

## El Capital Tecnológico como Factor de Producción en las Regiones Españolas, 1980-2000

F. Javier Escribá y M.<sup>a</sup> José Murgui\*

**RESUMEN:** En este trabajo se aborda la construcción de series de stock de capital en I+D en el ámbito regional con el máximo nivel de desagregación compatible con la Contabilidad Regional de España. Adicionalmente se analiza la bondad de estas series construidas y sus efectos económicos a partir de la estimación de funciones de producción en el ámbito regional ampliadas con capital tecnológico propio y ajeno y se obtienen unos valores razonables de las elasticidades que implican tasas de rentabilidad del capital tecnológico muy superiores a las de cualquier otro tipo de capital.

**Clasificación JEL:** O30, E22, L60, R30.

**Palabras clave:** I+D, stock de capital, productividad, regiones.

### The technological capital as production factor in Spanish regions, 1980-2000

**ABSTRACT:** In this work we construct a database of regional technological capital, with the maximum disaggregation compatible with Official Regional Accounts of Spain. In addition, we analyze the goodness of these series and their performance in the estimation of regional aggregate production functions. In the estimations both own technological capital and external capital are included. The results show reasonable estimated values of the output elasticities, which imply rates of return to technological capital much higher than to other types of capital.

**JEL classification:** O30, E22, L60, R30.

**Key words:** I+D, stock of capital, productivity, regions.

---

\* Los autores agradecen la ayuda financiera recibida del FEDER, de la Fundación Rafael del Pino y del proyecto de la SEJ2006-05116/ECON, así como los comentarios de dos evaluadores anónimos.

Dirección para comentarios: Maria.j.murgui@uv.es; Francisco.j.escriba@uv.es Dpto. Análisis Económico, CAMPUS DELS TARONGERS. Avda. dels Tarongers, s/n. 46022 Valencia.

*Recibido: 25 de abril de 2006 / Aceptado: 12 de abril de 2007.*

## 1. Introducción

La investigación y el desarrollo tecnológico se ha convertido en el verdadero factor escaso para la competitividad y renovación productiva de la economía europea, especialmente de la española y en concreto de sus regiones. Este factor escaso no se manifiesta tan solo por su bajo nivel cuantitativo sino también por la capacidad potencial de absorberlo. Capacidad que está directamente ligada a la existencia de capital humano vinculado a la I+D en instituciones y empresas. Las ventajas competitivas que en el pasado se han basado en algunas regiones españolas en los bajos costes, hoy están estrechamente vinculadas al empleo intensivo de conocimiento como medio de fomentar la competitividad y el crecimiento económico en las regiones europeas, tal como señala la *Estrategia de Lisboa*.

Esta nueva orientación de la política regional europea aconseja dotarse de instrumentos analíticos que permitan evaluar diferentes efectos de la inversión en I+D. En nuestro país, recientemente algunos trabajos han ampliado los argumentos de la función de producción incluyendo, además de los tradicionales, diferentes estimaciones propias del capital tecnológico que se han incorporado en la mayoría de los casos a funciones Cobb-Douglas<sup>1</sup> (López y Sanau, 2001; Fernández y Polo, 2002; Mate y Rodríguez, 2002; Balmaseda y Melguizo, 2003 y Gumbau y Maudos, 2006). En general, estos estudios llevados a cabo en la economía española presentan una rentabilidad de la inversión en capital tecnológico muy alta, mayor que la alternativa en capital público tangible<sup>2</sup>. Ello estaría indicando la necesidad de intensificar este tipo de inversión, y de profundizar en el estudio de su medición y efectos económicos.

El objetivo de este trabajo es profundizar en el estudio de la importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico en el ámbito regional y sectorial. En primer lugar a través de la elaboración de series de stocks de capital a partir de la información suministrada por el INE tanto en el ámbito regional como por ramas productivas, con el mayor grado de desagregación posible y analizando, subsanando o proponiendo alternativas encaminadas a mejorar su homogeneidad y en segundo lugar analizando sus efectos económicos centrándonos especialmente en el ámbito regional.

En España, la primera elaboración de datos estadísticos sobre I+D se realizó en 1964, y a partir de 1969 el Instituto Nacional de Estadística (INE) elabora anualmente para el total de la economía española estas estadísticas sobre gastos en la creación de conocimientos científicos y tecnológicos. Desde el punto de vista de su utilización en el ámbito territorial, la distribución regional del gasto en I+D que realiza el INE desde 1987 carece de homogeneidad, lo que influye agudizando la concentración en los primeros años de la muestra de estas actividades especialmente en Madrid

<sup>1</sup> Existen para la economía española otras estimaciones, especialmente utilizando datos de empresas. Un panorama de esos trabajos se encuentra en Beneito (2001).

<sup>2</sup> Este resultado es bastante general. Lederman y Maloney (2003) estiman una muestra de cincuenta países de la OCDE más algunos países en desarrollo desde los años sesenta hasta el presente y obtienen que la rentabilidad de la inversión en I+D es en conjunto más del doble que la del capital físico y mayor cuanto menor es el grado de desarrollo de un país. Un resultado similar se encuentra en de la Fuente (1999) y Busom (2005).

y acentuando la tasa de crecimiento en el resto de regiones una vez se ha ido mejorando la territorialización.

Hoy día en la Unión Europea es especialmente importante el papel otorgado a las regiones como factores dinámicos en el desarrollo y estructuración del espacio europeo de investigación en la economía basada en el conocimiento, y el papel central que desempeña el conocimiento en el desarrollo regional. Los sistemas regionales de innovación pueden surgir cuando se dan una serie de factores «próximos», que se perciben sobre todo geográficamente, aunque esto esté empezando a cambiar gracias a los progresos de las tecnologías de la información y comunicación. En efecto, una cuestión relevante es si las externalidades se producen fundamentalmente en el ámbito local o también entre las distintas regiones. La existencia de núcleos geográficos es uno de los principales factores que favorecen los intercambios intelectuales, comerciales y financieros, influyendo poderosamente en el proceso de innovación, y las regiones forman la base espacial de las agrupaciones de operadores de investigación e innovación. Balmaseda y Melguizo (2003) no encuentran en las regiones españolas evidencia del efecto del capital tecnológico ajeno (spillovers), por el contrario Gumbau y Maudos (2006) sólo encuentran relevantes los efectos spillovers del resto de regiones.

La estructura del trabajo es la que sigue. Comenzamos el trabajo describiendo y discutiendo la construcción de las series sectoriales y regionales del stock de capital tecnológico. En el tercer apartado se presenta la situación en el contexto internacional de España y las regiones. En el apartado siguiente se realiza una aplicación para evaluar la consistencia de las series elaboradas y para calibrar sus efectos económicos. En concreto se estiman funciones de producción en el ámbito regional ampliadas con capital tecnológico propio y ajeno. En el último apartado se establecen algunas consideraciones finales y las principales conclusiones.

## **2. El stock de capital en investigación y desarrollo**

### **Concepto, medición y stock tecnológico**

El concepto de I+D, según las recomendaciones metodológicas de la *Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental de la OCDE* (Manual de Frascati), engloba los trabajos creativos llevados a cabo de forma sistemática con el fin de aumentar el conjunto de conocimientos, así como la utilización de este conjunto de aprendizajes para nuevas aplicaciones. Es a principios de los años sesenta cuando empieza a recogerse en un grupo de países información al respecto aunque con diferente metodología. Los primeros intentos de homogeneización partieron de la OCDE. En España, la primera elaboración de datos estadísticos sobre I+D se realizó en 1964, y a partir de 1969 el INE elabora anualmente para el total de la economía española estas estadísticas que centran su estudio en los recursos financieros y humanos que distintos agentes –Administraciones Públicas, centros de enseñanza superior, empresas e instituciones privadas sin fines de lucro– destinan a las actividades de creación de conocimientos científicos y tecnológicos.

La distribución regional del gasto en I+D que se recoge en las estadísticas del INE, disponibles por CCAA desde 1986, incurre en cambios en los criterios de regionalización. En efecto, el grado de concentración de las actividades empresariales de I+D en los primeros años de las series del INE es en parte consecuencia de imputar el total del gasto a aquella Comunidad donde está ubicada la unidad principal (1986 y 1987), así como de marginar e infravalorar a las empresas de menor tamaño en el directorio del INE. Desde 1988 hasta 1994 se territorializa según el personal en I+D y posteriormente a través de las contestaciones de las propias empresas<sup>3</sup> junto con la actualización del directorio. Este puede ser en parte el origen de la pérdida de peso a lo largo de los años de la Comunidad de Madrid<sup>4</sup>, y de las mayores tasas de crecimiento que las estadísticas del INE presentan para las comunidades menos innovadoras.

El concepto de gasto en I+D tiene además una limitación importante: se refiere al flujo de pagos destinado al personal ocupado en la obtención de nuevos conocimientos -incluyendo la provisión de los inputs corrientes que requiere su trabajo- como a realizar las inversiones en equipo e instalaciones que se requieren para ello. No obstante, la variable que influye sobre la producción no es ese flujo corriente sino el flujo de los servicios que es capaz de generar el stock de conocimientos que se logra a partir de la acumulación de anteriores gastos en I+D y de la minoración que sufren por su obsolescencia y depreciación. Por esta razón se procede en este trabajo a estimar diferentes stocks tecnológicos.

### Construcción del stock de I+D

En España se dispone, como ya hemos señalado en la introducción, de distintos precedentes en la construcción de stocks de capital tecnológico, la metodología utilizada sigue en general las propuestas de Griliches (1979), Soete y Patel (1985), de Hall y Mairesse (1995), y Coe y Helpman (1995). En este trabajo se aplicará esta metodología del inventario permanente comúnmente utilizada. Así la ecuación que define el stock de capital en I+D es la siguiente,

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + R_{t-1} \quad [1]$$

Esta expresión se aplicará diferenciando: en el contexto nacional entre el gasto ( $R$ ) de las diferentes ramas manufactureras y no manufactureras por parte del sector empresas, y resto de sectores que constituyen los gastos en I+D por parte del sector

<sup>3</sup> Pueden consultarse las notas metodológicas del INE. Actualmente, solo desde 1995, se pide a las unidades -empresas, administración pública e IPSFL- que realizan actividades de I+D en varios centros que reparten los gastos y el personal entre aquellas comunidades en que hayan desarrollado esas actividades. Aunque este trabajo sólo abarca hasta el año 2000, desde el 2002 se recoge información de un muestreo, cada año actualizado, de empresas potencialmente investigadoras no incluidas en el directorio de I+D y de forma coordinada con la encuesta sobre Innovación Tecnológica en las empresas.

<sup>4</sup> Resulta difícil admitir un esfuerzo tecnológico en la comunidad de Madrid del orden de un gasto en I+D en relación al PIB del 2,41 en 1990 y alrededor de 1,60 desde 1995, o en el sector empresas un esfuerzo de 1,44 en 1990 y alrededor del 0,80 desde 1995.

público (Administración Pública y Enseñanza superior). Para cada rama y sector se calcula su stock de capital propio lo que permite disponer de diferentes agregados según los objetivos.

En el contexto regional se presentan tres series alternativas: la que se obtiene de los gastos en I+D del INE, que denominamos *oficial*; la que resulta de construir regiones como combinación lineal de ramas productivas manufactureras y no manufactureras en el sector empresas y agregar el capital tecnológico público, a tal suma la denominamos capital tecnológico *efectivo*. En efecto, exclusivamente por lo que se refiere al sector empresas supondremos un escenario en el que el gasto en I+D se distribuye uniformemente dentro de la rama productiva independientemente de la región en que el INE consigne el gasto y con una intensidad en cada región en proporción al peso de esa rama en la región, que medimos en relación con la presencia de capital físico de esa rama en la región<sup>5</sup>. Con este proceder el sector empresas en una región es una combinación lineal de ramas y el gasto en I+D privado correspondiente depende de la presencia de las distintas ramas.

Por último, la serie que resulta de corregir y homogeneizar de una manera razonable, entre otras posibles, los diferentes procedimientos de regionalización utilizados por el INE<sup>6</sup>, a esta serie la denominamos *corregida*. Este procedimiento para corregir las series consiste en calcular y considerar como «normales» los porcentajes sobre el PIB desde 1995 en las diferentes regiones, no considerar los datos anómalos de 1990 y 1994, prescindiendo de su nivel, y utilizar hacia atrás tasas de crecimiento. Resulta evidente que los cambios metodológicos del INE respecto a la territorialización afectan muy seriamente a las series y a sus tasas de crecimiento. De hecho no parece admisible alteraciones tan importantes en el esfuerzo tecnológico, en cualquier ámbito territorial, de un año a otro y curiosamente coincidentes con modificaciones en los procedimientos de territorialización del INE.

La fuente de referencia del gasto desagregado por ramas productivas es *La estadística de I+D en España: 38 años de historia (1964-2001)*: para el periodo 1982-1985 *Sector de empresas. Gastos internos en I+D (CNAE-74)*; para el periodo 1986-2000 *(CNAE-93)*. Con anterioridad a 1982, aunque desde 1978 ofrece el INE *Gastos por ramas de actividad* la desagregación del sector manufacturero es muy pobre (únicamente en tres grupos), por lo que hemos utilizado la información contenida en Segura et al. (1989) para los años 1979, 80 y 81. Ello nos ha permitido disponer para todo el periodo de una desagregación en 12 ramas manufactureras, además de agri-

<sup>5</sup> Es muy significativo que al proceder a territorializar en función de la estructura productiva no se modifique apenas la participación de Cataluña o País Vasco, pero sí muy sensiblemente Madrid a la baja y consiguientemente al alza prácticamente todo el resto de Comunidades.

<sup>6</sup> Como hemos comentado anteriormente sólo desde 1995 la territorialización es abordada directamente—desde 1987 y hasta 1994 indirectamente— por el INE, no existe entonces una serie homogénea relativa al gasto en I+D, y en 1995 se observa una fuerte ruptura en el comportamiento de las series. En la medida en que se dispone de otras series como personal empleado en estas actividades y esfuerzo en relación al PIB, es posible utilizar un comportamiento más suave de las series del gasto, sobre todo si el objetivo es aproximar series de capital. No obstante, y aunque hay muchas más razones para abordar tal corrección—por ejemplo de los datos del propio INE se desprende que en ciertos años se repiten los porcentajes de regionalización.

cultura, energía, construcción y servicios, agrupando de forma homogénea la desagregación en 63 ramas de actividad de la CNAE-74 y en 57 de la CNAE-93 que facilita el INE, y construir el *capital efectivo* desde 1980.

De igual modo, con vistas a la construcción de los *stocks de capital regionales oficial y corregido* y para disponer de un periodo más dilatado, se ha utilizado información adicional relativa al gasto regional en I+D, exclusivamente para extender las series regionales al periodo 1980-86, a partir de los trabajos de Mella (1987), Alonso (1990), y Martín, Moreno y Rodríguez (1991). Estas tres últimas fuentes han permitido también prolongar por regiones las series de *gasto y capital público* en I+D (Administraciones Públicas y Enseñanza Superior) del INE.

El deflactor utilizado para las ramas manufactureras del sector empresas ha sido el IPRI<sup>7</sup>, y el del valor añadido para todo gasto en I+D distinto del realizado por empresas manufactureras. Más importante es la elección de la tasa de depreciación que supondremos del 15% como es usual en la mayoría de trabajos (Griliches, 1986; Hall y Mairesse, 1995 y Beneito, 2001, entre otros), pues tiene consecuencias tanto sobre el proceso de destrucción de capital, como sobre la determinación del stock de capital inicial.

Para obtener los stocks de capital de referencia en el año inicial (1980), se supone que existe una relación de largo plazo en el periodo inicial entre el flujo de inversión, el nivel del stock y la tasa de depreciación. Estos pueden expresarse como el cociente entre el gasto utilizado en el periodo inicial y la tasa de depreciación más la tasa de crecimiento promedio del gasto en I+D que se considere: rama industrial del sector empresa, en agricultura, en enseñanza superior de una región, etc., como se desprende de la siguiente expresión:

$$K_1 = R_0 + (1 - \delta)R_{-1} + (1 - \delta)^2 R_{-2} + \dots = \sum_{s=0}^{\infty} R_{-s} (1 - \delta)^s = R_0 \sum_{s=0}^{\infty} \left( \frac{1 - \delta}{1 + g} \right)^s = \frac{R_1}{g + \delta} \quad [2]$$

Como puede observarse en esta ecuación no se discute entre las diferentes estructuras de retardos consideradas en la literatura: en Soete y Patel (1985) es de cinco años, de dos en Pakes y Schankerman (1984) y Grandón y Rodríguez-Romero (1991) aunque al disponer de una reducida longitud de las series, supondremos que la incorporación se produce de forma contemporánea como en Puente y Pérez (2004).

Los stocks de capital por ramas y sectores para cada una de las regiones se construyen utilizando el método del inventario permanente a partir de las series de gastos en I+D y no territorializando en base a una serie agregada nacional y desagregándola a través del peso relativo en el gasto en I+D de las distintas regiones.

### Concentración y difusión. Capital público y privado

Cualquier base de datos que pretenda considerar el efecto de las actividades de I+D debe distinguir entre las que realiza el sector privado (empresas) y las que realiza el

<sup>7</sup> No parece muy adecuada la práctica usual en trabajos de ámbito regional de utilizar el deflactor de la FBCF, dada la composición del gasto en I+D.

sector público (el resto de sectores institucionales) en el propio territorio<sup>8</sup>. También distinguir entre el stock de capital tecnológico propio (del sector productivo o región) y ajeno, además debe establecer qué factores están detrás de los spillovers regionales y en su caso facilitar su construcción y elaboración.

En gran medida la influencia efectiva de las innovaciones, dentro de un país, incluso el proceso de imitación, estará muy relacionada con la actividad productiva de las empresas y sus establecimientos en que se produce la innovación, independientemente del volumen de gasto que estadísticamente se atribuya a la actividad inventiva de la unidad principal ubicada en una determinada región. Por otra parte y desde el momento que la tecnología deja de ser considerada un maná, no sólo su creación sino también su absorción requiere la asignación de recursos propios por lo que es fundamental determinar las variables responsables de esa mayor actividad de adopción. El esfuerzo propio en I+D de los «receptores», las actividades de generación y de imitación de innovaciones no deben verse como una disyuntiva, sino que pueden ser complementarias. Si la tecnología no acude de forma gratuita (Mohnen y Lepine, 1991), y requiere un esfuerzo propio en I+D, el contenido de este esfuerzo debe condicionar el diseño de las políticas óptimas.

En casi todos los países se observa una concentración geográfica muy alta de las actividades innovadoras, en la mayoría de los estados existen regiones con un peso muy elevado dentro del conjunto del sistema de innovación nacional, mientras otras presentan actividades innovadoras muy limitadas. La I+D es una actividad donde las externalidades y ventajas de escala representan un papel muy importante (Arrow, 1962), la necesidad de una masa crítica, el efecto de aprendizaje, la seguridad que otorga que las actividades se lleven a cabo en la unidad central, la dificultad de transmitir en la distancia nuevas ideas basadas en el conocimiento tácito (Audretsch, 1998), e incluso las economías de aglomeración (Henderson, 1994; Orlando 2004; Orlando y Verba, 2005) favorecen la mencionada concentración geográfica. Por otra parte la difusión de las innovaciones puede mitigar la polarización regional, el coste de transmisión de conocimientos es cada vez menor, por lo que unas regiones pueden aprovecharse cada vez más de la actividad llevada a cabo en otras regiones (Bottazzi y Peri, 2003; Moreno, Paci y Usai, 2005).

El carácter de bien público del conocimiento tecnológico hace que para captar en ámbitos regionales el papel desempeñado por el gasto en I+D como factor endógeno de crecimiento resultado de la asignación de recursos propios a la creación y difusión de conocimientos (Romer, 1990 y Grossman y Helpman, 1991), sea preciso, estimar la presencia de externalidades (spillovers) o efectos-difusión. En nuestro país en el ámbito regional, no se ha abordado la investigación empírica sobre qué variables actúan promoviendo la difusión de tecnología e intensidad de sus mecanismos de transmisión especialmente en el ámbito regional. Como consecuencia, el procedimiento más sencillo y frecuentemente utilizado de aproximar los efectos difusión ha sido construir el capital en I+D ajeno definido como la diferencia entre el total nacional y el propio de la región (o directamente el total). Una alternativa ha consistido en utili-

<sup>8</sup> En la base de datos que proponemos no incluimos, de momento, estimación alguna sobre gastos en I+D de países diferentes a España, que indudablemente tendrán influencia sobre las regiones españolas.



zar la distancia geográfica entre regiones<sup>9</sup>, que no parece ser el factor adecuado de ponderación de los efectos difusión, tal y como puede ocurrir en el ámbito internacional (Keller, 2002).

Para calibrar tanto la dimensión de la concentración efectiva, como la existencia y relevancia de efectos-difusión entre regiones es necesario plantearse las vías de transmisión más razonables. El capital humano de una región es un factor determinante de la capacidad para absorber nuevos conocimientos e incluso suele señalarse también el tamaño-población de la región e incluso la densidad de actividad económica (Ciccone y Hall, 1996). Otro candidato en línea con Griliches (1979 y 1992) sería la «proximidad o distancia» económica –más bien que la geográfica– o tecnológica entre regiones por producir bienes similares, de forma que las ideas que se desprenden de la investigación en una determinada rama productiva de una región afecta a esa rama productiva en el resto de regiones<sup>10</sup>. La intensidad con que penetra el stock de capital tecnológico de esa rama de actividad en una región dependerá de la participación de esa actividad en cada región en relación al total nacional. Téngase en cuenta que la intensidad tecnológica de las distintas ramas productivas es muy diferente, por lo que la incorporación de innovaciones en una región dependerá en parte de su estructura productiva.

En este trabajo se propone incluir otra versión de efectos-difusión relacionada con la disponibilidad de capital humano de la región adecuado para absorber las nuevas tecnologías<sup>11</sup> ponderando el capital en I+D del resto de regiones por el porcentaje de población ocupada de la región considerada con estudios anteriores al superior. En concreto, se aproxima lo que denominamos capital ajeno o efectos spillovers, al capital en I+D de todas las regiones excepto la considerada, corregido para tener en cuenta la capacidad de absorción de la región dada la proporción respecto a la nación de capital humano con estudios superiores a los secundarios.

### 3. La situación de España y sus regiones

En casi todos los indicadores relativos a I+D, España aparece por debajo de la media europea y de la OCDE, aunque desde mediados de los años ochenta se han producido mejoras en el esfuerzo de I+D en España –se entiende por esfuerzo el porcentaje del gasto en I+D respecto al PIB–, desde 1981 en que la proporción del PIB dedicado a

<sup>9</sup> El primer procedimiento apuntado es el seguido para este país por Balmaceda y Melguizo (2003), el alternativo es utilizado por Gumbau y Maudos (2006).

<sup>10</sup> Véase Orlando, M.J. (2004). El concepto de distancia de Griliches (1992) es difícil de establecer empíricamente, pero claramente desborda la mera consideración de distancia geográfica.

<sup>11</sup> Una explicación de la elevada rentabilidad del capital tecnológico es que al realizar actividades de I+D, especialmente en el sector privado, aumenta la capacidad de las empresas domésticas para absorber y utilizar conocimiento tecnológico generado en otro territorio, en otras empresas o en el sector público (Griffith, Redding y Van Reenen, 2003), de forma que si un país no invirtiera en I+D y capital humano, no disfrutaría de transferencia tecnológica. Lo que en el caso de las regiones, apunta hacia la enorme complementariedad que existe entre el capital humano y el tecnológico (Nelson y Phelps, 1966 y de la Fuente y da Rocha, 1994).



I+D era del 29% de la media de la UE ha pasado a representar sólo algo más de la mitad del de la UE (tanto de los 15 como de los 25) que está en el entorno del 2%, y muy inferior a la de países como Alemania (2,5%), Islandia o Finlandia (3,7%) y Suecia (4%). Países como Corea, Japón y China presentan valores entre el 2,5% y superiores al 3%, un esfuerzo similar al de EEUU y al objetivo fijado para el 2010 en el marco de la agenda de Lisboa.

El gasto interno en I+D del año 2005 supuso el 1,13% del PIB y un incremento del 14% respecto al año 2004. Por sectores de ejecución, el sector empresas presenta el mayor porcentaje sobre el gasto total (un 53,8%), le sigue el sector enseñanza (29%) y Administración Pública (17%). Por comunidades autónomas las que realizan un mayor esfuerzo son Madrid (1,82 del PIB), Navarra (1,67%), País Vasco (1,48) y Cataluña (1,35). El resto de comunidades presentan cifras de intensidad inferiores a la media nacional.

En España es escasa la aportación de la empresa privada a los gastos en I+D, sólo en Madrid y Navarra es superior al 50%, mientras que en la UE y en la OCDE supera ampliamente el 60%, y en países como Japón, Corea y Luxemburgo el 75%. Esta es una de las principales debilidades del sector empresarial a la hora de generar y adoptar innovaciones: no sólo es que el gasto empresarial en nuestro país respecto al PIB apenas alcanza el 40% de la media de la UE, sino que incluso aquellas comunidades españolas líderes en las que se concentra el esfuerzo como Madrid, País Vasco, Navarra y Cataluña el gasto empresarial respecto al PIB apenas oscila alrededor del 1%, mientras que en las regiones líderes europeas oscila entre el 4 y 5%.

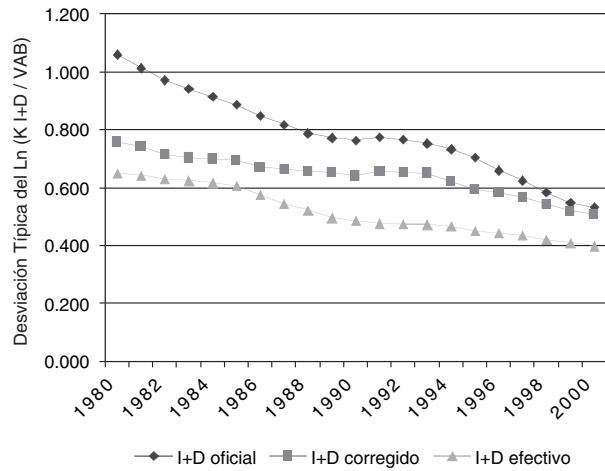
Guisan y Aguayo (2005) analizan 151 regiones de la UE correspondientes a 25 países en el año 2000. Encuentran que además de que sólo unas pocas regiones de la UE se acercan al nivel de los Estados Unidos en el gasto en I+D por habitante, las regiones españolas más destacadas entre las 151 ocupan el lugar 38 (Madrid), 60 (País Vasco), 67 (Cataluña) y 69 (Navarra), mientras que Extremadura ocupa el lugar 122 y Castilla-la Mancha el 120.

En el informe *European Innovation Scoreboard*, que elabora la Comisión de las Comunidades Europeas, de los 33 países analizados, en el informe del 2005, España ocupa el 21 y el 16 –dos menos que en el 2003– de la UE-25, y es el único país de la UE-15 que pierde terreno en innovación. Ello es consecuencia de que aunque ciertamente en España se han producido mejoras en este ámbito desde los años ochenta, en otros países (no sólo en Finlandia, sino incluso últimamente en países como Grecia y Portugal) el esfuerzo ha sido superior.

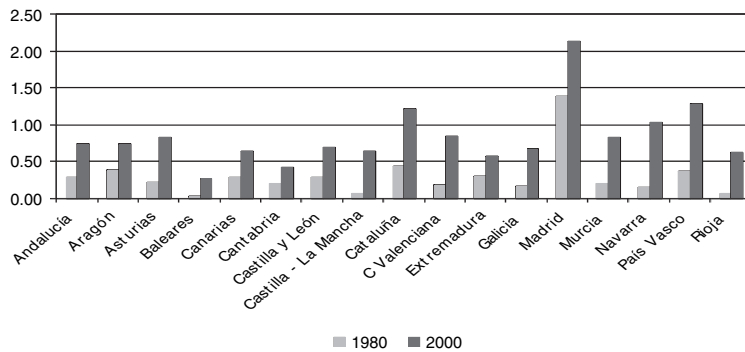
Por lo que se refiere al periodo considerado en este trabajo 1980-2000 según los datos del INE se ha producido una cierta convergencia en la inversión y en el capital en I+D por regiones –como hemos señalado acentuada en el caso de la serie oficial por las modificaciones en la metodología de territorialización– como puede observarse en el gráfico 1. Por otro lado comparando el esfuerzo realizado en las diferentes regiones en 1980 y 2000, en todas ha aumentado considerablemente, pero sobre todas destacan las regiones del Valle del Ebro y en menor escala las del Arco mediterráneo, como puede observarse en los gráficos 2a, b y c, lo que ha producido que aunque Ma-

42 Escribá, F. J. y Murgui, M.<sup>a</sup> J.

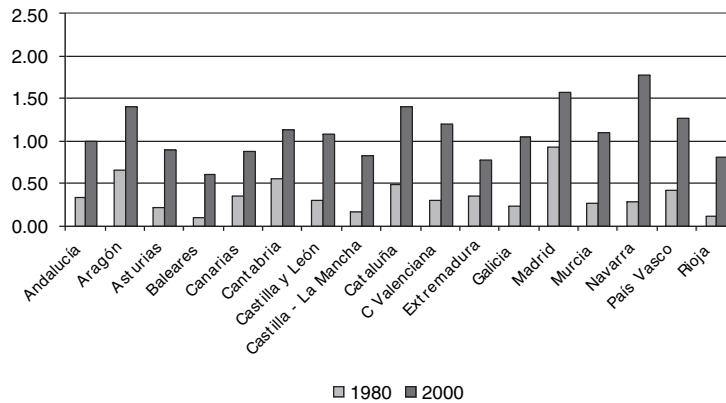
**Gráfico 1.** Convergencia de stock de capital en I+D

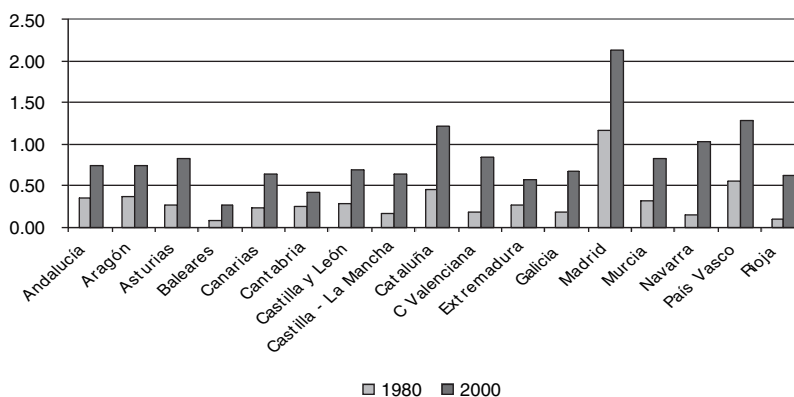


**Gráfico 2a.** Distribución territorial de los Gastos en I+D/VAB. Serie *Oficial*



**Gráfico 2b.** Distribución territorial de los Gastos en I+D/VAB. Serie *Efectivo*



**Gráfico 2c.** Distribución territorial de los Gastos en I+D/VAB. Serie *Corregida*

Madrid, País Vasco y Cataluña siguen siendo regiones destacadas<sup>12</sup>, en algunos indicadores son superadas o alcanzadas en los últimos años por Navarra<sup>13</sup> y Aragón.

La serie *efectivo* presenta un panorama regional ciertamente diferente a las otras dos series: en ella el esfuerzo en I+D se distribuye más equitativamente entre las regiones con industria, que suelen superar en el año 2000 el 1% del VAB. En las series *oficial* y *corregida* únicamente Cataluña, Madrid, Navarra y País Vasco consiguen superar la media española de alrededor del 1% en el 2000.

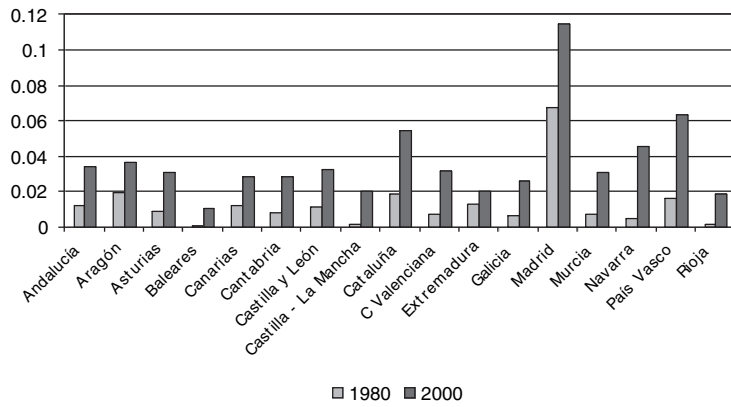
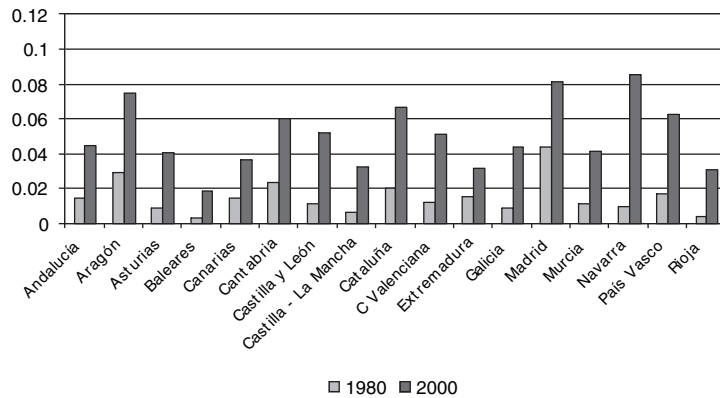
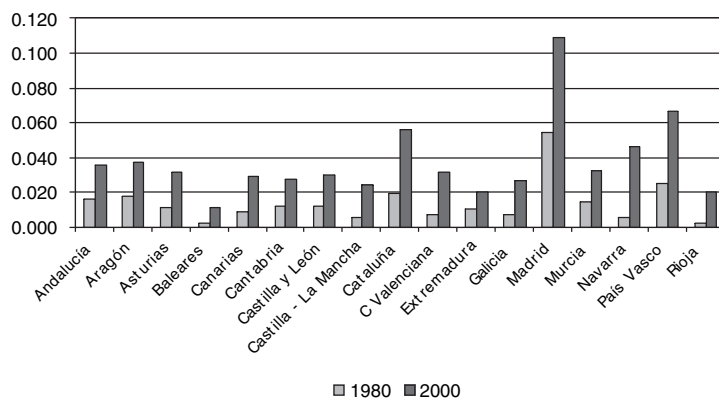
Los gráficos 3 a, b y c recogen el ratio del stock de capital en I+D /VAB de las tres series construidas. En el gráfico 3b que recoge el ratio capital efectivo/VAB presenta un panorama en el año 2000 algo diferente para comunidades como Aragón, Cantabria, Castilla-León, Valencia, Andalucía, Galicia y Murcia, y sobre todo, de nuevo, destaca Navarra. El resto de regiones, con escasa industria, muestran un comportamiento muy rezagado. Ello es un reflejo de que en el sector empresas al principio de los ochenta más del 85% del gasto se llevaba a cabo en la industria, eso sucede hasta 1998 y sólo desde entonces empieza a tomar relevancia el sector servicios. Regiones sin presencia de industria apenas han llevado a cabo actividades de I+D.

#### 4. Capital tecnológico y productividad en las regiones españolas

En esta sección se lleva a cabo una aplicación de las series de capital en I+D que se han discutido en los anteriores apartados. En concreto, se analiza en el ámbito regio-

<sup>12</sup> En términos absolutos a principio de los ochenta casi el 80% del capital en I+D lo absorbían entre Madrid, Cataluña, País Vasco y Andalucía, Madrid es en el 2000 la región que ha perdido mayor peso, pero aún así absorben alrededor del 70%.

<sup>13</sup> Nótese que aunque los gráficos sólo abarcan hasta el año 2000, los datos más recientes otorgan el primer o segundo lugar, en los datos oficiales y en lo que se refiere al esfuerzo a Navarra, algo que en el 2000 ya anticipa la serie efectiva.

44 *Escribá, F.J. y Murgui, M.ª J.***Gráfico 3a.** Distribución territorial del capital en I+D/VAB. Serie *Oficial***Gráfico 3b.** Distribución territorial del capital en I+D/VAB. Serie *Efectivo***Gráfico 3c.** Distribución territorial del capital en I+D/VAB. Serie *Corregida*

nal los efectos del capital regional propio en I+D y los efectos spillovers en funciones de producción con infraestructuras, capital privado, capital humano y empleo. El objetivo es comparar entre sí, y con otros trabajos, los efectos de las diferentes medidas propuestas del capital tecnológico propio y ajeno.

La introducción del capital tecnológico en funciones de producción regionales o incluso agregadas en nuestro país ha dado lugar a resultados muy diferentes y contradictorios pero siempre se ha concluido destacando su elevada rentabilidad comparada con otros tipos de capital. Lafuente *et al.* (1985), de la Fuente (1999), Balmaseda y Melguizo (2003), Fernandez y Polo (2002), obtienen muy elevadas rentabilidades del capital para el ámbito nacional. En el contexto regional algunos resultados apuntan a la significatividad únicamente del capital propio (Balmaseda y Melguizo, 2003) o a únicamente del ajeno (Gumbau y Maudos, 2006), incluso se ha apuntado cómo se evapora la elevada productividad de las infraestructuras cuando se incorpora en la función de producción otras variables como el capital tecnológico y/o humano (Fernandez y Polo, 2002). En este apartado se realiza un sencillo ejercicio de estimación de funciones de producción, discutiendo los anteriores resultados.

Suponemos una función de producción Cobb-Douglas con cinco factores de producción; capital privado productivo ( $K_p$ ), trabajo ( $L$ ), capital público productivo ( $G$ ), capital humano ( $H$ ) y capital tecnológico ( $K_T$ ), de modo que el output de una región ( $Y$ ) se obtiene<sup>14</sup>:

$$Y_{it} = A e^{\lambda t} K_{p,it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} H_{it}^{\gamma} G_{it}^{\eta} K_{T,it}^{\varphi} e^{\varepsilon_{it}} \quad [3]$$

donde  $A$  es un indicador del nivel de eficiencia o progreso técnico exógeno que crece a una tasa  $\lambda$  (la tendencia temporal  $\lambda t$  será sustituida por dummies temporales en la estimación<sup>15</sup>) y refleja las mejoras en la eficiencia productiva no debidas a la inversión en I+D,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\eta$ ,  $\varphi$  son los parámetros de interés, es decir las elasticidades del valor añadido respecto a cada uno de los factores y  $\varepsilon$  es el término de error (que presenta un componente regional  $\mu_i$  y una perturbación aleatoria  $u_{it}$ ). Aplicando logaritmos se obtiene la especificación que será estimada,

$$y_{it} = a + \lambda t + \alpha k p_{it} + \beta l_{it} + \gamma h_{it} + \eta g_{it} + \varphi k t_{it} + \varepsilon_{it} \quad [4]$$

Los resultados de la estimación, para un panel de las regiones españolas en el periodo 1980-2000, de la ecuación [4] utilizando el enfoque de efectos fijos, es decir, considerando que  $\mu_i$  es un término constante específico de cada región en el modelo

<sup>14</sup> Todos los datos utilizados para la estimación están disponibles en la BD.MORES ([http://www.spgg.pap.meh.es/SGPG/Cln\\_Principal/Presupuestos/Documentacion/Basesdatos estudiosregionales.htm](http://www.spgg.pap.meh.es/SGPG/Cln_Principal/Presupuestos/Documentacion/Basesdatos estudiosregionales.htm)) excepto el capital humano. En el Anexo se detallan las variables utilizadas.

<sup>15</sup> Esta práctica es habitual, como puede verse en Hall y Mairesse (1995).

de regresión<sup>16</sup>, se presentan en el cuadro 1. Las elasticidades que se obtienen para el trabajo, capital humano, capital privado productivo y público productivo, son todas significativas y están comprendidas dentro de los valores razonables obtenidos generalmente en el ámbito regional, más razonables que los obtenidos cuando en otros trabajos se ha incluido el capital tecnológico<sup>17</sup>. De hecho no parecen –por los valores que se obtienen– disminuir, ni evaporarse, muy sensiblemente las anteriores elasticidades por incluir el capital tecnológico propio en el ámbito regional, a diferencia de lo que parece suceder en el nacional.

**Cuadro 1.** Resultados de la estimación de la función de producción.  
Estimación con Efectos Fijos

	<i>Oficial</i> [1]	<i>Efectivo</i> [2]	<i>Corregida</i> [3]	<i>Oficial</i> [4]	<i>Efectivo</i> [5]	<i>Corregida</i> [6]
Ln K <sub>P</sub>	0.289 (6.68)	0.222 (4.71)	0.150 (3.08)	0.165 (3.55)	0.145 (3.06)	0.099 (2.02)
Ln L	0.182 (4.39)	0.223 (5.23)	0.228 (5.58)	0.208 (5.22)	0.223 (5.47)	0.235 (5.89)
Ln H	0.304 (4.45)	0.252 (3.67)	0.222 (3.34)	0.188 (2.76)	0.148 (2.16)	0.147 (2.21)
Ln G	0.107 (6.63)	0.109 (6.87)	0.124 (7.86)	0.079 (4.90)	0.074 (4.48)	0.097 (5.80)
Ln K <sub>T</sub>	0.017* (1.73)	0.049 (3.67)	0.079 (5.49)	0.005** (0.58)	0.010** (0.73)	0.056 (3.74)
Spillovers				0.134 (5.75)	0.129 (5.42)	0.099 (4.21)
R <sup>2</sup>	0.943	0.945	0.948	0.949	0.950	0.950
σ <sub>e</sub>	0.040	0.039	0.038	0.038	0.038	0.037
Test de Hausman	χ <sup>2</sup> (19) = 89.34 [0.0000]	χ <sup>2</sup> (19) = 83.09 [0.0000]	χ <sup>2</sup> (19) = 87.10 [0.0000]	χ <sup>2</sup> (20) = 108 [0.0000]	χ <sup>2</sup> (20) = 12.5 [0.0000]	χ <sup>2</sup> (20) = 97.01 [0.0000]
T. Wald de RCS	F(1,321) = 2.62 [0.1063]	F(1,321) = 5.68 [0.0178]	F(1,321) = 10.6 [0.0012]	F(1,320) = 23.3 [0.0000]	F(1,320) = 28.7 [0.0000]	F(1,320) = 26.6 [0.0000]
N = 357						

*Nota al cuadro:* Entre paréntesis se presentan los estadísticos *t*-student. σ<sub>e</sub> representa el error estándar de la regresión. \*significativa al 8%. \*\* no significativa.

<sup>16</sup> El enfoque de efectos fijos supone la existencia de correlación entre los efectos individuales y los otros regresores al contrario de lo que se supone en el modelo de efectos aleatorios. El resultado del test de Hausman para cada una de las regresiones realizadas apunta por los efectos fijos como método de estimación adecuado, como puede observarse en los cuadros 1 y 2.

<sup>17</sup> En nuestra opinión, en Gumbau y Maudos, son razonables pero la elasticidad del capital tecnológico propio es negativa y no significativa, en Balmaseda y Melguizo la elasticidad del capital físico resulta excesiva.

El capital tecnológico propio es siempre significativo sea cual sea la estimación del mismo (oficial, efectivo o corregido), siempre y cuando no se introduzcan como determinantes efectos difusión. En este último caso sólo aparece significativo con el capital corregido, pero con resultado muy cuestionable en el capital privado. En cualquier caso el capital ajeno<sup>18</sup>, cuando se introduce, tiende a anular el efecto del propio y a reducir el efecto del resto de capitales privado, público y humano<sup>19</sup>.

Se ha estimado la función de producción incluyendo como variable el capital físico total sin distinguir entre público y privado –como en Balmaseda y Meguizo, 2003– y los resultados que se obtienen no cambian respecto a considerar los dos tipos de capital, incluso mejora la significatividad del capital tecnológico. Además las elasticidades de todos los capitales, incluido el humano, son en nuestra estimación más razonables y significativas como puede observarse en las columnas [1] a [3] del cuadro 2.

**Cuadro 2.** Resultados de la estimación de la función de producción.  
Estimación con Efectos Fijos

	<i>Oficial</i> [1]	<i>Efectivo</i> [2]	<i>Corregida</i> [3]	<i>Oficial</i> [4]	<i>Efectivo</i> [5]	<i>Corregida</i> [6]
Ln K	0,392 (8,71)	0,324 (6,87)	0,319 (6,73)			
Ln K <sub>p</sub>				0,329 (7,11)	0,259 (5,11)	0,237 (4,48)
Ln L	0,220 (5,24)	0,256 (6,09)	0,239 (5,79)	0,219 (4,98)	0,263 (5,80)	0,256 (5,75)
Ln H	0,410 (5,68)	0,341 (4,73)	0,359 (5,12)	0,488 (7,02)	0,436 (6,26)	0,456 (6,78)
Ln K <sub>T</sub>	0,023 (2,26)	0,058 (4,46)	0,064 (4,61)	0,020* (1,92)	0,052 (3,66)	0,061 (3,91)
R <sup>2</sup>	0,933	0,936	0,936	0,932	0,934	0,935
σ <sub>ε</sub>	0,043	0,042	0,042	0,044	0,043	0,043
Test de Hausman	c <sup>2</sup> (14)=43,36 [0,0001]	c <sup>2</sup> (14)=46,25 [0,0000]	c <sup>2</sup> (14)=35,14 [0,0014]	c <sup>2</sup> (14)=69,4 [0,0000]	c <sup>2</sup> (14)=62,3 [0,0000]	c <sup>2</sup> (14)=77,1 [0,0000]
T, Wald de RCS	F(1,326)=0,57 [0,4495]	F(1,326)=0,09 [0,7679]	F(1,326)=0,07 [0,7915]	F(1,326)=0,88 [0,3478]	F(1,320)=0,05 [0,8290]	F(1,321)=0,04 [0,8443]
N = 357						

*Nota al cuadro:* Entre paréntesis se presentan los estadísticos *t*-student. σ<sub>ε</sub> representa el error estándar de la regresión. \*significativa al 5,6%.

<sup>18</sup> Por capital ajeno entendemos en este contexto el capital en I+D de todas las regiones excepto la considerada corregido para tener en cuenta la capacidad de absorción de la región dada la proporción respecto a la nación de capital humano con estudios superiores a los secundarios. Las estimaciones llevadas a cabo utilizando como capital ajeno el del resto de regiones sin corregir proporcionan resultados inaceptables.

<sup>19</sup> En la medida que la absorción regional de la tecnología está aproximada con nivel de formación de la fuerza de trabajo, podría tener un efecto sobre la elasticidad del capital humano, aunque este es aproxi-



También se ha replicado la estimación considerando solo el capital privado sin incluir las infraestructuras, como en Gumbau y Maudos, 2006. A diferencia del trabajo citado, la elasticidad del capital tecnológico es positiva y significativa, sobre todo en el *efectivo y corregido*.

Las diferentes estimaciones, en ausencia de efectos difusión, presentan valores de la elasticidad del capital tecnológico de alrededor del 0.02 para el stock de capital *oficial* y alrededor del 0.05 y 0.06 para el *efectivo y corregido* respectivamente. Este último resultado, obtenido para las regiones, es muy semejante al de diferentes trabajos a escala nacional<sup>20</sup>. La conclusión es obvia: la rentabilidad del capital tecnológico es muy superior al de cualquier otro tipo de capital, dada la reducida relación capital producto existente (véanse los gráficos 3 a,b,c), incluso en las regiones españolas con el más elevado esfuerzo en I+D.

## 5. Conclusiones y comentarios adicionales

En este trabajo se ha abordado la construcción de series de stock de capital tecnológico en el ámbito regional con el máximo nivel de desagregación compatible con la existente en la Contabilidad Regional de España y con la BD.MORES, capaz de abarcar el periodo más amplio posible de la economía española: 1980-2000. Para ello, además de utilizar la información estadística del INE, ha sido necesario completar el periodo anterior a 1987 con otras fuentes que garantizaran la suficiente homogeneidad. En aras de la necesaria homogeneidad se han cuestionado las propias series oficiales del INE, por lo que se suministran series propias elaboradas en el intento de corregir -o al menos presentar alternativas que puedan servir de comparación- los cambios en la metodología de territorialización que claramente reflejan las estadísticas oficiales.

La literatura sobre efectos difusión tecnológicos a escala internacional, o en el ámbito microeconómico entre empresas es abundante, no así entre regiones de un mismo país. La existencia de externalidades en las actividades de I+D por un lado favorecen su concentración geográfica a escala regional –como se observa con gran evidencia en la economía española– pero por otra parte hay una importante difusión y adopción de tecnología hacia unas regiones desde otras, relacionada probablemente no tanto con la distancia geográfica, como con la similitud de estructuras productivas y con la dotación de capital humano con capacidad de absorberla. En este trabajo se consideran estas hipótesis para aproximar medidas del stock de capital propio y ajeno.

---

mado de manera diferente. No obstante ese efecto de minorar las elasticidades de todo otro tipo de capital se produce con diferentes aproximaciones de los spillovers como la distancia geográfica o flujos comerciales en Gumbau y Maudos (2006). Véase también de la Fuente y da Rocha (1994) que consideran la interacción entre capital humano e I+D.

<sup>20</sup> Existen también trabajos para la economía española que obtienen valores para la elasticidad del capital tecnológico muy superiores y aunque la rentabilidad social de la inversión en I+D sea muy superior a la rentabilidad privada, tales valores resultan poco razonables.

El esfuerzo en I+D propio es, no obstante, condición necesaria para que se introduzcan en la región tanto mejoras tecnológicas propias como ajenas. Si en la OCDE en promedio, tal esfuerzo es insuficiente y si Europa está tan rezagada al respecto, la situación de la economía española y sus regiones es extremadamente preocupante tanto por su posición relativa en el contexto internacional como por cómo se está intensificando en otros países ese esfuerzo en mayor medida que en el nuestro. Por otra parte, en el periodo que se contempla en este trabajo se han producido modificaciones importantes en el comportamiento relativo del esfuerzo en las regiones españolas, destacando las regiones del Valle del Ebro y Arco Mediterráneo.

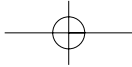
La incorporación del capital tecnológico propio en funciones de producción regionales, junto con los argumentos convencionales, genera valores razonables y significativos de las diferentes elasticidades. No obstante dos cuestiones merecen destacarse: por un lado la elevada rentabilidad del capital tecnológico (sea el *oficial*, *efectivo* o *corregido*), muy superior al de cualquier otro tipo de capital, lo que apunta a la necesidad de intensificar su dotación; por otro, su pérdida de significatividad cuando se introduce el capital tecnológico ajeno, lo que deja pendiente para futuras investigaciones la profundización en los mecanismos de transmisión entre regiones.

La importancia otorgada actualmente al papel desempeñado por el conocimiento en el desarrollo regional, la situación de atraso relativo en el esfuerzo en I+D de las regiones españolas, su elevada rentabilidad y el hecho de que la innovación no se produce ni se absorbe gratuitamente sino que es resultado del esfuerzo realizado por los agentes económicos, apunta a la necesidad de una intervención pública mucho más intensa en nuestro país y en concreto en sus regiones.

## 6. Bibliografía

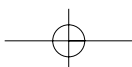
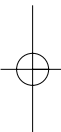
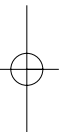
- Alonso, J. (1990): «La actividad tecnológica en España y su distribución regional». Fundación FIES, Documento de trabajo número 61, 37 págs.
- Audretsch, D. (1998): «Agglomeration and the location of innovative activity.» *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 14(2):18-30.
- Balmaseda, M. y Melguizo, A. (2003): «El capital tecnológico como factor productivo, un análisis regional y sectorial», *Situación España*, Servicio de Estudios de BBVA, pp. 29-35.
- Beneito, P. (2001): «R&D Productivity and Spillovers at the Firm level: Evidence from Spanish panel data.» *Investigaciones Económicas*, vol. 25 (2):289-313.
- Bottazi, L. y Peri, G. (2003): «Innovation and Spillovers in Regions: Evidence from European patent data.» *European Economic Review*, 47, pp. 687-710.
- Busom, I. (1994): «Esfuerzo tecnológico, política tecnológica y crecimiento. Breve panorama y evidencia empírica» en *Crecimiento y Convergencia regional en España y Europa*. Instituto de Análisis Económico. Barcelona, pp. 271-372.
- Busom, I. (2005): «La política científica y tecnológica: nuevas orientaciones» en *Crecimiento y competitividad: bases del progreso económico y social*. Federación de cajas de ahorro Vasco-Navarras. Bilbao, pp. 203-229.
- Ciccone, A. y Hall, R.E. (1996): «Productivity and the Density of Economic Activity.» *American Economic Review*, marzo, 86 (1):54-70.
- Coe, D. T. y Helpman, E. (1995): «International R&D Spillovers.» *European Economic Review*, mayo, 39(5):859-87.

- Dabán, T., Díaz, A., Escribá, F.J. y Murgui, M.J. (2002): «La Base de datos BD.MORES», *Revista de Economía Aplicada*, vol X(30):165-184.
- De la Fuente, A. (1999): «Una nota sobre la rentabilidad social del I+D y el nivel óptimo de gasto», *Papeles de economía española*, pp. 88-91.
- De la Fuente, A. y da Rocha, J.M. (1994): «Capital Humano, productividad y crecimiento» en *Crecimiento y convergencia regional en España y Europa*, Instituto de Análisis Económico. Barcelona, pp. 373-404.
- De la Fuente, A. y Doménech, R. (2005): «Capital Humano y crecimiento en las regiones españolas», mimeo, Simposio de Moneda y Crédito, noviembre 2005.
- European Innovation Scoreboard (2005), Comisión Europea.
- Fernández M. y Polo, C. (2002): «Productividad del capital público en presencia de capital tecnológico y humano», *Revista de Economía Aplicada*, 29(X):151-61.
- Grandón, V. y Rodríguez-Romero (1991): «Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española 1975-1981», *Investigaciones Económicas* 15, Suplemento, pp. 19-24.
- Greene, W. (1998): *Análisis Económico*, Prentice Hall Iberia, 3.<sup>a</sup> edición, 913 págs.
- Griffith, R., S. Redding y Van Reenen, J. (2003): «R&D and absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence», *Scandinavian Journal of Economics* 105 (1):99-118.
- Griliches, Z. (1992): «The search for R&D spillovers», *Scandinavian Journal of Economics* 94, suplemento, pp. 29-47.
- Guisan, M.C. y Aguayo, E. (2005): «Gasto en I+D, desarrollo económico y empleo en las regiones españolas y europeas», *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 23-3, 637-662.
- Gumbau, M. y Maudos, J. (2006): «Technological activity and productivity in the spanish regions», *Annals of Regional Science*, vol (40).
- Hall, B.H. y Mairesse, J. (1995): «Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms», *Journal of Econometrics* 65, pp. 263-293.
- Henderson, V. (1994): «Where does an industry locate?» *Journal of Urban Economics*, 35, 83-104.
- INE (varios años): *Estadísticas sobre actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico*.
- INE (varios años): *La estadística de I+D en España: 38 años de historia (1964-2001)*.
- Keller, W. (2002): «Geographic Localization of International Technology Diffusion». *American Economic Review*, marzo, 92(1):120-142.
- Lafuente, A., Salas, V. y Yagüe, M.J. (1986): *Productividad, capital tecnológico e investigación en la economía española*, Colección Economía e Industria. Ministerio de Industria y Energía. 194 págs.
- Lederman, D. y Maloney, W.F. (2003): «R&D and Development», *Policy Research Working Paper* 3024, The World Bank.
- López C. y Sanaú, J. (2001): «Impacto del capital tecnológico en la producción industrial», *Economía Industrial*, 341 (V):103-112.
- Martín, C. (1999): «La posición tecnológica de la economía española en Europa», *Papeles de economía española*, pp. 2-20.
- Martín, C., Moreno, L. y Rodríguez Romero, L. (1991): «Estimación de la distribución regional de las actividades de I+D» Fundación FIES, Documento de trabajo número 71, 109 páginas.
- Maté, J.J. y Rodríguez, J.M. (2002): «Crecimiento de la productividad e inversión en I+D: un análisis empírico de las empresas manufactureras españolas», *Economía Industrial*, 347, 99-110.
- Mella, X.M. (1987): «La investigación y el desarrollo tecnológico en España: un análisis regional», *Estudios Territoriales*, 23, 57-78.
- Mohnen, P. y Lepine, N. (1991): «R&D, R&D spillovers and payments for technology: Canadian evidence», *Structural Change and Economic Dynamic*, 2 (1): 213-228.
- Moreno, R., Paci, R. y Usai, S. (2005): «Spatial spillovers and innovation activity in European regions», *Environment and Planning A*, volume 37, 1793-1812.
- Nelson, R. y Phelps, E. (1966): «Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth», *American Economic Review* 61,69-75.
- Orlando, M.J. (2004): «Measuring Spillovers from Industrial R&D: On the importance of Geographic and Technological Proximity», *RAND Journal of Economics*, vol. 35 (4):777-86.
- Orlando, M.J y Verba, M. (2005): «Do Only Big Cities Innovate? Technological Maturity and the Location of Innovation», *Economic Review*, vol. 90 (2):31-57.



*El capital tecnológico como factor de producción en las regiones españolas, 1980-2000* 51

- Pakes, A., y Schankerman, M. (1984): «The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources», en *R&D, patents and productivity*, Ed. Z, Griliches, NBER
- Puente, S. y Pérez, M. (2004): «Las series de stock de capital humano y tecnológico en los indicadores de convergencia real», Boletín Económico. Banco de España. Diciembre.
- Romer, P. M. (1990): «Endogenous Technological Change». *Journal of Political Economy*, Octubre, Pt. 2, 98(5):S71-102.
- Segura, J. *et al.* (1989): *La industria española en la crisis (1978-1984)*, Alianza Editorial.
- Soete, L. y Patel, P. (1985): «Recherche-Développement, importations de technologie et croissance économique. Une tentative de comparaison internationales», *Revue Economique*, vol. 36 (5).



52 *Escribá, F. J. y Murgui, M.<sup>a</sup> J.*

## Anexo

- $Y$ : VAB del sector productivo privado de cada región. *Fuente*: Bd. MORES.
- $Kp$ : Stock de capital privado productivo de cada región. *Fuente*: Bd. MORES.
- $H$  (*Capital Humano*): Series de escolarización media para las regiones españolas a partir de datos censales. *Fuente*: De la Fuente y Doménech (2005).
- $G$  (*Infraestructuras*): El stock de capital público productivo regional (Capital público total menos el social). *Fuente*: Bd. MORES.
- $L$ : ocupados del sector productivo privado de cada región. *Fuente*: Bd. MORES.
- $K_{I+D}$ : Stock de capital en I+D total de cada región.