

Efecto del gasto en I+D interno en la eficiencia tecnológica de empresas españolas. Análisis comparativo durante el periodo de crisis de 2008-2012 *

Efeito das despesas internas em P&D na eficiência tecnológica de empresas españolas. Análise comparativa durante o período de crise de 2008-2012

Effect of Spending on R&D on Technological Efficiency in Spanish Companies. Comparative Analysis during the Crisis Period of 2008-2012

Miriam Mate Lordén y José Molero **

El propósito del trabajo es analizar la relación entre las inversiones internas de I+D y los resultados tecnológicos (patentes) de las empresas españolas, considerando si la fuente de la inversión es pública o privada en un contexto de políticas de austeridad y crisis financiera. Utilizamos los procedimientos de aproximación de datos de panel — 1345 empresas y cinco años (de 2008 a 2012)— de la base PITEC. Los resultados demuestran que la inversión de recursos públicos y privados en I+D interna tiene un impacto positivo en los resultados tecnológicos (patentes) de las empresas españolas. Este resultado depende en gran medida del tamaño de las empresas y de su capacidad para generar recursos propios de inversión en I+D internos. Como resultado del análisis, se sugiere que se necesita un mayor apoyo público para mejorar el esfuerzo de las PYMES españolas.

71

Palabras clave: PITEC; innovación tecnológica; financiación de I+D; eficiencia

* Recepción del artículo: 03/01/2019. Entrega de la evaluación final: 13/02/2019.

** *Miriam Mate Lordén*: doctora en economía y gestión de la innovación y política tecnológica, Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Universidad Complutense de Madrid, España. Correo electrónico: miriam.mate@madrid.org. *José Molero*: catedrático de economía aplicada, Departamento de Economía Aplicada II e Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Universidad Complutense de Madrid, España.

O objetivo do trabalho é analisar a relação entre os investimentos internos de P&D e os resultados tecnológicos (patentes) das empresas espanholas, considerando se a fonte do investimento é pública ou privada em um contexto de políticas de austeridade e crise financeira. Utilizamos os procedimentos de aproximação de dados em painel —1345 empresas e cinco anos (de 2008 a 2012)— da base PITEC. Os resultados mostram que o investimento de recursos públicos e privados em P&D interno tem um impacto positivo nos resultados tecnológicos (patentes) das empresas espanholas. Esse resultado depende em grande parte do tamanho das empresas e de sua capacidade de gerar recursos próprios de investimento em P&D internos. Como resultado da análise, sugere-se a necessidade de um maior apoio público para melhorar o esforço das PME espanholas.

Palavras-chave: PITEC; inovação tecnológica; financiamento de P&D; eficiência

This paper aims at analyzing the relationship between the internal R&D investments and technological results (patents) of Spanish companies, considering whether the investment source is public or private within a context of austerity policies and financial crisis. We used approximation with panel data procedures —1345 companies and five years (from 2008 to 2012)— from the PITEC database. The results show that the investment of public and private resources in internal R&D has a positive impact on the technological results (patents) of Spanish companies. This result greatly depends on the size of the companies and their capability for generating their own investment resources for internal R&D. As a result of this analysis, it is suggested that greater public support is needed to improve the endeavors of Spanish SMEs.

Keywords: PITEC; technological innovation; R&D financing; efficiency

Introducción

La innovación es básica para el progreso de cualquier país. Para ello hay que cuidar y fomentar la investigación, la ciencia, la tecnología, y asegurar que los resultados obtenidos lleguen exitosamente al mercado. El ciclo de la innovación se cierra con la protección del esfuerzo, de las ideas y del trabajo de quienes se arriesgan e investigan. Aunque hay intensos debates en el mundo acerca de cuál puede ser el mejor modelo de protección a la inventiva, el sistema de patentes continúa siendo uno de los principales mecanismos de protección, conjuntamente con otras alternativas como la protección del secreto, de lanzamientos rápidos o lead time, y contratos comerciales de largo plazo.

Con relación a la propiedad intelectual, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) indica que “al ofrecer protección y exclusividad, la patente constituye un instrumento político cuya finalidad es alentar a los inventores a que inviertan en investigación y en el trabajo de innovación posterior que conseguirá que esas invenciones tengan una aplicación práctica”.

Por otro lado, gran parte de los estudios que se ocupan de la relación entre la financiación pública y la actividad innovadora de las empresas se ha centrado en analizar los efectos netos de las ayudas públicas sobre la I+D privada. Los resultados que se han obtenido son muy heterogéneos y no resuelven el problema de la eficacia de estos instrumentos para incentivar la innovación de las empresas. El principal objetivo de estos trabajos ha consistido en evaluar si las ayudas públicas sustituyen o se adicionan a los gastos de I+D privados. Las ayudas públicas que han recibido mayor atención son las subvenciones (Almus y Czarnitzki, 2003; Arvanitis *et al.*, 2002; Guellec y Van Pottelsberghe, 2000; Guellec y Van Pottelsberghe, 2003) y los incentivos fiscales a la I+D (Marra, 2004 y 2006; Hall, 1993; Hall y Van Reenen, 1999). Pese a la falta de consistencia de los resultados, en lo que sí coincide la mayoría de los académicos es que las ayudas son necesarias para fomentar la actividad innovadora de las empresas.

En la economía actual, es interesante estudiar hasta qué punto una empresa depende de los fondos públicos y qué impacto produce la concesión de las ayudas públicas en la actividad de las empresas. Es evidente que puede establecerse una relación entre la innovación y los resultados empresariales. Sin embargo, la relación entre los conceptos de I+D, innovación y resultados no es lineal, sino que adopta una estructura más flexible. A lo largo del tiempo, son numerosos los estudios que han analizado la relación existente entre el comportamiento innovador y los resultados empresariales obtenidos. Así, por ejemplo, Hurley y Hult (1998) obtienen que tanto las características estructurales y de proceso (tamaño, recursos, edad, planificación, desarrollo y control de actividades, gestión de la información) como las culturales (orientación de mercados, procesos participativos de decisión) de una organización explican su capacidad para innovar, la cual, a su vez, influye de forma significativa en su competitividad y comportamiento en los mercados.

Otros autores intentan definir las características del tipo de innovación partiendo de medida de input como el gasto en I+D tanto externa como interna (Lokshin *et*

al., 2008), u output como en producto o proceso. La elección de un tipo u otro de variables depende de las características de la empresa, características que van desde la dimensión hasta la utilización de nuevas tecnologías por la empresa en cuestión (Arora y Gambardella, 1990; Audretsch *et al.*, 1996; Veugelers y Cassiman, 1999; Schmiedeberg, 2008, Vega-Jurado *et al.*, 2008; y Lazzarotti *et al.*, 2011). Estos resultados coinciden con los expuestos por otros autores como Traill y Meulenbergh, (2002), Capitano *et al.* (2009) y Bayona *et al.* (2013).

En España, los estudios que se han realizado sobre esta materia también son considerables. Por ejemplo, Camisón (2014) sostiene que las empresas que obtienen mejores resultados logran sus ventajas competitivas gracias a la acumulación de recursos y capacidades difíciles de imitar por los competidores. Las empresas con un mayor comportamiento innovador son capaces de seguir y responder a las necesidades y preferencias de sus clientes, por lo que así pueden conseguir un mejor resultado empresarial. Su modelo establece que las características de la organización influyen el comportamiento innovador y éste afecta a los resultados empresariales. Alarcón y Sánchez (2013), analizan cómo innovan y qué resultados de innovación consiguen las empresas agrarias y alimentarias españolas, y destacan que las empresas que presentan un mayor esfuerzo innovador consiguen también mayor penetración en mercados internacionales. Arévalo Tomé *et al.* (2013) llegan a una serie de conclusiones entre las que se encuentran que las actitudes empresariales que logran un mejor desempeño innovador son la continuidad en la inversión en I+D interna, el aumento del personal dedicado a la I+D+i, el aumento del gasto en I+D en relación con las ventas, la cooperación en materia de I+D+i y la solicitud de patentes y modelos de utilidad. González y Pargas (2010) evidencian la existencia de diferencias de desempeño entre las empresas (PYMES) intensivas en I+D y las que no, y además confirman la necesidad de introducir la variable "Sector" en estudios que vinculan la I+D con el desempeño empresarial.

Dentro de los gastos de la I +D interna de las empresas, se pueden distinguir tres tipos de financiación: a) fondos propios; b) fondos públicos; y c) otros fondos (PITEC 2015).

Los fondos propios que una empresa dedica a la I+D depende de muchos factores, entre los que se pueden destacar, desde el punto de vista general, el tamaño y el sector al que pertenece, aunque existen otros como la propia visión de la empresa, oportunidades de nuevos mercados o incluso su localización. Las subvenciones públicas, en algunos casos, han evidenciado que la financiación pública de la I+D produce un efecto *crowding-out* (Griliches, 1986; Lichtenberg, 1987; y Kaiser, 2004), lo cual implica que las subvenciones y ayudas de toda clase que la administración concede son utilizadas para cubrir los costes de inversiones que se hubieran realizado de todas maneras sin la financiación, directa o indirecta, de la administración pública, lo que significa que no se ha incrementado la inversión en I+D. Sin embargo, otros estudios dan resultados diferentes y demuestran que las ayudas públicas incrementan las inversiones en I+D de manera que el gasto total queda financiado por la iniciativa privada y la administración pública, utilizando las empresas este incremento en ampliar los objetivos de la investigación (Levy y Terleckyj, 1983; Antonelli, 1989; Buso Kaiser, 2000; Czarnitzki y Fier, 2002; y Löff y Heshmati, 2005). La aportación pública, en

otros casos, permite la realización de proyectos de investigación que no hubiesen sido posible por la empresa sin estas ayudas. En realidad, los estudios sobre la incidencia de las ayudas públicas a la I+D de las empresas plantean resultados dispares. Por ejemplo, sobre los estudios referentes a los incentivos (Eisner, Albert y Sullivan, 1984; Wozny, 1986) con una positiva incidencia en la investigación sobre innovación empresarial (Hall, 1993; Dagenais, Mohen y Therrien, 1997; Bloom, Griffith y Van Reenen, 2002).

Las administraciones públicas, tanto a nivel de Estado español como comunitarias, son conscientes de la necesidad que las empresas tienen de financiación para sostener su capacidad de investigación, por lo que han elaborado instrumentos destinados a sostener y fomentar el desarrollo de las investigaciones en general y de las inversiones en innovación en particular. Estos se han implementado a través de subvenciones, créditos blandos o deducciones fiscales. Sin embargo, la financiación corre a cargo de las instituciones públicas o privadas, es un instrumento de políticas generales que inciden en la investigación y en la innovación según terceros intereses que no siempre coinciden con los de las empresas, ni siquiera con los mercados. Un sistema para conocer las prioridades que el Estado tiene a la hora de facilitar las ayudas son las características de las empresas que reciben dichas ayudas. Lo cual implica un análisis de la financiación exterior que reciben las empresas, en este caso españolas, para la I+D, y que se concretan, generalmente, en subvenciones y ayudas con el fin de desvelar los rasgos característicos que tienen estas empresas y hasta qué punto una empresa depende de la financiación pública para subsistir (Mate y Molero, 2012).

El objetivo del presente estudio es aportar nuevas evidencias empíricas acerca del impacto de la inversión de fondos públicos y privados en la I+D interna en el impulso de la actividad empresarial de las empresas españolas, medido como aumento del número de patentes. La hipótesis que se plantea en este trabajo es que las variables relacionadas con el esfuerzo innovador, y más concretamente los gastos internos en I+D, contribuyen positivamente al rendimiento tecnológico de las empresas; en concreto, a un mayor aumento del número de patentes.

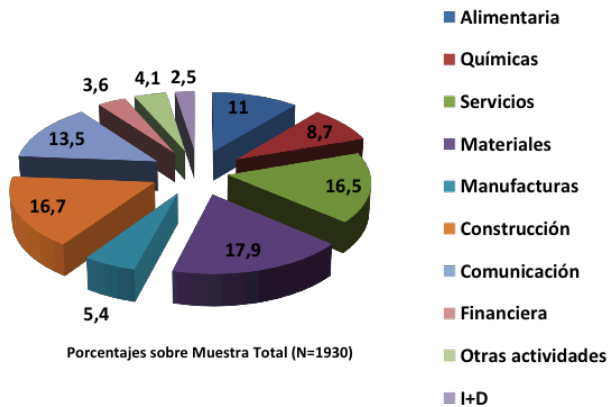
75

1. Muestra y variables

La base de datos utilizada en el presente estudio ha sido el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC, 2015). Este es un instrumento estadístico para el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas, fruto del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Estadística (INE), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Fundación COTEC, junto con el asesoramiento de un grupo de investigadores de la universidad. La base de datos se construye a partir de los resultados de la Encuesta sobre la Innovación Tecnológica de las Empresas. De la base de datos PITEC, se ha seleccionado una muestra longitudinal de 1345 empresas para el desarrollo de nuestra investigación. Dicha selección de la unidad muestral se ha realizado en 2008 sobre aquellas empresas que han realizado gasto interno de I+D en el periodo 2008-2012, y posteriormente se han mantenido las mismas empresas para los años sucesivos (de 2009 al 2012) con la finalidad ver la evolución temporal sobre la misma muestra.

Numerosos autores (Beneito, 2001; Tsai y Wang, 2005; Chia-Hung, 2004; Kafouros, 2008) han indicado que un factor a tener en cuenta en los comportamientos frente a la innovación de las empresas es el sector al que pertenece. En la base de datos del PITEC se indican hasta 56 ramas de actividad de las empresas. De la unidad muestral, se realiza la agrupación de dichos sectores en nueve sectores principales, tal y como aparecen en el **Figura 1**. Las empresas se agrupan según su actividad de acuerdo a la siguiente clasificación sectorial: 1) agroalimentario; 2) química; 3) servicios; 4) materiales/productos intermedios; 5) otros productos manufactureros de producción final; 6) construcción; 7) comunicación; 8) financiero; 9) otras actividades; y 10) I+D.

Figura 1. Agrupación de la muestra por sectores en porcentaje (N=1345)



76

En relación a la inversión interna en I+D, la variable seleccionada fue GTIND (gastos internos en I+D); a su vez, la base de datos del PITEC detalla los fondos que dedica una empresa para financiar los gastos internos en I+D. Estos fondos se desglosan según su procedencia. Los gastos internos en la I+D que dedica una empresa suelen ser la unión de diferentes fondos: a) los recursos propios; b) la financiación pública; c) fondos procedentes de otras empresas; y d) otros fondos (**Tabla 1**). En el presente estudio se seleccionan las variables “Fondos propios” y “Fondos públicos” porque representan el 90% de los fondos, y porque el objetivo perseguido es analizar la distribución de los fondos y a su vez comparar el peso que tiene cada una de estas variables en el incremento del número de patentes de las empresas.

Destacando aquellos fondos en los que se centra el estudio, se describe exactamente su alcance:

a) *Recursos propios*: Son los fondos con cargo a la propia empresa, incluidos préstamos y cuotas de carácter institucional. Se trata del uso del capital propio para financiar la investigación. Dentro del concepto de recursos propios se incluyen

todos los activos que genere la empresa, aun cuando este tipo de financiación no excluye en absoluto otros, como por ejemplo los programas públicos de ayuda a fondo perdido o las deducciones fiscales, que suelen solicitarse siempre. Por otra parte, casi en todas las investigaciones en I+D+i participa la empresa con fondos propios porque las administraciones para conceder sus ayudas normalmente exigen que la empresa participe con sus recursos en un porcentaje determinado en función de los programas.

b) *Financiación pública*: Son los fondos públicos concedidos a la empresa para financiar la I+D (**Tabla 1**). La ventaja de este tipo de financiación es que suele ser la más barata y dentro de unos márgenes la que concede más tiempo para desarrollar el proyecto y devolver el dinero, además de ser, también frecuentemente, materializada en ayudas y subvenciones a fondo perdido. En cualquier país existen programas públicos de ayuda a las empresas que, en ocasiones, incluso pueden superponerse varios en un proyecto determinado. El problema es que tanto la cantidad de proyectos como sus características y exigencias obliga a un profundo estudio de todos ellos para decidir cuáles son los más convenientes e interesantes para la empresa. España, con un Estado central y las Autonomías, casi todas ellas con programas de ayudas a las empresas de sus respectivos ámbitos de responsabilidad, es un ejemplo paradigmático de la dificultad de moverse entre las varias administraciones y la necesidad de especialistas en la materia.

Tabla 1. Procedencia de los diferentes fondos de los gastos internos de la I+D

VARIABLE	CONCEPTO
F Own	Fondos propios
F 2	Fondos de otras empresas españolas del grupo
F 3	Fondos de otras empresas españolas públicas
F 4	Fondos de otras empresas españolas privadas y asociaciones de investigación
FONEMPR	Fondos de otras empresas (engloba F2, F3 y F4)
F 5	Subvenciones de la ACE ¹
F 6	Contratos con la ACE ¹
F 7	Subvenciones de las ad. autonómicas y locales
F 8	Contratos con las ad. autonómicas y locales
FONPUBLI	Fondos públicos (engloba F5, F6, F7 y F8)
F 9	Fondos de universidades nacionales
F 10	Fondos de las IPSFL nacionales ²
F 11	Fondos de empresas extranjeras del mismo grupo
F 12	Fondos de otras empresas extranjeras
F 13	Fondos de programas de la UE
F 14	Fondos de AAPP extranjeras ³
F 15	Fondos de universidades extranjeras
F 16	Fondos de IPSFL extranjeras ²
F 17	Fondos de otras organizaciones internacional
FONOTR	Otros fondos (engloba F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16 y F17)

Fuente: elaboración propia.

Nota: fondos vienen expresados como porcentajes del gasto interno de I+D. ¹ ACE, administración central del Estado. ² IPSFL, instituciones privadas sin fin lucrativo. ³ AAPP, administraciones públicas.

Por otro lado, respecto a la variable “Tamaño”, diversos trabajos (Odagiri e Iwata, 1986; Luh y Chang, 1997; Beneito, 2001; Molero y García, 2008) apuntan a que la relación entre I+D y productividad no puede ser generalizada, sino que ha de ser analizada dentro de un contexto de tamaño empresarial y del nivel tecnológico del sector. Cohen y Keppler (1996), Tsai y Wang (2005) y Kafouros (2008) obtuvieron en sus estudios que los resultados positivos de la inversión en I +D dependen de

variables como el tamaño de la empresa. En España el tejido productivo empresarial está formado en su mayor parte por pymes, por lo que es necesario incluir dicha variable como una variable de control.

Respecto a la variable “Número de patentes”, como se ha comentado en la introducción, es un indicador altamente utilizado por otros autores como variable indicativa de resultado tecnológico. Griliches (1981) encuentra una relación significativa entre el valor de mercado de una empresa y su capital intangible medido a través de variables *proxy* como los gastos pasados en I+D y el número de patentes. Arévalo Tomé *et al.* (2013) llegan a una serie de conclusiones; entre ellas se encuentra que las actitudes empresariales que logran un mejor desempeño innovador son la continuidad en la inversión en I+D interna, el aumento del personal dedicado a la I+D+i, el aumento del gasto en I+D en relación con las ventas, la cooperación en materia de I+D+i y la solicitud de patentes y modelos de utilidad. A nivel sectorial, Malerba y Orsenigo (1995) utilizan como indicador tecnológico las patentes en Estados Unidos de cuatro países: Alemania, Francia, Reino Unido e Italia, en el período 1968-1986, encontrando dos grupos de clases tecnológicas y comprobando que, mientras los patrones de actividad innovadora difieren entre ambas clases, dentro de cada una los modelos de actividad innovadora de los distintos países muestran notorias similitudes. Además, el ciclo de la innovación se cierra con la protección del esfuerzo, de las ideas y del trabajo de quienes se arriesgan e investigan.

Adicionalmente, en la **Tabla 2** se muestran los valores medios y los estadísticos descriptivos de las variables que se consideran en el modelo.

79

Tabla 2. Valores medios y estadísticos descriptivos para las variables consideradas en el modelo

Variable	Unidades	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Cifra de negocio	Millones €	6,074	188.88	886.92	0.00	14,384
Fondos propios en I+D	Millones €	6,077	1.28	4.18	0.00	79
Fondos públicos en I+D	Millones €	6,077	0.17	0.60	0.00	18
Tamaño	Empleados	6,077	575.90	2284.96	1.00	41,168

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del PITEC

2. Metodología

Se propone un modelo dinámico de datos de panel en el que se analiza el impacto de la inversión interna en I+D sobre el número de patentes, teniendo en consideración el origen de los fondos invertidos en I+D: fondos propios de la empresa (F Own) y fondos públicos (FONPUBLI). Los datos de panel abarcan una muestra de 1345 empresas y un horizonte temporal de cinco años (2008-2012). El número de observaciones asciende a 4,729.

2.1. Modelo econométrico

En primer lugar, utilizando la muestra de datos de panel de las empresas entre 2008 y 2012 se estiman dos modelos en los que la variable dependiente es el Ln del número de patentes. La diferencia entre ellos reside en la introducción de la variable tamaño de la empresa como una variable continua o dicotómica, según la pertenencia de la empresa a los distintos grupos de empresas por tamaño.

Las variables de este modelo se detallan en la siguiente tabla. Todas las variables cuantitativas, dependientes y explicativas se muestran en Ln.

Tabla 3. Relación de variables dependientes y explicativas según los modelos generados

Modelo	Variable dependiente	Variables explicativas
1.1	Número de patentes	Fondos propios Fondos públicos Tamaño Innovación producto (<i>dummy</i>) Innovación de proceso (<i>dummy</i>) Sectores (<i>dummy</i>)
1.2	Número de patentes	Fondos propios Fondos públicos Tamaño (<i>dummy</i>) Innovación de producto (<i>dummy</i>) Innovación de proceso (<i>dummy</i>) Sectores (<i>dummy</i>)

Fuente: elaboración propia

Una vez estimados estos dos modelos generales, a continuación se realiza un análisis más detallado en el que, además de introducir otras variables, se utilizan distintas submuestras de la muestra general. El objetivo es observar en qué medida los resultados obtenidos son robustos en valores y significatividad. Para ello, se fragmenta la muestra por tamaño y por sectores, generando “submodelos” del modelo 1.1 y del modelo 1.2.

Previo al análisis de resultados, aplicamos la prueba Wooldridge (2002) para identificar la correlación serial en el término de error de la ecuación [1] abajo indicada. En los modelos de datos de panel lineal, la correlación serial sesga los errores estándar y hace que los resultados sean menos eficientes. La prueba Wooldridge rechaza la hipótesis de que no hay correlación serial en nuestra base de datos. Otro problema común es la heterocedasticidad. Para probar la heterocedasticidad, aplicamos el Test de Wald (Fox, 1997). Esta prueba rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad. Por lo tanto, usamos errores estándar corregidos por el panel con una corrección para heterocedasticidad y autocorrelación (Beck y Katz, 1995). También se realiza el Test

de Hausman, que contribuye a la decisión en la selección del modelo de estimación que mejor se ajusta a los datos disponibles. Según los resultados arrojados por el Test de Hausman, el modelo que mejor se ajusta a los datos disponibles es la estimación con efectos fijos.

Con el fin de recoger el efecto retardado de la inversión en I+D sobre la cifra de negocio (Sougiannis, 1994; Maté y Rodríguez, 2002) y de suavizar la serie temporal de las inversiones en I+D, se define un modelo econométrico dinámico en el que se analiza el impacto de las variables explicativas retardadas sobre la variable dependiente (patentes). Se considera un retardo en los F1 y FONPUBLI como media móvil de los dos años anteriores, es decir que se pretende explicar el número de patentes en función de la media móvil de los dos años anteriores de las variables de esfuerzo innovador F1 y FONPUBLI.

Junto a las variables explicativas de inversión en I+D, se introducen en el modelo variables de control cuya significatividad ha sido contrastada en estudios empíricos previos (datos no mostrados). Estas variables son el tamaño de la empresa (Scherer, 1965; Pavitt *et al.*, 1987; Gonzalez *et al.*, 1999; Huergo y Jaumendreu, 2004) y el sector de actividad (Beneito, 2001; Wang y Tsai, 2005; Chia-Hung, 2004; Kafouros, 2008; Buesa y Molero, 1998). Dada la correlación existente entre el número de patentes y el tamaño de la empresa ($R^2=0.86$), esta última variable se introduce en el modelo de manera categórica, según la siguiente clasificación: 1) menor igual a 50 trabajadores; 2) mayor a 50 y menor igual que 250 trabajadores; 3) mayor a 250 y menor igual que 500 trabajadores; y 4) mayor a 500 trabajadores. También se incluyen como variables explicativas y para mayor robustez dos variables dicotómicas que son innovación en producto e innovación en proceso.

81

Para hacer una interpretación más exhaustiva de los resultados, se realizará la estimación econométrica utilizando submuestras por sectores. El sector de actividad se introduce en el modelo como una variable categórica de nueve grupos, tal como se ha comentado anteriormente. Las variables se introducen en el modelo transformadas en logaritmos. El modelo resultante se especifica a continuación:

$$L_Patnum_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 L_Own_RD_{i \left(\frac{(t-2)+(t-1)}{2} \right)} + \alpha_2 L_Public_RD_{i \left(\frac{(t-2)+(t-1)}{2} \right)} + \alpha_3 Size_k + \alpha_4 Sector_k + \varepsilon_{it} [1]$$

Donde,

$i = 1, 2, \dots, 1345$ empresas

$j = 1, \dots, 4$ categorías según número de trabajadores

$k = 1, \dots, 9$ sectores de actividad

$t = 1, 2, \dots, 5$ años (período 2008-2012)

L_Patnum = Logaritmo del número de patentes de la empresa i en el año t

$L_Own_RD_i$, $\left(\frac{(t-2)+(t-1)}{2} \right)$ = Logaritmo de la inversión de fondos propios en I+D (millones de euros corrientes) de la empresa i , con un retardo de la media móvil de dos años

$L_Public_RD_i$, $\left(\frac{(t-2)+(t-1)}{2} \right)$ = Logaritmo de la inversión de fondos públicos (millones de euros corrientes) del país i , con un retardo de la media móvil de dos años anteriores

$Size_j$ = Tamaño de la empresa categorizado en j grupos.

Sectork = Clasificación de las empresas de acuerdo a su actividad en nueve grupos sectoriales. El modelo [1] se replica sobre las submuestras de empresas acordes con el tamaño (cuatro submuestras) y la actividad empresarial (nueve submuestras).

Cabe destacar, que la pregunta de investigación tras el modelo econométrico no aborda el análisis de la existencia de una relación de causalidad entre ambas variables, sino que se parte de la hipótesis de partida de que existe una relación significativa y positiva entre la inversión en I+D y el número de patentes. Destacar que existen modelos alternativos al aplicado, y al igual que el modelo aplicado, la mayoría de ellos son modelos orientados a controlar en la mayor medida posible los problemas de endogeneidad a los que nos tenemos que enfrentar en los modelos econométricos con variable de corte económico. La diferencia estriba en que los modelos alternativos presentan una mayor vocación hacia el análisis de la causalidad entre las variables objeto de estudio. Entre estos se encuentran los modelos en diferencias (Wooldridge, 2002; Semykina y Wooldridge, 2010), el uso de variables instrumentales (Guilhem, 2008) y el modelo de Arellano y Bond (1991).

El modelo de análisis de datos panel planteado permite abordar el problema de la endogeneidad a través del tipo de panel que se está analizando. De acuerdo con Cameron y Trivedi (2005), una vía adecuada de controlar los efectos fijos, y por tanto de corregir la estimación sesgada derivada de la omisión de variables explicativas, es el uso de paneles cortos. Este es el caso de estudio. El panel analizado abarca un total de 1345 empresas a lo largo de cinco años. Por tanto, según estudios previos, y acorde con la hipótesis de partida del estudio y el tipo de datos que se está analizando, el realizado es un análisis adecuado y pertinente para controlar el problema de la endogeneidad, y así obtener resultados fiables y robustos. Además, junto al modelo de partida de este estudio, se presentan nuevos modelos en los que se consideran variables dicotómicas de control del sector de actividad y tipo de empresa que suponen una prueba añadida a la robustez de los resultados obtenidos.

El análisis con datos de panel mejora la precisión de la estimación debido al número de observaciones resultantes de la combinación de las unidades transversales y temporales, siendo una metodología que permite abordar la problemática de la sobreestimación de los regresores y la infraestimación de los errores estándar. Trabajar con datos de panel permite mejorar el conocimiento de las dinámicas de comportamiento individuales, analizando la evolución de cada variable en cada individuo a lo largo del periodo de estudio (Cameron y Trivedi, 2005).

3. Resultados y discusión

Los resultados de la estimación del modelo 1.1. y del modelo 1.2 establece la existencia de una relación positiva y significativa entre la variable “Número de Patentes” y las variables de “Fondos propios” y de “Fondos públicos”, con *dummy* de Sector, *dummy* de innovación de producto y *dummy* de innovación de proceso (**Tabla 4**). Como se ha comentado anteriormente, la diferencia entre ellos reside en la introducción de la variable “Tamaño de la empresa” como una variable continua o dicotómica según la pertenencia de la empresa a los distintos grupos de empresas por tamaño.

Puede considerarse que los dos modelos generados explican las variables dependientes, tal como indican los valores del Test de Wald, que hace que rechacemos la hipótesis nula de pendiente cero para las variables explicativas del modelo. Los dos modelos estimados muestran el mismo comportamiento: los coeficientes de los fondos privados son positivos y significativos al igual que los fondos públicos, que también se presentan significativos y positivos.

Tabla 4. Resultados del modelo 1.1 y 1.2 para una muestra de 1345 empresas entre 2008-2012.

Variable dependiente: Patnum

Variables explicativas	Modelo 1.1	Modelo 1.2
F1	0.0403*** (0.0054)	0.0392*** (0.0053)
FonPubli	0.0076*** (0.0017)	0.007*** (0.0017)
Tamaño	0.0593*** (0.0069)	
Tamaño (<i>dummy</i>)		
50 ≤ x < 250		0.0736*** (0.0209)
250 ≤ x < 500		0.2178*** (0.0310)
500 ≤ x		0.2990*** (0.0367)
Innprod	0.0850*** (0.0220)	0.0861*** (0.0221)
Innproc	-0.0106 (0.0241)	-0.0084 (0.0238)
Sector (<i>dummy</i>)		
Quim	0.3379*** (0.0411)	0.3621*** (0.0410)
Serv	0.0100 (0.0312)	0.0148 (0.0320)
Mate	0.1161*** (0.0255)	0.1247 (0.0259)
Manu	0.2191*** (0.0377)	0.2382*** (0.0378)
Cons	0.2592*** (0.0299)	0.2720*** (0.0302)
Comu	0.0737* (0.0294)	0.0961** (0.0299)
Fina	-0.0749* (0.0364)	-0.0978** (0.0366)
Otrs	0.0308 (0.0374)	0.0280 (0.037)
I+D	0.6044*** (0.0797)	0.6126*** (0.0792)
Constante ¹	Alim -0.8128*** (0.0755)	-0.631*** (0.669)
N	4841	4541
R ²	0.0975	0.1037

Fuente: elaboración propia

Nota: Los sectores son ALIM, alimentación y agricultura; QUIMI, Químico; SERV, servicios; MATE, Materiales; MANU, Manufactureras; CONS, Construcción; COMU, Comunicación; FINA, Financiero; OTRS, Otros sectores; I+D, empresas de I+D. En tamaño variable *dummy* x representa el número de empleados

¹ Constante Sector base ALIM para modelo 1.1 sin innovación de proceso y producto y sector base ALIM con empresa pequeña <50 empleados sin innovación de proceso o producto para el modelo 1.2.

*, **, *** Indica diferencias significativas a nivel del 10%, 5% y 1% respectivamente

A continuación, se pasa a explicar la interpretación por bloques de variables:

Fondos privados y públicos. Los coeficientes para cada tipo de fondos mantienen valores muy similares para los dos modelos. Los fondos propios se sitúan en valores de 0.0403 para el modelo 1.1 y 0.0392 para el modelo 1.2. El peso de los fondos propios en los modelos es siete veces mayor que el de los fondos públicos, obteniendo unos coeficientes de fondos públicos de 0.0076 y 0.0070 para los modelos 1.1 y 1.2, respectivamente. Destacar que los coeficientes que obtenemos en las diferentes variables corresponden a la elasticidad al realizar los modelos en logaritmos.

Innprod e Innproc. La variable *dummy* Innprod tiene una relación positiva y significativa respecto a la variable “Patentes” en ambos modelos (1.1 y 1.2) con resultados muy similares. Podemos afirmar que innovar en producto influye positivamente en las patentes mientras que no se puede afirmar lo mismo para la variable *dummy* Innproc (Innovación en proceso), donde en ningún modelo es significativa (**Tabla 1**).

Tamaño. La variable “Tamaño” para el modelo 1.1 (variable cuantitativa) se muestra también con relación positiva y significativa con coeficiente de 0.0593 (**Tabla 1**). Para el modelo 1.2, la variable “Tamaño”, considerada como variable *dummy* o control, también muestra en todos los casos como altamente significativa. En el modelo 1.2 se observa como la pertenencia a empresas muy grandes (más de 500 empleados) repercute de forma positiva y significativa en la variable “Número de patentes” y prácticamente con la misma magnitud que las empresas grandes (de 250 a 500 empleados). En el caso de inclusión de la variable “Tamaño” como *dummy*, se observa que las empresas de mayor tamaño son aquellas con un mayor número medio de patentes.

84

En la **Tabla 5** se indican los modelos generados por las submuestras en función del tamaño de la empresa. Se observa como el ajuste del modelo mejora en función del tamaño empresarial, pasando de un R2 de 0.08 para empresas pequeñas y alcanzando valores de 0.26 para empresas muy grandes. La variable “Fondos propios” es positiva y significativa sólo para las empresas superiores a 50 empleados. Además, se observa que la magnitud del coeficiente para los fondos propios es mayor a medida que la empresa es más grande, situándose en valores de elasticidad de 0.1348%. Fruto de este resultado, se podría afirmar que el impacto de la inversión privada en el número de patentes es superior entre las empresas de mayor tamaño con respecto a las de menor tamaño.

Tabla 5. Resultados del modelo 1.1 para submuestras por grupo de empresas por tamaño entre 2008 y 2012

Variable dependiente: Ln Patnum

Variables explicativas		PEQUEÑAS	MEDIANAS	GRANDES	MUY GRANDES
		<50	50≤x<250	250≤x<500	500 ≤ x
F1		-0.0057 (0.0063)	0.0292*** (0.0067)	0.0833*** (0.0166)	0.1348*** (0.0252)
FonPubli		0.0031* (0.0017)	-0.0011 (0.0026)	0.0031 (0.0052)	0.0148** (0.0053)
Tamaño		0.0366* (0.0202)	0.0383 (0.034)	0.2308 (0.1443)	-0.0387 (0.0303)
Innprod		0.0479** (0.0229)	0.015 (0.037)	0.1607** (0.0643)	0.1977** (0.0627)
Innproc		0.0492** (0.0224)	-0.0588 (0.0398)	-0.0585 (0.0688)	0.0052 (0.0891)
Sector (<i>dummy</i>)	<i>Quim</i>	-0.0472 (0.0363)	0.2931*** (0.0527)	0.4812*** (0.1045)	0.9814*** (0.2092)
	<i>Serv</i>	-0.0182 (0.0422)	0.1944** (0.0793)	-0.0301 (0.0523)	-0.0308 (0.0656)
	<i>Mate</i>	-0.0105 (0.0401)	0.1241*** (0.0306)	0.1779** (0.0660)	0.2302** (0.0829)
	<i>Manu</i>	0.1518** (0.063)	0.1542** (0.0504)	0.2631** (0.1160)	0.4607** (0.1830)
	<i>Cons</i>	0.0039 (0.0421)	0.2250*** (0.0379)	0.4021*** (0.0833)	0.5002*** (0.990)
		0.0342 (0.435)	0.0866** (0.0391)	0.3438** (0.1690)	0.1670 (0.1344)
	<i>Fina</i>	0.0613 (0.0688)	0.0788** (0.0309)	0.1277 (0.1437)	0.0909 (0.0715)
	<i>Otrs</i>	0.0267 (0.0470)	0.0310 (0.0606)	0.3364* (0.1750)	0.3050** (0.0888)
	<i>I+D</i>	0.3424*** (0.0862)	0.6521*** (0.1143)	1.6822*** (0.4612)	1.8912* (0.9826)
	Constante ¹	<i>Alim</i>	-0.0515 (0.895)	-0.4612** (0.1907)	-2.413** (0.8578)
N		1250	1907	668	716
R ²		0.08	0.046	0.184	0.26

85

Fuente: elaboración propia

Nota: los sectores son ALIM, alimentación y agricultura; QUIMI, Químico; SERV, servicios; MATE, Materiales; MANU, Manufactureras; CONS, Construcción; COMU, Comunicación; FINA, Financiero; OTRS, Otros sectores; I+D, empresas de I+D. x representa el número de empleados

¹ Constante Sector base ALIM sin innovación de producto y proceso

*, **, *** Indica diferencias significativas a nivel del 10%, 5% y 1% respectivamente

Es importante destacar que la variable “Fondos públicos” es sólo significativa y positiva para las empresas pequeñas y muy grandes (**Tabla 5**). La variable “Tamaño” sólo es significativa y positiva para empresas pequeñas. La falta de significatividad de la variable de tamaño viene explicada, dado que las regresiones se están realizando sobre grupos de empresas en las que su tamaño se ha homogeneizado a través de la definición de los grupos.

También para las empresas pequeñas tiene un efecto positivo, sobre la variable “Patente”, innovar en producto y proceso, mientras que para las empresas de tamaño mayor de 250 empleados sólo es positivo y significativo en innovación de producto. La variable *dummy* de sector dentro del grupo de empresas pequeñas no es relevante, es decir: pertenecer a un sector determinado de empresas, a excepción del sector de I+D y manufacturero, no es significativo para la variable “Patentes”. Sin embargo, a partir de un tamaño de empresa de 50 empleados todos los sectores son significativos a excepción de sector “Otros”, aunque por encima de 250 empleados hay variaciones ligeras de significación entre los sectores.

3.1. Variable “Sector”

Desde el punto de vista de los sectores, se puede observar que el comportamiento es el mismo en ambos modelos (modelos 1.1 y 1.2), resultando ser significativos salvo el sector “Servicios” y el sector “Otros”. Para el sector “Materiales”, en el modelo 1.2 tampoco es significativo. Los valores de los coeficientes de las variables *dummy* de los sectores (**Tabla 4**) toman valores positivos respecto al modelo base (alimentario), debido a que el sector alimentario es uno de los sectores con menor número de patentes. En este sentido, los coeficientes del sector “I+D” y “Químico” son los que más alto mantienen el coeficiente, ya que corresponde a los sectores con mayor actividad de patentes.

86

En los modelos 1.1 y 1.2 se ha observado el diferente comportamiento del sector explicada por su variable *dummy* (**Tabla 4**). Los modelos 1.1 y 1.2 consideran que los coeficientes de fondos privados y públicos de las regresiones son iguales para todos los sectores. Para poder analizar los posibles cambios en las pendientes de los coeficientes de las variables explicativas cuantitativas en función del sector, se procede a realizar una submuestra por sector donde se estimará dicho modelo 1.1 (**Tabla 6**).

Los modelos de las submuestras por sectores (**Tabla 6**) para la variable “Patentes” explican la variable dependiente con cierta heterogeneidad, ya que hay sectores como “Químico” o “Servicios” en torno al 90%, mientras que para el sector de comunicación sólo explican el 14,5% de la varianza. Todos los modelos generados para patentes, excepto el sector “Otros”, pueden considerarse que explican las variables dependientes, tal como indican los valores del Test de Wald. En todos los submodelos por sector generados, se observa que la constante es significativa dentro de los modelos.

Se observa como los fondos propios son significativos en los modelos para seis sectores (“Alimentación”, “Químico”, “Materiales”, “Construcción”, “Comunicación” y “Financieros”) y en algunos sectores, como “Químico”, con mayor elasticidad que la variable “Tamaño”.

La variable de “Fondos públicos” se observa significativa y positiva para cinco sectores (“Químico”, “Servicios”, “Alimentación”, “Manufactureras” y “I+D”). Destacar que, para las empresas de I+D, los fondos públicos alcanzan unos coeficientes con un peso de 7.5 veces mayor frente a los fondos propios. En los sectores donde las dos

variables se mostraron significativas, la elasticidad de los fondos públicos es mucho menor que la de los privados (entre cinco y siete veces inferior).

Tabla 6. Resultados del modelo 1.1 para submuestras por sectores de empresas durante el año 2008-2012

Variable dependiente: Patnum

VARIABLES explicativas	ALIM	QUIMI	SERV	MATE	MANU	CONS	COMU	FINA	OTROS	I+D
F1	0.027*** (0.007)	0.168*** (0.038)	-0.003 (0.004)	0.039*** (0.0107)	0.004 (0.011)	0.058*** (0.0109)	0.021** (0.01)	0.024** (0.011)	0.009 (0.031)	0.004 (0.019)
FonPubli	0.005** (0.002)	0.017** (0.006)	-0.008* (0.004)	0.001 (0.003)	0.0143** (0.005)	0.005 (0.004)	0.001 (0.0038)	0.000 (0.001)	0.0129 (0.009)	0.03* (0.016)
Tamaño	-0.006 (0.015)	0.142** (0.046)	-0.014** (0.005)	0.068*** (0.018)	0.076** (0.03)	0.116*** (0.02)	0.049** (0.018)	-0.008** (0.004)	0.009 (0.006)	0.24** (0.071)
Constante	-0.24** (0.103)	-2.529*** (0.393)	0.26** (0.096)	-0.641*** (0.152)	-0.199 (0.163)	-1.000*** (0.151)	-0.331** (0.155)	0.041** (0.181)	-0.123 (0.389)	-0.67** (0.330)
N	486	555	449	838	295	864	678	93	93	190
R ²	0.572	0.877	0.896	0.766	0.762	0.709	0.145	0.323	0.675	0.395

Fuente: elaboración propia

Nota: los sectores son ALIM, alimentación y agricultura; QUIMI, Químico; SERV, servicios; MATE, Materiales; MANU, Manufactureras; CONS, Construcción; COMU, Comunicación; FINA, Financiero; OTROS, Otros sectores; I+D, empresas de I+D.

*, **, *** Indica diferencias significativas a nivel del 10%, 5% y 1% respectivamente

87

Los resultados más relevantes desde un punto de vista general son:

- Se evidencia la relación e importancia que tiene la inversión que dedica una empresa innovadora con indicadores de eficacia tecnológica (“Patentes”).
- Se confirma la relación positiva y significativa entre los fondos públicos en I+D y el número de patentes. Sin embargo, al hacer la submuestra por tamaño, se pone en evidencia que los fondos públicos tienen una relación positiva y significativa para las empresas españolas pequeñas y muy grandes respecto a la solicitud de patentes.
- Se confirma la relación positiva y significativa entre los fondos privados y el número de patentes.

Se resalta que la pertenencia a distintos sectores es significativa para el comportamiento de las variables dependientes explicadas a través de fondos públicos y privados.

- En la submuestra por sectores, se presentan significativos y positivos en cuatro sectores: “I+D”, “Química”, “Manufacturero” y “Alimentario”.
- Se confirmaría la necesidad de introducir la variable “Sector” en estudios que vinculan la I+D con el resultado empresarial.

Partiendo de estos resultados, las políticas de innovación deberían focalizar su atención en el fomento de las capacidades internas empresariales, incentivando el desarrollo de actividades internas de I+D impulsando la inversión con fondos propios y públicos, de manera que se complementen los esfuerzos. El sistema español de investigación e innovación necesita un incremento de recursos que deben ir asociados a reformas estructurales que hagan más eficiente la inversión pública. Estos recursos que se solicitan deben ser usados únicamente para incentivar las reformas.

En épocas de recesión muchas empresas sacrifican las inversiones de I+D con el objetivo de reducir costes y aumentar los beneficios a corto plazo. Lo que pretendemos en este trabajo es arrojar luz sobre esta relación entre inversión en I+D y productividad en las empresas. Como ya señaló Alarcón y Sánchez (2014), la actividad innovadora debe ser realizada en época de crisis, ya que en las empresas puede cambiar el signo de dicha crisis y la situación económica de dichas empresas.

Conclusiones

Este trabajo amplía el conocimiento del efecto que tienen las inversiones de I+D (financiación pública y propia) en los resultados tecnológicos (patentes) de las empresas, con las implicaciones que pudieran tener para las políticas de I+D orientadas a impulsar una mayor eficacia y competitividad en las empresas. El gasto en I+D interno es un componente crucial de la innovación y un factor clave en el desarrollo de nuevas ventajas competitivas en los sectores de la industria y la tecnología.

88

El objetivo del estudio era mostrar cómo este gasto interno contribuye al aumento del número de patentes de las empresas españolas. Los resultados apoyan tres conclusiones principales. En primer lugar, se puede concluir que la inversión en I+D interna tiene un impacto positivo en las patentes de las empresas españolas. La inversión de fondos propios y públicos de las empresas en I+D interna impulsa las patentes de las empresas españolas.

La segunda conclusión es que el impacto de la inversión en I+D interna en el número de patentes depende del tamaño de la empresa y de su capacidad de generación de fondos propios para invertir en I+D interna. Se pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo acciones orientadas a impulsar las inversiones en I+D por parte de las empresas, sobre todo entre las de menor tamaño, lo que implica necesariamente un esfuerzo desde el ámbito público con el fin de impulsar el esfuerzo privado.

Por último, la tercera conclusión del estudio es que, en el diseño de políticas de inversión de I+D interna, es importante tener en consideración la actividad sectorial, tal como muestran los coeficientes de los sectores, la pertenencia de la empresa a uno y otro sector es una variable significativa a la hora de explicar un mayor número de patentes conseguidas.

Podemos concluir que no sólo las empresas actúan de forma adecuada cuando continúan invirtiendo en I+D a pesar de las dificultades económicas que están viviendo, sino que las políticas de estímulo a la investigación deben ser orientadas a favorecer

la colaboración público–privada, estableciendo un vínculo entre la innovación y la industria. Se debe reforzar el gasto público en investigación de calidad y desarrollo experimental con el fin de promover la inversión privada en I+D +i.

Bibliografía

ALARCÓN, S. y SÁNCHEZ, P. (2013): “Cómo innovan y qué resultados de innovación consiguen las empresas agrarias y alimentarias españolas”, *Cuadernos de Estudios Agroalimentarios*, CEA06, pp. 63-82.

ALMUS, M. y CZARNITZKI, D. (2003): “The effects of public R&D subsidies on firms innovation activities: the case of eastern Germany”, *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 21, n° 2, pp. 226-326.

ANTONELLI, C. (1989): “A failure-inducement model of research and development expenditure, Italian Evidence from the early 1980s”, *The Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 12, n° 2, pp. 159-180.

ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): “Some tests of specification for panel data”, *Review of Economic Studies*, vol. 58.

ARÉVALO, R., URGAL, B. y QUINTÁS, M. A. (2013): “Propuesta de medida del desempeño innovador: aplicación en las empresas innovadoras españolas”, *Cuadernos de Gestión*, vol. 13, n° 1, pp. 41-67.

89

ARORA, A. y GAMBARDELLA, A. (1990): “Complementarity and external linkages: The strategies of the large firms in biotechnology”, *The Journal of Industrial Economics*, vol. 38, n° 4, pp. 361-379.

ARVANITIS, S., HOLLESTEIN, H. y LENZ, S. (2002): “The effectiveness of government promotion of advanced manufacturing technologies (AMT): an economic analysis based on Swiss microdata”, *Small Business Economics*, vol. 19, pp. 321-340.

AUDRETSCH, D. B., MENKVELDAND, A. J. y THURIK, A. R. (1996): *The decision between internal and external R&D*, Neuhuys-Research Institute.

BAYONA, C., CRUZ, C., GARCÍA, T. y SÁNCHEZ, M. (2013): “The effects of open innovation practices of Spanish Agri-Food firms on the innovation performance”, en García, M. (ed.): *Open innovation in the food and beverage industry*, n° 5, Woodhead Publishing Ltd, pp. 74-96.

BECK, N. y KATZ, J. N. (1995): “What To Do (and Not To Do) With Time-Series Cross-Section Data”, *American Political Science Review*, vol. 89, n° 3, pp. 634-647.

BENEITO, P (2001): “R&D productivity and spillovers at the firm level: evidence from Spanish panel data”, *Investigaciones Económicas*, n° 2, pp. 289-313.

BUESA, M. y MOLERO, J. (1998): "Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española", *Información Comercial Española*, vol. 773, pp. 155-173.

BUSOM, I. (2000): "An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 9, n° 2, pp. 111-148.

BLOOM, N., GRIFFITH, R. y VAN REENEN, J. (2002): "Do R&D Tax Credits Work?. Evidence from a Panel of Countries 1979-1997", *Journal of Public Economics*, vol. 85, pp. 1-31.

CAMERON, A. C. y TRIVEDI, P. K. (2005): *Microeconometrics: methods and applications*, Cambridge University Press.

CAMISÓN, C. (1999): *Sobre cómo medir las competencias distintivas: un examen empírico de la fiabilidad y validez de los modelos multi-item para la medición de los activos intangibles*.

CAMISÓN, C AND A VILLAR-LÓPEZ (2014): "Organizational innovation as an enabler of technological innovation", *Journal of Business Research*, vol. 67, pp. 2891-2902.

CAPITANIO, F., COPPOLA, A. y PASCUCCI, S. (2009): "Indications for drivers of innovation in the food sector", *British Food Journal*, vol. 111, n° 8, pp. 820-838.

90 CHIA-HUNG, S. (2004): "Decomposing productivity growth in Taiwan's manufacturing, 1981-1999", *Journal of Asian Economics*, vol. 15, pp. 759-776.

COHEN, W. M. y KLEPPER, S. (1996): "A reprise if size and R&D", *The Economic Journal*, n° 437, pp. 925-951.

CZARNITZKI, D. y FIER, A. (2002): "Do innovation subsidies crowd out private investment? Evidence from the German service sector", *Applied Economics Quarterly*, vol. 48, n° 1, pp. 1-25.

DAGENAIS, M, P MOHNEN AND P THERRIEN (1997): "Do Canadian Firms Respond to Fiscal Incentives to Research and Development?", *Discussion Paper 97s-34*, Montreal, Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations (CIRANO).

EISNER, R., ALBERT, S. N. y SULLIVAN, M. A. (1984): "The new incremental tax credit for R&D: incentive or disincentive", *National Tax Journal*, n° 37, pp. 171-183.

GONZÁLEZ, M. I. y PARGAS, L. A. (2010): "Intensidad en I+D y desempeño empresarial en las Pymes: un enfoque multidimensional", *Revista Internacional de la Pequeña y Mediana Empresa*, vol. 1, n° 3, pp. 40-58.

GONZÁLEZ, X., JAUMANDREU J. y PAZÓ, C. (1999): "Innovación, costes irre recuperables e incentivos a la I+D", *Papeles de Economía Española*, n° 81, pp. 155-166.

GRILICHES, Z. (1981): "Market Value, R&D and Patents", *Economics Letters*, n° 7, pp. 183-187.

GRILICHES, Z. (1986): "Productivity, R&D and Basic research at firm level in the 1970s", *American Economic Review*, n° 76, n° 1, pp. 141-154.

GUELLEC, D. y VAN POTTLESBERGHE, B. (2000): "The impact public expenditures on Business", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 12, n° 3, pp. 225-244.

HALL, B. (1993): "R&D tax policy during the 1980s: success or failure", *Tax Policy and the Economy*, vol. 7, pp. 1-35.

HALL, H. y VAN REENEN, J. (2000): "How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence", *Research Policy*, vol. 29, pp. 449-469.

HUERGO, E. y JAUMANDREU, J. (2004): "How does probability of innovation change with firm age?", *Small Business Economics*, vol. 22, n° 3/4, pp. 193-207.

HURLEY, R. F. y HULT, G. T. (1998): "Innovation, Market Orientation and Organization Learning: An Integration and Empirical Examination", *Journal of Marketing*, n° 62, pp. 42-54.

KAFOUROS, M. I. (2008): "Economic returns to industrial research", *Journal of Business Research*, vol. 61, pp. 868-876.

91

KAISER, U. (2004): *Private R&D and public R&D subsidies: microeconomic evidence from Denmark*, Centre for Economic Business Research.

LAZZAROTTI, V., MANZINI, R. y PELLEGRINI, L. (2011): "Firm-specific factors and the openness degree: a survey of Italian firms", *European Journal of Innovation Management*, vol. 14, n° 4, pp. 412-434.

LEVY, D. M. y TERLECKYJ, N. E. (1983): "Effects of government R&D on private R&D investment and productivity: a macroeconomic analysis", *Bell Journal of Economics*, vol. 14, n° 2, pp. 551-561.

LICHTENBERG, F. (1987): "The effect of government funding on private industrial research and development: a re-assessment", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 36, n° 1, pp. 97-104.

LOKSHIN, B., BELDERBOS, R. y CARREE, M. (2008): "The Productivity Effects of Internal and External R&D: Evidence from a Dynamic Panel Data Model", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 70, n° 3, pp. 399-413.

LÖÖF, H. y HESHMATI, A. (2005): "The impact of public funding on private R&D investment: new evidence from a firm level innovation study", *Electronic Working Papers Series*, n° 6, CESIS.

LUH, Y. H. y CHANG, S. K. (1997): "Building the dynamic linkages between R&D and productivity growth", *Journal of Asian Economics*, vol. 4, pp. 525-545.

MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (1995): "Schumpeterian Patterns of Innovation", *Cambridge Journal of Economics*, nº 19, pp. 47-65.

MARRA, M. A. (2004): "Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas, 1991-1996", *Hacienda Pública Española*, vol. 170, pp. 9-35.

MARRA, M. A. (2006): "Efectos de las subvenciones públicas sobre la inversión en I+D de las empresas manufactureras españolas", *Revista Galega de Economía*, vol. 15, nº 1-20.

MATE, M. y MOLERO, J. (2012): "Análisis de los tipos de financiación para la I+D y el esfuerzo innovador: la evidencia empírica española", *Revista Española de Ciencia Política*, vol. 28, pp. 107-124.

MATÉ, J. y RODRÍGUEZ, J. R. (2002): "Crecimiento de la productividad e innovación en I+D: Un análisis empírico de las empresas manufactureras españolas", *Economía Industrial*, vol. 1347, pp. 99-110.

MOLERO, J. y GARCÍA, A. (2008): "The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach", *Technovation*, vol. 28, pp. 739-757.

ODAGIRI, H. y IWATA, H. (1986): "The impact of R&D on productivity increase in Japanese manufacturing companies", *Research Policy*, vol. 15, nº 13-19.

PAVITT, K. (1987): "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, vol. 13, pp. 343-374.

PI TEC (2015): *Solicitud de descarga de BBDD y notas de actualización*, Ministerio de Economía y Competitividad. Disponible en: http://icono.fecyt.es/PI TEC/Paginas/descarga_bbdd.aspx.

SCHERER, F. M. (1965): "Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions", *American Economic Review*, vol. 55, pp. 1097-1125.

SCHMIEDEBERG, C. (2008): "Complementarities of innovation activities: an empirical analysis of the German manufacturing sector", *Research Policy*, vol. 37, pp. 1492-1503.

SEMYKINA, A y WOODRIDGE, J. M. (2010): "Estimating Panel Data Models in the Presence of Endogeneity and Selection", *Department of Economics*, Florida State University.

SOUGIANNIS, T (1994): "The accounting based valuation of corporate R&D", *The Accounting Review*, vol. 1, nº 44-68.

TRAILL, W. B. y MEULENBERG, M. (2002): *Innovation in the food industry. Agribusiness*, vol. 18, n° 1, pp. 1-21.

TSAI, K. H. y WANG, J. C. (2005): "Does R&D performance decline with firm size? A reexamination in terms of elasticity", *Research Policy*, vol. 34, pp. 966–976.

VEGA-JURADO J., GUTIÉRREZ-GRACIA, A. y FERNÁNDEZ DE LUCIO, I. (2008): "How do Spanish firms innovate? An empirical evidence", *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 3, n° 3, pp. 100-111.

VEUGELERS, R y CASSIMAN, B. (1999): *Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms*, *Research Policy*, vol. 28, n° 1, pp. 63-80.

WOOLDRIDGE, J. M. (2002): *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge, MIT Press. Cambridge.

WOZNY, J. A. (1989): *Research Tax Credit: New Evidence on its Effects*, en *Proceeding of Eighty-Second Annual Conference*, National Tax Association, pp. 223-228.

Cómo citar este artículo

MATE, M. y MOLERO, J. (2020): "Efecto del gasto en I+D interno en la eficiencia tecnológica de empresas españolas. Análisis comparativo durante el periodo de crisis de 2008-2012", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, vol. 15, n° 44, pp. 71-93.