



Document de treball 2002/6:

**Las ayudas públicas a la I+D empresarial.
Un análisis sectorial**

María Callejón, José García Quevedo

Institut d'Economia de Barcelona
Edifici Florensa
Adolf Florensa, s/n
08028 Barcelona
Tel.: 93 403 46 46
Fax: 93 402 18 13
E-mail: ieb@pcb.ub.es
<http://www.pcb.ub.es/ieb>

LAS AYUDAS PÚBLICAS A LA I+D EMPRESARIAL. UN ANÁLISIS SECTORIAL^{a,b}

María Callejón^c, José García Quevedo^d

RESUMEN: El objetivo de este artículo es buscar nuevas evidencias sobre la eficiencia del apoyo público a la I+D empresarial mediante un análisis sectorial con datos de panel para el caso de España. Tras presentar la evidencia empírica tanto nacional como internacional sobre los efectos del apoyo público a la financiación empresarial de la I+D se lleva a cabo un análisis aplicado para el caso de España con el objetivo de examinar si las subvenciones públicas a la I+D complementan la financiación privada de I+D y cumplen el principio de adicionalidad o, en sentido contrario sustituyen la financiación privada de I+D con un efecto “crowding out”.

Palabras clave: I+D, política tecnológica, subsidios públicos.

Clasificación JEL: O30, O38, H50, C23

ABSTRACT: The purpose of this paper is to obtain new evidence on the efficiency of public support to business R&D with an analysis at an industry level with panel data for the Spanish case. After reviewing the empirical literature about the effects of public subsidies to private financed R&D, we carry out an applied analysis for the Spanish case in order to examine whether public R&D is a complement or a substitute for private R&D.

Key words: R&D, technology policy, public subsidies.

JEL Classification: O30, O38, H50, C23

^a Cualquier comentario será bienvenido. Las opiniones expresadas en este trabajo no expresan necesariamente la opinión del IEB.

^b Agradecemos las sugerencias y colaboración de Tomás del Barrio y Enrique López Bazo en el tratamiento econométrico de la información. Una primera versión de este trabajo fue presentada en el V Encuentro de Economía Aplicada (Oviedo, junio de 2002) y en un seminario del Instituto de Economía de Barcelona. Agradecemos los comentarios de los participantes. Este trabajo ha contado con el apoyo del MCYT, proyectos SEC2000-0882-C02-01 y SEC1999-0432.

^c Departamento de Política Económica y Estructura Económica Mundial
Universidad de Barcelona - Av. Diagonal, 690. 08034 Barcelona
Tel: 93 402 19 45. Fax: 93 402 45 73. e-mail: callejon@eco.ub.es

^d Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española
Universidad de Barcelona - Av. Diagonal, 690. 08034 Barcelona
Tel.: 93 402 19 88. Fax: 93 402 18 21. e-mail: jgarcia@eco.ub.es

1. Introducción

La literatura actual sobre crecimiento económico identifica al avance tecnológico como el factor productivo que permite incrementos continuados a largo plazo de la renta per cápita. No se trata de una idea nueva, únicamente son recientes los modelos que se proponen para representar la interrelación entre avance científico y tecnológico, innovación, y crecimiento económico. Una consecuencia de la percepción más aguda del papel de la I+D en el avance socioeconómico está siendo la importancia otorgada a la política de fomento a las actividades de I+D y de innovación en todos los países desarrollados.

Los gobiernos fomentan las actividades de I+D de diversas formas, a través de centros y laboratorios propios, con la financiación que otorgan a universidades y centros de investigación sin ánimo de lucro, por medio de contratos con entidades públicas o privadas y subvencionando las actividades de I+D de las empresas, sea directamente o con incentivos fiscales. Otro ámbito de actuación gubernamental que obtiene atención creciente lo constituye el conjunto de estructuras de transferencia y difusión de tecnología, así como la promoción de nuevas empresas de base científico-tecnológica.

La capacidad de innovación de las empresas es uno de los factores considerados más importantes para la mejora de la productividad y la competitividad del sistema productivo. De ahí el interés en determinar la eficacia de las políticas públicas orientadas a fomentar las actividades de I+D de las empresas. Aun cuando hoy se considera (OCDE, 1999; COTEC, 1998) que la capacidad de innovar de las empresas depende del conjunto del sistema institucional donde radican, las medidas de apoyo directo e individualizado constituyen una parte muy substancial del gasto público en I+D.

Contrariamente a las reservas que genera el apoyo público a las empresas en áreas de inversión, producción, o protección comercial, las ayudas de los gobiernos a las actividades empresariales de I+D son aceptadas entre competidores nacionales e internacionales. El amplio consenso sobre la bondad de las ayudas públicas a la I+D se fundamenta en la existencia de fallos de mercado (Arrow, 1962) que dan lugar a una brecha entre beneficios privados y beneficios sociales derivados de las actividades de

I+D, comportando que los recursos privados destinados a las actividades de I+D sean inferiores al óptimo social (Klette et al., 2000).

El fallo de mercado que implica una inversión en I+D inferior a la óptima se deriva de la apropiabilidad incompleta de los resultados de la investigación (Arrow, 1962) como consecuencia de la característica de bien público, en cierto grado, de los conocimientos generados, y de la aparición de economías externas en forma de desbordamientos de conocimientos (*spillovers*). Así surge la recomendación de la utilizar subsidios públicos y otras acciones de política tecnológica para aumentar la proporción de recursos asignados a actividades de I+D, y promover también las actividades innovadoras de las empresas.

Sin embargo, aun cuando se acepte ampliamente la existencia de fallos de mercado para justificar los programas de ayudas públicas a las empresas es necesario demostrar que los programas son eficaces. En primer lugar, hay que demostrar que se cumple el principio de adicionalidad, es decir, que las subvenciones públicas a las empresas se traducen realmente en un aumento del esfuerzo investigador e innovador de éstas, y que no meramente sustituyen gastos privados que se habrían realizado en cualquier caso. En segundo lugar, las ayudas deben responder al criterio de eficiencia, es decir, que la investigación empresarial financiada con ayudas sea al menos tan productiva, en términos de resultados innovadores, como la financiación de origen privado. Aunque aparentemente la primera condición presenta menores dificultades de evaluación, la realidad muestra que no está resultando fácil llegar a resultados inequívocos.

En este artículo se presenta un análisis aplicado, con información sectorial para el caso español con el objetivo de examinar si las ayudas públicas a la I+D cumplen el principio de adicionalidad o, si por el contrario, se observa un efecto de sustitución de fondos privados por financiación pública. Mientras que la evaluación, por parte de expertos, de la política tecnológica en España ha ido ganando en importancia con informes como el Libro Blanco de COTEC (1998), la utilización de técnicas econométricas es todavía muy reducida. Aunque los métodos cualitativos de evaluación son de utilidad para guiar la orientación e implementación de la política tecnológica no permiten determinar el efecto cuantitativo de los programas de subvenciones a la I+D. La novedad de este trabajo respecto a los escasos estudios existentes es que permite observar la distribución

de las ayudas en España para un número elevado de sectores productivos y para un período de tiempo suficientemente largo que permite diferenciar entre sectores según su contenido tecnológico e incorporar los efectos dinámicos propios de las actividades de I+D. El resto de este artículo se organiza del siguiente modo. En primer lugar, se presenta el marco conceptual para el análisis de los efectos de la financiación pública de la I+D y la evidencia internacional y nacional de los análisis aplicados con información sectorial. En segundo lugar, se lleva a cabo un análisis aplicado, con la utilización de datos de panel, para el caso de España. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos con las correspondientes conclusiones.

2. Las subvenciones públicas a la I+D. Enfoque conceptual y evidencia empírica

Pese a la convicción de que sobran razones lógicas y de que se observa evidencia real de que existe fracaso de mercado, los estudios existentes que tratan de comprobar el efecto estimulante de la política pública directamente sobre el crecimiento y la productividad han resultado bastante decepcionantes. La mayoría de estudios (Capron, 1992; Griliches, 1995; Capron y Van Pottelsberghe, 1997) encuentran que el impacto de la I+D financiada públicamente no contribuye al crecimiento del output ni de la productividad, mientras que la I+D financiada privadamente sí lo hace. Una posibilidad que explicaría este resultado es que si la financiación pública es considerada un bien público de coste privado cero, sea utilizado hasta que el producto marginal también sea cero. En cualquier caso algunos trabajos han intentado comprobar si el efecto de la financiación pública de la I+D se captura mejor a través de su impacto estimulante sobre el gasto privado en I+D.

Son varios los tipos de evaluaciones de las políticas de I+D que pueden realizarse en función del objetivo y de los datos disponibles. Capron y Van Pottelsberghe (1997) proponen distinguir cuatro tipos de evaluaciones *ex-post* según el efecto y el nivel de agregación: (i) *efecto estímulo*, o impacto sobre el esfuerzo en I+D de las empresas; (ii) *efecto productividad*, o cambios en el desempeño de las empresas; (iii) *efecto spillover*, o cambios en los resultados de las industrias; (iv) *efecto global*, que recoge el impacto sobre el conjunto de la economía. En este trabajo nos ocupamos del primero de los efectos.

La cuestión de si las ayudas públicas complementan o sustituyen a la I+D privada es un tema fundamental en el diseño de la política tecnológica. Desde un punto de vista teórico, existen argumentos que permiten apoyar ambas hipótesis. La existencia de ayudas a la I+D puede constituir un estímulo para las empresas para iniciar o aumentar sus recursos destinados a la I+D, al reducir los costes marginales e incrementar la rentabilidad de los proyectos de I+D. En sentido contrario, las ayudas públicas a la I+D pueden reducir el esfuerzo privado en I+D ya que las empresas pueden sustituir financiación propia de proyectos que igualmente habrían llevado a cabo por financiación pública.

La ausencia de respuestas claras o los resultados contradictorios entre los estudios empíricos disponibles hasta la fecha sería debida en parte, en opinión de David et al (2000), a la carencia de un marco conceptual apropiado y compartido por esos diversos trabajos. Su propuesta es partir de un esquema conceptual que identifique el conjunto de determinantes hipotéticos de la inversión privada en I+D y permita vincular esos factores determinantes a relaciones económicas incluyendo la política pública.

Para empezar no cabe esperar los mismos efectos de todas las posibles modalidades de ayudas públicas. Los gobiernos utilizan tanto los incentivos fiscales como las ayudas directas a las empresas para incentivar su inversión en I+D. Los primeros no discriminan entre proyectos concretos y cabe esperar que comporten menores efectos de *crowding-out* pero también menores efectos de *spillover* puesto que las empresas tienden a preferir invertir en aquellos proyectos que ofrecen mayor grado apropiabilidad y menor plazo de recuperación.

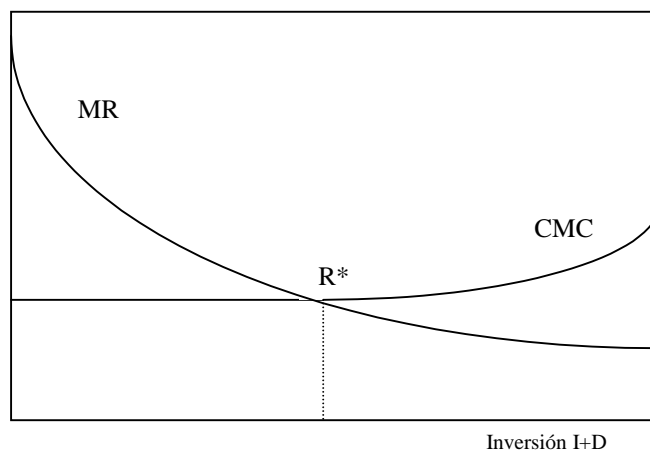
Con las ayudas directas, sea en forma de contratos de I+D financiados públicamente pero realizados por entidades privadas, sea en forma de subsidios a las empresas para realizar proyectos concretos, cabría esperar mayor *crowding out* pero también mayores efectos de *spillover*. Cabe suponer que los proyectos seleccionados por el gobierno presentan un interés social elevado y, en algunos casos, puede condicionar las ayudas a la difusión de los resultados. El efecto sustitución de la inversión puede surgir por varios motivos; si los proyectos financiados públicamente tienen suficiente interés para las empresas, éstas lo habrían financiado con sus propios recursos, pero también se puede dar desincentivación de la inversión en I+D por parte de las empresas no

beneficiarias de ayudas. Las empresas que no entran en programas podrían rebajar sus expectativas de rentabilidad o esperar spillovers de programas ajenos.

Otro efecto que puede frustrar el objetivo de estimular la I+D privada podría ser el aumento de los precios de los factores usados en I+D si su oferta es inelástica a corto plazo. Puesto que el personal cualificado especializado presenta rigidez de oferta, puede ocurrir que un aumento de las ayudas directas se traduzca en crecimientos del coste de los salarios con escaso impacto o impacto negativo en la cantidad real de I+D privada.

David et al. (2000) proponen un esquema sencillo pero útil para encuadrar los posibles impactos de las políticas públicas – u otros shocks – en la inversión privada en I+D. Si se supone que, en un período dado, cada empresa cuenta con un conjunto de proyectos factibles, la función MR con pendiente negativa representaría el rendimiento marginal de la inversión en I+D de todos los posibles proyectos ordenados de mayor a menor. A medida que aumenta la inversión en I+D, la empresa emprende sucesivamente proyectos con menor rentabilidad esperada (Figura 1).

Figura 1.



Por otra parte el coste marginal del capital (CMC) invertido cabe esperar que sea creciente; especialmente si la empresa debe recurrir a créditos externos de tamaño creciente. La empresa tendrá incentivos en emprender proyectos de I+D mientras el rendimiento esperado del capital de cada unidad de gasto adicional sea superior al coste de dicho capital. En la Figura 1 se trata del punto R*.

La política pública puede contribuir a acrecentar el esfuerzo privado bien sea elevando la rentabilidad esperada, lo que implica un desplazamiento de la curva MR hacia la derecha, bien sea reduciendo el coste de la inversión para la empresa, lo que también desplaza la curva CMC hacia la derecha.

La curva de rentabilidad marginal esperada no solamente depende del volumen de recursos ya invertido en I+D sino de una serie de variables tales como las oportunidades tecnológicas asociadas a la actividad específica de la empresa, la demanda esperada y las condiciones institucionales de apropiabilidad de los resultados de la investigación. Por su parte la función de coste marginal del capital también depende del nivel de recursos ya empleado y de otro vector de variables que incluiría a la política de ayudas gubernamentales que afectan al coste soportado por la empresa, las condiciones de orden macroeconómico y de mercado de capitales que afectan al coste de obtener capital interno y externo por parte de la empresa de la empresa, y el grado de disponibilidad de capital-riesgo.

Suele resultar más difícil evaluar el impacto de las políticas del gobierno sobre MR que sobre CMC. Tampoco cabe esperar los mismos efectos sobre MR y CMC de ayudas en forma de concesión de contratos de I+D, que en forma de subsidios. La financiación pública en forma de contratos tendría un impacto relativamente mayor sobre la rentabilidad esperada, mientras que los subsidios afectarían más a CMC. Entre las circunstancias que pueden determinar el desplazamiento de MR hacia la derecha estaría la expectativa del aprovechamiento de *spillovers* por las empresas (p.e. efectos de aprendizaje y adquisición de equipo duradero gracias a la obtención de financiación para proyectos de I+D) o la señal positiva respecto a expectativas de demanda futura que ofrece la disposición del gobierno a financiar proyectos. En los subsidios destinados a proyectos propios de las empresas no está tan claro el efecto de señalización de la demanda futura pero desplazarían en cambio la curva CMC de forma relativamente más predecible.

Anteriormente se ha señalado que existen diversas circunstancias que contrarrestan el efecto estimulante de las ayudas (aumento de costes, expectativa de *spillovers*, desincentivación en empresas no ayudadas), pero también pueden influir motivos derivados del funcionamiento de las agencias públicas. Es decir puede ocurrir que la

agencia pública financie proyectos de alta rentabilidad privada y escaso riesgo relativo para mejorar la imagen del programa gestionado. Ello acentuaría el efecto sustitución en el análisis de conjunto y, adicionalmente, acrecentaría el incentivo a la formación de grupos de *lobby* presionando sobre los recursos del gobierno.

En definitiva cabe señalar que el efecto neto de la financiación pública puede depender en cada caso y en cada industria en función de las características de la actividad, del mercado o de la oportunidad tecnológica imperante. David y Hall (2000) identifican cuatro parámetros básicos del sistema que determinan el efecto neto a escala agregada de las ayudas públicas a las empresas. El efecto de adicionalidad dominará al efecto sustitución cuanto: (i) menor el tamaño relativo del gasto público en I+D respecto al gasto privado; (ii) mayor la elasticidad de la oferta de personal de I+D; (iii) mayor sea el peso relativo de los subsidios respecto de los contratos en el total de financiación directa a las empresas; y (iv) mayor la elasticidad de la pendiente de la curva MR.

El análisis de los efectos de la financiación pública sobre la inversión privada en I+D ha sido objeto de numerosos estudios aplicados sin que haya posible llegar a una respuesta concluyente. Los estudios econométricos existentes se pueden agrupar en tres categorías (David et al., 2000) en función de la unidad de análisis. De este modo cabe distinguir entre estudios microeconómicos, con datos de empresas, análisis sectoriales y estudios macroeconómicos. Las principales conclusiones y métodos utilizados han sido objeto de diversas revisiones tal como se presenta en Capron (1992), Capron y Van Pottelsberghe (1997), David et al. (2000) y COTEC (2000). En este caso, y dado que la unidad de análisis son los sectores industriales, la revisión de los estudios econométricos se centra únicamente en aquellos que se han basado en información sectorial.

Los estudios a escala sectorial, del mismo modo que los estudios con datos de empresas, tratan de estimar el efecto de la financiación pública de I+D sobre los gastos privados en I+D. De este modo, un parámetro positivo y significativo indicaría que la financiación pública en I+D estimula los gastos privados mientras que un parámetro negativo reflejaría un efecto sustitución. En estos modelos se incluyen, a partir de las aportaciones teóricas, otras variables que influyen en el esfuerzo sectorial en I+D. Estas variables son fundamentalmente el grado de concentración, la apropiabilidad, la oportunidad tecnológica, el grado de diversificación, el volumen de la demanda o su

crecimiento y el propio esfuerzo privado en I+D en períodos anteriores para incorporar el carácter dinámico de los procesos de innovación. En consecuencia los modelos utilizados se pueden representar del siguiente modo:

$$BGID_i = f(PGID_i, Z_i) \quad (1)$$

donde $BGID_i$ son los gastos privados y financiados por las propias empresas en I+D para cada sector, $PGID_i$ es la financiación pública y Z_i el vector de otras variables que influyen en el esfuerzo sectorial de I+D.

Las dificultades para obtener indicadores adecuados para algunas de estas variables y la interrelación que existe entre las mismas constituyen una limitación en la elaboración y posterior estimación de estos modelos. En particular, el distinto grado de oportunidad tecnológica de los diferentes sectores puede influir tanto en los gastos públicos como privados en I+D lo que limita las conclusiones que puedan obtenerse sobre la relación entre ambas variables (David et al., 2000). No obstante, asumir como una variable exógena el nivel del apoyo gubernamental, problema muy presente en los análisis microeconómicos (Kauko, 1996, David et al., 2000), es una limitación de menor alcance en los análisis sectoriales (Capron y Van Pottelsberghe, 1997, Guellec y Van Pottelsberghe, 2001). Mientras que en muestras de empresas individuales el problema de la selección es muy importante (Bussom, 2000) el análisis sectorial se encuentra libre de endogeneidad por selección de la muestra. Además, los análisis a escala sectorial presentan la ventaja de la disponibilidad de información y en consecuencia la posibilidad de comparar resultados entre países y a lo largo del tiempo.

Un resumen de los principales aportaciones se presenta en el cuadro 1. En todos los casos los datos corresponden a Estados Unidos, excepto en Buxton (1975) con datos del Reino Unido, Gannicot (1984) para el caso de Australia, y Lafuente et al. (1985) para España. La comparación entre los diversos estudios es difícil, ante las diferencias en los períodos, especificaciones y variables consideradas y métodos de estimación utilizados. No obstante, los resultados muestran la existencia de efectos complementarios o no significativos, sin que en ninguno de los casos tenga lugar un efecto sustitución entre la financiación pública de I+D y los gastos privados en I+D.

Cuadro 1. Estudios sectoriales del impacto de la financiación pública de la I+D empresarial sobre los gastos privados en I+D

Autor	Período Estructura (1)	Número de observaciones (sectores X años)	Otras variables	Resultados (Impacto marginal estimado o elasticidad)
Buxton (1975)	1965 CS	15	C4, diversificación, VAB	No significativo
Nadiri (1980)	1969-75 TSCS -	11 X 7	I+D privado (t-1), ventas, capital, salarios, otras.	Complementariedad 0,01*
Gannicot (1984)	1976-77 CS	22	Dummies. industriales, ventas	No significativo
Levin y Reiss (1984)	1963, 1967 y 1972 TSCS	20 X 3	Dum. tecnológicas, concentración, spillovers interindustriales	Complementariedad 0,12*
Lichtenberg (1984)	1963-79 TSCS	12 X 17	Dum. temporales e industriales, ventas	No significativo
Lafuente, Salas y Yagüe (1985)	1980 CS	26	Oportunidad tecnológica, concentración, diversificación, crecimiento, inversión	No significativo
Mamuneas y Nadiri (1996)	1956-1988 TSCS	15 X 23	Dum. temporales e industriales, stock de capital, inputs intermedios, gastos públicos en I+D	Complementariedad (industrias bajo contenido tecnológico) No significativo (industrias alta tecnología)

Fuente: Capron (1992), Capron y Van Pottelsberghe (1997), David et al. (2000) y elaboración propia.

(1) CS: datos de corte transversal (sectores), TSCS: datos de panel. * Estadísticamente significativo al 95%

De un modo complementario a los estudios presentados cabe destacar los resultados obtenidos por Guellec y Van Pottelsberghe (2001) en un estudio reciente sobre 17 países de la OCDE. En primer lugar, muestran que la financiación directa del gobierno a la I+D de las empresas tiene un efecto adicional sobre el esfuerzo realizado por éstas. Asimismo, los incentivos fiscales también implican un efecto de adicionalidad pero solamente a muy corto plazo y, algo que conviene tener en cuenta, incentivos fiscales y ayudas directas son medidas sustitutivas entre sí. Finalmente, otro de los resultados interesantes de Guellec y Pottelsberghe es que parece darse un efecto de umbral en el tamaño de las ayudas públicas. El efecto positivo sobre el esfuerzo empresarial crece con el tamaño de las ayudas hasta que éstas alcanzan un nivel en torno al 14 por ciento

del total de gasto empresarial en I+D, y a partir de dicho umbral el efecto comienza a ser negativo o de sustitución de gasto financiado con recursos propios por subvenciones. En España, los estudios econométricos cuyo objetivo haya sido el análisis de la efectividad de las subvenciones a la I+D (COTEC, 2000) son muy escasos. Los estudios existentes se pueden agrupar, del mismo modo que en el caso de la evidencia internacional, en función de la unidad de análisis, distinguiendo entre empresas y sectores. En el primer caso destacan los trabajos de Lafuente, Salas y Yagüe (1985a, 1985b) Busom (1991, 2000), González, Jaumandreu y Pazó (1999) y Heijs (2001) que apuntan hacia una relación positiva entre las subvenciones y el esfuerzo en I+D de las empresas (COTEC, 2000).

Los estudios que utilizan información sectorial son aún más escasos y entre ellos cabe mencionar los trabajos de Lafuente, Salas y Yagüe (1985a, 1985b) y de Buesa (1994). En ambos casos, los autores concluyen que las ayudas públicas no han jugado un papel incentivador del esfuerzo sectorial en actividades de I+D.

Lafuente, Salas y Yagüe (1985a, 1985b), tras presentar las variables que desde un punto de vista teórico influyen en el esfuerzo sectorial en I+D, entre las que incluyen las ayudas públicas, llevan a cabo un análisis econométrico con el objetivo de determinar la incidencia de las distintas variables en el esfuerzo sectorial en I+D en el caso español. Los datos utilizados, del año 1980, corresponden a una muestra de 224 empresas que realizan actividades permanentes de I+D, que son agrupadas en 26 sectores. El modelo utilizado es:

$$GID = f(GIDE, Z) \quad (2)$$

donde GID es una medida sectorial del esfuerzo en I+D, GIDE es el esfuerzo relativo en actividades de I+D de la empresa representativa del sector y Z el vector de variables que influyen en el esfuerzo sectorial en I+D. La inclusión de GIDE responde a que la variabilidad de los esfuerzos sectoriales en I+D se debe no sólo a las diferencias en los factores de naturaleza sectorial sino también a la variedad intersectorial de las características relativas de las empresas que forman parte de cada sector.

Las estimaciones de carácter transversal, con datos del año 1980, permiten concluir que los determinantes significativos del esfuerzo sectorial en I+D son los rasgos propios de cada sector, con independencia de las características de las empresas que forman cada industria. Los rasgos que muestran una influencia positiva en el esfuerzo sectorial en I+D son el grado de oportunidad tecnológica, el nivel de integración vertical, la concentración del sector, los recursos líquidos disponibles y el crecimiento de la inversión. En cambio, tal como se ha señalado, la variable correspondiente a las ayudas públicas no se muestra significativa.

Buesa (1994) analiza la política tecnológica desarrollada en el período 1985-1990. Con datos correspondientes a la distribución sectorial de la financiación pública de los gastos en I+D privados muestra, en primer lugar, que las ayudas públicas han favorecido a unos sectores específicos. En el caso de la industria manufacturera estos sectores son la fabricación de productos metálicos, la construcción naval, otro material de transporte e instrumentos de precisión. Tras ello y mediante el cálculo de coeficientes de correlación analiza la relación entre la financiación pública a actividades de I+D y diversas variables del sistema productivo y tecnológico. La conclusión que obtiene es que la distribución de recursos públicos no está en relación con las fortalezas del sistema productivo. La única variable que guarda relación con la asignación de recursos financieros de la política tecnológica son los gastos en I+D, aunque esta relación es muy débil y además carece de significación cuando se considera la distribución del gasto en I+D entre empresas públicas y privadas o entre empresas controladas por capitales nacionales y extranjeros.

3. Las subvenciones públicas a la I+D. Análisis sectorial

Tras presentar los principales resultados, tanto internacionales como nacionales, se examina a continuación, mediante un análisis aplicado, el efecto de las subvenciones a la I+D empresarial en España con información sectorial para el período 1989-1998. En primer lugar se presentan las principales características de la distribución sectorial de estas subvenciones. En segundo lugar se muestra el modelo utilizado, la aproximación econométrica y se comentan los resultados obtenidos.

3.1. Distribución sectorial de las ayudas públicas a la I+D

Las ayudas públicas a la financiación privada de la I+D representan un porcentaje reducido del total de fondos que las empresas emplean en I+D. En España, con datos de 1998, la financiación pública representó un 6,6% del total de gastos empresariales en I+D, porcentaje significativamente inferior al 9,9% y 9% correspondiente a la media de la OCDE y de la UE respectivamente. Además, la disminución ha sido significativa en la última década, ya que en España en 1989, se situaba en un 11,8%. Esta disminución ha sido común en la mayoría de países, y en la UE, en 1989, el porcentaje de financiación pública se situaba en el 14,2%. En la valoración de estos porcentajes, debe tenerse en consideración el considerable retraso tecnológico y esfuerzo en I+D que separa a España de los países más avanzados. En concreto, el gasto privado en I+D se situó en España en 1998 en el 0,47% del PIB, porcentaje muy alejado del 1,15% correspondiente a la UE y del 1,51% de la OCDE.

Para analizar, como primera aproximación, la distribución sectorial de las ayudas de I+D se compara la intensidad investigadora, con fondos propios, de cada sector con las ayudas que recibe. Para ello se usan dos indicadores. El primer indicador se define como el esfuerzo relativo innovador (ERI), pero a diferencia de la definición más común, se considera únicamente la financiación con fondos propios de las empresas. El indicador es:

$$ERI = (BGID_i / \sum BGID_i) / (VAB_i / \sum VAB_i)$$

donde $BGID_i$ es la financiación privada de las actividades empresariales de I+D del sector i y VAB_i el valor añadido del sector i . Cuando el esfuerzo relativo innovador del sector i es superior a la unidad, indica un gasto en I+D superior al peso económico del sector i en las manufacturas.

El segundo indicador se define como el apoyo relativo del gobierno (ARG), su expresión es:

$$ARG = (PGID_i / \sum PGID_i) / (BGID_i / \sum BGID_i)$$

Donde $PGID_i$ es la financiación del gobierno en el sector i . Cuando el apoyo relativo del gobierno del sector i es superior a la unidad, indica un apoyo a la I+D superior al peso de la financiación privada del gasto total en I+D del sector.

Los resultados de estos cálculos para el período 1989-1998 se presentan en el cuadro 2. Los sectores se han agrupado según su esfuerzo innovador, de acuerdo con la última clasificación propuesta por la OCDE (Hatzichronoglou, 1997) en cuatro categorías. Así se distingue entre sectores de alta tecnología, alta – media, media – baja y baja tecnología. Durante este período tres sectores recibieron más del 40% de las ayudas públicas a la I+D. En concreto el sector aeronáutico concentró el 22,6% de la financiación pública mientras que por detrás se situaron la fabricación de maquinaria y la construcción naval.

Cuadro 2. Esfuerzo privado en I+D y financiación pública. Valores medios 1989-1998.

ISIC-3	SECTORES	BGID/VAB	PGID/BGID	ERI	ARG
2423	Productos farmacéuticos	7,46%	4,73%	4,26	0,52
30	Máquinas de oficina, cálculo y ordenadores	10,22%	3,53%	5,83	0,39
32	Aparatos de radio, TV y comunicación	12,53%	5,19%	7,16	0,57
353	Construcción aeronáutica y espacial	12,68%	41,64%	7,24	4,57
	CONTENIDO TECNOLÓGICO ALTO	9,80%	9,67%	5,59	1,06
31	Maquinaria eléctrica y electrónica	3,03%	9,49%	1,73	1,04
33	Instrumentos	6,58%	20,69%	3,76	2,27
24-2423	Química	2,04%	4,92%	1,17	0,54
29	Maquinaria y equipo mecánico	2,30%	11,03%	1,32	1,21
34	Vehículos de motor	2,81%	1,72%	1,60	0,19
35-351-353	Otro equipo de transporte	3,15%	6,24%	1,80	0,69
	CT MEDIO-ALTO	2,66%	6,97%	1,52	0,77
23	Coque y petróleo	1,72%	4,25%	0,98	0,47
25	Caucho y plástico	1,34%	3,47%	0,77	0,38
26	Productos minerales no metálicos	0,52%	7,99%	0,30	0,88
271+2731	Productos metalúrgicos féreos	0,69%	21,35%	0,39	2,34
272+2732	Productos metalúrgicos no féreos	0,65%	14,58%	0,37	1,60
28	Manuf. metálicas (excep. Maquinaria y equipo)	0,53%	11,75%	0,30	1,29
351	Construcción naval	2,41%	57,62%	1,38	6,33
369	Otras manufacturas	1,44%	7,76%	0,82	0,85
	CT MEDIO-BAJO	0,87%	13,41%	0,49	1,47
15+16	Alimentación, bebidas y tabaco	0,39%	7,96%	0,22	0,87
17	Textiles	0,47%	9,28%	0,27	1,02
18+19	Confección, peletería y calzado	0,28%	12,47%	0,16	1,37
20	Madera y corcho (excepto muebles)	0,06%	27,19%	0,03	2,99
21+22	Papel, edición e impresión	0,30%	8,48%	0,17	0,93
361	Muebles	0,38%	11,12%	0,22	1,22
	CT BAJO	0,35%	9,02%	0,20	0,99
15...36	TOTAL MANUFACTURAS	1,75%	9,11%	1,00	1,00

Fuente: INE; OCDE y elaboración propia

Los indicadores presentados en el cuadro 2 permiten un análisis más preciso de la relación entre el esfuerzo sectorial en I+D y la financiación pública y obtener una serie de conclusiones. En primer lugar, los datos muestran, a partir del cálculo del coeficiente de correlación, -0,12-, que no existe relación entre el esfuerzo sectorial en I+D y las ayudas públicas. En segundo lugar, determinados sectores se han visto particularmente favorecidos por las ayudas públicas. En concreto con valores del indicador ARG superiores a 2 se sitúan la construcción naval, aeronáutica, madera, instrumentos y metales básicos féreos. En cambio, con valores muy reducidos, inferiores al 0,5 se encuentran el sector del automóvil, caucho y plástico, máquinas de oficina, cálculo y ordenadores, y coque y refino de petróleo. La comparación de estos resultados con los correspondientes a otros países (Callejón et al, 2000) muestra que la ausencia de

correspondencia entre esfuerzo privado y ayuda pública a la I+D no es una característica específica de España. Sin embargo, se puede observar que en España, algunos sectores muy maduros, cuya contribución al crecimiento es reducida, se encuentran relativamente favorecidos por las subvenciones como son los caso de los productos metalúrgicos, la construcción naval y el calzado.

3.2. Aproximación económica y resultados

En el segundo apartado se ha presentado el marco conceptual propuesto por David et al. para analizar los efectos de las subvenciones a la I+D. Su utilización presenta, desde un punto de vista aplicado, dificultades de relieve. En particular, el uso de modelos con datos de panel, que resulta de particular interés en este tipo de análisis dado los efectos dinámicos de la I+D, se enfrenta a las carencias de información. De este modo en los estudios empíricos se ha tendido al uso de aproximaciones más sencillas. Con una aproximación similar, Lichtenberg (1987) plantea la siguiente especificación:

$$BGID = f (PGID, VENTAS) \quad (6)$$

donde BGID es la financiación privada de I+D y PGID la financiación pública de gastos privados de I+D, y VENTAS constituye una variable explicativa, y de control, del volumen de gastos en I+D. Esta ecuación es la forma reducida de:

$$(Oferta) CMC = g (BGID, PGID) \quad (7)$$

$$(Demanda) RM = (BGID, VENTAS) \quad (8)$$

donde CMC es el coste marginal y RM el rendimiento marginal de la innovaciones privadas (Lichtenberg, 1987). Esta aproximación es utilizada por Lichtenberg (1984, 1987) para el análisis sectorial y con datos de empresas. Por su parte, Capron y Van Pottelsbergue (1997) y Van Pottelsberghe (1997) utilizan una función similar para un análisis con datos de panel de sectores industriales para el período 1973-1990 y siete países de la OCDE.

Para llevar a cabo las estimaciones se ha construido un panel de datos con los 24 sectores industriales presentados anteriormente para el período 1989-1998. La aproximación habitual en la literatura es asumir una forma logarítmica:

$$\log \text{BGID}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log \text{PGID}_{it} + \beta_2 \log \text{VAB}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

$t = 1, \dots, 10$ y $i = 1, \dots, 24$

donde BGID es la financiación privada de I+D, PGID la financiación pública a actividades privadas en I+D y VAB el valor añadido bruto industrial. Todas las variables han sido deflactadas, las dos primeras con el deflactor del PIB y el VAB con el deflactor correspondiente al valor añadido bruto industrial. Dado que parece razonable considerar que los gastos en I+D privados puedan responder con cierto desfase temporal a los efectos de la financiación pública de la I+D (Lichtenberg, 1984, Capron y Van Pottelsbergue, 1997) se han llevado a cabo también estimaciones, con retardos para la variable PGID. Ello es así dado que la facilidad de financiación, con la obtención de subvenciones públicas, puede impulsar decisiones de gastos en I+D por parte de las empresas que se materialicen en períodos posteriores.

Previamente a la presentación de las estimaciones (cuadro 3) tres aspectos merecen una mayor atención.

En primer lugar, puede existir un problema de simultaneidad entre BGID y PGID, ya que la distinta oportunidad tecnológica de los sectores afecta a ambas variables (David et al., 2000). Aunque este problema es más sustancial con datos microeconómicos que con datos sectoriales (Capron y Van Pottelsbergue, 1997) es conveniente su corrección. Una vía posible es la utilización de variables ficticias para los distintos sectores según su contenido tecnológico (Kauko, 1996, Gannicot, 1984). También la utilización de efectos fijos en la estimación con datos de panel permite un término constante específico para cada sector, es decir, distintos niveles de gastos privados en I+D para los diferentes sectores. De este modo se recogen características propias de los sectores que influyen en el nivel de gastos en I+D y que se suponen invariables para el período de tiempo utilizado. El modelo de efectos fijos es una especificación apropiada cuando el objeto de análisis es un conjunto específico de empresas, sectores o países.

En segundo lugar, los efectos de la financiación pública pueden afectar de un modo diferente a los distintos sectores por lo que parece conveniente explorar esta posibilidad, y examinar los resultados para cada sector o distintos grupos de sectores en función de su contenido tecnológico. El reducido número de observaciones temporales limita la realización de estimaciones cada sector. Por ello las estimaciones (cuadro 4) se han llevado a cabo agrupando los sectores según su contenido tecnológico.

En tercer lugar, otra serie de variables, con complejas relaciones entre ellas, influyen en el esfuerzo sectorial en I+D. La utilización de datos de panel y de un modelo de efectos fijos permite, como se ha señalado, recoger los rasgos sectoriales específicos, como el nivel de apropiabilidad, grado de concentración u oportunidad tecnológica, que influyen en el nivel de gastos en I+D¹. Por otra parte, los gastos en I+D de períodos anteriores pueden influir en el nivel actual de gastos en I+D lo que comporta la utilización de modelos dinámicos. La incorporación de una variable endógena desfasada comporta inconsistencia en los estimadores MCO de los modelos de efectos fijos de datos de panel. Por ello, en este caso se han utilizado, tal como sugieren Arellano y Bond (1991) primeras diferencias y estimadores del método generalizado de momentos (MGM) en dos etapas².

¹ La incorporación de estas variables se enfrenta además a la falta de información con la periodicidad anual necesaria para el uso de datos de panel.

² Junto con los resultados (cuadro 3) de la estimación del modelo dinámico (5) se presenta el test de Sargan, que permite confirmar que la combinación de instrumentos utilizada es la adecuada, y los test de autocorrelación. Los resultados de estos test permiten rechazar la hipótesis nula de inexistencia de autocorrelación de primer orden mientras que no permiten rechazar la hipótesis nula en el caso de autocorrelación de segundo orden.

Cuadro 3. Resultados. Variable dependiente: BGID.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
C	-3,994 (-4,591)*	-2,983 (-4,808)*			
PGID	0,196 (4,271)*	0,099 (2,100)**	0,174 (3,033)*	0,081 (2,233)**	0,029 (2,054)**
PGID(-1)		0,158 (2,964)*		0,148 (4,043)*	0,175 (13,484)*
PGID(-2)		0,035 (0,747)		0,012 (0,352)	
VAB	0,776 (11,351)*	0,668 (13,579)*	0,204 (0,859)	0,303 (2,028)**	0,655 (5,520)*
DUMHT	2,719 (11,627)*	2,596 (15,342)*			
DUMMHT	2,088 (11,344)*	1,850 (8,219)*			
DUMMLT	1,084 (6,760)*	0,939 (8,219)*			
BGID(-1)					0,009 (1,898)***
R ² ajustado	0,643	0,824	0,754	0,923	
Nº	240	192	240	192	168
Wald test					2043,24*
Sargan test					21,64
Autocorrelación 1er orden					-1,84***
Autocorrelación 2o orden					-0,82

Todas las variables en logaritmos. Entre paréntesis valores del estadístico t de significación individual de los parámetros. * Estadísticamente significativo al 99%. ** Estadísticamente significativo al 95%. *** Estadísticamente significativo al 90%. DUMHT: variable ficticia con valor 1 para sectores de alta tecnología (ver cuadro 2) y 0 para el resto; DUMMHT para los sectores de tecnología media - alta y DUMMLT para media - baja. (3) y (4) son modelos de efectos fijos; la utilización del test de significación conjunta de los efectos fijos frente al modelo con variables ficticias permite rechazar la hipótesis nula de no significación de los efectos fijos. La inclusión de variables ficticias temporales no altera la significación de PGID.

Los resultados muestran que la financiación pública de actividades privadas de I+D tiene un efecto complementario sobre los recursos que las empresas dedican a la investigación y desarrollo con la obtención de parámetros positivos y significativos en prácticamente todas las estimaciones. No obstante, la inclusión de retardos en las ayudas públicas a la I+D muestra, del mismo modo que en Guellec y Van Pottelsberghe (2001), que la reacción de las empresas a la financiación pública tiene lugar principalmente con un desfase temporal de un año mientras que a partir de dos años los valores de los parámetros dejan de ser significativos. La suma de los parámetros significativos de la

variable PGID permite obtener los efectos a largo plazo de la financiación pública a los gastos privados en I+D con elasticidades que oscilan entre el 0,15 y el 0,18³. La introducción de la variable endógena desfasada para recoger los efectos dinámicos propios de las actividades de I+D no comporta cambios significativos en los resultados. En las estimaciones esta variable se muestra significativa aunque el valor del parámetro es muy reducido. Las ayudas públicas a la I+D siguen resultando significativas con un valor de los parámetros muy similar al modelos de efectos fijos.

En las estimaciones realizadas se ha considerado que la variación de BGID respecto a PGID es uniforme para todos los sectores. Sin embargo, algunos análisis apuntan a la existencia de diferencias entre sectores (Mamuneas y Nadiri, 1996) e incluso de diferencias para los distintos sectores en los países de la OCDE más desarrollados (Van Pottelsbergue, 1997). Así, van Pottelsbergue (1997) muestra para siete países de la OCDE (EEUU, Canadá, Japón, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido) que la eficiencia de los subsidios en el estímulo de la I+D privada es mayor en los sectores de contenido tecnológico medio-alto y medio-bajo que en el resto de sectores. En consecuencia, parece conveniente examinar si existen diferencias en el caso de España. El limitado número de observaciones temporales restringe las estimaciones para cada uno de los sectores por lo que las estimaciones se han llevado a cabo para cada uno de los cuatro tipos de sectores agrupados en función de su contenido tecnológico⁴.

³ En el caso del modelo dinámico (5) el valor de la elasticidad a largo plazo es de 0,21 que se calcula como $\sum \beta_j / (1-\alpha)$ siendo β_j los valores de los parámetros de la variable PGID y α el valor del parámetro de BGID(-1).

⁴ En este caso no se han utilizado modelos dinámicos. La estimación anterior, para todos los sectores, muestra que la incorporación de una variable endógena desfasada no comporta cambios relevantes en los resultados. Además la utilización de modelos dinámicos se enfrenta al reducido número de observaciones particularmente en el caso de los sectores de contenido tecnológico alto.

Cuadro 4. Resultados. Estimaciones por sectores.
Variable dependiente: BGID

	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)
PGID	0,189 (0,458)	0,271 (0,501)	0,316 (4,332)*	0,340 (5,329)*	0,102 (2,128)**	0,038 (0,888)	0,114 (1,902)	0,048 (0,751)
PGID (-1)		-0,126 (-0,242)		0,114 (1,457)		0,110 (2,671)*		0,156 (2,613)**
VAB	-0,081 (-0,065)	-0,357 (-0,247)	0,059 (0,325)	0,146 (0,684)	0,560 (2,174)**	0,521 (2,252)**	0,977 (2,588)*	0,852 (2,204)**
R ² ajustado	0,221	0,144	0,891	0,889	0,741	0,801	0,900	0,912
Nº	40	36	60	54	80	72	60	54

(1) Sectores de contenido tecnológico alto; (2) medio alto,

(3) medio bajo, (4) bajo. Todas las variables en logaritmos.

Entre paréntesis valores del estadístico t de significación individual de los parámetros.

* Estadísticamente significativo al 99%. ** Estadísticamente significativo al 95%

Los resultados obtenidos reflejan un efecto de complementariedad en la mayor parte de los sectores a excepción de los sectores de tecnología alta. En particular, en los sectores de contenido tecnológico medio - alto y bajo los subsidios a la I+D se muestran como particularmente incentivos de los gastos privados en I+D. En cambio, en los sectores de tecnología alta el parámetro no se muestra significativo, por lo que la financiación pública no tiene un efecto adicional ni de sustitución de los recursos privados en I+D, lo que parece mostrar que en estos sectores el incentivo de mercado es suficiente para la realización de gastos en I+D. Este resultado es coincidente con el obtenido por Van Pottelsberghe (1997) para los casos de Alemania, Francia e Italia.

4. Conclusiones

La financiación pública a los gastos privados en I+D debe cumplir el principio de adicionalidad para garantizar su eficiencia. Los análisis aplicados, tanto internacionales como nacionales realizados hasta la actualidad no han permitido obtener un resultado concluyente sobre si predomina una relación de complementariedad o un efecto sustitución. En este papel se estima, a partir de un análisis con datos sectoriales, que en España se ha dado un efecto positivo de adicionalidad. Este resultado es coincidente con las conclusiones alcanzadas en un trabajo reciente de Guellec y Pottelsberghe (2001) con información de 17 países de la OCDE encuentra que las ayudas directas presentan un efecto incentivador siempre que no superen cierto umbral (todavía lejano al alcanzado por la políticas de ayudas a la I+D de las empresas en España).

Los resultados obtenidos para el caso de España resultan de particular interés en un momento de redefinición de la política tecnológica que ha establecido prioridades para una serie de sectores (defensa, TIC, aeronáutico y aeroespacial, biotecnología, ferroviario, medio ambiente y energía renovables, máquina - herramienta y automoción) en el Programa de Fomento de la Innovación tecnológica (PROFIT) y que tiende a reducir el peso de las subvenciones públicas.

Durante el período 1989-1998, la distribución por sectores de las ayudas públicas ha presentado diferencias sustanciales. En particular, tres sectores, aeronáutico, construcción naval y fabricación de maquinaria se han caracterizado por un alto grado de apoyo público. La comparación entre el esfuerzo sectorial privado en I+D y el apoyo público muestra que resulta difícil identificar un criterio en la distribución sectorial de las ayudas a la I+D de las empresas en la política española reciente, conclusión similar a la obtenida por Buesa (1994) para el período 1985-1990. El análisis de este aspecto podría aportar informaciones sumamente útiles para evaluar políticas pasadas y mejorar políticas futuras.

Los resultados obtenidos en el análisis aplicado apuntan, como se ha señalado, hacia un efecto de complementariedad entre la financiación pública de la I+D y los gastos privados del mismo modo que otros estudios microeconómicos para el caso de España (COTEC, 2000). En consecuencia, y ante el retraso tecnológico que caracteriza a España, parece conveniente reforzar la política tecnológica con un aumento del volumen en los incentivos financieros para la realización de proyectos empresariales de I+D, en un momento en que la tendencia es favorecer los incentivos fiscales en detrimento de las subvenciones (Piqué, 1999).

Los estudios basados en información de muchos países de la OCDE (Guellec y Pottelsberghe, 2001) apuntan que puede darse un efecto de sustitución entre incentivos fiscales y ayudas directas, es decir, que el aumento en la generosidad fiscal sobre el gasto empresarial en I+D implica una reducción en los efectos de signo complementario observados en las ayudas directas a proyectos de I+D. Este dato refuerza todavía más la idea de que las políticas de fomento tecnológico deben diseñarse de forma integral y coordinada.

Tampoco conviene perder de vista el resultado según el cual los incentivos fiscales tienen un efecto muy a corto plazo, prácticamente contemporáneo. Puede indicar que la I+D incentivada fiscalmente atañe a proyectos con escasa profundidad tecnológica o innovadora, lo que implicaría menores efectos sobre variables dinámicas vitales como el aprendizaje o la acumulación de equipos e infraestructuras de I+D.

La evidencia disponible hasta el momento, aunque todavía insuficiente y fragmentaria, apunta hacia la conveniencia de reforzar los programas de ayudas directas a proyectos si se busca el robustecimiento a largo plazo de la capacidad innovadora empresarial.

Bibliografía

- Arellano, M., Bond, S. (1991): “Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations”, *Review of Economic Studies*, 58, pp. 277-297.
- Arrow, K. (1962): “Economic welfare and the allocation of resources for inventions” en R. Nelson (ed.): *The rate and direction of inventive activity*, Princeton University Press.
- Buesa, M. (1994): “La política tecnológica en España: una evaluación en la perspectiva del sistema productivo”, *Información Comercial Española* 726, pp. 161-182.
- 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 (2).
- Busom, I. (2000): “An empirical evaluation of R&D subsidies”, *Economics of innovation and new technology*, vol. 9, 2, pp. 111-148.
- Buxton, A. (1975): “The process of technical change in UK manufacturing”, *Applied Economics* 7, pp. 53-71.
- Nadiri, M. (1980): “Contributions and determinants of research and development expenditures in the US manufacturing industries” en G. Von Furstenberg (Ed.): *Capital, efficiency and growth*, Ballinger Publishing Company, Cambridge.
- Callejón, M., Calzada, J., García Quevedo, J. y Ribera, R. (2000): *Tecnología y política industrial*, Associació d'Amics de la Universitat Politècnica de Catalunya
- Capron, H. (1992): *Economic quantitative methods for the evaluation of the impact of R+D programmes*, EUR 14864 EN, Comisión Europea, Bruselas.
- Capron, H. y Van Pottelsbergue (1997): “Public support to business R&D: a survey and some new quantitative evidence” en OCDE: *Policy evaluation in innovation and technology. Towards best practices*, París
- COTEC (1998): *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Madrid

- COTEC (2000): *Relaciones para la innovación de las empresas con las administraciones*, Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Madrid
- David, P., Hall, B. y Toole, A. (2000): “Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence”, *Research Policy*, 29, pp. 497-529.
- David, P. y B. Hall (2000), “Heart of darkness: modeling public-private funding interactions inside the R&D black box”, NBER Working Paper 7538.
- Gannicot, K. (1984). “The determinants of industrial R&D in Australia”, *Economic Record* 60, pp. 231-235.
- González, X., Jaumandreu, J. y Pazó, M. (1999), “Innovación, costes irre recuperables e incentivos a la I+D”, *Papeles de Economía Española* 81, pp. 155-166.
- Griliches, z. (1995), “R&D and productivity: econometric results and measurement issues” en P. Stoneman (Ed.): *Hanbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell Publishers Ltd.
- Guellec, D, y Van Pottelsbergue (2001): “The effectiveness of public policies in R&D”, *Revue d’Economie Industrielle* 94, pp. 49-68.
- Heijs, J. (2001), *Política tecnológica e innovación. Evaluación de la financiación pública de I+D en España*, Consejo Económico y Social nº 117, Madrid
- Kauko, K. (1996), “Effectiviness of R&D subsidies – a sceptical note on the empirical literature”, *Research Policy* 25, pp. 321-323.
- Klette, J., Moen, J. y Griliches, Z. (2000): “Do subsidies to commercial R&D reduce market failures?. Microeconomic evaluation studies”, *Research Policy*, 29, pp. 471-495.
- Lafuente, A., Salas, V. y Yagüe, (1985a): *Productividad, capital tecnológico e investigación en la economía española*, Colección Economía e Industria, MINER, Madrid.

- Lafuente, A., Salas, V. y Yagüe, (1985b): “Formación de capital tecnológico en la industria española”, *Revista Española de Economía* nº 2
- Levin, R. y Reiss, P. (1984): “Test of a Schumpeterian model of R&D and market structure” en Z. Griliches (ed.): *R&D, Patents and Productivity*, National Bureau of Economic Research, The University of Chicago Press.
- Lichtenberg, F. (1984): “The relationship between federal contract R&D and company R&D”, *American Economic Review Papers and Proceedings* 74, pp 73-78.
- Lichtenberg, F. (1987): “ The effect of government funding on private industrial research and development: a re-assesment”, *The Journal of industrial economics* Vol. XXXVI, 1, pp. 97-104.
- Mamuneas, T. y Nadiri, M. (1996): “Public R&D policies and cost behaviour of the US manufacturing industries”, *Journal of Public Economics* 63, pp. 57-81.
- OCDE (1999): *Managing National Innovation Systems*. Paris.
- Piqué, J. (1999): “La nueva política de fomento de la innovación del MINER”, *Papeles de Economía Española* nº 81, pp. 276-283
- Van Pottelsbergue (1997): “The efficiency of science and technology policies inside the Triad”, PhD, Université Libre de Bruxelles.

SÈRIE DE DOCUMENTS DE TREBALL DE L'IEB

2000

2000/1 - Esteller, A.; Solé, A., "Vertical Income Tax Externalities and Fiscal Interdependence: Evidence from the US"

Publicat a: *Regional Science and Urban Economics*, 31 (2-3), pàgs. 247-72, 2001.

2000/2 - Castells, A., "The role of intergovernmental finance in achieving diversity and cohesion: the case of Spain"

Publicat a: *Environment and Planning C: Government and Policy*, 19 (2), pàgs. 189-206, 2001.

2000/3 - Costa, M.T.; Segarra, A. (URV); **Viladecans, E.**, "Pautas de localización de las nuevas empresas y flexibilidad territorial"

2000/4 - Costa, M.T.; Duch, N.; Lladós, J. (UAB), "Determinantes de la innovación y efectos sobre la competitividad: el caso de las empresas textiles"

Publicat a: *Revista Asturiana de Economía*, 20, pàgs. 53-80, 2001.

2000/5 - Solé, A., "Determinantes del gasto público local: necesidades de gasto vs. capacidad fiscal"

Publicat a: *Revista de Economía Aplicada*, 9 (25), pàgs. 115-56, 2001, sota el títol "Determinantes del gasto público local: ¿Necesidades de gasto o capacidad fiscal?"

2000/6 - Barberán, R. (U. de Zaragoza); **Bosch, N.; Castells, A.; Espasa, M.**, "The redistributive power of the Central Government Budget"

2001

2001/1 - Espasa, M., "The territorial redistribution of the EU budget. Empirical evidence at national and regional level"

Publicat a: *Environment and Planning C: Government and Policy*, 19 (5), pàgs. 771-790, 2001, sota el títol "The territorial redistributive power of the EU budget. Empirical evidence at national and regional level"

2001/2 - Viladecans, E., "La concentración territorial de las empresas industriales: un estudio sobre la unidad geográfica de análisis mediante técnicas de econometría espacial"

Publicat a: *Papeles de Economía Española*, 89/90, pàgs. 308-320, 2001, sota el títol "La concentración territorial de las empresas industriales. Un estudio sobre el tamaño de las empresas y su proximidad geográfica"

2001/3 - Castells, A., "La descentralización de las políticas sociales en el Estado del Bienestar"

2001/4 - Bosch, N.; Pedraja, F. (U. de Extremadura); **Suárez-Pandiello, J.** (U. de Oviedo), "The influence of Environmental Variables in Measuring the Efficiency of Refuse Collection Services: An Application to the Spanish Municipalities"

Publicat a: *Local Government Studies*, 26 (3), pàgs. 71-90, 2000

2001/5 - Solé, A., "Budget spillovers in a metropolitan area: typology and empirical evidence"

2001/6 - Sanromà, E.; Ramos, R., "Local human capital and external economies: evidence for Spain"

2001/7 - Leonida, L. (U. Della Calabria); **Montolio, D.**, "Convergence and Inter-Distributional Dynamics among the Spanish Provinces. A Non-parametric Density Estimation Approach"

2001/8 - García Quevedo, J., "University research and the location of patents in Spain"

2001/9 - Esteller, A.; Solé A., "Tax Setting in a Federal System: The Case of Personal Income Taxation in Canada"

Publicat a: *International Tax and Public Finance*, 9, pàgs. 235-57, 2002, sota el títol "An empirical analysis of vertical tax externalities: The case of personal income taxation in Canada"

SÈRIE DE DOCUMENTS DE TREBALL DE L'IEB

2001/10 - Durán J.M.; Gispert, C. de, "Fiscalidad medioambiental sobre la energía: propuestas para España "

2001/11 - Álvarez, M., "España y la senda de desarrollo de la inversión directa: una aproximación"

2002

2002/1 - Bosch, N.; Espasa, M.; Sorribas, P., "La capacidad redistributiva y estabilizadora del presupuesto del Gobierno Central Español"

Publicat a: *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 160 (1), pàgs. 47-76, 2002.

2002/2 - García Quevedo, J., "The location of innovation. Universities and technological infrastructure in Spain"

2002/3 - Viladecans Marsal, E., "The growth of cities: Does agglomeration matter?"

2002/4 - Pons Novell, J.; Tirado Fabregat, D.A., "Discontinuidades en el crecimiento económico en el periodo 1870-1994: España en perspectiva comparada"

2002/5 - Bosch, N.; Espasa, M.; Sorribas, P., "The redistributive, stabiliser and insurance effects at territorial level of "federal" government budgets"