

## **«Las Subvenciones a la I + D ¿funcionan o no funcionan?»**

*Este trabajo presenta un panorama crítico de las políticas de subvenciones a la I + D. Tras comentar las formas de intervención pública más frecuente en este campo, se presentan las opiniones de algunos expertos en I + D que ponen en duda la efectividad de los programas existentes. Seguidamente se discuten la evidencia empírica sobre la relación entre innovación y crecimiento y el fundamento analítico del fomento público de la I + D. A continuación se presenta la evidencia empírica sobre la eficacia de la política tecnológica, con especial énfasis en los estudios econométricos que estudian el impacto de las subvenciones a la I + D.*

Lan honek, I + D mailan aplikatzen diren subentzioei buruzko panorama kritiko bat aurkezten du. Erakunde publikoek arlo honetan izan ohi dituzten eskuharmen usuenak komentatu ondoren, I + D munduan adituak diren pertsona batzuen eritziak jasotzen dira, zeintzuek zalantzan jartzen bait dute gaur egun martxan dauden programen eraginkortasuna. Ondoren, alde batetik berrikuntzaren eta hazkundearen eta bestetik I + Dren sustapen publikoaren oinarri analitikoaren arteko erlazioari buruzko ebidentzia enpirikoa eztabaidatzen da. Eta jarraian, politika teknologikoaren eraginari buruzko ebidentzia enpirikoa aurkezten da, indar berezia ipiniz I + Dren subentzioen eragina aztertzen duten estudio ekonometrikoetan.

*This paper presents a critical assessment of public subsidies to R&D activities. After enumerating the most frequent tools of technology policy, the opinions of several R&D experts are overviewed. These opinions cast some doubts on the effectiveness of existing policies. Next, the analytical foundations of public policy in this area are reviewed, as well as the existing empirical evidence on the relationship between innovation and growth. Finally, we present and discuss the main empirical studies focusing on the effects of technology policy on private R&D effort and on productivity, with special emphasis on public subsidies.*

1. **Presentación.**
  2. **Los tipos de intervención pública más frecuentes y la opinión de los expertos.**
  3. **¿Qué sabemos de la relación entre innovación y crecimiento?**
  4. **¿Está justificado socialmente subvencionar la I+D?**
  5. **Eficacia de la política tecnológica: evidencia empírica.**
  6. **Conclusiones.**
- Referencias Bibliográficas.**

Palabras clave: Innovación, crecimiento, política tecnológica, I+D, subvenciones.  
Nº de clasificación JEL: O31, O33, O38

## 1. PRESENTACIÓN

En los últimos años, se ha producido en los países de la OCDE un aumento considerable del interés de los gobiernos por las políticas de I+D. Partiendo de la idea de que existe una relación entre el crecimiento y el bienestar económicos, por una parte, y la generación y la difusión de innovaciones, por otra, los expertos han establecido objetivos deseables respecto al porcentaje del PIB que debe dedicarse al esfuerzo en I + D, comúnmente medido por el gasto. Además, se propugna la necesidad de la intervención pública para estimular la generación de tecnología y su difusión entre las empresas. Para ello, se

utilizan diversos instrumentos, entre los que se encuentran los sistemas de patentes, los incentivos fiscales, las subvenciones y los créditos subvencionados a las empresas, y la investigación directa por parte del Estado.

Cabe preguntarse si este clima tan favorable al fomento público de la I + D tiene un fundamento analítico suficientemente sólido o si se basa únicamente en juicios superficiales o en argumentos estrictamente políticos. Es evidente que una determinada política de I + D tiene sus costes. En primer lugar, tiene que considerarse el coste oportunidad de la política que se deriva de no apoyar otras actividades. En segundo lugar, hay que señalar las posibles ineficiencias que pueden resultar de una política, justificable en su conjunto, pero mal diseñada en sus

---

(\*) La discusión presentada en este trabajo se basa en resultados de un proyecto más amplio financiado por la CICYT, PB 90/0132.

formas concretas de aplicación. Finalmente, hay que tener en cuenta, en relación a las subvenciones a la I + D, que en la práctica una aceptación muy generalizada de su uso podría llevar a los gobiernos a encubrir ayudas generales bajo la forma de subvenciones a la I + D con las distorsiones consiguientes y, por ello, debe mantenerse una actitud vigilante al respecto (1). Por todo ello, es importante disponer de estudios rigurosos sobre el efecto final de las políticas de I + D. En términos más generales puede considerarse que la evaluación de los efectos del gasto público será un tema de gran relevancia en los próximos años.

En este trabajo se desea presentar un análisis crítico de la política de fomento de la I + D y más concretamente de las subvenciones a la I + D. Este análisis partirá de tres cuestiones fundamentales para el diseño y la evaluación de la política tecnológica (2). Primero, ¿existe evidencia suficiente que apoye la creencia de que hay efectivamente una relación entre innovación tecnológica, por un parte, y crecimiento y bienestar económicos, por otra? Segundo, ¿por qué parece necesaria la intervención pública

(1) En la «Segunda encuesta sobre ayudas estatales en la Comunidad Europea» (1991) se señala la dificultad de trazar una línea divisoria entre las ayudas para inversiones generales y las correspondientes a la innovación. Además, se indica que este tipo de ayudas «...permiten a las autoridades adjudicatarias ejercer un notable grado de discreción y pueden utilizarse para promocionar o defender empresas nacionales importantes de los Estados miembros que estén sufriendo presiones debido al incremento de la competencia que lleva consigo la realización del mercado interior».

(2) Por razones de espacio, deben acotarse las cuestiones tratadas aquí. Así, las interrelaciones (coincidencia o conflicto de objetivos a corto y largo plazo) entre política tecnológica y otras políticas públicas: política comercial, políticas de gestión de la demanda agregada, no serán abordadas con detalle. Tampoco se abordará la incidencia del sistema educativo o las características del mercado de trabajo sobre los incentivos a innovar y sobre la efectividad de determinados instrumentos de política tecnológica.

en este campo? Y tercero, ¿cuál es la evidencia sobre la efectividad de dicha intervención?

Para contestar la tercera pregunta es necesario responder las dos primeras, puesto que sólo una respuesta afirmativa a éstas justificaría la existencia de una política tecnológica. Por ello, tras exponer brevemente los instrumentos de política tecnológica que se observan más frecuentemente, así como las opiniones de algunos expertos en la materia, se abordarán las dos primeras preguntas y luego la tercera, utilizando para ello las aportaciones recientes del análisis económico, teórico y empírico, de la innovación tecnológica. Se pondrá el énfasis en los resultados de la literatura empírica. Como ya se ha indicado antes, nos centraremos fundamentalmente en el caso de las subvenciones a la I + D.

En la sección 2 se presentan brevemente los tipos de intervención pública más frecuente, así como las opiniones de algunos expertos sobre las políticas de I + D. En la sección 3 se discute la relación entre innovación y crecimiento. En la sección 4 se exponen las bases teóricas de la intervención pública en el campo de la I + D. La sección 5 presenta la evidencia empírica sobre la eficacia de la política tecnológica y la sección 6 contiene las conclusiones del trabajo.

## **2. Los tipos de intervención pública más frecuentes y la opinión de los expertos.**

Entendemos por política tecnológica el conjunto de medidas que toma el Estado con el objetivo explícito de incidir sobre el proceso de innovación tecnológica. Los instrumentos básicos de una política

tecnológica que pueden recibir un énfasis diferente en distintos países, son los siguientes:

- 1) Legislación de Patentes.
- 2) Incentivos fiscales (desgravaciones).
- 3) Subvenciones (reparto de costes, créditos subvencionados).
- 4) Provisión de bienes públicos al sector privado (políticas de información tales como extensión agraria, transferencia de tecnología o promoción de la cooperación entre universidades y empresas, y entre empresas, infraestructura).
- 5) Compras del Estado.
- 6) Centros públicos de investigación.

Podemos clasificar los objetivos e instrumentos de las políticas tecnológicas observadas de acuerdo con su grado de generalidad o especificidad, o de acuerdo con el alcance de la intervención pública. Aunque la tipología de países puede variar según se incluya o no la demanda por parte del Estado de innovaciones asociadas a la defensa, dichos criterios se pueden resumir de la forma siguiente (3):

1. Según el alcance de la política. Este puede ser genérico, en el sentido de facilitar al conjunto del sector productivo la generación y adopción de innovaciones tecnológicas; en este caso, muchas empresas pueden participar en los programas correspondientes. En el otro extremo, el objetivo puede ser el de concentrar la promoción de innovaciones en unos pocos «sectores estratégicos» (energía, telecomunicaciones, electrónica). En este caso, el número de empresas

(3) Seguimos el trabajo de Rothwell (1986), resumido por Stoneman (1987) y el de Ergas (1987).

que participan en los programas suele ser pequeño (4).

2. Según la medida en que el Estado decide el uso de los recursos públicos y los gestiona. En un extremo, el Estado puede simplemente proporcionar financiación o infraestructura a empresas e instituciones privadas, decidiendo éstas qué proyectos llevar a cabo; en el otro extremo, el Estado crea sus propios centros para el desarrollo de innovaciones, decidiendo las agencias públicas los proyectos, al margen de las empresas e instituciones privadas (5).
3. Según la importancia otorgada a los distintos instrumentos de intervención. En un extremo, se hallan los incentivos fiscales y, en el otro, «transferencias en especie», es decir, provisión por parte del Estado de infraestructura científica y tecnológica (6), y de bienes públicos en general.

Una primera fuente de información sobre la eficacia de la política tecnológica son las opiniones de los expertos directamente involucrados en la ejecución de la política. Entre éstos parece, de hecho, predominar un cierto escepticismo. Ergas (1987) compara las políticas tecnológicas y sus resultados en seis países y concluye que aunque el enfoque de la misma en cuanto a sus objetivos sea el mismo en distintos

(4) Países en los que la política tecnológica tiene un objetivo genérico son, por ejemplo, Alemania, Suiza y Suecia. En Japón, en cambio, se señalan como prioritarios determinados sectores.

(5) En Estados Unidos y a excepción del ámbito de defensa, predomina el primer enfoque; en Francia, el segundo (ver Ergas, op. cit.).

(6) En el Reino Unido y Estados Unidos tienen un peso importante los instrumentos fiscales o financieros dirigidos a crear un entorno estimulante para la innovación; en Canadá, Japón y Holanda son importantes las «transferencias en especie».

países, sus resultados varían en función del grado de dirección que ejercen las instituciones públicas, de los instrumentos utilizados y de determinados factores del entorno económico e institucional (7). Estos factores son, según Ergas, el tamaño de la comunidad científica y tecnológica, la facilidad de circulación de las ideas y de movilidad del personal cualificado y la ausencia de barreras a la entrada, importantes factores que permiten la rápida difusión de los resultados de las actividades de I + D en toda la economía. Según Ergas, debido en gran parte a estos factores, el impacto de la política tecnológica seguida en Estados Unidos o, la seguida en Alemania, es muy superior al impacto que han tenido las de Francia y el Reino Unido. De las lecciones que se desprenden para la política tecnológica, Ergas subraya la necesidad de invertir en capital humano, de descentralizar la política, en el sentido de que debe apoyarse más al sector privado y tener una base amplia y de establecer incentivos adecuados, a través de la competencia, entre otros.

Ritzen (1990) (8) es muy crítico respecto a la I+D realizada directamente por el sector público en los países de la OCDE. Indica que no existe ningún trabajo que muestre efectos positivos de la I + D realizada fuera de las empresas. Además señala la necesidad de reorientar la política de subvenciones dirigiéndolas hacia la investigación básica y de concederlas mediante concursos, es decir, con suficiente competencia.

---

(7) Ergas es miembro de la Unidad de Planificación y Evaluación de la OCDE. En su trabajo compara los casos de Estados Unidos, Reino Unido, Suecia, Suiza y Alemania.

(8) Profesor de Economía Pública, Erasmus University, Rotterdam. Posteriormente Ministro de Educación de los Países Bajos.

Gilchrist y Deacon (1990) (9) se refieren específicamente a las subvenciones a la I + D y considera que, en relación a los países de la CE, probablemente la mayor parte de ayudas a la I+D se gasta en proyectos que se hubieran llevado a cabo igualmente. Como ejemplo citan las ayudas concedidas a Siemens y Phillips para el desarrollo del megachip. Según Gilchrist y Deacon las dos empresas mencionadas disponían de fondos en aquel momento, la tecnología no era nueva y las empresas hubieran tenido que desarrollarla en cualquier caso. Señalan además, que se debe tener en cuenta que en el corto y medio plazo la oferta de los recursos de I + D puede ser relativamente inelástica y ello puede crear el peligro de que los proyectos subvencionados desplacen simplemente a otros proyectos. Una tercera razón aducida para adoptar una actitud crítica es el hecho que las subvenciones de I + D se gastan sobre todo en las regiones ricas y, por ello, contrarrestan, al menos a corto plazo, los efectos de las ayudas al desarrollo regional otorgadas en la CE.

Malkin (1990) (10) cree deseable una reorientación de las subvenciones en los países de la OCDE que signifique una disminución del apoyo directo a ciertos sectores y actividades y un incremento del peso de políticas más horizontales que aumenten el potencial tecnológico de las empresas, así como la difusión de conocimientos y la cooperación entre las mismas, y señala que una evolución gradual de este estilo ya se está produciendo. Además, relaciona el éxito tecnológico del Japón con el peso

---

(9) Miembros de la Dirección para las Ayudas Públicas de la Comisión Europea.

(10) Jefe de la División de Industria del Directorado de Ciencia, Tecnología e Industria de la OCDE.

relativamente pequeño que en ese país tienen tanto la financiación pública como la ejecución pública de proyectos de I + D.

Appels (1986), en un estudio detallado de la política de ayudas en varios países europeos, señala cómo la importante política de subvenciones de la RFA no ha podido impedir una considerable disminución de las cuotas de dicho país en los mercados mundiales de productos de alta tecnología. Cita como dos defectos importantes del sistema de subvenciones alemán que la mayor parte de la ayuda sea destinada a un pequeño número de empresas y que el énfasis se ponga en subvenciones directas a proyectos determinados de empresas privadas (11).

El escepticismo de los expertos plantea la necesidad de «retinar» considerablemente la política tecnológica. Algunas preguntas concretas que deben contestarse en este sentido son las siguientes. ¿Por qué han sido, determinados enfoques de la política tecnológica, tan poco efectivos? ¿Debe la política de I + D ser genérica o establecer sectores prioritarios? ¿Cuál es el papel apropiado de la iniciativa privada y cuál el de la pública en este ámbito? ¿Qué fundamento analítico pueden tener las propuestas de reorientación que realiza Ergas? ¿Cuál es el papel de los diferentes instrumentos antes mencionados? ¿Podemos asegurar que las subvenciones a la I + D tienen un impacto positivo sobre la economía? Además debe plantearse una pregunta que puede considerarse previa y cuya respuesta, en ocasiones, se da por supuesta: ¿Está justificada la intervención pública en este ámbito?

(11) Según datos de Appels (1986), en 1979 solamente cinco empresas obtuvieron el 25% de las subvenciones a la I + D concedidas por el Ministerio Federal de Investigación y Tecnología.

En cualquier caso, el criterio para evaluar la política tecnológica se debe basar en sus resultados y, en primer lugar, en verificar si ha permitido incrementar la generación y difusión de tecnología o, por el contrario, si la incidencia ha sido nula (el esfuerzo tecnológico se hubiera producido igualmente) o incluso negativa (ha desviado recursos hacia otras actividades) (12). Además, en último término, debe investigarse si ha contribuido a incrementar el bienestar. La evidencia que acabamos de revisar sugiere que por bien intencionada que sea la política, pueden plantearse problemas, de incentivos y de otra índole, de forma que no se produzcan los efectos deseados sobre el comportamiento de los destinatarios de la política y sobre la productividad.

El análisis económico de la innovación tecnológica, que ha experimentado un rápido avance en la última década, puede contribuir a contestar, aunque aún no de forma completa, algunas de las preguntas planteadas. A continuación presentamos algunas de las contribuciones más relevantes.

### 3. ¿QUÉ SABEMOS ACERCA DE LA RELACIÓN ENTRE INNOVACIÓN Y CRECIMIENTO?

La cuestión del impacto de la I + D sobre el crecimiento ha sido explorada muy cuidadosamente por Griliches y sus colaboradores en una serie de trabajos. Griliches (1986) utiliza una base de datos de la National Science Foundation y del censo de I + D de los EE.UU., que contiene información sobre gastos

(12) Pueden citarse otros criterios complementarios, necesarios para una evaluación completa: efectos sobre el empleo, sobre las exportaciones, sobre el comportamiento competitivo, sobre la producción de conocimientos de ciencia básica.

de I + D, ventas, empleo y otros aspectos para 1.000 empresas. Ello permite confirmar algunos de los resultados que se intuían en trabajos anteriores. Griliches halla, en primer lugar, que la I + D ha contribuido positivamente al aumento de la productividad y, en segundo lugar, que la investigación básica tiene un efecto mayor que otros tipos de I + D. Lichtenberg y Siegel (1991) utilizan una base incluso más amplia que la empleada por Griliches y llegan a resultados cualitativamente muy similares. Puede, por tanto, decirse que la evidencia empírica, de carácter microeconómico, más reciente apoya claramente la hipótesis de que las innovaciones tienen un efecto positivo sobre el crecimiento (13).

Esta conclusión concuerda, por otra parte, con los resultados de estudios empíricos en los que se analizan las fuentes del crecimiento a nivel agregado. Desde el decisivo trabajo de Solow (1957) hasta los más recientes de Denison (1985) y Jorgenson et al. (1987), la evidencia muestra que las tasas de crecimiento observadas no se pueden atribuir únicamente a los aumentos de la cantidad y calidad de los factores de producción, dando pie a interpretar el remanente como avance del saber o progreso técnico.

#### **4. ¿ESTÁ JUSTIFICADO SOCIALMENTE SUBVENCIONAR LA I+D?**

La discusión de esta cuestión se organizará en dos partes. En primer lugar, se verá si los modelos teóricos dan pie a

---

(13) Fluvía (1989) y Grandón y Rodríguez (1991) utilizan el mismo marco conceptual que Griliches para obtener estimaciones para la economía española.

pensar que el esfuerzo privado en I + D es subóptimo y, en segundo lugar, discutiremos si existe evidencia empírica que corrobore las hipótesis teóricas.

#### **4.1. La base teórica del fomento público de la I+D**

La base de la justificación de las políticas de subvenciones a la I + D es la presunción de que el esfuerzo en I + D realizado por las empresas sujetas a la disciplina de mercado es inferior al esfuerzo socialmente óptimo. Hay en la literatura económica un gran número de trabajos en los que se analiza esta cuestión sobre la base de la economía del bienestar. Estos trabajos utilizan modelos diversos y llegan a conclusiones diferentes respecto a la optimalidad del esfuerzo privado (14).

El punto de vista convencional en este campo tiene como base el resultado de los trabajos de Arrow (1962) y Dasgupta & Stiglitz (1980). Estos autores siguen un enfoque de equilibrio parcial y comparan las cantidades que estarían dispuestos a pagar por una innovación patentada ya existente un monopolio privado y una empresa de un sector competitivo con el aumento del excedente social generado por la innovación. El resultado es que el planificador social pagaría más que una empresa competitiva y ésta, a su vez, pagaría más que un monopolio privado. La explicación intuitiva de este resultado es que la empresa innovadora, sea monopolista o competitiva, no puede apropiarse de todo el beneficio social generado por la innovación, puesto que, en ausencia de discriminación de precios, no puede

---

(14) Para un panorama más amplio, ver Pérez Castrillo (1990).

quedarse con el excedente del consumidor. Pero la empresa competitiva está dispuesta a pagar más que el monopolio porque tiene más a ganar.

El modelo de Arrow-Dasgupta-Stiglitz está fundamentado en un supuesto bastante restrictivo al hacerse abstracción del proceso por el cual se llega a una innovación y obviándose con ello el problema de la innovación estratégica. Para el caso de una empresa competitiva se analiza la cantidad que la empresa estaría dispuesta a pagar si fuera la única que puede invertir en I + D, es decir, sin tener en cuenta el comportamiento de las demás. En investigaciones subsiguientes se ha hecho un esfuerzo por relajar las hipótesis de partida.

Bester y Petrakis (1991) presentan una extensión de este enfoque. Analizan un modelo de dos etapas de un duopolio con diferenciación del producto en el que una de las dos empresas puede invertir en reducción de costes mientras que la otra empresa no puede hacerlo. Es decir, no hay competencia en I + D y el gasto en reducción de costes dependerá directamente de la competencia en el mercado de productos (15). El resultado es que tanto para competencia de precios como para competencia de cantidades es posible que la empresa innovadora desee invertir más o menos que el excedente social generado, dependiendo ello del grado de sustitución de los productos (16).

---

(15) Es esta exclusión de la competencia por la innovación misma la que hace que este trabajo sea una extensión directa del enfoque Arrow-Dasgupta-Stiglitz.

(16) En este caso la intuición proviene de que la imposibilidad de apropiarse todo el excedente social es contrarrestada por la tendencia del mercado a una excesiva diferenciación del producto. Si la

Otros modelos modernos de I + D se han dirigido precisamente a modelar, de diversas formas, el proceso de competencia por la innovación y a analizar su relación con la competencia en el mercado de productos. En cuanto a la manera de representar la competencia tecnológica nos fijaremos en dos grandes grupos de modelos: los modelos estocásticos de carreras de patentes y los modelos de reducción de costes (17).

### ***Las carreras de patentes***

Loury (1979) y Lee y Wilde (1980) son dos trabajos pioneros que analizan, carreras de patentes. En este marco, un número fijo de empresas iguales compite por la obtención de una patente que tiene un valor exógeno igual para todas las empresas. Las empresas gastan una cierta cantidad en I + D en cada período de tiempo que da lugar a una determinada posibilidad instantánea de encontrar la patente. El resultado de la competencia tecnológica será que solamente una empresa ganará la patente. Dada esta estructura, las empresas deciden su gasto en I + D que puede incluir un gasto fijo (p. e. laboratorios e instalaciones) y un gasto variable (p. e. los sueldos del personal investigador).

Un resultado importante de este modelo es que el gasto de las empresas en I + D es superior al gasto que un planificador

---

empresa innovadora tiene en el equilibrio un nivel de producción bastante mayor que el socialmente óptimo, las ganancias para la empresa de la reducción de costes pueden ser bastante superiores a las ganancias sociales y ello puede llevar a una reducción de costes excesiva. Esto sucederá para grados de sustitución suficientemente altos para los que la tendencia a la excesiva diferenciación sea también alta.

(17) Para otras formas de modelar el proceso de Innovación tecnológica ver Gallini y Kotowitz (1985), Sah y Stiglitz (1987) o Tandon (1983).

social ordenaría hacer a las empresas para maximizar el bienestar social. Este óptimo social resulta de considerar, por una parte, los costes correspondientes a la I + D realizada por las empresas del mercado y, por otra, el beneficio social dada la probabilidad de que al menos una empresa encuentre la patente. Este beneficio social es igual al premio que recibe la empresa que gana la carrera. La razón por la que se produce un gasto excesivo es porque hay un retorno específico a ser la primera empresa que innova que no es un retorno social. Es decir, el interés social reside en que *alguna* empresa innova mientras que cada empresa desea ser *ella* la que encuentre la patente.

Los dos trabajos citados no analizan explícitamente la competencia de las empresas en el mercado de productos. Los trabajos de Delbono y Denicolò (1990) y (1991) añaden a la carrera de patentes un estadio de competencia en el mercado de productos, construyendo un modelo de dos etapas y estudiando los casos de competencia de precios y de cantidades. Ahora el premio para una empresa innovadora será endógeno, puesto que será el beneficio que la empresa espera obtener en el mercado si es ella la que encuentra la patente. Este beneficio esperado será inferior al aumento en el beneficio social y esta discrepancia hará tender las empresas hacia un esfuerzo subóptimo. Sin embargo, continúa presente la tendencia, antes apuntada, hacia un gasto excesivo debido al miedo de las empresas a perder la carrera. La relación entre la solución de mercado y el óptimo social dependerá de la fuerza relativa de estas dos tendencias. Para competencia de Bertrand se corrobora el resultado de Lee y Wilde según el cual habrá sobreinversión en I + D. Para competencia de Cournot la

inversión en I + D puede ser superior o inferior al óptimo social.

Dixit (1988) analiza un modelo de carrera de patentes como los de Loury y Lee y Wilde con gastos fijos y variables en el que el esfuerzo individual en I + D produce economías externas. Estas quedan representadas por el hecho que cuando se produce la innovación las empresas no innovadoras también obtienen un premio aunque inferior al de la empresa innovadora. Dixit muestra que la interacción de la competencia por la innovación y las economías externas puede resultar en un gasto agregado en I + D superior o inferior al óptimo. En la solución de mercado se observará que la I + D de las empresas afecta a la de las demás (*spillovers*), tanto si el gasto en I + D es inferior o superior al óptimo. Dixit analiza también la política óptima. El óptimo puede conseguirse mediante un premio o un «castigo», o un cierto gravamen (positivo o negativo) sobre todos los costes, exclusivamente para la empresa que gane la carrera (18).

### **Modelos de reducción de costes**

Los modelos de reducción de costes, como los de Brander y Spencer (1983), Spence (1984) y De Bondt, Staets y Cassiman (1991) constituyen una vía diferente de representar el proceso de investigación. La interacción entre las empresas se representa, de nuevo, como un juego de dos etapas: en la primera etapa, cada empresa decide su nivel de gasto en I + D que dará lugar a una

---

(18) Obsérvese que este tipo de política tan «exclusivista» es muy diferente de los programas de subvención a un amplio abanico de empresas que se observan en la realidad. Debe recordarse, sin embargo, que en Dixit las empresas compiten por exactamente la misma innovación, mientras en la realidad económica las empresas que reciben subvenciones pertenecen a sectores muy diversos.

reducción determinística de sus costes. En una segunda etapa, las empresas compiten en el mercado de productos sobre la base de los costes que hayan resultado de la competencia en I + D. En este marco todas las empresas gastan en I+D y todas consiguen reducir sus costes. Brander y Spencer (1983) consideran el caso simétrico con competencia en cantidades y muestran que las empresas gastan más en I + D que lo que sería necesario para minimizar el coste de la producción que realizan. En cambio, Okuno-Fujiwara y Suzumura (1988) muestran que para competencia de precios las empresas gastan menos de lo necesario.

El mismo tipo de ambigüedad respecto a la optimalidad social del esfuerzo en I + D puede producirse en un modelo de equilibrio general con crecimiento (19). Aghion y Hewitt (1992) estudian una representación de la economía compuesta por un sector investigador, un monopolista productor de bienes intermedios y un sector competitivo de bienes finales. Cada innovación resulta en una mejora en la productividad de los bienes de equipo que hace obsoleta la versión anterior y pone por tanto fin al monopolio existente, pero sólo para crear uno nuevo. En este caso el inventor privado no tiene en cuenta que la introducción de un nuevo producto lleva a una pérdida de renta para el monopolista anterior y ello puede llevar a un ritmo innovador superior al socialmente óptimo.

Como hemos visto, existen varias maneras, bastante diversas, de representar la competencia tecnológica. Es de destacar que solamente uno de los modelos, el modelo de «incitación pura» de Arrow, Dasgupta y Stiglitz, predice sin

ambigüedad que el nivel de esfuerzo en I + D correspondiente a la solución de mercado será inferior al óptimo. Es decir, los resultados de la investigación teórica no permiten excluir la posibilidad de que el mercado produzca demasiado gasto en I + D, caso en el que no existiría justificación alguna para las subvenciones a la I + D. Por ello es necesario encontrar evidencia empírica que permita ver si esta posibilidad teórica efectivamente se produce en mercados reales. Consideraremos principalmente la evidencia procedente de estudios econométricos. Sin embargo, también haremos mención de una incipiente literatura experimental sobre I + D.

#### 4.2. **¿Hay evidencia de que el mercado produce excesiva o insuficiente I+D?**

Existen algunos trabajos econométricos en los que se estudia el tema de la optimalidad social del esfuerzo en I + D realizado por las empresas privadas. La forma en que se aborda la cuestión es a través de la comparación de las tasas de rendimiento social y privado de la I+D, donde el coste es el gasto de I + D, el beneficio privado es el aumento de beneficios de las empresas y el beneficio social incluye el beneficio privado y el aumento en el excedente del consumidor (20). Mansfield et al (1977) llevaron a cabo un análisis de 17 proyectos importantes de I + D y concluyeron que la tasa de rendimiento social estuvo entre un 77 y un 150% por encima de la tasa de rendimiento privado. Bernstein y Nadiri (1989) utilizan una base de datos para EE.UU. del National Bureau of Economic

(19) Para una exposición de estos modelos ver De la Fuente (1992).

(20) Para una discusión interesante de esta cuestión ver Stoneman (1983).

Research con un total de 48 empresas de cuatro sectores: química, petróleo, maquinaria e instrumental profesional. Hallan que para los cuatro sectores la tasa social de rendimiento de la I + D supera a la tasa privada, siendo las diferencias entre las dos tasas entre 30 y 123%. Jaffee (1986) obtiene resultados cualitativamente similares.

De los trabajos empíricos citados se desprende con bastante claridad que existe una importante diferencia entre las tasas de rendimiento social y privado de la I + D. A primera vista podría parecer que esta evidencia elimina las posibilidades apuntadas en los diversos modelos teóricos de que la I + D privada sea superior a la óptima. Sin embargo, esta conclusión puede resultar precipitada, puesto que los modelos especificados en los trabajos econométricos no permiten tener en cuenta los elementos estratégicos presentes en los modelos teóricos, que son los que dan lugar a la posibilidad de un exceso de I + D. Por esta razón, el resumen que puede hacerse sobre la relación entre el esfuerzo privado en I + D y el óptimo debe ser más cauteloso. La evidencia que tenemos hasta el momento indica un alto rendimiento social de la I + D, pero para avanzar en la evaluación de la optimalidad social del esfuerzo privado será necesario formular modelos econométricos de competencia imperfecta que permitan tomar en consideración los aspectos estratégicos de la I + D.

El trabajo de Isaac y Reynolds (1988) es el primer trabajo de economía experimental referente a la competencia en I + D. Este artículo se basa directamente en la familia de los modelos de innovación estocástica como los de Loury (1979) y Lee y Wilde (1980), con presencia de economías externas. Los resultados dan

un fuerte respaldo a la predicción teórica de que las empresas sobreinvertirán en relación al óptimo social. En otro artículo experimental, Isaac y Reynolds (1992) investigan un proceso competitivo en el que las empresas invierten en I + D y compiten en el mercado de productos durante una serie de períodos (21). El resultado de los experimentos fue, en este caso, una inversión subóptima en I + D.

## **5. EFICACIA DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA: EVIDENCIA EMPÍRICA**

Podemos decir que existen dos tipos de evidencia empírica: la que se basa en el estudio de casos específicos y la que se basa en una estimación econométrica a partir de una muestra de un conjunto de empresas. En cuanto a algunas de las preguntas planteadas en la sección 2, por ejemplo, qué tipo de intervención pública es más efectivo, sólo disponemos de información cualitativa que siempre da una visión bastante parcial. En cambio, para algunas de las cuestiones más específicas existen trabajos de carácter cuantitativo.

### **5.1. Evaluaciones cualitativas**

El escepticismo que se desprende de las opiniones de los expertos involucrados en el diseño y ejecución de la política tecnológica, expuestas en el primer apartado, coincide, en parte, con evaluaciones basadas en casos específicos, realizadas en el ámbito

---

(21) En esta segunda Investigación, la representación de la competencia tecnológica no corresponde a ningún modelo teórico específico.

académico. Por ejemplo, Nelson y Langlois (1982) resumían en un breve artículo las conclusiones de un amplio estudio (22):

- El apoyo a la I + D de las empresas parece ser muy efectivo cuando el Estado compra bienes o servicios cuya producción exige I + D. Ello es así porque como comprador, el Estado conoce sus necesidades como usuario y, por tanto, las características que el nuevo producto debe reunir (23). En cambio, la capacidad del Estado de financiar de forma efectiva el desarrollo de tecnologías genéricas es inferior si el Estado no va a ser usuario de los productos generados, porque no tendrá acceso a la información necesaria. Una excepción es la financiación de investigación básica, cuando en la asignación de recursos a la misma participa la comunidad científica y técnica relevante.
- Las dificultades que obstaculizan la eficiencia de la financiación pública aumentan a medida que la investigación adquiere un carácter más aplicado. En este caso, las asimetrías en la información entre las empresas y la institución pública pueden tener efectos importantes. Una condición necesaria para que la intervención pública sea efectiva en este caso es que el mercado en el

que operan las empresas sea competitivo (24).

- La experiencia con la intervención del tipo «escoger o apostar por ganadores» ha sido negativa, porque el Estado no tiene normalmente la experiencia técnica ni comercial necesaria para seleccionar correctamente.

En cuanto a los trabajos de carácter cualitativo, también es preciso mencionar un estudio de Mansfield (1984), quien presenta los resultados de una encuesta a 25 empresas, según las cuales éstas hubieran realizado un porcentaje muy inferior de proyectos de no haber contado con subvención pública.

El estudio detallado de casos concretos constituye sin duda una herramienta útil y necesaria para evaluar la efectividad de la intervención pública. Sin embargo, puede ocurrir que se encuentren todo tipo de casos particulares, de forma que sea difícil la extracción de conclusiones generales. Para detectar regularidades y obtener evidencia cuantitativa sobre la efectividad, en promedio, de la intervención pública, es imprescindible recurrir a una evaluación econométrica. Sólo ésta nos permite contrastar hipótesis y darnos información sobre la relevancia de determinadas variables apuntadas por los modelos teóricos, así como de las variables no explicitadas por éstos pero que forman parte de la realidad de cada país concreto y condicionan la efectividad de la política utilizada. A continuación la discusión se centrará sobre los efectos que tiene la transferencia de fondos públicos a las empresas.

(22) El objetivo del estudio era analizar las relaciones entre la política de apoyo a la I+D y cambio técnico en siete sectores importantes en Estados Unidos. Fue llevado a cabo en el Center for Science and Technology Policy, de New York University.

(23) Es posible que aunque el Estado no conozca perfectamente las características del producto deseado, el usuario tenga más mecanismos para evaluar los resultados de las actividades de I+D y de incidir en la misma.

(24) El ejemplo clásico es el de la financiación pública de la investigación agraria en los EE.UU.

## 5.2. Estudios econométricos sobre el impacto de la política pública de I+D sobre las empresas

Debe decirse que, desgraciadamente, existen muy pocos estudios en los que se analicen muestras de empresas mediante técnicas econométricas. Un repaso de buena parte de las publicaciones internacionales de economía produce unos resultados muy escuetos, como se verá a continuación. Stoneman (1987), uno de los investigadores más significados en temas de innovación y política tecnológica, cita asimismo a un número muy reducido de autores. Probablemente, ello puede atribuirse principalmente a la escasa disponibilidad de datos a la que se enfrentan los investigadores académicos. Para obtener estimaciones cuantitativas de los efectos de las políticas de I + D sobre la productividad de las empresas y de los rendimientos sociales de las mismas, hace falta disponer de una muestra de empresas cuyo comportamiento se siga a lo largo del tiempo, es decir, de un panel de datos. Ello es así porque los resultados de las actividades de I + D normalmente no se obtienen de forma inmediata. Al parecer, en pocos países se recoge, o se halla disponible, la información necesaria para realizar este análisis.

La primera pregunta clave que se ha planteado en algunos estudios empíricos en relación al fomento de actividades de I + D es si las empresas hubieran hecho el mismo esfuerzo innovador de todos modos, es decir, si existe un efecto de sustitución de fondos privados por fondos públicos (25). Estudios en los que se aborda de forma muy directa y sencilla

(25) Es decir, efectos-expulsión o de *crowding-out*.

esta cuestión para *el caso de las subvenciones* son los de Scott (1984) y Lichtenberg (1987 y 1988) (26). El modelo básico estimado es el siguiente (27).

$ID = b_1 + b_2 IDF + b_3 Otras + u$  donde ID son los gastos de I + D de la empresa (sin los públicos), IDF son los fondos públicos recibidos para I + D y «Otras» son otras variables relevantes, tales como el volumen de ventas. Para la pregunta formulada, resulta crucial el signo del coeficiente  $b_2$ . Así, si  $b_2 < 0$ , se puede inferir que la financiación pública simplemente sustituye o desplaza, total o parcialmente, a la privada. Si  $b_2 > 0$ , cabe interpretar que financiación pública y privada son complementarias y si  $b_2 = 0$ , que son independientes. Una política de subvenciones puede considerarse satisfactoria si no se desplaza el gasto privado y especialmente efectiva si se estimula un gasto privado adicional.

Los resultados obtenidos por los dos autores citados varían según una de las variables independientes incluidas, las ventas, se descomponga o no en ventas al Estado y a otras empresas. Scott, que no las descompone, obtiene evidencia de complementariedad entre financiación pública y privada. Los resultados de la

(26) Scott (1984) utiliza un muestra de 3.400 observaciones, correspondiendo éstas a líneas de producción de unas 450 empresas norteamericanas. Lichtenberg (1987) utiliza dos tipos de datos. Por un lado, utiliza datos temporales agregados de la economía americana en el período 1956-1983. Por otro lado, datos de una muestra de un panel de 187 empresas en el período 1979-1984. Lichtenberg (1988) utiliza datos de panel para 169 empresas industriales de los EE.UU. de 1979 a 1984.

(27) Además de los estudios comentados aquí, Stoneman (1987) cita una investigación no publicada de Antonelli (1986), según la cuál la elasticidad media estimada del gasto total de I + D con respecto a las subvenciones públicas es positiva: 0,31. Sólo para el 10% de sus observaciones la elasticidad es negativa, evidencia de «crowding-out».

estimación de Lichtenberg (1987) obligan, en cambio, a matizar este resultado, puesto que muestran que la variable clave que afecta al gasto privado es la correspondiente a las ventas al Estado. En cambio, el coeficiente de los fondos públicos, IDF, no es significativamente distinto de 0, sugiriendo que la financiación pública de I + D por sí sola ni atrae ni desplaza fondos privados.

En el caso español, un trabajo similar a los citados es el realizado por Lafuente, Salas y Yagüe (1985), en el que estos autores obtienen que el impacto de la financiación pública varía según el sector de actividad, estimulando el gasto privado en algunos casos y sustituyéndolo en otros.

Los resultados de una investigación posterior de Lichtenberg obligan a matizar aún más. Lichtenberg (1988), profundiza en el impacto de las compras del Estado sobre el gasto privado en I + D, distinguiendo entre diversos tipos de compras y la forma en la que el Estado las efectúa. Las compras del Estado (en Estados Unidos) a las empresas pueden ser de dos tipos: las que comportan explícitamente, de acuerdo con el contrato, la realización de actividades de I + D (experimentación, pruebas, desarrollo, investigación) y las que no. Una empresa puede obtener un contrato con el Estado, de cualquiera de los dos tipos, por dos vías: de forma competitiva (por *concurso* técnico o por competencia de precios) y de forma no competitiva (por ejemplo, contratos subsiguientes con una empresa que haya obtenido un primer contrato de forma competitiva).

Los resultados sugieren que la vía por la que el Estado concede los contratos de compras de productos con o sin I+D afecta al grado en que dichos contratos inducen o reducen el gasto privado de

I + D. En particular, se estima un conjunto de modelos en los que, como antes, la variable dependiente es el gasto privado en I+D y las independientes son las ventas a otros clientes, y el valor de los contratos de compra públicos *competitivos* y de los no competitivos, desagregados a su vez en dos categorías según incluyan o no I + D. De los resultados de la estimación, el autor concluye que los contratos públicos competitivos, con o sin I + D, tienen un efecto significativo y positivo sobre el gasto privado de I + D, es decir, inducen un mayor gasto en I + D financiado por la empresa. Por el contrario, los contratos no competitivos con I + D tienen un efecto negativo, es decir, sustituyen gasto privado.

La principal conclusión que se desprende de este estudio es que los contratos otorgados por el Estado a través de un mecanismo competitivo estimulan, o inducen, esfuerzo privado en I + D. En cambio, los contratos de compras con I + D no competitivos tienden a sustituir gasto privado. La evidencia sugiere, pues, que es fundamental la forma que adopta la intervención pública, es decir, cómo se establecen los incentivos, para conseguir una incidencia sobre el esfuerzo privado en I + D.

Los modelos utilizados en los estudios citados tienen sus limitaciones, algunas de carácter econométrico. Una limitación es que la especificación del modelo no permite abordar otras preguntas importantes en el momento de evaluar los efectos de la intervención pública sobre el comportamiento de las empresas. En particular, en el caso de las subvenciones a la I + D, ¿qué tipo de empresas tienden a participar en dichos programas? ¿Solicitan subvenciones tanto las grandes como las pequeñas? ¿Las solicitan tanto las empresas que tienen experiencia

como las que no la tienen? ¿Las solicitan más empresas de sectores «no prioritarios»? ¿Tienden a no solicitarlas las empresas a las que la agencia pública desearía conceder una subvención? ¿Cómo incide, el hecho de tener una subvención, sobre el esfuerzo privado en I + D y sobre la importancia que pueden tener variables tales como el tamaño de la empresa sobre el mismo?

Para contestarlas, se puede especificar un modelo más completo que el utilizado por los autores antes mencionados. El trabajo de Busom (1991), intenta dar un paso en esta dirección. En dicho trabajo se estima un modelo en el que se distinguen dos niveles: el de la probabilidad de participación de una empresa en un programa público y el del esfuerzo en I + D condicionado a la participación (28). La elección de variables explicativas se inspira en los resultados de los modelos teóricos de I + D: comportamiento estratégico, presencia de externalidades, riesgo, indivisibilidades y oportunidad tecnológica son los factores que pueden incidir tanto en el esfuerzo en I + D de las empresas como en su participación en programas públicos (29). La utilización de técnicas econométricas apropiadas permite obtener los resultados que se resumen a continuación.

Con respecto a los factores que influyen en la probabilidad de que una empresa participe en programas de I + D nacionales, de las estimaciones se desprende que dicha probabilidad aumenta si la empresa valora altamente la

I + D a corto plazo (es decir, la actitud) o si ya tiene experiencia en I + D. También se comprueba que cuanto más antigua es la empresa, o si pertenece a algunos de los sectores siguientes: químico, farmacéutico, electrónico o informático, entonces es más probable que la empresa participe. La evidencia muestra además que no son las empresas más grandes las que tienden a participar más, sino al contrario; esta observación puede reflejar, presumiblemente, que un criterio de las instituciones públicas en la concesión de ayudas es precisamente el de estimular la I + D de empresas pequeñas y medianas. En cambio, los factores citados no inciden en la probabilidad de que una empresa tenga financiación de programas europeos, lo que sugiere el carácter complementario de ambos tipos de programas públicos.

Otro resultado importante en este estudio es que la estimación del gasto que hubieran realizado las empresas participantes de no haber tenido financiación pública permite rechazar la hipótesis de que se produzca, en promedio, un efecto de sustitución total de esfuerzo privado por público.

Una forma diferente de apoyar la I+D son *los incentivos fiscales*. La evidencia apunta a que su efectividad es reducida. Mansfield (1986) concluye, del análisis de una muestra de 110 empresas norteamericanas, 55 empresas canadienses y 40 empresas suecas, que el primer efecto de dichos incentivos consiste en provocar un aumento de los gastos de I + D; parece que en promedio una desgravación fiscal de entre el 10 y el 25% genera un aumento de un 1% en los gastos de I + D. Sin embargo, el aumento generado de gastos de I + D es inferior a la pérdida en la recaudación del Estado. También se detecta la posibilidad de que

(28) Para el primer nivel se especifica un modelo de elección discreta bivalente y, para el segundo, un modelo de regresión con selectividad de muestra.

(29) Para la estimación del modelo se utiliza una muestra de empresas españolas que llevan a cabo I+D, de las que la mitad declaran disponer de subvenciones vía CDTI y, una cuarta parte vía CE.

los incentivos fiscales introduzcan distorsiones temporales en la asignación de recursos a la I + D (30).

Otra forma, distinta pero complementaria, de investigar la efectividad del gasto público en I + D consiste en obtener una estimación del impacto del capital público de I + D sobre la productividad y sobre la estructura de costes, a través de la estimación de funciones de costes y de demanda de inputs. Un ejemplo de ello es el trabajo reciente de Nadiri y Mamuneas (1991) (31), cuyos resultados permiten concluir que la tasa de crecimiento de capital público de dos tipos, infraestructura e I + D, incide positivamente sobre la tasa de crecimiento de la productividad total. Además, los costes de todos los sectores disminuyen como consecuencia de incrementos de ambas formas de capital público, si bien con distinta intensidad en cada sector. Debe tenerse presente, sin embargo, que estos resultados se refieren a Estados Unidos y que no existen, aparentemente, estudios parecidos para otros países.

En resumen, los estudios citados pueden dar pie, sí acaso, a un optimismo moderado con respecto al impacto de subvenciones e incentivos fiscales a la I + D. Sin embargo, aún disponemos de muy poca evidencia y es patente que es preciso investigar más para poder sacar conclusiones que permitan mejorar el diseño de la política tecnológica.

(30) Se ha sugerido en la literatura que los incentivos fiscales pueden producir efectos «perversos»: las empresas pueden asignar sus gastos de I+D a lo largo del tiempo de forma estratégica, dado que anticipan los efectos de la ley. Ello puede conducir a una reducción de los gastos de I+D en algunos períodos en relación a lo que hubieran hecho de no existir la desgravación fiscal.

(31) En su trabajo, los autores utilizan datos agregados a nivel de dos dígitos de la SIC, con doce sectores manufactureros a lo largo del período 1956-86, en Estados Unidos.

## 6. CONCLUSIONES

En este breve panorama se ha intentado dar una visión general crítica de los efectos de la política tecnológica con el objetivo de poner de relieve lo poco que, hasta el momento, sabemos sobre la materia. Para resumir podemos decir, en primer lugar, que tenemos un conocimiento poco profundo de hasta qué punto debe fomentarse públicamente la I + D. Segundo, existen serios interrogantes sobre el impacto de la política de fomento tal como se desprende tanto de las opiniones de los expertos como de los pocos estudios empíricos disponibles. Finalmente, existe un conocimiento insuficiente de la bondad relativa de las diferentes maneras de apoyar la I+D. A pesar de todas las limitaciones, sin embargo, existe una base mínima que sugiere que la innovación tecnológica tiene un impacto importante sobre el crecimiento y el bienestar y que una política adecuadamente diseñada puede impulsar la innovación de forma provechosa para la sociedad.

¿En qué dirección debería ir la investigación futura para mejorar nuestros conocimientos? Probablemente, lo más importante es impulsar el trabajo empírico en este campo. Para ello será fundamental al creación de bases de datos importantes como las que ya existen en EE.UU. o, en menor medida, en Francia. Bases de datos más completas podrían permitir que las hipótesis apuntadas por los modelos teóricos fueran introducidas más directamente en las especificaciones empíricas. Al mismo tiempo, permitirán contrastar con mayor precisión otras hipótesis no contenidas en los modelos existentes, pero que son claves para apreciar la efectividad de la política, tales como son los determinantes de la participación de empresas e instituciones en programas públicos de estímulo a la I + D.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONELLI, C. (1986). «The Impact of Public Support to Company R&D Activities in Manufacturing Industry», mimeo, Milán.
- AGHION, P. y HEWITT, P. (1992). «A Model of Growth through Creative Destruction», *Econometrica*, 60, 2, 323-351.
- APPELS, J. (1986). «Political Economy and Enterprise Subsidies», Tilburg University Press, Tilburg.
- ARROW, K. (1962). «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions», en «*The Rate and Direction of Incentive Activity*» (Ed. R.R. Nelson, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- BERSTEIN, J.I. y NADIRI, M.I. (1989). «Research and Development and Intra-Industry Spillovers: An Empirical Application to Dynamic Duality», *Review of Economic Studies*, 56, 249-269.
- BESTER, H. Y PETRAKIS, E. (1991). «The Incentives for Cost Reduction in a Differentiated Industry», Working Paper No. 9136, Center, Tilburg University.
- BRANDER, J.A. y SPENCER, B.J. (1983). «Strategic Commitment with R&D: the Symmetric Case». *The Bell Journal of Economics*. 14, 225-235.
- 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, 2/91.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1991). «Segunda encuesta sobre ayudas estatales en la Comunidad Europea», Luxemburgo.
- DASGUPTA, P. y STIGLITZ, J. (1980). «Industrial Structure and the nature of innovative activity». *Economic Journal*, 90, 266-93.
- DIXIT, A. (1988). «A general model of R&D competition and policy», *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 19, No. 3.
- DE BONDT, R., SLAETS, P. Y CASSIMAN, B. (1992). «The Degree of Spillovers and the Number of Rivals for Maximum Effective R&D», *International Journal of Industrial Organization*, 10, 35-54.
- DE LA FUENTE, A (1992). «Histoire d'«A»: crecimiento y progreso técnico», mimeo, Instituto de Análisis Económico (CSIC), Barcelona.
- DELBONO, F. y DENICOLO, V. (1990). «R&D Investment in a Symmetric and Homogeneous Oligopoly», *International Journal of Industrial Organization*, 8, 297-313.
- DELBONO, F. y DENICOLO, V. (1991). «Incentives to Innovate in a Cournot Oligopoly», *Quarterly Journal of Economics*, CVI, 951-961.
- ERGAS, H. (1987). «The importance of technology policy», en Dasgupta, P. y Stoneman P. (ed.): «*Economic Policy and Technological Performance*», Cambridge University Press, Cambridge.
- FLUVIA, M. (1990). «Capital tecnológico y externalidades: un análisis de panel», *Investigaciones Económicas*. Suplemento.
- GALLINI, N.T. y KOTOWITZ, Y. (1985). «Optimal R&D Processes and Competition», *Economica*, 52, 321-334.
- GILCHRIST, J. y DEACON, D. (1990). «Curbing subsidies», en «*European Competition Policy*», (Ed. P. Montagnon), Royal Institute of International Affairs, Londres.
- GRANDON, V. y RODRÍGUEZ ROMERO, L (1991). «Capital Tecnológico e Incrementos de Productividad en la Industria Española», Documentos de Trabajo 91/01, Universidad Carlos III, Madrid.
- GRILICHES, Z. (1984). «R&D, Patents and Productivity», The University of Chicago Press, Chicago.
- GRILICHES, Z. (1986). «Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s», *American Economic Review*, marzo.
- ISAAC, R.M. y REYNOLDS, S.S. (1988). «Appropriability and Market Structure in a Stochastic Invention Model», *Quarterly Journal of Economics*, 647-671.
- ISAAC, R.M. y REYNOLDS, S.S. (1992). «Schumpeterian competition in experimental markets», *Journal of Economic Behavior and Organization*, 17, 59-100.
- JAFFEE, A. (1986). «Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value», *American Economic Review*, 76, 984-1001.
- LAFUENTE, A., SALAS, V. y YAGUE, M.J. (1985). «Formación de capital tecnológico en la industria española», *Revista Española de Economía*, Vol. 2, No. 2.
- LEE, T. y WILDE, L. (1980). «Market Structure and Innovation: A Reformulation», *Quarterly Journal of Economics*, XCIV, 429-436.
- LICHTENBERG, F.R. (1987). «The effect of government funding on private industrial research and development: a reassessment», *The Journal of Industrial Economics*. Vol. 36, No. 1.
- LICHTENBERG, F.R. (1988). «The private R&D investment response to federal desing and technical competitions», *American Economic Review*, Vol. 78, No. 3.
- LICHTENBERG, F.R. y SIEGEL, D. (1991). «The Impact of R&D Investment on Productivity -New Evidence Using Linked R&D - LRD Data», *Economic Inquiry*, 29, 203-228.

- LOURY, G. (1979). «Market Structure and Innovation», *Quarterly Journal of Economics*, XCIII, 395-410.
- MALKIN, D.M. (1990). «Assistance to industry and structural adjustment: an overview of economic effects of industrial subsidies», en «*Producer Subsidies*», (Ed. R. Gerritse), Pinters Publishers, Londres y Nueva York.
- MANSFIELD, E. (1977). «*The Production and Application of New Industrial Technology*», Norton, New York.
- MANSFIELD, E. (1984). «R&D and Innovation: Some Empirical Findings», en «*R&D, Patents and Productivity*», (Ed. Z. Griliches), NBER, The University of Chicago Press.
- MANSFIELD, E. (1986). «The R&D Tax Credit and Other Technology Policy Issues», *American Economic Review*, Papers and Proceedings, mayo.
- NIDIRI, M.I. y MAMUNEAS, T.P. (1991). «The effects of public infraestructura and R&D capital on the cost structure and performance of U.S. manufacturing industries», Economic Research Reports 91-57, CV Starr Center of Applied Economics, New York University.
- NELSON, R. Y ANGLAIS, R. (1982). «Industrial Innovation Policy: Lessons from American History», Economic Policy Papers, CV Starr Center for Applied Economics, NYU.
- OKUNO-FUJIWARA, M. y SUZUMURA, K. (1988). «Strategic Cost-reduction Investment and Economic Welfare», Oxford University, mimeo.
- PÉREZ CASTRILLO, D. (1990). «Procesos de I+D y estructura industrial: Un panorama de modelos teóricos», *Economía Pública*, 6, 171-213.
- RITZEN, J.M. (1990). «Public intervention in R&D: right and wrong», en «*Producer Subsidies*», (Ed. R. Gerritse), Pinters Publishers, Londres y Nueva York.
- ROTHWELL, R. (1986). «Reindustrialisation, Innovation and Public Policy», en P. Hall (ed.) *Technology, Innovation and Economic Policy*, Oxford Philip Alean, 65-83.
- SAH, R.K. y STIGLITZ, J. (1987). «The Invariance of Market Innovation to the Number of Firms», *Rand Journal of Economics*, 18, 1, 98-108.
- SCOTT, J.T. (1984). «Firm versus Industry Variability in R&D Intensity», en «*R&D, Patents and Productivity*», (ed. Z. Griliches), NBER, The University of Chicago Press.
- SPENCE, M. (1984). «Cost Reduction, Competition, and Industry Performance», *Econometrica*, 52, 101-121.
- STONEMAN, P. (1983). «*The Economic Analysis of Technological Change*», Oxford University Press, Oxford.
- STONEMAN, P. (1987). «*The Economic Analysis of Technology Policy*», Oxford University Press, Oxford.
- TANDON, P. (1983). «Rivalry and the Excessive Allocation of Resources to Reserarch», *Rand Journal of Economics*, 14, 152-165.