

INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA Y LOCALIZACIÓN DE LAS PATENTES EN ESPAÑA

José GARCÍA QUEVEDO (*)

Universidad de Barcelona

Resumen

El principal objetivo de este artículo es analizar la relación entre los resultados y los recursos innovadores a escala regional en España. A partir de la denominada función de producción de conocimientos tecnológicos Griliches-Jaffe, se examinan los efectos de la investigación universitaria sobre los resultados innovadores de cuatro sectores de contenido tecnológico alto y medio. En contraste con otros estudios llevados a cabo en Estados Unidos, Alemania y Francia, los resultados no muestran, a excepción de en la industria electrónica, una influencia positiva de la investigación universitaria sobre los resultados innovadores de las regiones.

Palabras clave: geografía de la innovación, universidades, I+D, economías externas.

Abstract

The main aim of this article is to analyse the relationship between results and innovative resources on a regional scale in Spain. On the basis of the so-called Griliches-Jaffe technological knowledge production function, we examine the effects of university research on the innovative results of four sectors of high and medium technological content. As opposed to other studies carried out in the United States, Germany and France, with the exception of the electronics industry, the results do not show a positive influence of university research on the innovative results of the regions.

Key words: geography of innovation, universities, R&D, external economies.

JEL classification: O18, O30, R30, R58.

I. INTRODUCCIÓN

La relación entre las actividades innovadoras y la geografía ha merecido un interés creciente por parte de la literatura económica. Los análisis aplicados han puesto en evidencia la importancia de la proximidad geográfica en la transmisión de conocimientos (Jaffe *et al.*, 1993) y han mostrado que determinadas regiones presentan ventajas en su capacidad de generar innovaciones. En consecuencia, tal y como señalan Jaffe y Henderson (1999), el estudio de cómo las diferencias en la estructura y recursos regionales afectan a las actividades innovadoras constituye un campo relevante en el análisis del cambio tecnológico. En este sentido, análisis recientes han examinado la importancia de la proximidad en la transmisión de conocimientos derivados de la investigación universitaria. Como afirma Pavitt (1998): «*the links between basic research and technological practice are geographically constrained*». Los análisis aplicados llevados a cabo fundamentalmente en Estados Unidos, pero también en los principales países europeos, han mostrado que la investigación universitaria influye positivamente en los resultados innovadores de las empresas próximas.

El objetivo fundamental de este artículo es presentar la relación entre la investigación universitaria y los resultados innovadores a escala regional. El artículo se organiza del siguiente modo. En primer lugar, se presentan los canales en que tiene lugar la interacción entre la investigación académica y las actividades tecnológicas y se discute el papel que las universidades juegan como impulsoras del crecimiento de la región en que se ubican. En segundo lugar, se presenta la distribución

regional de la investigación universitaria. En tercer lugar, mediante un análisis aplicado, se examina la relación entre resultados innovadores territoriales y la investigación universitaria. Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas.

II. UNIVERSIDADES Y LOCALIZACIÓN DE LA INNOVACIÓN

La contribución de la investigación básica a la innovación tecnológica y la interrelación entre las universidades y la industria tiene lugar a través de distintos canales (Rosenberg y Nelson, 1994; Mowery, 1995). Los principales son la obtención, mediante la investigación académica, de *inputs* útiles de conocimiento, la formación de científicos e ingenieros, los conocimientos de los investigadores académicos, derivados de su experiencia y formación, la participación en redes nacionales e internacionales, a menudo de carácter informal, que facilitan el intercambio de información y conocimientos y la creación de nuevas empresas —*spin-offs*— a partir de descubrimientos originados en las universidades (Pavitt, 1998).

Los distintos modos en que tiene lugar la interacción entre la investigación académica y las actividades tecnológicas de las empresas permite explicar por qué la distancia geográfica puede jugar un papel relevante. Mientras que en la accesibilidad a los resultados, una vez publicados, de la investigación universitaria la distancia geográfica no ejerce ninguna influencia, existen otras vías de transferencia de conocimientos que conducen a que los beneficios tiendan a estar geográfica-

mente localizados. Ello ocurre en especial cuando la transmisión de conocimientos, a menudo de naturaleza tácita, requiere interacción entre los agentes, movilidad del personal y frecuentes contactos (Pavitt, 1998).

El papel de las universidades como impulsoras del crecimiento de una región ha sido estudiado desde distintas ópticas. La accesibilidad a las infraestructuras de conocimiento constituye una variable explicativa en las decisiones de localización de las empresas, en la capacidad y resultados innovadores industriales y, en general, en el crecimiento regional. Florax (1992) distingue tres tipos de aproximaciones en el análisis del impacto regional de las universidades. En concreto, estas aproximaciones son:

a) Análisis de localización de las empresas. Aunque los resultados de los estudios aplicados no son concluyentes, la cercanía a las universidades ha sido considerada como un factor significativo en las decisiones de localización empresarial, en particular por lo que se refiere a las empresas con alto contenido tecnológico, y en la localización de los laboratorios de I+D empresariales (Jaffe, 1989; Bania, Calkins y Dalenberg, 1992; Florax, 1992; Sivitanidou y Sivitinades, 1995; Harhoff, 1999). No obstante, Bania, Eberts y Fogarty (1993) no encuentran evidencia a favor de la influencia de la investigación universitaria en la puesta en marcha de nuevas empresas de alta tecnología.

b) Investigaciones sobre la distribución espacial de las innovaciones con el objetivo de determinar las diferencias en la capacidad innovadora de las regiones. En estas diferencias, la accesibilidad a infraestructuras tecnológicas y de conocimiento constituye un factor relevante. En este grupo se inscriben los estudios referidos a los *milieux* innovadores que ponen el énfasis en la importancia que el entorno supone para la empresa a fin de complementar sus recursos y acceder a servicios de información o consultoría. Asimismo, en el conocido caso de Silicon Valley (Saxenian, 1994) se pone de relieve el papel jugado por la Universidad en la capacidad innovadora de la región. Sin embargo, como señala Florax (1992), la mayoría de estos estudios están basados en análisis de casos, con el uso de encuestas y entrevistas, lo que limita la obtención de conclusiones generales sobre la influencia que la presencia de universidades tiene en la capacidad y resultados innovadores de una región.

c) Modelos de crecimiento económico regional, con una aproximación basada en la función de producción. En estos modelos se incorpora la base de conocimiento a partir, por ejemplo, de la existencia de universidades como una variable explicativa de las diferencias en los niveles de renta y la productividad de las regiones. En

esta aproximación destacan los estudios que, a partir de la lógica de la función de producción, emplean alguna medida de la innovación como variable dependiente y un posible conjunto de variables explicativas, todas ellas definidas para una unidad geográfica común (Feldman, 1999). En concreto, estos estudios parten de la función de producción de conocimientos definida por Griliches (1979, 1990) e introducen la dimensión espacial para examinar la importancia de la proximidad geográfica en la transmisión de conocimientos. La hipótesis subyacente a esta aproximación es que la actividad innovadora se concentrará en aquellas regiones donde los *inputs* de generación de conocimientos sean mayores, ya que la transmisión de conocimientos se ve favorecida por la proximidad geográfica (Feldman, 1999).

La especificación básica de estos modelos (Auredtch, 1998; Feldman, 1999) es:

$$\log INN_{is} = \beta_0 + \beta_1 \log GID_{is} + \beta_2 \log UNIV_{is} + \varepsilon_{is} \quad [1]$$

donde INN_{is} mide los resultados innovadores por áreas geográficas e industrias, GID_{is} son los gastos empresariales en I+D, y $UNIV_{is}$ es un indicador de la investigación universitaria, habitualmente gastos en I+D o personal investigador. Por lo tanto, frente a la aproximación habitual, en que la unidad de observación es la empresa, en esta aproximación la unidad de observación es una demarcación geográfica. Esta función, denominada función de producción de conocimientos tecnológicos Griliches-Jaffe, debe considerarse como un modelo empírico, ya que no existe un marco teórico específico para el análisis de la distribución regional de las actividades innovadoras.

El estudio pionero en esta aproximación es el de Jaffe (1989), donde se pone de relieve la importancia de la proximidad geográfica en la transmisión y aprovechamiento por parte de las empresas de los conocimientos generados en las universidades. Como señala Jaffe (1989), es razonable suponer que existen *spillovers* desde las universidades hacia las empresas, y aunque los modos de transmisión son poco conocidos, presumiblemente la distancia debe jugar un papel importante. Estudios posteriores para los casos de Estados Unidos (Acs *et al.*, 1992; Feldman, 1994; Anselin *et al.*, 1997a), Alemania (Blind y Grupp, 1999) y Francia (Piergiorganni y Santarelli, 2001) han reafirmado esta conclusión, y han puesto de manifiesto que la investigación universitaria ejerce una influencia positiva en los resultados innovadores de las empresas situadas en la misma región.

III. LA DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA EN ESPAÑA

Las universidades constituyen en España uno de los principales agentes de gasto en I+D. En 1999, un 30 por 100 de los gastos en I+D fueron llevados a cabo por las universidades. La expansión del sistema universitario fue muy importante en la década de los noventa, y actualmente hay 67 universidades, entre públicas y privadas, de las que 27 fueron creadas después de 1989. En comparación con otros países, el porcentaje de gastos en I+D de las universidades en España es significativamente superior. Con datos de 1998, este porcentaje alcanzó el 20,6 por 100 en el caso de la Unión Europea y el 17,1 por 100 para el conjunto de países de la OCDE. En la comparación de estos porcentajes debe tenerse en consideración el reducido esfuerzo en este campo que caracteriza a España, cuyos gastos en I+D sobre el PIB se sitúan en el 0,9 por 100, muy por debajo del 1,8 y del 2,2 por 100 correspondientes a la UE y la OCDE respectivamente.

La distribución del gasto en I+D según los diferentes agentes (empresas, administraciones públicas, enseñanza superior e instituciones sin fines lucrativos) revela diferencias considerables entre las distintas comunidades autónomas (CCAA). Las universidades representan para siete CCAA el principal agente de gasto en I+D, con porcentajes superiores al 50 por 100 del total. Del conjunto de indicadores tecnológicos, el correspondiente a la actividad científica de las universidades, aun con la preponderancia de Madrid y Cataluña, es el que presenta una menor concentración territorial, con lo que el proceso de expansión universitaria ha permitido una cierta redistribución territorial de las actividades investigadoras (Buesa, 1998).

Las universidades llevan a cabo investigación en distintas disciplinas científicas con un muy diferente grado de aplicación industrial y comercial. En consecuencia, no cabe esperar que toda la investigación académica suponga conocimientos de utilidad para las actividades innovadoras industriales que persiguen una aplicación comercial. Sin embargo, la investigación en determinados campos científicos debe constituir una fuente relevante de ideas para las actividades de I+D y conocimientos de utilidad en algunas actividades industriales en particular, aumentando así las oportunidades tecnológicas y la productividad de las actividades de I+D privadas (Nelson, 1986; Von Hippel, 1988).

En España no se dispone de información detallada sobre la investigación universitaria que llevan a cabo los distintos departamentos, lo que dificulta precisar la investigación relevante para las distintas actividades in-

dustriales. No obstante, el Instituto Nacional de Estadística (INE) clasifica los gastos y el personal en I+D en una serie de campos o disciplinas científicas. A partir de esta clasificación, se presenta la distribución por comunidades autónomas y por campos científicos de los gastos en I+D de las universidades, de las disciplinas más susceptibles de generar información de utilidad para la actividad innovadora empresarial (cuadro n.º 1).

La distribución del gasto en I+D de las universidades por campos científicos no presenta, a excepción del caso de las ciencias agrarias, diferencias muy sustanciales en relación con la distribución del total del gasto universitario en I+D por CCAA. La creación de nuevas universidades y, en general, la expansión universitaria, ha supuesto que en prácticamente todas las CCAA se desarrollen actividades de I+D en todos los campos científicos. Las diferencias más sustanciales tienen lugar en las ciencias agrarias, donde Andalucía concentra prácticamente el 25 por 100 de los gastos en I+D. También en los campos de la ingeniería y la tecnología, en los que tradicionalmente había existido una fuerte concentración territorial en Madrid y Barcelona, cabe destacar el peso de Madrid, que se sitúa con un porcentaje del 29 por 100 respecto al total de gastos en I+D de las universidades en esta disciplina.

IV. MARCO TEÓRICO Y ANÁLISIS APLICADO

El marco teórico habitual para el análisis econométrico de los procesos de innovación se basa en la función de producción de conocimientos tecnológicos propuesta por Griliches (1979, 1990). Esta función está apoyada por una abundante evidencia empírica, y ha constituido la base para numerosos estudios aplicados (Audrestch, 1998).

El análisis realizado para el caso español está basado en este modelo y en los análisis aplicados, en los que los resultados innovadores de un territorio dependen de la presencia de recursos innovadores en el mismo territorio. El objetivo principal es, como se ha señalado, examinar la influencia de la investigación universitaria en la distribución espacial de los resultados innovadores empresariales.

Dos tipos de especificaciones han sido utilizadas. En la primera, con el objetivo de examinar la influencia global de la investigación universitaria, no se utiliza ninguna distinción sectorial. En la segunda, se han seleccionado algunos sectores en concreto en los que la investigación académica constituye una fuente más relevante de ideas innovadoras.

En el primer caso, es posible utilizar distintos ámbitos territoriales para el análisis: provincias (NUTS-3) y co-

CUADRO N.º 1

**DISTRIBUCIÓN DEL GASTO EN I+D DE LAS UNIVERSIDADES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS
Y DISCIPLINAS CIENTÍFICAS. 1999
(En porcentaje)**

	Total	1. Ciencias exactas y naturales	2. Ingeniería y tecnología	3. Ciencias médicas	4. Ciencias agrarias
Andalucía.....	16,0	14,7	10,4	14,0	24,3
Aragón	2,2	1,8	3,6	0,8	4,6
Asturias.....	2,0	2,9	2,7	0,6	0,4
Baleares	1,3	2,6	0,1	0,7	0,5
Canarias.....	4,2	6,3	1,1	5,1	2,1
Cantabria.....	1,0	1,0	2,8	0,4	0,0
Castilla y León.....	6,8	6,4	3,0	8,3	8,7
Castilla-La Mancha.....	1,6	1,9	0,6	0,3	7,7
Cataluña.....	17,6	18,1	18,2	20,4	11,3
Comunidad Valenciana	12,1	12,6	13,3	12,9	15,0
Extremadura	1,6	2,0	0,8	0,8	6,5
Galicia.....	5,6	5,6	5,3	4,8	7,7
Madrid	18,5	15,7	29,2	16,0	6,6
Murcia	2,0	2,5	0,5	3,9	2,1
Navarra	2,1	0,9	2,9	4,2	2,2
País Vasco.....	5,1	4,7	4,2	6,8	0,0
Rioja, La.....	0,5	0,3	1,1	0,2	0,3
Total.....	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por el INE.

municipalidades autónomas (NUTS-2). La determinación de la unidad correcta de análisis es un tema sujeto a fuerte controversia, y las limitaciones estadísticas han conducido al uso de unidades territoriales de tamaño superior al deseable. La mayoría de estudios coinciden en considerar que la unidad preferible es la ciudad o el área metropolitana, ya que es donde tiene lugar preferentemente la interacción e intercambio de conocimientos entre los distintos agentes. Para el caso español, las limitaciones estadísticas impiden la utilización de las ciudades o áreas metropolitanas como unidad de análisis, por lo que se ha creído conveniente la utilización de las dos unidades territoriales posibles: regiones y provincias.

En el caso de las regiones, es posible utilizar distintas variables para los *inputs* innovadores considerados. En concreto, el esfuerzo privado en innovación puede medirse de dos maneras. La primera es el indicador habitual de gastos empresariales en I+D (*GID*) a partir de las estadísticas del INE. La segunda, con un concepto más amplio de la innovación, es el total de gastos empresariales en innovación (*GINN*), también a partir de las encuestas del INE. En este caso, los gastos en innovación, a partir de las directivas del Manual de Oslo (OCDE, 1992, 1997), incluyen, junto con los gastos en I+D, otro tipo de gastos que forman parte de los procesos de innovación, como son la adquisición de tecnología inmaterial o los gastos en diseño o en ingeniería industrial. En el caso de la investigación universitaria, también

pueden utilizarse dos indicadores: los gastos en I+D (*UNIVG*) y el personal en I+D en equivalencia a dedicación plena (*UNIVPE*). La medición de la investigación universitaria no está exenta de problemas, y el modo en que el INE determina los gastos en I+D de la universidades ha experimentado diversos cambios (INE, 2000). En particular, para la medición del empleo del tiempo —y en consecuencia de las retribuciones— de los profesores universitarios en tareas de investigación se llevó a cabo en 1988 una encuesta que permitió fijar un coeficiente del 40 por 100 para todas las universidades. A partir de 1993, cada Universidad determina el porcentaje a aplicar, lo que, aunque supone un avance respecto a la situación anterior, no permite garantizar la precisión de los gastos en I+D de las universidades.

La medición de los resultados innovadores se realiza mediante el número de patentes. Este indicador, aunque no exento de limitaciones, es el de uso más frecuente en los análisis aplicados. En este caso, y dado que el objetivo es analizar la distribución regional de las patentes, se han utilizado el número de patentes totales solicitadas, vía nacional, europea o a través de otros tratados internacionales (1). El criterio para asignar las patentes a las regiones o provincias ha sido el del lugar de residencia del solicitante (2).

Por su parte, en el caso de las provincias, los únicos indicadores disponibles, tras solicitud al INE, son los gas-

CUADRO N.º 2

RESULTADOS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y PROVINCIAS

	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
C.....	-9,6995 (-4,667)	-13,2969 (-5,321)	-7,0292 (-2,047)	-9,700 (-4,667)	-14,7342 (-4,791)
GINN.....	0,5852 (2,863)(*)	0,6216 (3,044)(*)			0,4483 (5,243)(*)
GID.....			0,5118 (4,186)(*)	0,5353 (4,401)(*)	
UNIVPE.....	0,5953 (1,524)		0,3329 (0,970)		0,0434 (0,207)
UNIVG.....		0,5183 (1,265)		0,2291 (0,639)	
POB.....	-0,199 (-0,460)	-0,169 (-0,356)	-0,0161 (-0,045)	0,0587 (0,149)	0,6560 (2,077)(*)
N.º.....	17	17	17	17	41
R ² ajustado.....	0,779	0,768	0,847	0,841	0,713
White.....	6,550	5,893	1,743	1,390	5,832

Nota: Todas las variables en logaritmos. Valores del estadístico *t* de significación individual de los parámetros entre paréntesis.

(*) Estadísticamente significativo al 95 por 100.

PAT: Media de las patentes privadas solicitadas en el periodo 1994-1996, a partir de la información de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

GINN: Media de los gastos en innovación empresariales de los años 1994 y 1996, INE.

GID: Media de los gastos en I+D empresariales en 1994 y 1995, INE.

UNIVPE: Personal empleado en I+D de las universidades (en equivalencia a dedicación plena) en 1995, INE.

UNIVG: Gastos internos en I+D de las universidades en 1995, INE.

tos en innovación de las empresas I+D y el personal en I+D de las universidades en equivalencia a dedicación plena.

El modelo utilizado, sin distinción sectorial, es:

$$INNOV_i = f(GRD_i, UNIV_i) \quad [2]$$

donde $INNOV_i$ es el número de innovaciones —patentes empresariales (PAT_i)— en las regiones y provincias, GRD_i es un indicador de los gastos privados en innovación (GID_i o $GINN_i$), y $UNIV_i$ es la investigación universitaria, gastos en I+D ($UNIVG_i$) o personal investigador ($UNIVPE_i$).

Las estimaciones se han llevado a cabo con la utilización de la función de producción Cobb-Douglas, especificación habitual en los estudios aplicados en este ámbito, y se ha incorporado la población (POB) como una variable de control, dado el distinto tamaño de las regiones y provincias (Jaffe, 1989). En determinados estudios aplicados (Anselin *et al.*, 1997a) se han utilizado las técnicas de econometría espacial para evitar los problemas derivados de la posible existencia de dependencia espacial. En este caso, y del mismo modo que Jaffe (1989) y Feldman (1994), no se han utilizado estas técnicas, ya que el reducido número de observaciones, particularmente en el caso de las regiones, limita su uso (3). Los resultados se presentan en el cuadro n.º 2, en el que las cuatro primeras columnas corresponden a

las estimaciones para las CCAA, y la última es la estimación con las provincias como unidad de análisis.

Los resultados para las dos unidades territoriales de observación son similares. Las variables correspondientes al esfuerzo en innovación de las empresas presentan coeficientes positivos y significativos, con elasticidades que oscilan entre 0,4 y 0,6, similares a las obtenidas en otros estudios (Jaffe, 1989; Feldman, 1994; Anselin *et al.*, 1997a). Por su parte, los indicadores correspondientes a la investigación universitaria no resultan estadísticamente significativos, en contraste con los estudios mencionados anteriormente para los casos de Estados Unidos, Alemania y Francia.

Por tanto, los resultados del análisis aplicado no han encontrado evidencia a favor de una incidencia positiva de la investigación de las universidades españolas sobre los resultados innovadores empresariales. Es necesario precisar que no cabe esperar que toda la investigación universitaria tenga efectos sobre los resultados innovadores de las empresas, ya que, como se ha señalado, existen diferencias muy significativas en el ámbito y posible aplicación comercial de la investigación universitaria realizada en distintos campos del conocimiento. La evidencia para sectores concretos parece sugerir que la investigación universitaria incide de un modo más relevante en áreas específicas que en general, a partir del efecto difuso de la investigación universitaria (Jaffe, 1989; Anselin *et al.*, 1997b).

CUADRO N.º 3

CORRESPONDENCIA ENTRE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA Y SECTORES INDUSTRIALES

Sectores	Campos científicos
Química y farmacia	Química (1.3) y medicina básica incluida farmacia (3.1)
Material eléctrico y electrónico	Ingeniería eléctrica y electrónica (2.2)
Material de oficina e instrumentos de precisión	Matemáticas e informática (1.1), físicas (1.2), biología (1.5) y medicina (3)
Maquinaria y productos metálicos	Ingeniería y tecnología (2) excepto ingeniería civil (2.1) e ingeniería eléctrica y electrónica (2.2)

Nota: Entre paréntesis, códigos del INE de los campos científicos.

Con el objetivo de profundizar en los efectos de la investigación universitaria sobre los resultados innovadores territoriales, se ha seleccionado, a partir de la información disponible, un conjunto de sectores. En la literatura aplicada, los sectores generalmente escogidos son los de farmacia y química, maquinaria y material eléctrico y electrónico, instrumentos de precisión y fabricación de maquinaria (Jaffe, 1989; Acs *et al.*, 1992; Anselin *et al.*, 1997b). Se trata de sectores de contenido tecnológico alto y medio, para los que cabe esperar que la investigación universitaria sea una fuente relevante de ideas para la actividad innovadora de las empresas. Los cuatro sectores seleccionados para el caso español son la industria química, incluyendo los productos farmacéuticos; la fabricación de maquinaria, material eléctrico y material electrónico; la fabricación de ordenadores, máquinas de oficina e instrumentos de precisión, y la fabricación de maquinaria y productos metálicos.

El modelo utilizado es, nuevamente, el mismo que en la literatura existente, con el uso de una función de producción Cobb-Douglas:

$$\log PAT_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \log GINN_{ij} + \beta_2 \log UNIV_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad [3]$$

donde PAT_{ij} son las patentes privadas por comunidades autónomas para cada uno de los cuatro sectores mencionados; $GINN_{ij}$, los gastos en innovación empresariales por sectores y CCAA, y $UNIV_{ij}$, un indicador de la investigación universitaria por CCAA, relevante para los sectores mencionados tal como se presenta a continuación.

La determinación de la investigación universitaria relevante para cada uno de los cuatro sectores se ha realizado a partir de la propuesta presentada en Feldman (1994). Como precisa Dosi (1988), las características específicas por industrias de la base científica son relativamente estables por países y en el tiempo. Específicamente, en función de la información disponible facilitada por el INE sobre la distribución por CCAA y

campos científicos del personal empleado en I+D (en equivalencia a dedicación plena), se han establecido las correspondencias que se recogen en el cuadro n.º 3.

La importancia de los sectores seleccionados queda de manifiesto a partir de las cifras presentadas en el cuadro n.º 4. En concreto, en estos sectores se solicitaron más del 70 por 100 del total de patentes solicitadas por la industria, y concentran prácticamente el 40 por 100 de los gastos en innovación empresariales. Por su parte, los gastos en I+D y el personal empleado en I+D en las universidades en campos científicos de interés para estos sectores representan el 62,8 por 100 y el 63,2 por 100 del total de gastos en I+D y personal empleado en I+D respectivamente (4).

Las solicitudes de patentes (5) de estos sectores se concentran, en gran medida, en las CCAA de Madrid y Cataluña. En concreto, Madrid representa el valor máximo en el sector de la electrónica y en el de ordenadores e instrumentos de precisión, mientras que Cataluña es la comunidad autónoma donde se solicitó un mayor número de patentes en los sectores de la química, farmacia y maquinaria. Por lo que se refiere a los recursos destinados a la innovación por parte de las empresas, las diferencias también son sustanciales. Nuevamente es en Cataluña y Madrid donde se concentra la mayor parte de los gastos en innovación. Sin embargo, en todas las regiones las empresas han destinado recursos a la innovación en los sectores considerados, aunque a veces alcancen valores muy reducidos. Por su parte, el fuerte proceso de expansión universitaria ha supuesto que en prácticamente todas las CCAA exista, según las estadísticas del INE, personal investigador en todas las ramas consideradas (6). El valor máximo en esta variable corresponde siempre a Madrid, mientras que con valores mínimos se sitúan La Rioja, Extremadura, Castilla-La Mancha y Baleares.

Para la estimación de este modelo, se han considerado dos posibilidades complementarias. En primer lugar, la estimación se lleva a cabo por el método habitual de mínimos cuadrados (MCO). En segundo lugar, y

CUADRO N.º 4

PATENTES, GASTOS EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA POR SECTORES

Sectores	PAT (a)	GINN (b)	UNIVG (c)	UNIVPE (d)
Química y farmacia	120,6	93.310,7	37.993,3	6.936,9
Electrónica	83,6	76.054,8	11.100,6	2.111,5
Material de oficina e instrumentos de precisión	110,8	15.602,8	62.226,0	12.372,6
Maquinaria	180,9	63.594,8	16.172,6	2.996,4
Total seleccionados (e)	495,9	248.562,8	133.492,4	24.417,4
Total	699,3	677.941,2	189.166,3	34.330,1

Notas:

(a) Media de las patentes privadas solicitadas en el período 1994-1996, a partir de la información de la OEPM.

(b) Media de los gastos en innovación empresariales de los años 1994 y 1996 en millones de pesetas, INE.

(c) Gastos internos en I+D de las universidades en millones de pesetas en 1995, INE.

(d) Personal empleado en I+D de las universidades (en equivalencia a dedicación plena) en 1995, INE.

(e) Los gastos en I+D y el personal empleado en I+D de la medicina básica están incluidos tanto en el sector de la química y la farmacia como en el de material de oficina e instrumentos de precisión.

dadas las características de la variable dependiente, los parámetros se han estimado por el modelo de regresión Poisson (7). Las patentes constituyen un ejemplo típico de datos de recuento. En estos casos, en que la variable dependiente presenta ceros y valores muy pequeños, una especificación como el modelo de regresión Poisson, que considera estas características, puede resultar preferible a un modelo de regresión lineal estimado por mínimos cuadrados (Hausman, Hall y Griliches, 1984). La utilización de modelos de regresión Poisson es muy frecuente en el análisis aplicado a partir de datos de patentes o del número de innovaciones (Hausman, Hall y Griliches, 1984; Feldman y Audrestch, 1999). El modelo de Poisson ha sido criticado, ya que supone que la media y la varianza son iguales. La alternativa habitual es el modelo de regresión binomial negativo (Hausman, Hall y Griliches, 1984), que es una extensión del modelo de Poisson y permite que la varianza difiera de la media. En este caso, los resultados de la estimación con el uso del modelo de regresión binomial negativo son muy similares a la regresión Poisson, y el uso del test de Wald permite rechazar la existencia de sobredispersión.

Los resultados obtenidos por estimación MCO o por regresión Poisson son muy similares, a excepción del caso de la química y farmacia (cuadro n.º 5). Debe señalarse que en todos los casos los resultados deben tomarse con la cautela necesaria, dado el número limitado de observaciones, las dificultades de precisar la relación entre las variables y las posibles imprecisiones en la definición de la investigación universitaria relevante.

En todos los sectores, excluyendo nuevamente el caso de la química y la farmacia, los gastos en innovación de las empresas presentan coeficientes positivos, con unas elasticidades entre el 0,2 y el 0,5, y significati-

vos. Estos resultados son coherentes con los obtenidos para el conjunto de los sectores y con la evidencia existente, poniendo de manifiesto la importancia del empleo de recursos privados en actividades innovadoras.

Por su parte, los resultados sobre la influencia de la investigación universitaria en los logros innovadores de un territorio son dispares para los diferentes sectores, obteniéndose coeficientes estadísticamente significativos únicamente en el sector de la electrónica.

En el caso de la fabricación de maquinaria, no existe evidencia suficiente a favor de la investigación universitaria como variable explicativa de los resultados innovadores de ese sector, resultado coincidente con los estudios correspondientes a Estados Unidos. Este sector se encuadra en el grupo de actividades de contenido tecnológico medio, y no forma parte de las actividades clasificadas por Pavitt (1984) como «basadas en la ciencia», en que la investigación universitaria constituye una fuente relevante de ideas para la innovación. En este sector, y según los resultados presentados en la *Encuesta sobre innovación tecnológica* que elabora el INE (1998), las principales fuentes de ideas innovadoras, según las empresas, son las actividades internas de I+D, las actividades de producción y los clientes, mientras que la Universidad ocupa un lugar marginal como origen de ideas innovadoras.

En el caso del sector de máquinas de oficina, ordenadores e instrumentos de precisión, tampoco se ha encontrado evidencia a favor de la investigación universitaria. Nuevamente de acuerdo con los datos del INE (1998), las principales fuentes de innovación en este sector son los clientes, las actividades de producción, las actividades internas de I+D, a las que cabe sumar las empresas competidoras y las ferias y exposiciones. La

CUADRO N.º 5

RESULTADOS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y SECTORES

	QUÍMICA Y FARMACIA PAT		ELECTRÓNICA PAT		MAQUINARIA DE OFICINA E INSTRUMENTOS DE PRECISIÓN PAT		MAQUINARIA Y PRODUCTOS METÁLICOS PAT	
	MCO	Poisson	MCO	Poisson	MCO	Poisson	MCO	Poisson
C.....	-13,3572 (-2,595)	-21,3360 (-8,224)	-5,9899 (-2,138)	-3,7124 (-2,559)	-9,9290 (-1,970)	-4,4756 (-1,746)	-11,2086 (-3,017)	-12,7429 (-10,087)
GINN.....	0,1925 (1,028)	0,7798 (10,884)(*)	0,3468 (6,633)(*)	0,3786 (5,936)(*)	0,2171 (2,103)(**)	0,3319 (8,076)(*)	0,3769 (3,327)(*)	0,5139 (13,031)(*)
UNIV.....	0,3070 (0,611)	-0,3196 (-1,540)	0,6301 (4,628)(*)	0,4040 (4,054)(*)	0,1166 (0,305)	0,3898 (1,633)	0,1968 (1,282)	0,1186 (1,796)(**)
POB.....	0,6743 (1,370)	0,9610 (4,026)(*)	-0,0412 (-0,1868)	-0,0688 (-0,578)	0,5546 (1,216)	0,0476 (0,180)	0,4678 (1,778)(**)	0,5416 (5,487)(*)
Número.....	17	17	16	16	15	17	17	17
R ² ajustado ...	0,626		0,901		0,634		0,792	
White.....	5,305		8,892		2,783		7,525	
Log L.....		-2.370,6		-1.299,4		-1.857,8		-3.432,1
G ²		65,056		28,224		68,495		55,626

Nota: Valores del estadístico t de significación individual de los parámetros entre paréntesis.

(*) Estadísticamente significativo al 95 por 100.

(**) Estadísticamente significativo al 90 por 100.

Todas las variables están expresadas en logaritmos. En las estimaciones MCO, la variable dependiente es el log de las patentes, excluyendo los casos con 0.

En la electrónica, se ha excluido La Rioja, que presenta valores 0 en la variable UNIV.

Universidad, aunque con una mejor valoración que la realizada por el conjunto de la industria, se sitúa en posiciones secundarias.

En tercer lugar, tal y como se ha señalado, la investigación universitaria ejerce una influencia positiva sobre los resultados innovadores del sector fabricante de maquinaria eléctrica y equipo electrónico, evidenciando la importancia de la proximidad en la transmisión y aprovechamiento de conocimientos derivados de la investigación académica en este sector. Este resultado se obtiene tanto en la estimación MCO como en la regresión Poisson. En este sector, particularmente en la fabricación de equipo electrónico, las universidades obtienen una mejor valoración como fuente de ideas innovadoras que en el resto de sectores considerados en la encuesta del INE (1998), a excepción de la industria farmacéutica.

Finalmente, los resultados obtenidos para la industria química y farmacéutica no están en concordancia con los obtenidos en otros estudios. En la estimación MCO, las dos variables, *GINN* y *UNIV*, aunque tienen el signo positivo esperado, no resultan estadísticamente significativas. En la regresión Poisson, los gastos en innovación presentan un coeficiente con signo positivo y estadísticamente significativo, resultado coherente con la importancia que en este sector tienen las actividades de investigación y desarrollo para la obtención de nuevos productos. Sin embargo, la investigación universitaria no se muestra estadísticamente significativa (8).

La industria farmacéutica es uno de los sectores donde la investigación básica realizada en las universidades tiene mayor importancia como fuente de ideas innovadoras, aspecto corroborado para el caso español por la encuesta del INE (1998), al ser en este sector donde la investigación universitaria obtiene una valoración superior. En la industria química, excluyendo los productos farmacéuticos, las universidades obtienen, en cambio, una valoración inferior, muy similar a la del conjunto de la industria. La importancia otorgada por la industria farmacéutica a la investigación universitaria no implica necesariamente que la proximidad geográfica sea una variable relevante en el aprovechamiento, por parte de las empresas, de los beneficios que se derivan de la investigación universitaria. Junto a la importancia de la investigación básica llevada a cabo en las universidades como fuente de ideas innovadoras, las empresas mantienen relaciones con las universidades en distintas fases del proceso (ensayos y análisis clínicos y pre-clínicos) que conduce al desarrollo de un nuevo producto farmacéutico. En el caso de la investigación básica, la información relevante se presenta de forma codificada en publicaciones y artículos, por lo que la distancia geográfica no tiene una influencia significativa. Por su parte, en el establecimiento de relaciones de las empresas con las universidades, diversas variables, como son el nivel de calidad o la especialización del centro universitario en el ámbito en que investiga la empresa, tienen mayor importancia que la proximidad geográfica (9). En los estudios llevados a cabo en Estados Unidos (Jaffe, 1989; Acs *et al.*, 1992; Anselin *et al.*,

1997b) también existen discrepancias en el caso del sector de la farmacia y la química. Mientras Jaffe (1989) obtiene evidencia a favor de la presencia de *spillovers* locales de la investigación universitaria en ambos casos, Anselin *et al.*, (1997b) no obtienen coeficientes estadísticamente significativos.

V. CONCLUSIONES

En síntesis, el análisis realizado sobre la incidencia de la investigación universitaria en los resultados innovadores de un territorio ha puesto de manifiesto, tanto para el conjunto de la investigación universitaria como para los sectores seleccionados, que no ejerce, a excepción del sector de la electrónica, una influencia positiva. Entre los argumentos que pueden estar explicando el reducido papel que las universidades españolas tienen sobre los resultados innovadores de su entorno territorial, cabe destacar los siguientes.

En primer lugar, en esta última década ha tenido lugar un proceso de expansión territorial de las universidades muy relevante, por lo que, dado que es necesario un cierto período de tiempo para el desarrollo de actividades de investigación, y especialmente para la transmisión de conocimientos y vinculación con las empresas de su entorno, muy posiblemente muchas de estas universidades tienen todavía un papel muy reducido en la capacidad innovadora del territorio en que se sitúan.

En segundo lugar, de acuerdo con los datos del INE (1998), las universidades tienen para las empresas innovadoras españolas una escasa importancia como fuente de nuevas ideas, valorándolas, entre las distintas fuentes posibles, en el último lugar (cuadro n.º 6).

En tercer lugar, de acuerdo con la clasificación propuesta por Pavitt (1984), las trayectorias tecnológicas y las fuentes de ideas innovadoras son, como se ha señalado, distintas según los sectores. La investigación llevada a cabo en las universidades debe tener un papel relevante, fundamentalmente, en aquellos sectores basados en la ciencia, como la electrónica y la farmacia. El reducido peso de estos sectores en la industria española en comparación con la UE y con Estados Unidos ayuda a explicar también, por tanto, la reducida importancia de las universidades como fuentes generadoras de conocimientos de utilidad para las empresas de su entorno. Asimismo, las debilidades del sistema español de tecnología, con un escaso número de empresas innovadoras y un reducido esfuerzo en I+D empresarial, y la importancia de la incorporación de tecnología extranjera son factores explicativos de los resultados obtenidos en comparación con otros países.

CUADRO N.º 6

FUENTES DE IDEAS INNOVADORAS

Actividades internas de I+D.....	2,2
Producción	3,4
Marketing.....	2,4
Competidores.....	2,8
Clientes.....	3,6
Expertos y firmas consultoras.....	1,5
Proveedores.....	2,3
Universidades	0,8
Organismos públicos de investigación	1,0
Asociaciones de investigación	0,9
Divulgación de patentes.....	0,9
Conferencias, reuniones y publicaciones	1,7
Ferias y exposiciones.....	2,9

Fuente: INE (1998). Escala de 0, sin importancia, a 5, muy importante.

Finalmente, numerosos estudios de casos y análisis sobre el sistema ciencia-tecnología español han puesto de manifiesto la limitada vinculación entre las universidades y las empresas españolas. En concreto, se ha destacado la escasa conexión entre la generación de ciencia en España y la investigación y desarrollo que realizan las empresas, el reducido aprovechamiento del potencial científico y tecnológico generado por el sistema público de I+D por parte de las empresas españolas y la excesiva orientación de las políticas públicas de I+D hacia la investigación, en relación con las necesidades de un mayor esfuerzo en desarrollo tecnológico (COTEC, 1998).

Los resultados obtenidos en el análisis aplicado sugieren presentar unos breves comentarios de política de fomento de la innovación para el caso español. Las aportaciones de las nuevas teorías del crecimiento económico han puesto en evidencia la importancia de las economías externas para el desarrollo económico. Asimismo, se ha puesto de manifiesto que las externalidades tecnológicas son más relevantes en ámbitos espaciales reducidos. En consecuencia, el fomento de las economías externas en el territorio constituye un ámbito de particular relevancia para la actuación de la política de promoción industrial (Myro, 1994; Costa, 1996). La presencia de una infraestructura científica y tecnológica potente favorece el desarrollo tecnológico, es un factor de atracción para la localización de nuevas actividades innovadoras y, en consecuencia, influye positivamente en el nivel de crecimiento regional.

El análisis ha puesto de manifiesto que la investigación universitaria no influye significativamente en los componentes innovadores de los resultados de las empresas de su entorno. Aun con todas las cautelas necesarias, dadas las dificultades de precisar la relación entre

la investigación académica y la innovación empresarial (Griliches, 1992; Blind y Grupp, 1999), este resultado coincide con los diagnósticos sobre el sistema español de innovación (COTEC, 1998). Por lo tanto, a pesar de la notable mejoría de la investigación científica en España, tal como muestra el aumento en la participación en el mundo de las publicaciones científicas españolas (OCYT, 1999), su impacto sobre la innovación empresarial es todavía reducido. En consecuencia, parece necesario reforzar la transferencia de resultados de investigación y los vínculos entre las universidades y las empresas. Ello supondría ventajas para ambas. Sin embargo, como señalan Rosenberg y Nelson (1994), reforzar la conexión entre universidades y empresas debe hacerse respetando la división del trabajo existente, ya que los objetivos son diferentes, y la investigación de empresas y universidades responde a intereses y mecanismos distintos.

NOTAS

(*) Agradezco los comentarios y sugerencias de M. Teresa Costa y de Jordi Pons. Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en el congreso de la EUNIP, Dublín, 1999 y en el 40 congreso de la ERS, Barcelona, 2000. Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación que ha recibido el apoyo de la CICYT (SEC1999-0432).

(1) En concreto, se han utilizado no las primeras solicitudes de patentes, sino aquellas para las que existe una información completa y han sido puestas a disposición del público. De acuerdo con la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, es necesario que transcurran 18 meses desde la fecha de solicitud.

(2) La distribución regional de las patentes, clasificadas por el lugar de residencia del solicitante o del inventor es muy similar. Con información correspondiente a las solicitudes de patentes europeas para el período 1998-1997, el índice de correlación es del 0,999 (SANZ y ARIAS, 1998).

(3) La utilización de las técnicas de econometría espacial requiere un cierto tamaño muestral. Por ejemplo, los contrastes, como el de la I de Moran o los basados en el principio de los multiplicadores de Lagrange, presentan propiedades asintóticas y ofrecen problemas en muestras finitas. En este caso, con únicamente 17 observaciones, su uso está muy restringido, por lo que no se han incorporado en las estimaciones. No obstante, la utilización de estas técnicas para el caso de las provincias no supone cambios significativos en los resultados (GARCÍA QUEVEDO, 1999, 2002).

(4) En el cálculo de estos porcentajes se han restado los gastos en I+D —15.172,9 millones de pesetas en 1995— y el personal en I+D —2.707,9 empleados en I+D— correspondientes a la medicina básica, para evitar una doble contabilización.

(5) Los valores presentados en el cuadro n.º 4 sobre las patentes no son, como se puede apreciar, números enteros. Ello se debe a que se presenta el valor medio del período 1994-1996. Además, la tabla de correspondencia utilizada entre la clasificación de patentes y sectores (VERSPAGEN et al., 1984) en determinadas ocasiones asigna un porcentaje de una patente clasificada según la CIP al sector de la ISIC, y no la patente entera.

(6) La única excepción es La Rioja, en ingeniería eléctrica y electrónica.

(7) En el caso del modelo de regresión Poisson, que requiere el uso de números enteros, la variable dependiente es el total de las patentes por provincias en el período 1994-1996, ajustando los casos en que la tabla de correspondencia utilizada asignaba únicamente un porcentaje de la patente.

(8) Aunque se han llevado a cabo estimaciones independientes para el sector químico y farmacéutico, estimaciones muy condicionadas por el reducido número de observaciones, los resultados obtenidos no variaban sustancialmente.

(9) De acuerdo con la información facilitada por empresas del sector farmacéutico, más del 50 por 100 de las relaciones de cooperación que establecen las empresas españolas con universidades tienen lugar con universidades extranjeras.

BIBLIOGRAFÍA

- ACS, Z.; AUDRESTCH, D., y FELDMAN, M. (1992), «Real effects of academic research: comment», *The American Economic Review*, volumen 82, n.º 1: 363-367.
- ANSELIN, L.; VARGA, A., y ACS, Z. (1997a), «Local geographic spillovers between University research and high technology innovations», *Journal of Urban Economics* n.º 42: 422-448.
- (1997b), «Entrepreneurship, geographic spillovers and University research: a spatial econometric approach», *Working Paper*, número 59, ESRC Centre for Business Research.
- AUDRESTCH, D. (1998), «Agglomeration and the location of innovative activity», *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 14, n.º 2: 18-29.
- AUDRESTCH, D., y FELDMAN, M. (1996): «R&D spillovers and the geography of innovation and production», *The American Economic Review*, vol. 86, n.º 4: 630-639.
- BANIA, N.; CALKINS, L., y DALEBERG, D. (1992), «The effects of regional science and technology policy on the geographic distribution of industrial R&D laboratories», *Journal of Regional Science*, volumen 32, n.º 2: 209-228.
- BANIA, N.; EBERTS, R., y FOGARTY, M. (1993), «Universities and the startup of new companies: Can we generalize from route 128 and Silicon Valley?», *The Review of Economics and Statistics*, 75: 761-766.
- BLIND, K., y GRUPP, H. (1999), «Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions: empirical findings and policy consequences», *Research Policy*, n.º 28: 451-468.
- BUESA, M. (1998), «I+D e innovación tecnológica en las regiones españolas», *Documento de Trabajo* n.º 13, Instituto de Análisis Económico y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- COSTA, M. T., (1996), «Política industrial y desarrollo local», *Revista Asturiana de Economía* n.º 5: 27-39.
- COTEC (1998), *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- DOSI, G. (1988), «Sources, procedures and microeconomic effects on innovation», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, septiembre: 1126-1171.
- FELDMAN, M. (1994), *The Geography of innovation*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- (1999), «The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: a review of empirical studies», *Economics of Innovation and New Technology*, vol 8, n.º 1 y 2: 5-25.
- FELDMAN, M., y AUDRESTCH, D. (1999), «Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition», *European Economic Review*, vol. 43, n.º 2: 409-429.
- FLORAX, R. (1992), *The University: a regional booster? Economic impacts of academic knowledge infrastructure*, Aldershot, Ashgate Publishing.
- GARCÍA QUEVEDO, J. (1999), *Innovación tecnológica y geografía en España*, tesis doctoral, Universidad de Barcelona.

- (2002), «The location of innovation. Universities and technological infrastructure in Spain», *Documento de trabajo 2002/2*, Instituto de Economía de Barcelona, Universidad de Barcelona.
- GRILICHES, Z. (1979), «Issues in assesing the contribution of research and development to productivity growth», *Bell Journal of Economics*, 1979, 10 (1): 92-116.
- (1990), «Patent statistics as economic indicators: a survey», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, diciembre: 1661-1707.
- (1992), «The search for R&D spillovers», *Scandinavian Journal of Economics*, n.º 94: s29-s47.
- HARHOFF, D. (1999), «Firm formation and regional spillovers», *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 8, n.º 1 y 2: 27-55.
- HAUSMAN, J.; HALL, B., y GRILICHES, Z. (1984), «Economic models for count data with an application to the patents-R&D relationship», *Econometrica*, n.º 52: 909-938.
- INE (1998), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas. 1996*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- (2000), *La estadística de I+D en España: 35 años de historia*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- JAFFE, A. (1989), «Real effects of academic research», *The American Economic Review*, vol 79, n.º 5: 957-970.
- JAFFE, A., y HENDERSON, R. (1999), «Special issue on Geography and Innovation. Editor's introduction», *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 8, n.º 1 y 2: 1-3.
- JAFFE, A.; TRAJTENBERG, M., y HENDERSON, R. (1993), «Geographic localisation of knowledge spillovers as evidenced by patents citations», *Quarterly Journal of Economics*, 108: 577-598.
- MOWERY, D. (1995), «The practice of technology policy», en P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell Publishers Ltd.
- MYRO, R. (1994), «La política industrial activa», *Revista de Economía Aplicada*, n.º 6 (vol. II): 171-182.
- NELSON, R. (1986), «Institutions supporting technical advance in industry», *The American Economic Review*, vol. 76, n.º 2: 186-189.
- OCDE (1992, 1997), *Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Oslo Manual*, Paris.
- OCYT (1999), *Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología. 1998*, Oficina de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- PAVITT, K. (1984), «Sectoral patterns of technological change: Towards a taxonomy and a theory», *Research Policy*, 13: 343-373.
- (1998): «The social shaping of the national science base», *Research Policy*, n.º 27: 793-805.
- PIERGIOVANNI, R., y SANTARELLI, E. (2001), «Patents and the geographic location of R&D spillovers in French manufacturing», *Regional Studies*, vol. 35.8: 697-702.
- ROSENBERG, N., y NELSON, R. (1994), «American universities and technical advance in industry», *Research Policy* n.º 23: 323-348.
- SANZ, L., y ARIAS, E. (1998), «Concentración y especialización regional de las capacidades tecnológicas: Un análisis a través de las patentes europeas», *Economía Industrial*, n.º 324: 105-122.
- SAXENIAN, A. (1994), *Regional advantage. Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- SIVITANIDOU, R., y SIVITANIDES, P. (1995), «The intrametropolitan distribution of R&D activities: theory and empirical evidence», *Journal of Regional Science*, vol. 35, n.º 3: 391-415.
- VERSPAGEN, B.; MOERGASTEL, T., y SLABBERS, M. (1994), «MERIT concordance table: IPC-ISC (rev. 2)», *MERIT, Research Memorandum 2/94-004*.
- VON HIPPEL, E. (1988): *The sources of innovation*, Oxford University Press.