paper*, Washington: The Congress of the United States Press.
- Corchuelo, B. (2006), Incentivos fiscales en I+D y decisiones de innovación, *Revista de Economía Aplicada*, 40: 5-34.
- Corchuelo, B. (2007), Evaluación de los incentivos fiscales a la I+D en España, En *Actas del X Encuentro de Economía Aplicada celebrado en Logroño del 14 al 16 de Junio de 2007.*
- Corchuelo, B. y Martínez-Ros, E. (2005), Incentivos fiscales a la I+D y su aplicación en las empresas manufactureras, en *Actas del XII Encuentro de Economía Pública celebrado en Mallorca los días 3 y 4 de febrero de 2005.*
- Dagenais, M., Mohnen, P. y Thierrien, P. (1997), Do Canadian firms respond to fiscal incentives to research and development?, *Tilburg University, mimeo.*
- Diewert, E.W. (1974), "Applications of duality theory", en Intriligator, M.D. y Kendrick, D.A. (ed.). *Frontiers of quantitative economics, Vol. I.*, New York: North-Holland, 106-199.
- Eisner, R., Albert, S. y Sullivan, M. (1984), The new incremental tax credit for R&D: incentive or desicentive, *National Tax Journal*, 37: 171-183.
- Fuss, M. A. (1977), The structure of technology over time: a model for testing the putty-clay hypothesis, *Econometrica*, 45: 1797-1821.
- González, X., Jaumandreu, J. y Pazó, C. (2005), Barriers to innovation and subsidy effectiveness, *Rand Journal of Economics*, 36: 930-949.
- Goolsbee, A. (1997), Investment tax incentives, prices, and the supply of capital goods, *Quarterly Journal of Economics*, 113: 121-148.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (1997), Does government support stimulate private R&D?, *OCDE Economic Studies*, 29.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (2003), The impact of public R&D on business R&D, *Economics of Innovation and New Technologies*, 12: 225-244.
- Griliches, Z. (1992), The search for R&D spillovers, *Scandinavian Journal of Economics* 94: 29-47.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J. y Peeters, B. (2006), Innovation and productivity across four European countries, *Oxford Review of Economic Policy*, 22: 483-498.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (2003), The impact of public R&D on business R&D, *Economics of Innovation and New Technologies*, 12: 225-244.
- Hall, B. H. (1993), R&D tax policy during the eighties: success or failure?, *Tax Policy and the Economy* 7: 1-36.
- Hall, B. H., Mairesse, J., Branstetter, L. y Crepon, B. (1998), Does cash flow cause investment and R&D: an exploration using panel data for French, Japanese, and United States scientific firms, *The Institute for Fiscal Studies, working paper 98/11.*

- Hall, B.H. y Van Reenen, J. (2000), How effective are fiscal incentives for R&D, *Research Policy*, 29: 449-469.
- Heckman, J. (1979), Simple selection bias and a specification error, *Econometrica*, 47: 153-161.
- Heijs, J. (2003), Free-rider behaviour and the public finance of R&D activities in enterprises: the case of the Spanish low interest credits for R&D, *Research Policy*, 32: 445-461.
- Himmelberg, C. P., y Petersen, B. C. (1994), R&D and internal finance: a panel study of small firms in High-Tech industries, *The Review of Economics and Statistics*, 76: 38-51.
- Hines, J. R. (1991), On the sensitivity of R&D to delicate tax changes: the behaviour of U.S. multinationals in the 1980's, *NBER Working paper* 3930.
- Huergo, E. y Moreno, P. (2004), La innovación y el crecimiento de la productividad en España, *Ekonomiaz*, 56: 208-231.
- Instituto Nacional de Estadística (2007), *Base de datos Tempus*. <http://www.ine.es>
- Jaumandreu, J., Pazó, C. y González, X. (1999), Innovación, costes irre recuperables e incentivos a la I+D, *Papeles de Economía Española*, 81: 155-166.
- Jorgenson, D. (1986), "Econometric methods for modelling producer behaviour", en Griliches, Z e Intriligator, M.D (ed.), *Handbook of Econometrics*, vol. III, Amsterdam: Elsevier.
- King, M.A. y Fullerton, D., (eds.) (1984), *The taxation of income from capital. A comparative study of the United States, the United Kingdom, Sweden, and West Germany*, Chicago: The University of Chicago Press.
- López, J. y Romero, D. (2001), la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión, *Hacienda Pública Española*, monografía 2001: 207-251.
- Mamuneas, T.P., y Nadiri, M.I. (1996), Public R&D and cost behaviour of the US manufacturing industries, *Journal of Public Economics*, 63: 57-81.
- Marra, M.A.(2004), Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas, 1991-1999, *Hacienda Pública Española*, 170: 9-37.
- Marra, M.A. (2005), Efectos de las subvenciones públicas sobre la inversión en I+D de las empresas manufactureras españolas, *Revista Galega de Economía*, 15: 1-20.
- Marra, M.A. (2007), Tamaño, restricciones financieras e inversión en I+D, *Revista de Economía Aplicada* (en prensa).
- Ministerio de Economía y Hacienda (2004), *El Impuesto de Sociedades en 2001. Análisis de los datos estadísticos del ejercicio*, Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- Ministerio de Economía y Hacienda (2005), *El Impuesto de Sociedades en 2002. Análisis de los datos estadísticos del ejercicio*, Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- Ministerio de Economía y Hacienda (2006), *El Impuesto de Sociedades en 2003. Análisis de los datos estadísticos del ejercicio*, Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- Ministerio de Economía y Hacienda (2007), *El Impuesto de Sociedades en 2004. Análisis de los datos estadísticos del ejercicio*, Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.

- Nadiri, M.I. (1993), Innovation and technological spill-over, *NBER Working paper* 4423.
- Nadiri, M.I. y Schankerman, M. (1979), The structure of production, technological change, and the rate of growth of total factor productivity in the Bell System". *NBER Working paper* 358.
- Nelson, R. (1959), The simple economics of basic scientific research, *Journal of Political Economy*, 76: 297-306.
- OCDE (2001), *Science, technology and industry outlook – Drivers of growth: information technology, innovation and entrepreneurship*. Mimeo.
- OCDE (2002), *Tax incentives for research and development: trends and issues*". *Science Technology Industry*, May.
- OCDE (2005), An overview of public policies to support innovation. *Economics Department Working Paper*, 456.
- Parisi, M.L. y Sembenelli, A. (2003), Is private R&D spending sensitive to its price?. Empirical evidence on pane data for Italy, *Empirica*, 30: 357-379.
- Prados de la Escosura, L. (2003), *El progreso económico de España (1850-2000)*, Madrid: Fundación BBVA.
- Sanz, J.F. (1994), *Un análisis de las distorsiones impositivas sobre las rentas del capital en España a través del concepto de tipo impositivo efectivo*, Madrid: Colección Investigaciones, 3, Instituto de Estudios Fiscales.
- SAS Institute (1999), *ETS User's guide, version 8*. Cary NC: SAS Institute Inc.
- Shah, A. (1995a), Research and development investment, industrial structure, economic performance, and tax policies, en Shah, A. (ed.) (1995), *Fiscal incentives for investment and innovation*, New York: Oxford University Press, 231-288.
- Shah, A. (1995b), "Overview", en Shah, A., (edit), *Fiscal incentives for investment and innovation*, New York: Oxford University Press, 1-30.
- Stiglitz, J. E., y Weiss, A. (1981), Credit rationing in markets with imperfect information, *American Economic Review*, 71: 393-409.
- Van Pottelsberghe (1997), Issues in assessing the effect of interindustry R&D spillovers, *Economic Systems Research*, 9: 331-356.
- Warda, J. (1996), Measuring the value of R&D tax provisions, en OCDE, *Fiscal Measures to promote R&D and Innovation*, Paris: OECD/DG(96)165.
- Warda, J. (2001), Measuring the value of R&D tax treatment in OECD countries, *OECD STI Review*, 27: 185-211.
- Warda, J. (2002), A 2001-2002 update of R&D tax treatment in OECD countries, *report prepared for the OECD Directorate for Science, Technology and Industry*.

Abstract

This article analyses the effectiveness of tax incentives for R&D investment in Spain. In doing so, a representative sample of companies in the manufacturing sector for period 1990-2001 is used. Results confirm that tax credits, and to a lesser degree tax depreciation schemes, are appropriate tools for reducing the user cost of capital in R&D investment. Notwithstanding, the response of investment levels to these price changes is moderate as the elasticities ranges from -0.98 to -1.01 . Moreover, for every monetary unit of tax expenditure caused by these tax incentives generates between 1.24 and 1.26 additional monetary units of gross investment. Finally, results show that the connection between productive assets and R&D investment is very weak.

Key words: R+D, tax incentives, elasticity, cost-effectiveness.

JEL codes: H20, H23, H41

Anexo A

Coste total (C)

Para cada empresa, los costes totales en términos nominales han sido computados como la suma de los gastos de personal, los consumos intermedios, la inversión en activos fijos productivos y la inversión en I+D. Todas estas cifras de gasto tienen su origen en la contabilidad de las empresas. Por tanto, una de sus principales limitaciones es que no recogen adecuadamente los costes de oportunidad implícitos en la compra de bienes de inversión financiados con fondos propios¹⁰. Por otra parte, para corregir el impacto de la inflación sobre dichos costes totales utilizamos el Índice de Precios Industriales (IPRI) elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2007).

Peso de los inputs productivos (S)

El peso de cada uno de los cuatro inputs productivos, S_i , se ha calculado dividiendo el gasto en personal, consumos intermedios, inversión en activos fijos y gastos en I+D por el coste total, C. Específicamente, en el cómputo de S_R hemos supuesto que el 90% de la inversión total en I+D declarada por las empresas se corresponde con gastos corrientes, un 6,4% con gasto en bienes de capital y el 3,6% restante con edificios afectos a actividades de I+D (ver, entre otros, Bloom *et al.*, 2002; Marra, 2004 y Corchuelo, 2006)¹¹. La ESEE ofrece información de la inversión anual en activos afectos a actividades productivas: construcciones, equipos informáticos, instalaciones, elementos de transporte y mobiliario. Para evitar problemas de doble contabilización, de la inversión total en activos productivos ha sido descontada la parte de esos gastos que han sido destinados a actividades de I+D.

Asimismo, asumimos que el 90% de los gastos corrientes en I+D han sido generados por el pago de salarios mientras que el 10% restante se corresponde con consumos intermedios. Por tal motivo, el gasto total de personal ha sido minorado en la estimación de las remuneraciones abonadas a los trabajadores involucrados en actividades de I+D. Por su parte, el gasto total en inputs intermedios se construye como la suma de las compras de energía, com-

bustibles, materias primas y servicios exteriores. Sobre dicha cuantía hemos restado el 10% de consumos intermedios destinados a actividades a I+D.

Producción (Y)

Para cada empresa, la cantidad de output ha sido computada como el valor de la producción (ventas más variación de existencias) dividido por un deflactor d_{it}^Y (ver Bernstein y Nadiri, 1991). Tal deflactor ha sido construido a partir de la información sobre la variación en precios anuales de venta π_{ht}^S suministrada por las empresas a la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE).

Precio de los activos fijos (p^K)

El precio ajustado fiscalmente de los activos fijos, p_{ht}^K , ha sido calculado utilizando la metodología propuesta por King y Fullerton (1984):

$$p_{ht}^K = d_{it}^K \left(\frac{1 - h_{ht}^K - u z_{ht}^K}{1 - u} \right) (i_t + \delta_{ht}^K - \pi_t - g_t) \delta_{ht}^K \quad [\text{A.1}]$$

donde d_{it}^K es el deflactor de los activos fijos, h_{ht}^K es el crédito fiscal a la inversión en activos fijos (su valor es 0,05 hasta 1996 y 0 en el resto de los años), u es el tipo del Impuesto de Sociedades (0,35 todos los años), z_{it}^K es valor actual de las amortizaciones permitidas en el Impuesto de Sociedades, i_t es el tipo de interés nominal de la economía (tomado de las letras del tesoro a un año), π_t es el índice de precios al consumo y δ_{ht}^K es la tasa de depreciación económica del capital fijo. En esencia, en el presente trabajo computamos un precio del capital fijo, p_{ht}^K , mediante el producto del deflactor d_{it}^K (ponderado) por una medida del coste de uso del capital al que se enfrenta cada empresa (se corresponde con el paréntesis del lado derecho de la igualdad)¹².

Como deflactor de los activos fijos, d_{it}^K , hemos utilizado el índice propuesto por Prados de la Escosura (2003). La tasa de depreciación utilizada para las construcciones es 0,0726 (ver Sanz, 1994). Esta cifra se corresponde con la media aritmética de las tasas de depreciación de edificios industriales y comerciales. La tasa de depreciación para el resto del inmovilizado, $\delta_{ht}^{\tilde{K}}$, ha sido calculado como una media ponderada a partir de Sanz (1994):

$$\delta_h^{\tilde{K}} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n \delta^K w_{it}^k \quad [\text{A.2}]$$

siendo δ^k la tasa media anual de depreciación económica para cada uno los siguientes activos: equipos informáticos, instalaciones, elementos de transporte y mobiliario de oficina.

Por otra parte, w_{ht}^k es el peso medio que tiene cada uno de los citados activos en el inmovilizado de la empresa a lo largo del periodo analizado.

Precio del factor trabajo (p^L)

Para cada empresa, el coste laboral efectivo por trabajador, p_{ht}^L , se ha obtenido como:

$$p_{ht}^L = \frac{LC_{ht}}{TE_{ht}} (1 - u) \quad [A.3]$$

donde la variable LC recoge los costes laborales totales (salarios más cotizaciones sociales de toda la plantilla), u es el tipo de gravamen del Impuesto de Sociedades (su valor es 0.35 durante todo el periodo analizado) y TE es el número de *Trabajadores Equivalente a Tiempo Completo*. Para los empleados que trabajan durante todo el año, el valor de la variable se ha obtenido asignando una ponderación de 1 si la jornada laboral es completa y de 0,5 para los trabajadores a tiempo parcial. Respecto a los trabajadores eventuales hemos supuesto que tienen jornada completa y su ponderación se ha establecido en función del número de trimestres trabajados (por ejemplo, si han trabajado un trimestre el valor es 0,25). Sumando estas ponderaciones obtenemos el número de trabajadores equivalente a tiempo completo.

Precio de los inputs intermedios (p^I)

La ESEE incorpora información de las variaciones en los precios a los que se enfrenta cada empresa en la compra de combustibles, materias primas y servicios prestados por otras empresas. El índice de precios de los inputs intermedios p_{ht}^I se ha calculado asignado un valor 100 al año 1990. Para el resto de los años se ha utilizado la siguiente expresión:

$$p_{ht}^I = p_{h,t-1}^I \sum_{l=1}^3 \pi_{ht}^l w_{ht}^l \quad [A.4]$$

siendo π_{ht}^l la tasa de variación anual en el precio de cada uno de los citados inputs intermedios y w_{ht}^l el peso relativo en el gasto total en inputs intermedios.

Precio efectivo de la inversión en I+D (p^R)

El precio efectivo de la inversión en I+D, p_{ht}^R , se ha calculado utilizando la siguiente expresión:

$$p_{ht}^R = d_t^R (1 - h_{ht}^R - uz_{ht}^R) \quad [A.5]$$

donde d_t^R es el índice de precios industriales en bienes de equipo elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (2007), h_{ht}^R es el crédito fiscal efectivo por unidad adicional de inversión en I+D y z_{ht}^R es el valor actual de las amortizaciones. En el cómputo de z_{ht}^R hemos considerado que los gastos de capital en I+D aplican la amortización acelerada conforme a lo establecido en la Ley 27/84 de 26 de Julio sobre Reconversión e Industrialización así como la Ley 43/95 de Reforma del Impuesto de Sociedades. En este sentido, hemos considerado también que los gastos corrientes se amortizan libremente desde el ejercicio 1996 (véase Corchuelo, 2006).

El crédito fiscal efectivo, h_{ht}^R , se obtiene como cociente entre la deducción efectivamente aplicada —teniendo en cuenta los límites y el periodo de diferimiento para cada empresa— y la inversión realizada. Para computar correctamente h_{ht}^R debe tenerse en cuenta que la norma española contempla la existencia de base incremental, B , definida como la diferencia entre la inversión de un ejercicio y la media de los dos precedentes. De este modo, el ahorro fiscal derivado del crédito a la inversión se define como:

$$B_{ht} h_{ht} - \lambda B_{ht}^* h_{ht}^* \quad [\text{A.6}]$$

siendo:

$$B_{ht}^* = B_{ht} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 B_{h,t-i} \quad [\text{A.7}]$$

con las siguientes restricciones:

$$\lambda \begin{cases} \lambda = 0 & \text{si } B_{ht}^* \leq 0 \\ \lambda = 1 & \text{si } B_{ht}^* > 0 \end{cases} \quad [\text{A.8}]$$

El gráfico 1 ilustra la evolución del precio neto de impuestos de la I+D donde se incorpora el intervalo de confianza al 95%. Como se puede ver, la tendencia del precio efectivo de la inversión en I+D, p_{ht}^R , es ligeramente decreciente, aunque no obstante existe una acusada dispersión en los valores computados de dicha magnitud. Dicha tendencia ha estado influida en buena medida por las sucesivas mejoras en el tratamiento fiscal de la I+D. De hecho, el Gráfico 5 muestra que el crédito fiscal efectivo por unidad monetaria invertida, h_{ht}^R , creció ligeramente a lo largo del periodo analizado aunque también existe una importante dispersión. En este sentido, pueden observarse tanto valores nulos de h_{ht}^R , cuando las empresas tienen pérdidas y no pueden aplicarse el crédito devengado, como superiores al porcentaje legal de deducción, cuando tales empresas se aplican los citados créditos.

Gráfico 1. Precio de la I+D

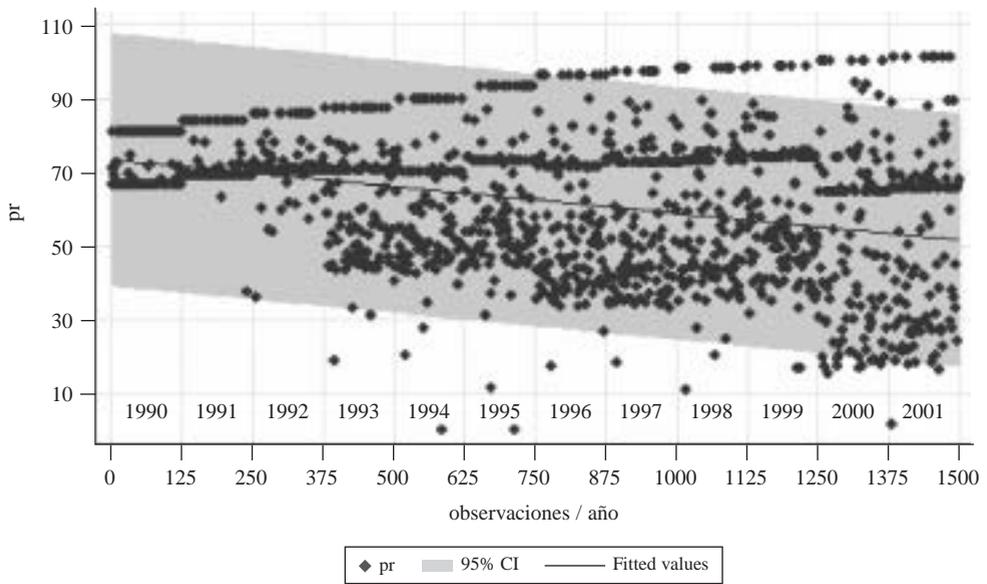


Gráfico 2. Crédito fiscal por I+D

