

III Encuentro de Economía Aplicada
Valencia, 1, 2 y 3 de junio, 2000

Factores explicativos de la localización de las actividades innovadoras: Universidades e infraestructura tecnológica en España

José García Quevedo
Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española
Universidad de Barcelona
Av/Diagonal, 690. 08034 Barcelona
Tel. (34) 93 402 19 88
Fax (34) 93 402 18 21
email: jgarcia@eco.ub.es

Abstract:

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 y han mostrado que determinadas regiones presentan ventajas en su capacidad de generar innovaciones.

En España, en la última década ha habido un importante crecimiento, con una significativa expansión territorial, de las universidades y de los centros tecnológicos en apoyo a las actividades innovadoras en España. El principal objetivo de esta comunicación es examinar la relación entre los recursos innovadores –universidades, centros tecnológicos y capital humano– y los resultados innovadores, medidos por las patentes, con la utilización de las provincias como unidad de análisis. A partir de la denominada función de producción de conocimientos tecnológicos Griliches-Jaffe se examinan diversas formas funcionales y se utilizan las técnicas propias de la econometría espacial para llevar a cabo las estimaciones. Los resultados muestran un efecto significativo de los centros tecnológicos sobre los resultados innovadores de las empresas pero proporcionan escasa evidencia a favor de una influencia positiva de la investigación universitaria.

1. Introducción¹

“After all, intellectual breakthroughs must cross hallways and streets more easily than oceans and continents”

Glaeser, Kallal, Scheinkman y Shleifer, 1992.

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 disfrutan de ventajas en su capacidad de generar innovaciones. En consecuencia, 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 de estudio relevante en el análisis del cambio tecnológico.

En esta comunicación se presentan los resultados de un análisis aplicado sobre la geografía y la innovación en España. De acuerdo con Feldman (1999) existen dos líneas principales en la investigación económica de carácter aplicado sobre innovación y localización. La primera considera a la dimensión geográfica como uno de los determinantes de la innovación y examina la influencia que la proximidad geográfica tiene sobre la transmisión y aprovechamiento de “spillovers” de conocimiento. Estas investigaciones parten de la lógica de la función de producción con la utilización de un indicador de la innovación como variable dependiente y de una serie de posibles variables explicativas, medidas todas para ámbitos geográficos comunes. La segunda línea examina las diferencias en los niveles de crecimiento y productividad de las diferentes regiones, con la introducción de la innovación como una variable explicativa e

¹ Agradezco a M.Teresa Costa y a Jordi Pons sus comentarios y sugerencias. Esta comunicación forma parte de un proyecto de investigación que ha recibido el apoyo de la CICYT (proyect SEC99-0432).

incidiendo en los efectos que la localización comporta sobre los resultados económicos de las diferentes regiones o áreas geográficas.

El análisis aplicado que se presenta se enmarca en la primera aproximación. A partir de la función de producción de conocimientos definida por Griliches (1979, 1990) y modificada por Jaffe (1989) para incorporar la dimensión geográfica, se examinan los efectos que la localización de determinadas fuentes de ideas innovadoras tienen sobre los resultados innovadores de ámbitos geográficos de tamaño reducido. En concreto, se consideran tres posibles fuentes generadoras de economías externas de conocimiento. Éstas son el capital humano, las universidades y las infraestructuras de apoyo a la innovación. El análisis aplicado se centra fundamentalmente en estas dos últimas, que han experimentado un notable desarrollo en España desde mediados de los años ochenta. Esta expansión se ha justificado en numerosas ocasiones por el supuesto impacto positivo que sobre la capacidad de innovación y crecimiento deben ejercer sobre el territorio en que se sitúan.

Esta comunicación se organiza del siguiente modo. En primer lugar se examinan las principales características de la función de producción de conocimientos y se presentan las principales aportaciones metodológicas y resultados de las investigaciones más relevantes (Jaffe, 1989; Acs et al., 1992; Feldman, 1994; Anselin et al., 1997; Blind y Grupp, 1999) que sobre esta cuestión se han llevado a cabo. En segundo lugar se presentan diversas consideraciones económicas y estadísticas sobre el análisis aplicado realizado para el caso español. Entre estas cabe destacar la utilización de las provincias como unidad de observación, el uso de diversas formas funcionales en los modelos utilizados y la incorporación de las técnicas propias de la

econometría espacial en las estimaciones. Tras ello, se presentan y discuten los resultados obtenidos en las estimaciones. Éstos, de un modo muy resumido, ponen en evidencia la importancia que sobre los resultados innovadores empresariales de un territorio tiene la presencia de infraestructuras de apoyo a la innovación. Sin embargo y frente a los resultados obtenidos en otras investigaciones llevadas a cabo en Estados Unidos y Alemania no se ha encontrado evidencia a favor de una influencia positiva de la investigación universitaria sobre la localización de los resultados innovadores. A partir de estos resultados se sugieren algunas propuestas de política tecnológica e industrial.

2. Marco teórico y diseños de investigación

El marco teórico habitual en la literatura económica para el estudio econométrico de los procesos innovadores y para el análisis de la existencia de externalidades tecnológicas derivadas de las actividades de I+D parte de la función de producción de conocimientos tecnológicos propuesta por Griliches (1979, 1990). Esta función está apoyada por una abundante evidencia empírica (Audrestch, 1998) y ha constituido la base para numerosos estudios aplicados (Buesa y Molero, 1992).

De acuerdo con Griliches, los gastos en I+D constituyen la principal fuente para la generación de innovaciones. Formalmente:

$$K = f(R)$$

donde K es igual a los nuevos conocimientos valorables económicamente, R los recursos destinados a la investigación y u influencias no observadas. A partir de este modelo se han llevado a cabo numerosos estudios aplicados con el objetivo de estudiar la relación entre K y R . Obviamente, K , que constituye el output de las actividades innovadoras y de investigación, no es observable directamente por lo que es necesario utilizar algún indicador de K . Las patentes han constituido el indicador más habitual en la literatura económica. Como señala Griliches (1990) la hipótesis que se asume es que una fracción aleatoria de K se patenta. La elaboración de este modelo parte de una serie de importantes simplificaciones, tanto por lo que se refiere a la definición de las variables como a las relaciones que se establecen entre ellas. En el mismo sentido, debe considerarse fundamentalmente como un modelo estadístico descriptivo y no como una teoría formal de las patentes ya que una teoría formal de las patentes debería explicar las condiciones económicas y legales bajo las cuales los beneficios derivados de obtener una patente superan los costes directos de su solicitud y las consecuencias derivadas de la revelación de los elementos que configuran la tecnología (Griliches, 1990; Buesa y Molero, 1992).

Jaffe (1989) con el objetivo de analizar la importancia de la proximidad geográfica en la captura y aprovechamiento de externalidades tecnológicas modifica la función de producción definida por Griliches e introduce explícitamente la dimensión espacial e incorpora los gastos en I+D de las Universidades. De este modo la unidad de observación pasa de ser la empresa a ser una unidad geográfica (Audrestch, 1998). En concreto, el modelo propuesto por Jaffe es una función de producción Cobb-Douglas con dos inputs:

$$\log \text{PAT}_i = \beta_1 \log \text{GID}_i + \beta_2 \log \text{UNIV}_i + \epsilon_i \quad (1)$$

donde PAT_i son las patentes privadas en Estado “i”, GID_i y UNIV_i los gastos en I+D de empresas y Universidades respectivamente en el mismo Estado “i”. La hipótesis que plantea Jaffe es que una influencia positiva de la investigación universitaria llevada a cabo en un Estado sobre las patentes de ese Estado refleja la existencia de “spillovers” geográficamente “mediatizados”, recogiendo cualquier tipo de externalidad tecnológica sin distinguir el modo en que tiene lugar esa transferencia tecnológica.

Esta función de producción, conocida en la literatura como función de producción modificada de conocimientos tecnológicos Griliches-Jaffe ha constituido la base para diversos estudios aplicados entre los que cabe destacar los trabajos de Acs et al. (1992), Feldman (1994), Anselin et al. (1997a; 1997b) y Blind y Grupp (1999), con el objetivo de analizar la existencia de “spillovers” geográficamente locales y los determinantes de la localización de los resultados innovadores. Esta función de producción debe considerarse, no obstante, como un modelo fundamentalmente empírico, ya que desde el punto de vista teórico, no existe un marco formal concreto para el estudio de la presencia de “spillovers” locales ni en general para analizar las diferencias regionales en la distribución geográfica de las actividades de innovación (Gumbau, 1996).

El primer trabajo mencionado (Acs et al., 1992) replica los resultados de Jaffe (1989) utilizando como variable “proxy” de nuevos conocimientos tecnológicos, en vez de las patentes, un indicador directo del número de innovaciones registradas en 1982, resultados

elaborados por la “US Small Business Administration” a partir de la información aparecida en las principales revistas sobre tecnología e ingeniería. Sus resultados coinciden en gran medida con los obtenidos por Jaffe. En ambos casos las estimaciones muestran que los resultados innovadores privados, medidos por las patentes o número de innovaciones, se ven influidos positivamente por los gastos empresariales en I+D y por la investigación universitaria que se llevan a cabo en el mismo Estado².

Feldman (1994) profundiza en el análisis de la geografía de la innovación e incorpora nuevas variables con el objetivo de determinar, entre otras cuestiones, la relevancia de la infraestructura tecnológica en los resultados innovadores de una región y los factores determinantes de la capacidad innovadora regional. Con ello complementa los análisis previos de Jaffe (1989) y Acs et al. (1992) dado que la generación de “spillovers” puede tener su origen no únicamente en la investigación universitaria sino también en otras empresas relacionadas o en networks de servicios a las empresas. En concreto, Feldman argumenta que las innovaciones de un área geográfica determinada pueden beneficiarse de los “spillovers” generados por otras empresas que usen tecnologías similares y de los “spillovers” de empresas y centros que proveen servicios relacionados con la actividad innovadora de las empresas industriales de ese territorio³. En consecuencia, define un modelo en que los resultados innovadores dependen de cuatro inputs:

² En un trabajo posterior (Acs et al. 1994) con la misma metodología, estiman esta misma ecuación distinguiendo entre empresas grandes y pequeñas, obteniendo como principal resultado que los “spillovers” de la investigación universitaria inciden en mayor grado en la actividad innovadora de las pequeñas empresas.

³ Debe advertirse que en ningún caso se modeliza como tiene lugar la transmisión de “spillovers” por lo que dada la complejidad y las distintas formas en que tiene lugar la interacción entre los inputs innovadores definidos y los resultados innovadores, el uso del término “spillover” supera lo que cabe entender en una definición estricta y más precisa de este término.

$$\log \text{INN}_i = \beta_1 \log \text{GID}_i + \beta_2 \log \text{UNIV}_i + \beta_3 \log \text{SERV}_i + \beta_4 \log \text{REL}_i + \epsilon_i \quad (2)$$

con INN_i igual al número de innovaciones en el Estado i para distintos sectores en los casos en que la información lo permite, GID_i y UNIV_i se definen igual que en el caso anterior y REL_i y SERV_i son la presencia de industrias relacionadas y de servicios a las empresas respectivamente⁴. Las estimaciones muestran que todas las variables son estadísticamente significativas lo que permite concluir que la actividad innovadora de un Estado está positivamente relacionada con los diferentes inputs innovadores (Feldman, 1994).

Con la misma pretensión Blind y Grupp (1999) examinan para dos regiones alemanas, Baden-Wuerttemberg y North Rhine Westphalia, las interdependencias entre la infraestructura científica y tecnológica y los resultados innovadores. El modelo utilizado es similar al de Feldman introduciendo junto a la investigación universitaria dos indicadores representativos de la infraestructura tecnológica. La principal novedad es que distinguen entre centros tecnológicos orientados a la investigación básica y centros dedicados fundamentalmente a una investigación de carácter más aplicado y que reciben un fuerte apoyo financiero del gobierno estatal respectivo. Los resultados obtenidos muestran que las actividades de las universidades ejercen un impacto positivo sobre las solicitudes de patentes privadas. También la presencia de centros de investigación aplicada contribuye a la capacidad innovadora, particularmente en el caso de Baden-Wuerttemberg. En cambio la infraestructura tecnológica orientada a la investigación básica no se muestra significativa en ninguna de las estimaciones.

⁴ La estimación se lleva a cabo para 13 sectores utilizando un modelo Tobit e incorpora las ventas sectoriales y la población de los Estados como variables de control

Por su parte, Anselin et al (1997a, 1997b), junto con la incorporación de nuevas variables, utilizan un ámbito territorial más reducido, las áreas metropolitanas estadounidenses (MSA), que constituye, sin lugar a dudas, un ámbito territorial más apropiado para el estudio de la localización de las actividades innovadoras. Con ello evitan gran parte de las limitaciones derivadas del uso de los Estados como unidad espacial de análisis, ya que como señala Krugman (1991) “Los Estados no son realmente la unidad geográfica correcta” mientras que Audrestch (1998) precisa “la unidad geográfica relevante de observación es la ciudad”, entendida ésta en sentido amplio. Además incorporan explícitamente el uso de la econometría espacial en las estimaciones lo que permite superar los problemas derivados de la posible dependencia espacial propia de los datos contiguos de corte transversal. En concreto, llevan a cabo una aproximación econométrica espacial con el uso de tests para examinar la presencia de efectos espaciales y en los casos necesarios implementan métodos de estimación que incorporan explícitamente estos efectos. De hecho, los tests utilizados (Anselin et al. 1997a) muestran la presencia de autocorrelación espacial, donde la dependencia espacial está incorporada en el término de error. Además, la utilización de las MSA, junto con variables exógenas retardadas espacialmente permite examinar con mayor precisión el alcance geográfico de los “spillovers” de la investigación. En síntesis los resultados obtenidos por Anselin et al. (1997a, 1997b) refuerzan las conclusiones presentadas en los estudios⁵ anteriores y muestran la necesidad de incorporar las técnicas propias de la econometría espacial en las estimaciones.

3. Análisis aplicado para el caso español. Modelo y resultados

⁵ Junto a esta serie de estudios, que han servido de orientación para el diseño del análisis empírico que se presenta en este trabajo, cabe mencionar dos trabajos realizados para el caso español. Estos dos trabajos (Gumbau, 1996; Coronado y Acosta, 1997), utilizan también como base la función de producción de conocimientos tecnológicos de Griliches y tienen como objetivo principal el estudio de la distribución geográfica y la capacidad innovadora de las CCAA y provincias españolas.

El modelo que se presenta a continuación pretende examinar los factores explicativos de la localización de las actividades innovadoras. El objetivo principal es analizar, en primer lugar, si la investigación universitaria y la existencia de centros tecnológicos en una provincia determinada son variables explicativas significativas de los resultados innovadores empresariales provinciales. También, de un modo complementario, se pretende examinar si la presencia de capital humano influye positivamente en los resultados innovadores provinciales. Estas tres variables constituyen una aproximación a las fuentes generadoras de economías externas de carácter tecnológico (Audrestch, 1998).

Los modelos utilizados se basan, del mismo modo que en los estudios presentados anteriormente, en el modelo de generación de conocimientos tecnológicos propuesto por Griliches (1979, 1990)⁶, en que los resultados innovadores dependen de la presencia de recursos tecnológicos. En concreto, éstos se definen del siguiente modo:

$$\text{INNOV}_i = f(\text{GINN}_i, \text{UNIV}_i, \text{STMA}_i) \quad (3)$$

$$\text{INNOV}_i = f(\text{GINN}_i, \text{KHSUP}_i) \quad (4)$$

donde INNOV_i es un indicador de las innovaciones - patentes (PAT_i) - del sector privado en un área geográfica determinada, GINN_i es un indicador de los recursos destinados a la

⁶ La elección de este marco teórico no está, por supuesto, exento de críticas. Sin embargo como señala Stoneman (1995) en la introducción del "Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change": "Griliches' implicit theoretical framework is neo-classical, centring around the production function concept. Pavitt and Patel... have already queried the relevance of such an approach. However as in all exciting areas there are a multiplicity of theoretical approaches with little universal agreement as to the superiority of one over another. It is often the case that the choice of the framework is a matter of "horses for courses" and the most appropriate framework depends crucially on the questions being asked".

innovación llevados a cabo por las empresas, $UNIV_i$ representa la investigación de las Universidades, $STMA_i$ es un indicador de actividad de los centros tecnológicos y científicos y $KHSUP_i$ el capital humano⁷. Estas variables deben influir positivamente en el potencial innovador, con las hipótesis habituales en la literatura (Capron, 1992):

$$(\partial f / \partial GINN), (\partial f / \partial UNIV), (\partial f / \partial STMA), (\partial f / \partial KHSUP) > 0$$

La unidad de análisis utilizado es la provincia. La determinación de la unidad idónea de análisis es un tema sujeto a cierta controversia. Las limitaciones estadísticas han comportado generalmente la utilización de ámbitos geográficos de tamaño superior a los que serían teóricamente preferibles. De hecho la mayoría de estudios coinciden en señalar que las ciudades o las áreas metropolitanas constituyen el ámbito preferible dado que es donde en mayor medida cabe esperar que tenga lugar la interacción e intercambio de conocimientos entre los distintos agentes. En el caso español, las limitaciones estadísticas impiden la utilización de las ciudades o áreas metropolitanas como unidad de análisis. Sin embargo, frente a la utilización de las Comunidades Autónomas, se ha creído preferible mediante un proceso de recopilación y elaboración de la información, el uso de las provincias como unidad de análisis. Ello permite no sólo disponer de un mayor número de observaciones sino fundamentalmente utilizar un ámbito geográfico más adecuado para el análisis de los efectos de la proximidad geográfica sobre la innovación que el que hubiera resultado del uso de las Comunidades Autónomas como unidad de análisis.

⁷ La descripción de estas variables junto con las fuentes utilizadas se presenta en el apéndice.

Para la estimación de estos modelos se han examinado diversas formas funcionales. Resulta difícil definir con precisión la relación y modo de interacción que existe entre las diversas variables consideradas. Además la teoría existente no permite discernir cuál es la forma funcional a utilizar para la estimación de los modelos planteados. De hecho, como se ha señalado, la función de producción de conocimientos tecnológicos debe considerarse básicamente como un modelo estadístico descriptivo (Griliches, 1990). En el mismo sentido, en los estudios presentados anteriormente los modelos utilizados son fundamentalmente modelos empíricos en los que la utilización de una función de producción Cobb-Douglas obedece a motivos de simplicidad. A pesar de que los estudios aplicados en el ámbito de la innovación, con el uso de funciones de producción, parecen mostrar que la utilización de formulaciones más complejas raramente supone mejoras significativas en las estimaciones (Capron, 1992), es conveniente utilizar para la estimación distintas formas funcionales⁸ y mostrar, en la medida de lo posible, la robustez de los resultados obtenidos.

En esta investigación, en primer lugar, se utiliza para llevar a cabo la estimación una función de producción Cobb-Douglas. Esta es la forma funcional utilizada en los estudios descritos anteriormente, como en el caso de los modelos (1) y (2) y es asimismo, de uso muy frecuente, en los análisis sobre el impacto de las actividades de I+D y sobre los efectos de la I+D pública (Capron, 1992). En consecuencia, las funciones utilizadas son:

⁸ La determinación de la forma funcional es un problema habitual en la investigación aplicada sobre la relación entre I+D y patentes. Pakes y Griliches (1984), ante la escasez de estudios aplicados o teóricos sobre esta relación, inician su investigación sobre la relación entre gastos en I+D y patentes por empresas con un análisis de distintas formas funcionales. A partir de una función de producción examinan distintas posibilidades para determinar la forma apropiada tanto de la variable dependiente como de la variable independiente. Finalmente optan por una variante de la transformación Box-Cox, como es la transformación logarítmica, para escoger la forma de las variables dependiente e independiente.

$$\log \text{PAT}_i = \beta_0 + \beta_1 \log \text{GINN}_i + \beta_2 \log \text{UNIV}_i + \beta_3 \log \text{STMA}_i + \epsilon_i \quad (5)$$

$$\log \text{PAT}_i = \beta_0 + \beta_1 \log \text{GINN}_i + \beta_2 \log \text{KHSUP}_i + \epsilon_i \quad (6)$$

La utilización de una función de producción Cobb-Douglas, al margen de los supuestos restrictivos propios de esta función, limita la incorporación de las observaciones en que hay presencia de ceros en las variables explicativas, lo que es un problema común en este tipo de investigaciones. La eliminación de estos casos comporta truncar la muestra (Pakes y Griliches, 1984) y limitar su representatividad. Es necesario tener presente que las variables consideradas no constituyen inputs imprescindibles para la obtención de resultados innovadores en un área geográfica concreta. Por ejemplo, la eliminación de los casos en los que no hay centros tecnológicos o instituciones universitarias supone una pérdida relevante de información ya que resulta de interés analizar el comportamiento en cuanto a resultados innovadores de esas provincias. Una alternativa útil, cuando las hipótesis teóricas no permiten precisar la forma funcional correcta es la utilización de la transformación Box-Cox (Spitzer, 1982). La transformación Box-Cox consiste en:

$$f^{(\lambda)}(x) = \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} \quad \lambda \neq 0$$

$$f^{(\lambda)}(x) = \ln x \quad \lambda = 0$$

lo que en el caso del modelo (5) considerado conduce a:

$$\text{PAT}_i^{(\lambda)} = \beta_0 + \beta_1 \text{GINN}_i^{(\lambda)} + \beta_2 \text{UNIV}_i^{(\lambda)} + \beta_3 \text{STMA}_i^{(\lambda)} + \epsilon_i \quad (7)$$

Con esta transformación el parámetro β , que también debe ser estimado, dicta la forma funcional (Spitzer, 1982). La transformación Box-Cox ha sido utilizada en el análisis empírico de las actividades de I+D (Levy, 1990) y permite la introducción de los casos en que las observaciones presentan un valor cero (Caves et al., 1980).

De un modo complementario, se presentan los resultados de las estimaciones en las que se introduce la investigación universitaria y los centros tecnológicos en el parámetro que determina la eficiencia de los gastos en innovación en las diferentes provincias. Las principales vías de actuación de las universidades y centros tecnológicos y el modo en que pueden influir en los resultados innovadores de una provincia son a través de su interacción con los esfuerzos en innovación que llevan a cabo las empresas. La investigación universitaria y los centros tecnológicos, mediante la transmisión de conocimientos, aumentan las oportunidades tecnológicas y la productividad y eficiencia de las actividades de I+D de las empresas, mientras que en menor medida generan nuevas tecnologías (Nelson, 1986).

Antonelli (1995) introduce, en la función de producción, las externalidades tecnológicas como un aumento general de la eficiencia de la función de producción. En concreto introduce dos posibilidades:

$$A = f(IKSTOCK) \text{ y } A = f(N)$$

En el primer caso, elaborado para el análisis de las relaciones entre la productividad y el cambio tecnológico derivado de la difusión de las nuevas tecnologías de información y comunicación, se asume que la eficiencia general está en función del stock de capital existente de tecnologías de información y comunicación, IKSTOCK. El segundo caso está dedicado al estudio de los “networks”, incidiendo en las ventajas que la proximidad supone para la transmisión y aprovechamiento de externalidades tecnológicas. De este modo, A está en función del número de empresas, N, con las que una empresa en concreto puede llevar a cabo intercambios de información y desarrollar complementariedades en la generación y adopción de nuevas tecnologías

Con el mismo planteamiento, es posible considerar que en la eficiencia de las actividades innovadoras de las empresas influirá la posibilidad de mantener relaciones en su entorno geográfico próximo, con universidades o centros tecnológicos. La forma funcional se define en este caso como:

$$PAT_i = A (GINN_i)$$

donde A representa las diferencias específicas provinciales en la productividad de los esfuerzos empresariales en innovación, que están en función de la presencia en la provincia de infraestructuras científicas y tecnológicas:

$$A_i = f (UNIV_i, STMA_i)$$

Para llevar a cabo la estimación se asume que A toma la siguiente forma:

$$A = e^{-\beta_0 + \beta_1 UNIV_i + \beta_2 STMA_i}$$

con lo que el modelo a estimar, una vez tomados logaritmos, es:

$$\log PAT_i = \beta_0 + \beta_1 UNIV_i + \beta_2 STMA_i + \beta_3 \log GINN_i + \epsilon_i \quad (8)$$

En tercer lugar, la utilización de datos de corte transversal, referidos a distintas unidades del espacio, requiere tal como señalan Anselin et al. (1997a; 1997b) examinar si la distribución de las variables es aleatoria o responde a un esquema de dependencia o autocorrelación espacial. De un modo general la dependencia espacial se define como la existencia de una relación funcional entre lo que ocurre en un punto del espacio y lo que ocurre en otros lugares. En el contexto de un modelo de regresión, la dependencia espacial puede estar presente como consecuencia de la existencia de variables correlacionadas espacialmente, tanto por lo que se refiere a la variable endógena como a las variables exógenas, o debido a la existencia de un esquema de dependencia espacial en el término de perturbación. Una especificación general de un modelo espacial es:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 W + \epsilon$$

donde y es un vector fila ($n \cdot 1$) correspondiente a la variable endógena, W es la matriz de contactos de orden $n \cdot n$ que se define posteriormente; X es una matriz de orden $n \cdot k_1$ de las variables exógenas; R una matriz $n \cdot k_2$ de variables exógenas retardadas espacialmente; β_1 y β_2 los vectores de los parámetros estimados; ρ el coeficiente espacial autorregresivo y, por último, ϵ es el vector de perturbaciones que incorpora una estructura de dependencia espacial autorregresiva.

La incorporación del uso de la econometría espacial en las estimaciones permite, como se ha señalado, superar los problemas derivados de la posible dependencia espacial propia de los datos contiguos de corte transversal. Además, en el caso en que exista dependencia espacial, la incorporación de estos efectos permite profundizar en la relación de las distintas variables en el espacio. Por ejemplo, en el contexto del modelo considerado el valor de ρ reflejaría la influencia que en los resultados innovadores de una provincia tiene la actividad innovadora de las provincias colindantes.

Tras estas consideraciones los resultados, para las distintas formas funcionales propuestas, se presentan en el cuadro 1. En las tres primeras columnas se presenta los resultados con la utilización de una función de producción Cobb-Douglas, en la cuarta los correspondientes a la transformación Box-Cox⁹, y en la última los derivados de la especificación propuesta a partir

⁹ En la transformación Box-Cox es necesario estimar el parámetro λ . Ello se ha hecho con el método de mínimos cuadrados ordinarios iterativos que consiste en examinar el valor de λ , en el rango entre -2 y $+2$ que minimice la suma de las desviaciones al cuadrado (Spitzer, 1982). Con ello se obtiene que la estimación por máxima verosimilitud de λ es 0,36. Los errores estándar de los parámetros estimados se han calculado utilizando el estimador de Berndt et al. (1974), ya que los obtenidos directamente por mínimos cuadrados infraestiman lo errores estándar correctos.

del planteamiento de Antonelli (1995). En todos los casos se introduce la población como variable de control dado el distinto tamaño de las provincias.

Cuadro 1. Resultados de la estimación por provincias

Modelos	5a	5b	6	7	8
	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
C	-14,7342 (-4,791)	-11,2650 (-4,353)	-15,1516 (-10,721)	-8,2173 (-2,197)	-13,1264 (-5,908)
GINN	0,4883 (5,243)*	0,4212 (3,183)*	0,4772 (5,748)*	0,4117 (4,617)*	0,4483 (5,046)*
UNIV	0,0434 (0,207)			0,0193 (1,098)	-0,0000 (-0,153)
STMA		0,3863 (2,569)*		0,0430 (2,091)*	0,0022 (1,944)**
KHSUP			0,6304 (1,834)**		
POB	0,656 (2,077)*	0,3836 (1,606)	0,6295 (4,866)*	0,2262 (0,855)	0,5872 (3,408)*
Nº	41	21	50	50	50
R ² aj.	0,713	0,787	0,791	0,801	0,790
White	5,832	2,334	5,070	5,134	6,013
LM-LAG			7,625 (1)	8,553 (1)	7,660 (1)
LM-ERR			4,279 (1)	5,168 (1)	6,436 (1)

Valores del estadístico t de significación individual de los parámetros entre paréntesis.*Estadísticamente significativo al 95%.** Estadísticamente significativo al 90%. (1). Rechazo de la hipótesis nula de distribución aleatoria en el espacio con un nivel de significación del 0,05.

Para todas las estimaciones se han llevado a cabo diagnósticos para detectar la posible presencia de heteroscedasticidad, con el uso del test de White. Sus resultados se presentan junto a las estimaciones y permiten descartar la existencia de heteroscedasticidad.

Los resultados muestran que todas las variables tienen el signo positivo esperado. Además, las variables GINN, STMA y KHSUP presentan coeficientes estadísticamente significativos como variables explicativas de los resultados innovadores. En cambio, la investigación universitaria no se muestra significativa en ninguna de las estimaciones.

Antes de profundizar en el análisis de estos resultados es necesario, tal como se ha señalado, examinar la posible presencia de dependencia espacial ya que la no consideración de los posibles efectos espaciales tiene consecuencias relevantes sobre los resultados de las estimaciones. Para examinar la presencia de dependencia espacial y, en general, para la utilización propia de las técnicas de econometría espacial¹⁰ es necesario definir previamente una matriz de contactos, W , para lo que existen diversas propuestas en la literatura. En este caso y dado que uno de los objetivos del análisis es examinar la importancia de la proximidad geográfica se utiliza una matriz de contigüidad binaria estandarizada, asignando un valor 1 a las provincias que presentan una frontera común y 0 en caso contrario¹¹. Esta matriz es la de uso más frecuente en el análisis aplicado, y a la ventaja de su simplicidad añade la facilidad de la interpretación económica de sus resultados.

Tras definir la matriz de contactos, se ha examinado la presencia de dependencia espacial con los contrastes basados en el principio de los multiplicadores de Lagrange, LM-ERR y LM-LAG (Anselin, 1988; Florax, 1992), cuyos resultados se han presentado en el cuadro 1. De acuerdo con Florax (1992), en el caso en que el test LM-LAG rechace la hipótesis nula de distribución aleatoria en el espacio y el test LM-ERR no la rechace, o si ambos la rechazan pero la probabilidad correspondiente al estadístico LM-LAG es inferior al del LM-ERR, el modelo con un retardo espacial de la variable endógena será el correcto debiéndose estimar por

¹⁰ La econometría espacial ha ido ganando importancia en el análisis regional aunque como afirman Anselin y Florax (1995) “sería una exageración afirmar que la econometría espacial se ha convertido en una práctica de investigación empírica aceptada en ciencia y economía regional”. Ver Florax (1992) para un uso de las técnicas de econometría espacial en el análisis del impacto económico de la infraestructura universitaria.

¹¹ En los casos de las provincias insulares, Baleares, Tenerife y Las Palmas se ha asignado siempre un valor 0, bajo el supuesto no contigüidad con ninguna otra provincia, a excepción del elemento de la matriz correspondiente a la contigüidad entre Tenerife y Las Palmas.

máxima verosimilitud. A partir de esta estrategia de selección del modelo final, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de la estimación por provincias.
Modelo espacial autorregresivo (retardo espacial de la variable endógena)

	PAT 6'	PAT 7'	PAT 8'
W_PAT	0,0629 (2,765)*	0,0637 (2,853)*	0,0638 (2,787)*
C	-16,7143 (-12,201)	-10,5928 (-3,484)	-14,5067 (-7,293)
GINN	0,3959 (5,237)*	0,3309 (4,182)*	0,3642 (4,557)*
UNIV		0,0155 (1,139)	0,0000 (0,3111)
STMA		0,0412 (2,412)*	0,0017 (1,734)**
KHSUP	0,5288 (1,737)**		
POB	0,8227 (6,012)*	0,4716 (2,027)*	0,7548 (4,835)*
Nº	50	50	50
LIK	-41,414	-39,354	-40,998
AIC	92,828	90,708	93,995
Breusch- Pag(1)	2,244	1,961	2,760
LM-ERR	0,102	0,086	0,549

Valores del estadístico t de significación individual de los parámetros entre paréntesis.
Estadísticamente significativo al 95%.** Estadísticamente significativo al 90%.

(1) Test de Breusch-Pagan espacial

Las estimaciones máximo verosímil, una vez incorporados los efectos espaciales refuerzan los resultados presentados en los casos anteriores y conducen a conclusiones similares. Todas las regresiones muestran coeficientes positivos y altamente significativos de los gastos en innovación de las empresas como variable explicativa de los resultados innovadores. Además las elasticidades obtenidas, para esta variable, se sitúan en niveles muy similares a los

obtenidos en otros estudios oscilando en la gran mayoría de los casos entre el 0,3 y el 0,6 (Jaffe, 1989; Acs et al., 1992; Anselin et al., 1997a).

El interés de esta investigación se centra, como se ha señalado, fundamentalmente en las otras tres variables, UNIV, STMA y KHSUP que constituyen una aproximación a las fuentes generadoras de conocimiento. Los resultados obtenidos para estas variables son dispares. En primer lugar, la existencia de centros tecnológicos afecta positivamente a los resultados innovadores de una provincia. Este resultado está en concordancia con una amplia evidencia empírica, apoyada en estudios de casos, que muestra la importancia que para la eficiencia de estos centros tecnológicos tiene la proximidad a las empresas (OCDE, 1992; Costa y García Quevedo, 1996; Mas y Cubel, 1997; Pyke, 1994; Barceló, 1993). Por tanto, la presencia de centros tecnológicos favorece la capacidad de innovación de las empresas de su entorno a través de distintas vías que incluyen la provisión de información, el desarrollo conjunto de actividades de I+D, la transferencia de tecnología, la realización de actividades de formación, o la provisión de servicios de laboratorio, entre otras.

En segundo lugar, el capital humano, medido por el porcentaje de titulados superiores sobre el total de ocupados, también se muestra como una variable significativa, resultado que concuerda con otros estudios sobre la capacidad innovadora regional llevados a cabo para el caso español (Gumbau, 1996). La hipótesis subyacente (Busom, 1994) es que un mayor nivel de educación supone una mayor capacidad de asimilar y utilizar información tecnológica. El nivel educativo incide positivamente en la capacidad y eficiencia del aprendizaje y en

consecuencia en la capacidad para llevar a cabo innovaciones y también en la absorción de innovaciones existentes que pueden dar lugar a nuevas innovaciones.

En tercer lugar, los resultados correspondientes a la investigación universitaria muestran que aunque el signo es el esperado, positivo, no resulta estadísticamente significativa en ninguna de las estimaciones. Aunque la evidencia empírica no es concluyente respecto al papel de las Universidades como impulsoras de la innovación de un territorio (Anselin et al., 1997a), la mayoría de estudios, realizados para el caso de Estados Unidos, obtienen una relación positiva y estadísticamente significativa entre la investigación universitaria y los resultados innovadores empresariales por Estados y áreas metropolitanas (Jaffe, 1989; Acs et al., 1992; Feldman, 1994; Anselin et al., 1997a).

Finalmente, la incorporación de los efectos espaciales parece mostrar que los resultados innovadores de una provincia se ven positivamente afectados por la actividad innovadora de las provincias colindantes. No obstante, los efectos son, de acuerdo con el valor estimado del parámetro, de una magnitud muy reducida. Además se han llevado a cabo diversas estimaciones incorporando retardos espaciales de las variables exógenas correspondientes a los gastos en innovación de las empresas y centros tecnológicos sin que en ningún caso resultasen significativas. Por lo tanto, aunque los resultados reflejan cierta presencia de “spillovers” interprovinciales, esta evidencia resulta muy débil y en cualquier caso de una magnitud muy reducida.

En síntesis, en todos los casos los resultados obtenidos han puesto en evidencia el distinto papel que las universidades y centros de apoyo a la innovación juegan en la capacidad innovadora de las provincias en que se sitúan. Mientras las universidades no ejercen efectos positivos en la localización de los resultados innovadores, la presencia de centros de apoyo a la innovación se muestra como una variable significativa.

Entre los argumentos que pueden estar explicando el reducido papel que las universidades españolas juegan sobre los resultados innovadores de su entorno territorial cabe destacar los siguientes.

En primer lugar, ha tenido lugar en España en esta última década un proceso de expansión territorial de las universidades muy relevante. En concreto, de las 50 instituciones universitarias incluidas en la “Estadística sobre las actividades en I+D, 1995” (INE,1997), 15 de ellas se fundaron a partir de 1989, por lo que, dado que es necesario un cierto período de tiempo para el desarrollo de actividades de investigación (Geuna, 1996) y especialmente para la transmisión de conocimientos y vinculación con las empresas de su entorno, muy posiblemente muchas de estas universidades están todavía jugando 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 ideas innovadoras, valorándolas, entre las distintas fuentes posibles, en el último lugar.

Cuadro 3 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.

En tercer lugar, de acuerdo con la clasificación propuesta por Pavitt (1984) las trayectorias tecnológicas y las fuentes de ideas innovadoras son distintas según los sectores. La investigación llevada a cabo en las universidades debe jugar un papel relevante, fundamentalmente en aquellos sectores, como la electrónica y la farmacia, que Pavitt denomina “sectores basados en la ciencia”. El reducido peso de estos sectores en la industria española (Sánchez y Chaminade, 1998), en comparación con la Unión Europea 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.

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).

Para finalizar, 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.

Los resultados del análisis aplicado han puesto de manifiesto, en primer lugar, que la presencia de centros de apoyo a la innovación contribuye a la capacidad innovadora de las regiones. Este resultado es coincidente con diversos estudios de casos de diferentes regiones españolas (Barceló, 1993; Buesa, 1996; Costa y García Quevedo, 1996; Mas, 1996) que han mostrado el efecto positivo que ejercen sobre la capacidad para el desarrollo y adopción de nuevas innovaciones de las empresas de su entorno. Sin embargo como señala un reciente y exhaustivo informe sobre el sistema español de innovación (COTEC, 1998), el nivel de desarrollo de las infraestructuras de apoyo a la innovación se encuentra, a pesar de la expansión experimentada, por debajo de los países de nuestro entorno. Además no parecen haber alcanzado un grado aceptable de integración en el sistema español de innovación y no se aprovecha la potencial sinergia de una coordinación entre los centros (COTEC, 1998). En consecuencia, la creación de

centros tecnológicos que formen parte de una red coordinada de instituciones públicas y privadas puede calificarse como una línea de actuación prioritaria para el apoyo de la investigación y el desarrollo tecnológico de las empresas.

En segundo lugar los resultados también han puesto de manifiesto que la investigación universitaria no influye significativamente en los resultados innovadores de los resultados de las empresas de su entorno. Aún 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 reducida. En consecuencia parece necesario reforzar la transferencia de resultados de investigación y los vínculos entre las universidades y las empresas¹². 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.

¹² La definición de medidas concretas para ello requiere un análisis detallado a partir de estudios de casos y de evaluación de las relaciones actuales, que se aleja de los objetivos de esta investigación

Apéndice : Variable utilizadas y fuentes

	Media	Desv. est	Máximo	Mínimo
PAT	14,41	35,89	199	0,33
MOD	57,81	127,86	700,33	1
GINN(1)	14.144,3	37.788,6	211.247,9	70,5
UNIV	553,32	1.021,74	6.052,4	0
STMA	57,34	115,91	443	0
KHSUP	8,01	2,20	14,99	3,52
POB	779.122,16	931.996,87	5.011.519	92.835

(1) En millones de pta.

- Patentes (PAT) y modelos de utilidad (MOD): media anual de los patentes y modelos privadas solicitados por provincias, 1994-1996. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM)
- Gastos en innovación (GINN): media de los gastos en innovación realizados por las empresas por provincias en los años 1994 y 1996. Fuente: INE.
- Investigadores universitarios (UNIV): personal investigador de Universidades en I+D (en equivalencia a dedicación plena) por provincias para el año 1995. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.
- Centros tecnológicos (STMA): personal técnico por provincias en el año 1995. Fuente: Fernández de Lucio et al. (1996) “Estructuras de interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel en la difusión de tecnología”
- Capital humano (KHSUP): porcentaje de población ocupada con estudios superiores. 1994-1996. Fuente: Pérez y Serrano (1998) “Capital humano, crecimiento económico y desarrollo regional en España (1964-1997), Fundación Bancaja”.

Bibliografía

- Acs, Z.; Audrestch, D.B; Feldman, M. (1992): "Real effects of academic research: comment", *The American Economic Review*, vol 82. n° 1, pp. 363-367.
- Acs, Z.; Audrestch, D.B; Feldman, M. (1994): "R&D spillovers and recipient firm size" *The Review of Economics and Statistics* n° 76, pp. 336-340.
- Anselin, L. (1988): *Spatial Econometrics: Methods and models*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Anselin, L., Florax, R. (Eds.) (1995): *New directions in Spatial Econometrics*. Springer-Verlag, Berlin.
- Anselin, L.; Varga, A.; Acs, Z. (1997a): "Local geographic spillovers between University research and high technology innovations", *Journal of Urban Economics* n° 42, pp. 422-448.
- Anselin, L.; Varga, A.; Acs, Z. (1997b): *Entrepreneurship, geographic spillovers and University research: a spatial econometric research* Working Paper n. 59, ESRC Centre for Business Research.
- Antonelli, C (1995): *The Economics of localized change and industrial dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Audrestch, D. (1998): "Agglomeration and the location of innovative activity", *Oxford Review of Economic Policy*, vol 14, n° 2, pp. 18-29.
- Barceló, M. (1993): *Innovació tecnològica i indústria a Catalunya*. Hogar del Libro, Barcelona.
- Berndt, E., Hall, B., Hall, R., Hausman, J. (1974): "Estimation and inference in nonlinear structural models", *Annals of Economic and Social measurement* 3-4, pp. 653-665.
- Blind, K., Grupp, H. (1999): "Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions: empirical findings and policy consequences", *Research Policy* n° 28, pp. 451-468.
- Busom, I. (1994): "Esfuerzo tecnológico, política tecnológica y crecimiento. Breve Panorama y evidencia empírica" en Instituto de Análisis Económico, *Crecimiento y convergencia regional en España y Europa*, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Buesa, M., Molero, J. (1992): "Capacidades tecnológicas y ventajas competitivas en la industria española: análisis a partir de las patentes", *Ekonomiaz* n° 22, pp 220-247.
- Buesa, M. (1996): "Empresas innovadoras y política tecnológica en el País Vasco: una evaluación del papel de los centros tecnológicos", *Economía Industrial* n° 312, pp. 177-189.
- Capron, H. (1992): *Economic quantitative methods for the evaluation of the impact of R+D programmes*, EUR 14864 EN, Comisión Europea, Bruselas.
- Caves, D., Christensen, L., Trethaway, M. (1980): "Flexible cost functions for multiproduct firms", *Review of Economic and Statistics*, n° 62, pp. 477-481.
- Coronado, D., Acosta, M. (1997): "Spatial distributions of patents in Spain: Determining factors and consequences on regional development", *Regional Studies*, Vol 31,4, pp. 381-390.
- Costa, M.T., (1996): "Política industrial y desarrollo local", *Revista Asturiana de Economía* n° 5, pp. 27-39.
- Costa, M.T., García Quevedo, J. (1996): "La experiencia catalana en el terreno de la innovación de las PYMES industriales", *Economía Industrial* n° 312, pp. 125-134.
- COTEC (1998): *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Madrid.
- Feldman, M. (1994): *The Geography of innovation*, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Feldman, M. (1999): "The new Economics of innovation, spillovers and agglomeration: a Review of empirical studies", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol 8, n° 1 y 2, pp. 5-25.
- Fernández de Lucio et al. (1996): *Estructuras de interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel en la difusión de tecnología*, Universidad Politécnica de Valencia.
- Florax, R. (1992): *The University: a regional booster? Economic impacts of academic knowledge infrastructure*, Aldershot, Ashgate Publishing.
- Geuna, A. (1996): *European Universities. Relationships among age, dimension and science research quality*, Working Paper MERIT 2/96-003, Maastricht, Holanda.
- Glaeser, E., Kallal, H.D, Scheikman, J.A y Shleifer, A (1992): "Growth in cities", *Journal of Political Economy*, vol. 100, n.6, pp. 1.127-1.152.

- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth", *Bell Journal of Economics*, 1979, 10 (1), pp. 92-116.
- Griliches, Z. (1990): "Patent statistics as economic indicators: a survey", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVIII, diciembre, 1990, pp. 1.661-1.707.
- Griliches, Z. (1992): The search for R&D spillovers, *Scandinavian Journal of Economics* 94, pp s29-s47.
- Gumbau, M (1996): *La dimensión regional de la innovación tecnológica*, WP-EC 96-08, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- INE (1997): *Estadística sobre actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D). 1995*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- INE (1998): *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas. 1996.*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Jaffe, A. (1989): "Real effects of academic research", *The American Economic Review*, vol 79, nº 5, pp. 957-970.
- Jaffe, A, Trajtenberg, M. y Henderson, R (1993): "Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patents citations", *Quarterly Journal of Economics* nº 108, pp. 577-598.
- Jaffe, A, Henderson, R (1999): "Special issue on Geography and Innovation. Editor's introduction" *Economics of Innovation and New Technology* vol 8, nº 1 y 2, pp. 1-3.
- Krugman, P. (1991): *Geography and trade*, MIT Press, Cambridge, MA (traducción castellana, *Geografía y comercio*, Ed. Antoni Bosch, Barcelona, 1992).
- Levy, D. (1990): "Estimating the impact of Government R&D", *Economic Letters* nº 32, pp. 169-173.
- Mas, F. (1996): "Spain: Enterprise support structures. The Valencian region model" en *Networks of enterprises and local development. Competing and co-operating in local productive systems*, OCDE, París.
- Mas, F, Cubel, E. (1997): "Servicios a empresas y centros tecnológicos: un análisis comparado de modelos europeos", *Economía Industrial* nº 313
- Myro, R. (1994): "La política industrial activa", *Revista de Economía Aplicada* nº 6 (vol. II) pp. 171-182.
- Nelson, R. (1986): "Institutions supporting technical advance in industry", *The American Economic Review* Vol. 76 nº 2, pp. 186-189.
- OCDE (1992): *Technology and the Economy: the key relationships*, París.
- OCYT (1999): *Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología. 1998*, Oficina de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- Pakes, A., Griliches, Z. (1984): "Patents and R&D at the Firm Level: A First Look" en Z. Griliches (ed.) *R&D, Patents and Productivity*, National Bureau of Economic Research, The University of Chicago Press.
- Pavitt, K. (1984): "Sectoral patterns of technological change: Towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, nº 13, pp. 343-373.
- Pérez, F., Serrano, L. (1998): *Capital humano, crecimiento económico y desarrollo regional en España (1964-1997)*, Fundación Bancaja.
- Pyke, F. (1994): *Small firms, technical services and inter-firm cooperation*, International Institute for Labour Studies, Ginebra.
- Rosenberg, N.; Nelson, R. (1994): "American universities and technical advance in industry", *Research Policy* nº 23, pp. 323-348.
- Sánchez, M. P., Chaminade, C. (1998): *El proceso de innovación en las empresas españolas. Análisis de las encuestas de innovación*, Fundación COTEC, Estudio nº 14.
- Spitzer, J. (1982): "A primer on Box-Cox estimation", *Review of Economics and Statistics* nº 64, pp. 307-313.
- Stoneman, P. (Ed.) (1995): *Hanbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell Publishers Ltd.