

INICIACIÓN, PERSISTENCIA E INTENSIFICACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DE I+D EN ESPAÑA

DOLORES AÑÓN
JUAN A. MÁÑEZ
JUAN A. SANCHIS-LLOPIS (*)

Facultad de Economía y ERI-CES
 Universidad de Valencia

Aumentar el gasto en investigación y desarrollo (I+D) se ha convertido en una cuestión relevante en la estrategia de largo plazo de la política europea. Así, en 2002, los miembros de la Unión Europea (UE) establecieron el «objetivo de Barcelona», un compromiso para aumentar el gasto en I+D de Europa al 3% del PIB en 2010, del cual dos tercios deberían provenir

del sector privado. Sin embargo, los países europeos están lejos del objetivo del 3% (OCDE, 2008). En promedio, y según datos del año 2006, en la UE el gasto en I+D representa sólo el 1,83% del PIB, siendo esta cifra significativamente inferior para España (1,2% del PIB). Sin embargo, independientemente de los tímidos avances para lograr este objetivo, el Consejo Europeo ratificó en 2010 dicho objetivo como uno de los más importantes de la estrategia «Europa 2020».

Hay que señalar, que a pesar de estar por debajo de la media europea, España ha experimentado un crecimiento significativo del gasto en I+D desde mediados de la década de los noventa. En este estudio se analizarán los principales componentes del comportamiento del gasto privado en I+D, con el objetivo de orientar la política de innovación en cuanto a las posibles vías para alcanzar, o al menos converger, hacia el «objetivo Barcelona».

La disponibilidad de datos desagregados a nivel de empresa ha aumentado el interés por analizar de forma más detallada la evolución de la inversión privada en I+D. En particular, el objetivo de este estudio es analizar el crecimiento de la inversión en I+D priva-

da en el sector manufacturero español a través de su descomposición en los márgenes extensivo e intensivo. Por una parte, el margen extensivo recoge la evolución de los gastos en I+D a través del número de empresas que inician tales actividades. Por otra parte, el margen intensivo puede descomponerse en dos términos distintos: persistencia en la realización de actividades de I+D de aquellas empresas que ya las han iniciado; e, intensificación del esfuerzo innovador (aumento del gasto en I+D) por parte de aquellas que ya realizan dichas actividades.

La motivación detrás de muchas políticas de promoción de la I+D es aumentar el número de empresas que comienzan a realizar actividades de I+D (es decir, margen extensivo). Sin embargo, estas políticas, en muchas ocasiones, tienen un alcance limitado ya que, en general, es la intensificación de estas actividades (es decir, margen intensivo) lo que produce mejores resultados en términos de invenciones, patentes u otras medidas de resultados de la innovación.

La literatura que analiza la distinción entre el margen intensivo y extensivo se ha centrado principalmente

en el estudio de los volúmenes de comercio (Besedes y Prusa, 2007) o en la adopción de nuevas tecnologías (Comin *et al.*, 2006). Sin embargo, no existen estudios que analicen el crecimiento de la inversión en I+D utilizando la descomposición de dicho crecimiento en el margen intensivo y extensivo, objetivo del presente trabajo. Los trabajos existentes se han centrado básicamente en el análisis de los cambios a través del tiempo de la inversión en I+D y en el número de empresas innovadoras, considerando implícitamente la intensificación del esfuerzo innovador y obviando el papel de la persistencia en la realización de actividades de I+D. Los resultados de nuestro trabajo sugieren que no tener en cuenta el componente de persistencia puede tener consecuencias en el análisis y, por tanto, en las implicaciones para el diseño de las políticas de incentivos.

Esta evidencia se basa en dos hipótesis de trabajo que proponemos: (i) esperamos que los gastos en I+D de una empresa que comienza tales actividades sean relativamente bajos en los primeros años y aumenten conforme aumente el número de períodos que la empresa realice ininterrumpidamente dicha actividad. Si definimos como episodio de I+D el número de años que una empresa realiza ininterrumpidamente actividades de I+D, (ii) la probabilidad de que un episodio de I+D termine disminuye con la duración de dicho episodio (Máñez *et al.* 2009b).

Estas dos hipótesis implican que aumentos en el margen intensivo sólo serán posibles para empresas con elevadas tasas de persistencia en la realización de actividades de I+D; de lo contrario, no podríamos observar intensificación en su esfuerzo innovador. En otras palabras, la intensificación está condicionada a la persistencia. Es más, cuanto mayores sean las tasas de persistencia, mayor será el crecimiento de los gastos en I+D, incluso en ausencia de intensificación. Y, aquellas empresas que cesen sus actividades de I+D tendrán un impacto negativo sobre el crecimiento de los gastos en I+D de un país.

El objetivo de este trabajo es analizar la importancia relativa de los márgenes extensivo e intensivo para explicar el crecimiento privado de la I+D. Para llevar a cabo esta investigación utilizaremos una muestra representativa del sector manufacturero español extraída de la «Encuesta sobre Estrategias Empresariales» (ESEE) para el periodo 1990-2006. Dado el tamaño de nuestra muestra, analizaremos los márgenes por sectores tecnológicos, utilizando como criterio de agrupación la intensidad tecnológica de la industria (industrias de intensidad tecnológica alta, media y baja).

El resto de este artículo se organiza en las siguientes secciones. En la siguiente sección se revisa la literatura más relevante. En la tercera se describen los datos así como la representatividad de la muestra. La cuarta presenta evidencia descriptiva de ambos márgenes. La metodología utilizada para descomponer el crecimiento de la I+D se describe en la quinta sección. Los

resultados se presentan en la sección sexta. Finalmente, la séptima sección concluye.

REVISIÓN DE LA LITERATURA †

La importancia relativa del margen extensivo frente al margen intensivo ha sido un tema de considerable debate en la literatura sobre el comercio internacional (Besedes y Prusa, 2007). Aunque hay estudios que hacen hincapié en la importancia del margen extensivo para explicar el crecimiento del volumen de comercio de un país (Hummels y Klenow, 2005), estudios recientes destacan el papel desempeñado por el margen intensivo (Bernard *et al.*, 2009; Besedes y Prusa, 2007; y Helpman *et al.*, 2008). Estos trabajos concluyen que el crecimiento del comercio proviene principalmente de las relaciones comerciales existentes más que de nuevas relaciones comerciales (margen extensivo).

La distinción entre estos márgenes también ha sido analizada en la literatura que estudia la adopción y difusión de nuevas tecnologías (Comin *et al.*, 2006). En esta literatura, el margen extensivo se refiere a la difusión de nuevas tecnologías, mientras que el margen intensivo se refiere al grado en que se utiliza una determinada tecnología. De nuevo, estos estudios resaltan la importancia del margen intensivo a la hora de explicar el crecimiento en la utilización o adopción de la tecnología.

A pesar de que numerosos estudios analizan las diferencias entre los márgenes extensivo e intensivo, los componentes de persistencia y de intensificación del margen intensivo apenas se analizan de forma independiente. En particular, los estudios se centran en el componente de intensificación sin considerar el componente de persistencia. Besedes y Prusa (2007) apuntan que omitir este componente tiene consecuencias sobre el análisis del crecimiento de una determinada variable puesto que la persistencia es una condición necesaria para que se pueda producir la intensificación y, además, mayor persistencia *per se* resultará en un mayor crecimiento incluso aunque no se produzca la intensificación.

En relación con los estudios sobre el crecimiento de la I+D, muchos de los existentes estudian cambios en el crecimiento de la I+D conducidos por el número de empresas que llevan a cabo estas actividades, considerando implícitamente la intensificación en dichas actividades sin tener en cuenta el componente de la persistencia. A pesar de que desde un punto de vista teórico se reconoce que la innovación es inherentemente un proceso dinámico entre empresas heterogéneas (Blundell *et al.*, 1995), la evidencia empírica a nivel de empresas sobre la persistencia en la realización de actividades de I+D es escasa (1). En particular, la persistencia en la innovación ha sido analizada desde el punto de vista de los resultados del proceso de innovación (2). Sin embargo, pocos estudios han analizado la persistencia

CUADRO 1
REPRESENTATIVIDAD DE LAS MUESTRAS: EMPRESAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES DE I+D *VERSUS* OTRAS QUE NO REALIZAN DICHAS ACTIVIDADES

Medias	Muestra completa para 1990		Empresas que permanecen todos los años en la muestra	
	Empresas no I+D	Empresas I+D	Empresas no I+D	Empresas I+D
Empresas pequeñas				
Número de empresas	1.215,00	249,00	256,00	45,00
% del total de la muestra	82,99	17,01	85,05	14,95
Tamaño medio (núm. empleados)	32,64	66,65	29,56	63,00
Gasto I+D /Ventas (media)	0,00	4,42	0,00	2,93
% del total de las ventas	67,55	32,45	67,69	32,31
% del total del empleo	70,50	29,50	73,01	26,99
Empresas grandes				
Número de empresas	225,00	472,00	39,00	64,00
% del total de la muestra	31,78	68,22	37,86	62,14
Tamaño medio (núm. empleados)	506,30	900,95	653,89	456,32
Gasto I+D /Ventas (media)	0,00	1,96	0,00	1,32
% del total de las ventas	19,31	80,68	58,27	41,72
% del total del empleo	21,13	78,87	46,61	53,38

FUENTE: Elaboración propia.

desde el punto de vista de los *inputs*, es decir, persistencia en las actividades de I+D (a excepción de los trabajos de Máñez *et al.*, 2009a, 2009b; y, Peters, 2009).

Estos estudios encuentran que las actividades de I+D muestran una elevada persistencia a nivel de empresa y que dicha persistencia difiere entre sectores tecnológicos. Finalmente, es importantes señalar que no existe ningún estudio que integre los distintos aspectos de los márgenes intensivo y extensivo para explicar el crecimiento de la I+D privada, lo que constituye el objetivo del presente trabajo.

LOS DATOS

Los datos utilizados en este trabajo proceden de la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESEE), para el período 1990-2006. La ESEE es una encuesta anual representativa de las empresas manufactureras españolas clasificadas por sectores industriales y por categorías de tamaño, y proporciona información exhaustiva a nivel de empresa, incluidos los gastos de I+D (3). La ESEE es un panel incompleto, dado que algunas empresas abandonan el mercado, cambian su actividad para realizar actividades no industriales, o deciden salirse de la encuesta. Sin embargo se han realizado importantes esfuerzos para mantener la representatividad de la muestra a lo largo del tiempo.

Representatividad

En el cuadro 1 se resumen los principales descriptivos (porcentaje de empleo, ventas y gastos de I+D), por categorías de tamaño. Estos descriptivos se presentan tanto para la muestra completa en 1990, como para las empresas que permanecen en la muestra todos los años de nuestro análisis (muestra

continua), distinguiendo entre empresas que realizan I+D y empresas que no realizan dichas actividades. Así, si nos centramos en la muestra de empresas que realizan I+D, obtenemos que para las empresas pequeñas, tanto en la muestra completa como en la muestra continua, los resultados son muy similares en términos de porcentaje de empresas, tamaño, gastos de I+D sobre ventas, ventas y empleo. Sin embargo, para las empresas grandes observamos algunas diferencias significativas en términos de tamaño, ventas y empleo.

En el cuadro 2, en página siguiente, se presentan las proporciones de empresas (pequeñas y grandes) para las industrias de tecnología baja, media y alta, para la muestra total en 1990 y para la muestra continua (4). Para las empresas pequeñas se obtienen proporciones muy similares, mientras que para las grandes sólo el porcentaje de empresas en la industria de tecnología baja es similar en ambas muestras, ya que las empresas que operan en las industrias de tecnología media se encuentran sobrerrepresentadas en la muestra continua y las empresas que operan en sectores de tecnología alta están infrarrepresentadas.

Por lo tanto, consideramos que la muestra que utilizamos para llevar a cabo nuestro análisis es comparable con la muestra completa para las empresas pequeñas y, aunque, existen algunas diferencias para las empresas grandes, obtenemos cifras comparables para las variables de interés en este estudio (en particular, el tamaño y los gastos en I+D sobre ventas) (5).

Un proceso clave para nuestro análisis es convertir los datos anuales en períodos ininterrumpidos en la realización de actividades de I+D (*episodio* de I+D). Definimos un *episodio* de I+D como el número de años que una empresa realiza continuamente acti-

CUADRO 2
REPRESENTATIVIDAD DE LAS MUESTRAS POR TAMAÑO Y SECTOR TECNOLÓGICO, 1990

	Tecnología baja		Tecnología media		Tecnología alta	
	Muestra completa para 1990	Empresas que permanecen todos los años	Muestra completa para 1990	Empresas que permanecen todos los años	Muestra completa para 1990	Empresas que permanecen todos los años
Empresas pequeñas	885,00	180,00	368,00	82,00	225,00	39,00
	59,80%	59,80%	24,90%	27,24%	15,22%	12,96%
Empresas grandes	285,00	45,00	223,00	39,00	202,00	19,00
	40,14%	43,69%	31,41%	37,86%	28,45%	18,45%

FUENTE: Elaboración propia.

vidades de I+D (es decir, tiene gastos positivos en la realización de actividades de I+D) (6).

MÁRGENES INTENSIVO Y EXTENSIVO ↓

Margen extensivo ↓

El margen extensivo en cada sector tecnológico se define como el número de empresas que comienzan a realizar actividades de I+D en un determinado año. Por lo tanto, una industria experimentará un cambio en su margen extensivo si una empresa que no había realizado actividades de I+D anteriormente, comienza a realizar tales actividades en un determinado momento en el tiempo.

El cuadro 3 muestra una serie de estadísticos descriptivos que analizan la evolución del margen extensivo en el período 1990-2005 por grupos de tamaño (empresas grandes y pequeñas) y por sector según su intensidad tecnológica (alta, media y baja). La primera columna de este cuadro muestra la tasa de crecimiento del gasto privado en I+D (en términos reales), y la segunda columna la tasa de crecimiento del número de empresas innovadoras. Comparando estas dos columnas se observa que la tasa de crecimiento del gasto en I+D (relacionada con el margen intensivo) es siempre mayor que la tasa de crecimiento del número de empresas que realizan I+D (más relacionada con el margen extensivo), siendo el sector de tecnología baja el que experimenta un mayor crecimiento en términos del número de empresas que realizan actividades de I+D. Por lo que respecta a la comparación por grupos de tamaño, mientras que el grupo de empresas pequeñas muestra un mayor crecimiento en términos del número de empresas innovadoras para los tres sectores tecnológicos, el crecimiento medio del gasto en I+D es mayor para las empresas grandes (7).

Las columnas 3 y 4 del cuadro 3 muestran para cada uno de los grupos de tamaño y sectores tecnológicos, el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D sobre el total de empresas existentes (potencial realizado) para los años 1990 y 2005, respectivamente. Un análisis por grupos de tamaño pone de manifiesto que el potencial realizado ha crecido tanto para el grupo de empresas

pequeñas como el de grandes (de 14,95% a 19,93% para las pequeñas y de 63,11% a 67,96% para las grandes). Por lo que respecta a la comparación entre sectores tecnológicos, podemos observar que para el grupo de empresas pequeñas tanto en 1990 como en 2005 existe una correlación entre el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D y la intensidad tecnológica. Sin embargo, para el grupo de empresas grandes esta correlación no se verifica completamente ya que en 2005 el porcentaje de empresas que realizan I+D es mayor para el sector de intensidad tecnológica media que para el de alta. Adicionalmente, para cada uno de los tres sectores tecnológicos de los dos grupos de tamaño (excepto para empresas grandes operando en el sector de tecnología alta) observamos un incremento en el potencial realizado de empresas que realizan I+D. Sin embargo, las cifras también ponen de manifiesto la existencia de un largo camino por recorrer, especialmente en el grupo de empresas pequeñas (mientras que en 2005 el porcentaje de empresas pequeñas que realizaban I+D es del 20% en el caso de las empresa grandes es del 68%).

La quinta columna del cuadro 3 informa sobre la proporción de empresas que inician actividades de I+D (número medio de empresas que inician actividades de I+D en un determinado año sobre el total de empresas que realizan actividades de I+D ese año, margen extensivo). Así podemos observar que el margen extensivo es mayor para el grupo de empresas pequeñas que para el de grandes (20,51% y 6,68%, respectivamente). La diferencia entre empresas grandes y pequeñas es especialmente relevante para los sectores de intensidad tecnológica media y baja, para los que el margen extensivo en el caso de las pequeñas es alrededor del 25%. Esta diferencia sugiere que la evolución del margen extensivo es un determinante más relevante en la explicación de la evolución del gasto en I+D de las empresas pequeñas que de las grandes.

Por último, la columna 6 del cuadro 3 muestra una medida del tamaño del margen extensivo (calculada como el porcentaje medio del gasto en I+D de las empresas que comienzan a realizar I+D sobre el total de gasto en I+D). Comparando las columnas 5 y 6 se observa que el peso relativo de las empresas que inician actividades de I+D sobre el total de empresas innovadoras es mayor que su aportación a los gastos en I+D, de lo que se deduce que el gasto

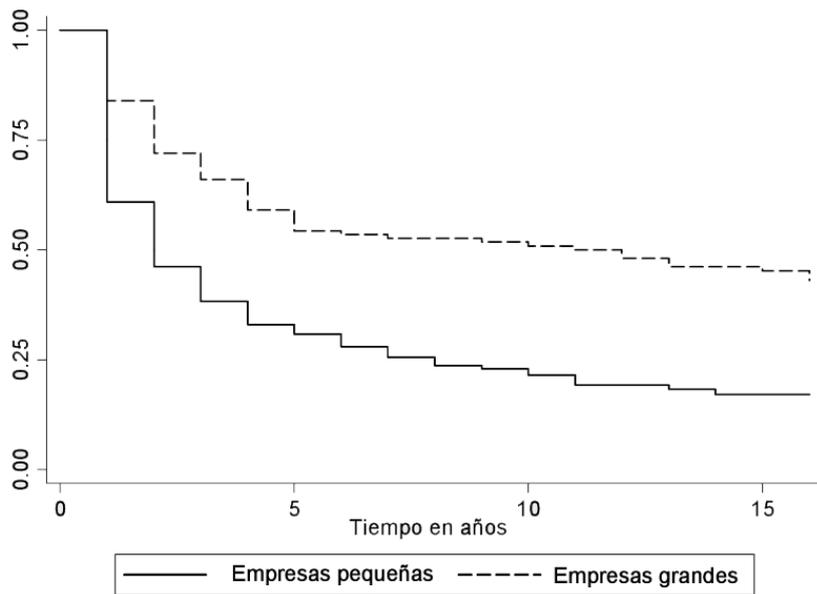


GRÁFICO 1
FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA DE LOS EPISODIOS DE I+D POR TAMAÑO. 1990-2005

FUENTE:
Elaboración propia.

CUADRO 3
TASAS DE CRECIMIENTO DE LA I+D Y MARGEN EXTENSIVO, 1990-2005

	Tasa de crecimiento del gasto en I+D (en términos reales)	Tasa de crecimiento del número de empresas que hacen I+D	Potencial realizado en 1990	Potencial realizado en 2005	Margen extensivo (media)	Tamaño de margen extensivo (media)
Total						
Empresas pequeñas	4,83%	1,80%	14,95%	19,93%	20,51%	8,00%
Empresas grandes	11,71%	0,46%	63,11%	67,96%	6,86%	1,13%
Empresas pequeñas						
Tecnología baja	8,77%	3,37%	7,78%	13,33%	25,27%	10,66%
Tecnología media	0,39%	0,83%	17,07%	19,51%	25,47%	10,67%
Tecnología alta	6,29%	1,02%	43,59%	51,28%	7,97%	2,36%
Empresas grandes						
Tecnología baja	3,86%	2,20%	42,22%	60,00%	10,64%	5,73%
Tecnología media	18,52%	0,00%	76,92%	76,92%	4,63%	0,35%
Tecnología alta	1,89%	-1,30%	84,21%	68,42%	4,17%	1,52%

FUENTE: Elaboración propia.

medio en I+D de las empresas que empiezan a realizar actividades de I+D es considerablemente menor que el correspondiente al de las empresas que realizan dichas actividades de forma continuada. Esta evidencia refuerza la idea de que la incorporación de nuevas empresas únicamente tendrá un impacto significativo sobre el crecimiento del gasto en I+D total de un país, si estas empresas continúan realizando actividades de I+D y aumentan su gasto.

Margen intensivo

Para estudiar la evolución del margen intensivo analizamos tanto la duración de las empresas en la realización de actividades de I+D como la intensificación (aumento del gasto) en la realización de estas

actividades por parte de aquellas empresas que ya las realizaban.

Persistencia. En un determinado año, podemos encontrar empresas con distinta antigüedad (años de realización ininterrumpida de actividades de I+D) en la realización de actividades de I+D: mientras que algunas empresas realizan actividades de I+D de forma continua, otras las realizan únicamente de forma esporádica. Una primera aproximación al análisis de la persistencia en la realización de actividades de I+D es la estimación de funciones de supervivencia empíricas (de Kaplan-Meier), por grupos de tamaño y sectores tecnológicos.

En el gráfico 1 podemos observar que existen importantes diferencias entre las funciones de supervivencia de las empresas grandes y pequeñas. En primer

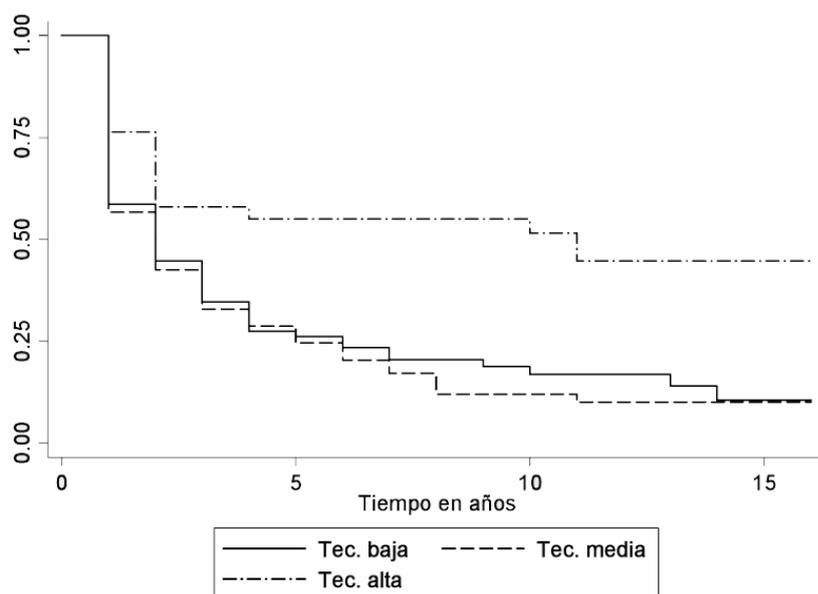


GRÁFICO 2
FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA DE LOS EPISODIOS DE I+D PARA EMPRESAS PEQUEÑAS POR SECTOR TECNOLÓGICO. 1990-2005

FUENTE:
Elaboración propia.

lugar, observamos que la duración de los episodios de realización ininterrumpida de I+D es significativamente mayor para las empresas grandes que para las pequeñas. La duración mediana de estos episodios es 2 años para las empresas pequeñas, concretamente aquellas que pertenecen a sectores de tecnología media y baja (ver gráfico 2), mientras que las empresas grandes, a las que se unirían también las empresas pequeñas en sectores de alta tecnología (ver gráficos 2 y 3), tienen episodios más largos, si bien su duración mediana varía en función de la intensidad tecnológica del grupo considerado (8). En segundo lugar, observamos que mientras que para las empresas grandes transcurridos 12 años el 50% de los episodios de I+D continúan activos, para las empresas pequeñas este porcentaje es únicamente del 20%. Del mismo modo tras 16 años, estos porcentajes se reducen al 45% para empresas grandes y únicamente al 15% para las pequeñas, aunque, de nuevo, estos porcentajes difieren según la intensidad tecnológica del sector, siendo mucho mayor el porcentaje de episodios que siguen activos cuando la intensidad tecnológica del sector es alta (veáanse gráficos 2 y 3).

La baja tasa de supervivencia en la realización de actividades de I+D observada para las empresas pequeñas indica que hay que interpretar con cautela la contribución del margen extensivo al crecimiento del gasto en I+D de estas empresas. Nuestro análisis de duración pone de manifiesto que las ganancias en el margen extensivo de las empresas pequeñas se agotan transcurridos pocos años. Sin embargo, las contribuciones del margen extensivo de las empresas grandes al crecimiento de la I+D son más duraderas.

Intensificación. El análisis de la persistencia en la realización de actividades de I+D revela que dada la escasa duración de sus episodios de I+D muchas

empresas pequeñas tienen escasas oportunidades para intensificar su gasto en I+D (por intensificar, entendemos aumentar el gasto en I+D a medida que aumenta la duración del episodio de I+D). Para el análisis del componente de intensificación nos centraremos en los episodios de I+D de larga duración, es decir, aquellos que corresponden a empresas que realizan actividades de I+D ininterrumpidamente entre 1990 y 2005.

La columna 1 del cuadro 4 muestra el porcentaje de episodios de I+D activos en 2005 que ya habían comenzado en 1990. Así, mientras que para las empresas grandes este porcentaje es del 66% para las pequeñas es únicamente del 29%. Si tenemos en cuenta los sectores tecnológicos, se observa que estas diferencias son especialmente significativas en los sectores de intensidad tecnológica media y baja, mientras que en el sector de intensidad tecnológica alta estas diferencias son menos significativas. Así por ejemplo, en el sector de intensidad tecnológica baja observamos que sólo el 7% de las empresas pequeñas realizan actividades de I+D durante todo el período muestral, mientras que para las empresas grandes este porcentaje es del 63%.

En la segunda columna del cuadro 4 podemos observar que los episodios de I+D de larga duración representan una proporción muy importante del gasto total en I+D. Así, para el grupo de empresas grandes, los episodios de de larga duración representan el 95% del gasto total, mientras que para las empresas pequeñas sólo representan un 56,55%. La consideración conjunta de las bajas tasas de persistencia que caracteriza a las empresas pequeñas y el peso relativamente bajo que los episodios de larga duración representan sobre el total de gasto en I+D sugieren que los episodios de I+D de corta duración y aquellos con una probabilidad muy alta

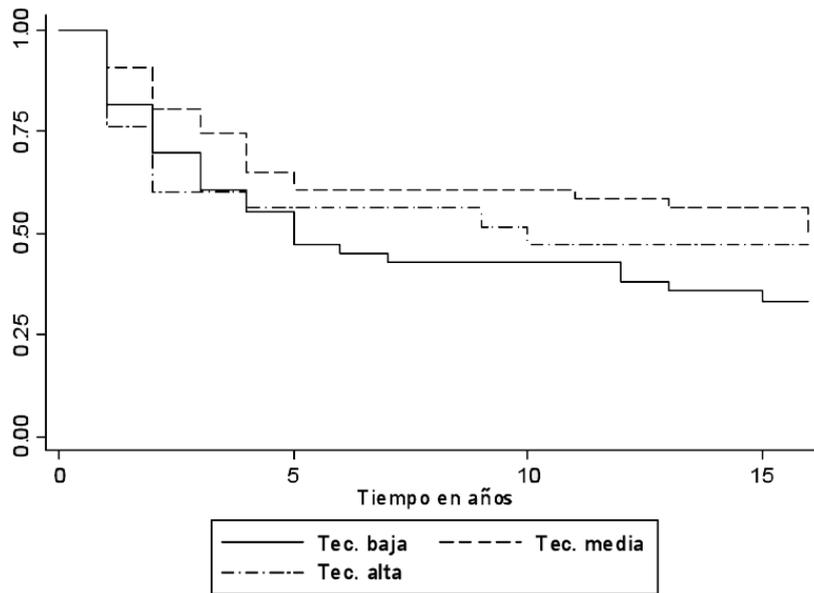


GRÁFICO 3
FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA DE LOS EPISODIOS DE I+D PARA EMPRESAS GRANDES POR SECTOR TECNOLÓGICO. 1990-2005

FUENTE:
Elaboración propia.

CUADRO 4
INTENSIFICACIÓN DEL GASTO EN I+D, 1990-2005

	Episodios de largo plazo			Tasa media de crecimiento del gasto en I+D	
	Proporción de los episodios de I+D en 2005	Proporción de los episodios de I+D en 2005 en valor	Tasa media de crecimiento del gasto en I+D ⁽¹⁾	Para episodios con una antigüedad de 5 años	Para episodios con una antigüedad de 10 años
Total					
Empresas pequeñas	28,88%	56,33%	4,34%	-1,01%	4,24%
Empresas grandes	66,15%	95,50%	5,69%	3,34%	5,06%
Empresas pequeñas					
Tecnología baja	7,14%	54,82%	2,22%	2,20%	4,68%
Tecnología media	21,43%	36,00%	6,23%	-6,05%	0,90%
Tecnología alta	52,94%	70,53%	2,55%	0,99%	5,21%
Empresas grandes					
Tecnología baja	63,16%	72,93%	2,96%	0,64%	2,27%
Tecnología media	66,67%	97,67%	7,30%	4,97%	6,67%
Tecnología alta	68,75%	91,80%	5,70%	5,25%	5,36%

(1) Tasa media anual acumulativa

FUENTE: Elaboración propia.

de finalización, representan una proporción muy importante del gasto total en I+D en las pequeñas empresas manufactureras.

La tercera columna del cuadro 4 presenta información sobre la intensificación media del gasto en I+D para los episodios de I+D de larga duración. Observamos que entre las empresas que realizan actividades de I+D de forma continuada, independientemente del grupo de tamaño considerado, la mayor tasa de crecimiento del gasto en I+D corresponde a las del sector de intensidad tecnológica media (en especial si la comparamos con el sector de intensidad tecnológica baja). Del mismo modo, observamos que, independientemente del sector tec-

nológico considerado, las tasas de crecimiento son mayores para las empresas grandes que para las pequeñas, siendo esta diferencia especialmente importante en el sector de tecnología alta (5,7% para las grandes frente a 2,5% para las pequeñas).

Las columnas 4 y 5 del cuadro 4 muestran la tasa media anual de crecimiento del gasto en I+D para empresas que han realizado actividades de I+D ininterrumpidamente durante 5 y 10 años, respectivamente. Si comparamos estas tasas con las de la columna 3 observamos que la tasa de crecimiento del gasto en I+D aumenta con la antigüedad de la empresa en la realización de actividades de I+D. Así, comprobamos que la tasa media anual de cre-

cimiento del gasto en I+D es del 3,34% (-1,01%) para las empresas grandes (pequeñas) con una antigüedad en la realización de actividades de I+D de 5 años, del 5,06% (4,24%) para una antigüedad de 10 años y del 5,69% (4,34%) para las empresas que han realizado actividades de I+D ininterrumpidamente desde 1990 a 2005 (columna 3). Además, las tasas medias anuales de crecimiento son menores para las empresas pequeñas que para las grandes en los sectores de intensidad tecnológica media y alta, pero no en el sector de tecnología baja, donde ocurre lo contrario.

DESCOMPOSICIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL GASTO EN I+D

Metodología

Para analizar la importancia de los márgenes intensivos y extensivos en la evolución del gasto privado total en I+D, presentamos a continuación la metodología utilizada. Así, para un año t podemos expresar el gasto total en I+D como $V_{z,t} = n_{z,t} V_{z,t}$ donde $V_{z,t}$ es el valor del gasto total en I+D para el año t del sector de intensidad tecnológica $z \in Z$ (donde Z es alta, media y baja) del grupo de tamaño $j \in J$ (donde J es pequeña o grande), $n_{z,t}$ es el número de episodios de I+D y $v_{z,t}$ es el valor medio del gasto en I+D para los episodios activos en t .

Los episodios de I+D se pueden clasificar en dos grupos: los activos tanto en $t-1$ como en t ($s_{z,t}$) y los nuevos ($e_{z,t}$). Por tanto, el número total de episodios de I+D en t será: $n_{z,t} = s_{z,t} + e_{z,t}$.

Utilizando la notación presentada arriba, el incremento del gasto total en I+D para el sector de intensidad tecnológica z del grupo de tamaño j de t a $t+1$ se puede escribir:

$$\begin{aligned} V_{z,t+1} - V_{z,t} &= n_{z,t+1} v_{z,t+1} - n_{z,t} v_{z,t} = \\ &= (s_{z,t+1} + e_{z,t+1}) v_{z,t+1} - (s_{z,t} + e_{z,t}) v_{z,t} = \\ &= s_{z,t+1} v_{z,t+1} + e_{z,t+1} v_{z,t+1} - s_{z,t} v_{z,t} - d_{z,t} v_{z,t} = \\ &= s_{z,t+1} (v_{z,t+1} - v_{z,t}) - d_{z,t} v_{z,t} + e_{z,t+1} v_{z,t+1} \end{aligned} \quad [1]$$

donde $s_{z,t+1}$ es el número de episodios activos tanto en t como en $t+1$, $(v_{z,t+1} - v_{z,t})$ es el crecimiento medio del gasto en I+D entre estos dos años, $d_{z,t}$ es el número de episodios que finalizan en t , $d_{z,t} v_{z,t}$ es el valor total del gasto en I+D de los episodios que finalizan en t , y $e_{z,t+1} v_{z,t+1}$ y $e_{z,t+1} v_{z,t+1}$ son el número de nuevos episodios de I+D y su valor total.

Nuestra descomposición se puede refinar si consideramos que la probabilidad de finalización de un episodio de I+D en el periodo t depende de la antigüedad de dicho episodio. Incorporar la antigüedad en la realización de actividades de I+D en la descomposición propuesta en (1), supone estimar las funcio-

nes de supervivencia y de riesgo para cada uno de los grupos de tamaño por intensidad tecnológica. Así, podemos definir $s_{z,t} \equiv \{s_{z,t}^0, s_{z,t}^1, s_{z,t}^2, \dots, s_{z,t}^i, \dots, s_{z,t}^l\}$, $d_{z,t} \equiv \{d_{z,t}^0, d_{z,t}^1, d_{z,t}^2, \dots, d_{z,t}^i, \dots, d_{z,t}^l\}$, $v_{z,t} \equiv \{v_{z,t}^0, v_{z,t}^1, v_{z,t}^2, \dots, v_{z,t}^i, \dots, v_{z,t}^l\}$, y $h_{z,t} \equiv \{h_{z,t}^0, h_{z,t}^1, h_{z,t}^2, \dots, h_{z,t}^i, \dots, h_{z,t}^l\}$, donde el superíndice i denota la antigüedad del episodio de I+D. $s_{z,t}^i$ es el número de episodios de I+D activos en $t-1$ y en t , que no finalizan a lo largo del i -ésimo año de realización de forma interrumpida de actividades de I+D. $h_{z,t}^i$ denota la tasa de riesgo correspondiente a un episodio de una empresa del sector de intensidad tecnológica z del grupo de tamaño j . Así pues, podemos reescribir la ecuación (1) del siguiente modo:

$$\begin{aligned} V_{z,t+1} - V_{z,t} &= \sum_{i=1}^l \left[(1 - h_{z,t+1}^i) n_{z,t}^i \right] \left[v_{z,t+1}^i - v_{z,t}^i \right] - \\ &\quad \text{Episodios que continúan} \quad \text{Intensificación} \\ &\quad \text{Margen Intensivo} \\ &\quad - \sum_{i=1}^l \left[(h_{z,t+1}^i n_{z,t}^i) v_{z,t}^i \right] + \quad [2] \\ &\quad \text{Salidas} \\ &\quad \text{Margen Intensivo} \\ &\quad + e_{z,t+1} v_{z,t+1}^0 \\ &\quad \text{Entrantes I+D} \\ &\quad \text{Margen extensivo} \end{aligned}$$

donde l denota la máxima duración posible de un episodio; $(1 - h_{z,t+1}^i)$ es el porcentaje de episodios que han sobrevivido de t a $t+1$; y $(1 - h_{z,t+1}^i) n_{z,t+1}^i$ nos indica el número de episodios de I+D que han sobrevivido de t a $t+1$ (que corresponden a empresas que han realizado ininterrumpidamente actividades de I+D por un período de i años). La expresión $[v_{z,t+1}^i - v_{z,t}^i]$ representa el crecimiento (intensificación) del gasto en I+D de las empresas con episodios que siguen activos; $(h_{z,t+1}^i n_{z,t}^i)$ nos indica el número de episodios de I+D que finalizan en el año $t+1$; $(h_{z,t+1}^i n_{z,t}^i) v_{z,t}^i$ nos indica su valor total en términos de gasto en I+D; y $e_{z,t+1} v_{z,t+1}^0$ nos da el valor del gasto en I+D que corresponde a las empresas que comienzan un nuevo episodio de I+D en el año $t+1$.

El margen intensivo (dos primeros términos dentro del sumatorio general de la ecuación (2)) depende de dos componentes: la supervivencia de los episodios de I+D y la intensificación en el gasto de I+D. Mayores tasas de supervivencia tienen como resultado más episodios de I+D (un mayor número de episodios continúan activos y menos episodios que finalizan). El último término de (2) mide el margen extensivo. Es importante resaltar que la consideración de la antigüedad de los episodios de I+D es fundamental para nuestro análisis, ya que esperamos que la probabilidad de finalización del episodio sea mayor los primeros años realizando actividades de I+D (dependencia negativa de la duración).

Finalmente, la suma de la ecuación (2) para los tres sectores tecnológicos considerados nos permite calcular la variación del gasto total privado en I+D para cada grupo de tamaño j .

CUADRO 5
DESCOMPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CRECIMIENTO DE LA I+D, 1990-2005

	Componentes del Margen Intensivo (%)		Margen intensivo (%)	Margen extensivo (%)
	Persistencia x Intensificación (%)	Abandonos (%)		
Empresas Pequeñas	179,67	-247,28	-67,61	167,61
Empresas Grandes	122,27	-33,24	89,02	10,98

FUENTE: Elaboración propia.

RESULTADOS

En esta sección presentamos los resultados de la descomposición, en cada uno de los componentes, del crecimiento del gasto en I+D, para empresas grandes y pequeñas, así como los resultados de los ejercicios de simulación de situaciones hipotéticas (como describiremos en la sexta sección).

Descomposición del crecimiento del gasto en I+D

En primer lugar analizamos la descomposición del crecimiento de la I+D por grupos de tamaño. En el cuadro 5 se presenta la contribución porcentual del margen intensivo y extensivo al crecimiento de la I+D corporativa. Asimismo, dividimos el margen intensivo en sus dos componentes: la contribución de las empresas que persisten haciendo I+D (persistencia por nivel de intensificación) y la contribución de las empresas que abandonan las actividades de I+D.

Para las empresas pequeñas encontramos que, como ya anticipamos en los estadísticos descriptivos (cuadro 3), el margen extensivo es el principal motor del crecimiento del gasto en I+D (167,61%), mientras que el margen intensivo tiene una contribución negativa (-67,61%). Si analizamos en detalle el margen intensivo, encontramos que aunque la contribución de las empresas pequeñas que persisten haciendo I+D es importante y positivo (179,67%), el impacto negativo de aquellas que abandonan (-247,28%), más que compensa esta contribución, provocando una contribución negativa. Por otra parte, ocurre lo contrario para las empresas grandes, donde el principal motor del crecimiento de la I+D es el margen intensivo (89,02%), lo que confirma nuestros resultados del cuadro 3. Observando los componentes del margen intensivo de las empresas grandes, encontramos una contribución significativa de las empresas que persisten (122,27%), que se reduce sólo en un 33,24% por aquellas empresas que abandonan las actividades de I+D, resultando en una contribución positiva y significativa del margen intensivo (89,61%). Por último, el margen extensivo sólo contribuye con un 10,98%.

Resumiendo, el comportamiento de la I+D de las empresas pequeñas se caracteriza por altas tasas de rotación y baja persistencia. El crecimiento del gasto en I+D viene explicado principalmente por el

gasto realizado por empresas que se inician en tales actividades, mientras que el aumento de la I+D realizado por las empresas que persisten en sus actividades innovadoras es más que compensado por la pérdida de aquellas que abandonan. Por el contrario, el comportamiento del gasto en I+D de las empresas grandes en el sector manufacturero español se caracteriza por su alta persistencia. De ahí que la tasa de crecimiento de las grandes empresas se explica principalmente por el crecimiento de la I+D de aquellas empresas que continuamente invierten en I+D.

Ejercicios de simulación

Para evaluar la importancia relativa de cada componente en el crecimiento del gasto en I+D, en esta sección llevamos a cabo una serie de ejercicios de simulación. Con estos ejercicios podemos responder a la pregunta ¿cuánto debería variar cada componente para poder alcanzar un incremento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento promedio del gasto privado en I+D?. Estas simulaciones nos permiten evaluar la importancia relativa de cada componente para cada grupo de empresas, en cuanto a tamaño e intensidad tecnológica, y también entre grupos de empresas. Dichos resultados se presentan en el cuadro 6.

Primeramente, comparamos empresas grandes y pequeñas. Para ambos grupos de empresas, la forma más eficaz de alcanzar un incremento de un punto porcentual es aumentar el componente de intensificación del gasto en I+D, siendo la variación requerida en dicho componente similar en ambos grupos de empresas. En otras palabras, para aumentar la tasa promedio de crecimiento del gasto en I+D necesitaríamos aumentar la cantidad de I+D gastada por aquellas empresas que innovan continuamente (el componente de intensificación) en un 5,80% y 4,82%, para las empresas pequeñas y grandes, respectivamente. Sin embargo, encontramos diferencias significativas en los otros dos componentes. Así, mientras que para las empresas pequeñas necesitaríamos o bien aumentar el componente de iniciación en un 19,23% o bien aumentar la persistencia en un 12,04%; para las empresas grandes dichas variaciones estarían en el orden de 186,77% y 51,47% para el componente de iniciación y persistencia, respectivamente.

Este resultado sugiere que la intensificación es el componente más importante para las grandes empre-

CUADRO 6
EJERCICIOS DE SIMULACIÓN NUMÉRICA Y COMPONENTES DEL CRECIMIENTO DE LA I+D

	Crecimiento de la I+D	Aumento de 1 punto porcentual en el crecimiento de la I+D	Persistencia	Intensificación	Iniciación
Total					
Empresas Pequeñas	4,80%	5,80%	12,04%	5,80%	19,23%
Empresas Grandes	11,71%	12,71%	51,47%	4,82%	186,77%
Pequeñas					
Tecnología baja	8,77%	9,77%	12,26%	3,92%	16,47%
Tecnología media	0,39%	1,39%	6,47%	2,91%	9,35%
Tecnología alta	6,29%	7,29%	36,75%	10,40%	107,99%
Grandes					
Tecnología baja	3,86%	4,86%	26,07%	11,24%	26,87%
Tecnología media	18,52%	19,52%	56,01%	4,25%	519,61% ⁽¹⁾
Tecnología alta	1,89%	2,89%	51,96%	8,57%	73,64%

(1) El resultado que se obtiene de las grandes empresas en industrias de tecnología media es poco fiable, dado que no tenemos mucha iniciación en I+D en este sector a lo largo del período de análisis.

FUENTE: Elaboración propia.

sas, aunque también lo es para las empresas pequeñas. Esto confirma la evidencia obtenida en el análisis descriptivo e indica que al ser ya alta la persistencia de las empresas grandes, para lograr un aumento significativo en el crecimiento de la I+D a través de este componente sería necesario un considerable esfuerzo. En cuanto a la iniciación en actividades de I+D, observamos que es muy baja para las empresas grandes (véase el cuadro 3) de tal modo que el aumento en el número de empresas grandes que se inician en las actividades innovadoras también ha de ser muy considerable para obtener un incremento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de la I+D.

Los resultados presentados anteriormente no son uniformes si comparamos por sectores tecnológicos. Así, para las empresas pequeñas, aunque la intensificación es el componente más importante para conseguir un aumento de un punto porcentual en el crecimiento de la I+D en los tres sectores tecnológicos, encontramos importantes diferencias en los otros dos componentes entre las empresas de los sectores de tecnología baja y media, y las de sectores de tecnología alta. En particular, el incremento necesario en los componentes de iniciación y persistencia debería ser mucho mayor para las empresas pequeñas en sectores de alta tecnología, que para las empresas en sectores de tecnología baja y media. Este resultado es coherente con la evidencia que presentamos en el cuadro 3 e indica que las empresas pequeñas de tecnología alta tienen un perfil similar al de las grandes empresas.

En cuanto a las empresas grandes, encontramos que los tres componentes son bastante similares para las empresas de las industrias de tecnología media y alta (excepto para el componente de iniciación en sectores de tecnología media) (10); para ambos grupos de empresas la intensificación es sin duda el componente más importante, siendo espe-

cialmente relevante para sectores de tecnología media. Es decir, sólo se requeriría un modesto incremento en la tasa de intensificación para alcanzar el objetivo deseado. Para las empresas grandes que operan en sectores de tecnología baja también encontramos que la intensificación es el componente más importante, sin embargo no difiere significativamente de la importancia de los otros dos componentes: persistencia e iniciación. Por lo tanto, podemos concluir que la intensificación es el componente más importante para lograr un incremento de un punto porcentual en la tasa de crecimiento de la I+D para las empresas grandes.

CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo ha sido estudiar las diferencias en el crecimiento del gasto corporativo en I+D en el sector manufacturero español analizando el comportamiento del margen extensivo e intenso. Para ello, utilizamos datos sobre los gastos de I+D de las empresas manufactureras españolas durante el período 1990-2005, obtenidos a partir de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales. Nuestros resultados señalan que las empresas difieren en sus actividades de I+D a lo largo de cada margen según su tamaño y el sector tecnológico. Así, el comportamiento de la I+D de las empresas pequeñas se caracteriza por altas tasas de rotación y persistencia baja. La tasa de crecimiento del gasto en I+D se explica principalmente por la I+D realizada por empresas que se inician en este tipo de actividades; mientras que el aumento en I+D obtenido por empresas que continuamente realizan actividades innovadoras es más que compensado por la pérdida de aquellas que cesan sus actividades. Por el contrario, el comportamiento de la I+D de las empresas grandes se caracteriza por su alta persistencia. La tasa de crecimiento de las empresas grandes se explica principalmente por el crecimen-

to de la I+D de aquellas empresas que persisten en sus actividades innovadoras.

Las actividades de I+D gozan de elevada importancia en la agenda política de los gobiernos a nivel nacional, europeo y regional. Los gastos de I+D en España han sido claramente inferiores a la media de la OCDE y Europa, y estamos lejos del objetivo de la Agenda de Lisboa (alcanzar un gasto en I+D del 3% del PIB). Los resultados de los ejercicios de simulación permiten esbozar algunas recetas de política económica con el fin de impulsar estas actividades. En primer lugar, se necesitan iniciativas de política en innovación diseñadas según el tamaño y el sector tecnológico de la empresa. En segundo lugar, nuestros resultados indican que las políticas destinadas a mejorar la intensificación parecen ser más eficaces, ya que sólo es necesario un modesto incremento en la tasa de intensificación para alcanzar el objetivo deseado. Sin embargo, esto sólo tendrá efectos a corto plazo para las empresas pequeñas, ya que a menos que éstas tengan el incentivo adecuado para continuar invirtiendo en I+D, cualquier ganancia en el componente de intensificación o iniciación desaparecerá en pocos años.

(*) Los autores agradecen la financiación recibida del IVE, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (proyectos ECON-04576/ECO2008 y ECO2008-06395-C05-03) y de la Generalitat Valenciana (proyecto PROMETEO, 2009/068). También nos gustaría agradecer a la Fundación SEPI por proporcionarnos los datos. Cualquier error que persista es responsabilidad de los autores.

NOTAS †

- [1] Existen varias razones teóricas que explican la persistencia en las actividades de innovación: los efectos del aprendizaje (Rosenberg, 1976); las teorías de que el éxito da lugar a más éxito (Mansfield 1968) o la existencia de costes hundidos (Sutton, 1991). Véase Máñez *et al.* (2009a, 2009b) para una explicación con detalle de dichas razones.
- [2] Sin embargo, no existen resultados concluyentes. Así, mientras que los estudios que utilizan patentes encuentran bajos niveles de persistencia (Cefis, 2003; Geroski *et al.*, 1997), aquellos que utilizan modelos de *count* para analizar el número de innovaciones obtienen resultados mixtos: por una parte Duguet y Monjon (2004) y Rogers (2004) encuentran una elevada persistencia, por otra parte Geroski *et al.* (1997) y Raymond *et al.* (2006) no encuentran evidencia de persistencia en la innovación para las empresas manufactureras del Reino Unido y de Holanda, respectivamente.
- [3] Para más detalles sobre la encuesta, véase, por ejemplo, Fariñas y Jaumandreu (1999). También se puede consultar en la página web: http://www.funep.es/esee/sp/sinfo_que_es.asp.
- [4] La clasificación de las industrias en los 3 sectores de tecnología sigue el criterio de la OCED (2003). Así, el sector de tecnología baja está formado por las industrias de bebidas, textiles y prendas de vestir, cuero y calzado, madera, industria del papel, sector de impresión y productos de impresión, productos minerales no-metálicos, productos metálicos, muebles y otros productos manufactureros. El sector de tecnología media se compone de las industrias de ali-

mentos y tabaco, caucho y plásticos, metalurgia, maquinaria y equipo mecánico y motores y vehículos. Y, el sector de tecnología alta está formado por las industrias de productos químicos, máquinas de oficina, electrónica, maquinaria y material eléctrico y otros equipos de transporte.

- [5] Utilizando la muestra de empresas que colaboran de forma continua todos los años evitamos el problema que provocarían aquellas empresas que cesan de colaborar en la encuesta. Esto es así porque el interés de nuestro trabajo es conocer las empresas que empiezan o terminan sus actividades de I+D. En ocasiones, una empresa termina de hacer estas actividades porque la empresa cesa su actividad, y, por tanto, sus actividades innovadoras. Consideramos que, dados los resultados de las pruebas de representatividad, seleccionar a las empresas que colaboran todo el periodo no afecta a nuestros resultados.
- [6] En este estudio no es posible solucionar el problema de censura por la izquierda para los periodos de relación ininterrumpida de actividades de I+D.
- [7] Este resultado se debe fundamentalmente al comportamiento de las empresas grandes que operan en el sector de tecnología media, ya que el crecimiento del gasto en I+D para las empresas pequeñas de los sectores de tecnología alta y baja es mayor que el correspondiente a las equivalentes en el grupo de empresas grandes.
- [8] Así, la hipótesis nula de igualdad de las funciones de supervivencia por sectores tecnológicos se rechaza para el grupo de empresas pequeñas con un $\chi^2 = 16.00$ y un *p*-value = 0.000. Sin embargo, para las grandes, no podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad con un $\chi^2 = 3.35$ y un *p*-value = 0.187.
- [9] Este resultado no es muy fiable, ya que no tenemos mucha entrada en este sector a lo largo del periodo de análisis.

BIBLIOGRAFÍA ‡

BERNARD, A.B., JENSEN, B.J., REDDING, S.J., y SCHOTT, P.K. (2009): The Margins of U.S. Trade, *American Economic Review*, vol. 99, nº 2, pp. 487-93.

BESEDES, T y PRUSA, T.J., (2007): The Role of Extensive and Intensive Margins and Export Growth, *NBER Working Papers* 13628, National Bureau of Economic Research, Inc.

BLUNDELL, R., GRIFFITH, R. y VAN REENEN, J. (1995): Dynamic Count Data Models of Technological Innovation, *The Economic Journal*, vol. 105, nº 429, pp. 333-344.

CEFIS, E. (2003): Is there persistence in innovative activities? *International Journal of Industrial Organization*, vol. 21, nº 4, pp. 489-515.

COMIN, D., HOBBIJN, B. y ROVITO, E., (2008), A new approach to measuring technology with an application to the shape of the diffusion curves. *Journal of Technology Transfer*, nº 33, pp. 187-207.

DUGUET, E., y MONJON, S. (2004): Is innovation persistent at the firm level? An econometric examination comparing the propensity score and regression methods. *Cahiers de la Maison des Sciences Economiques*, v04075, Paris

FARIÑAS, J.C. y JAUMANDREU, J. (1999): Diez años de Encuesta sobre Estrategias Empresariales, *Economía Industrial*, nº 329, pp. 29-42.

GEROSKI, P. A., VAN REENEN J., y WALTERS, C. F. (1997). How persistently do firms innovate? *Research Policy*, vol. 26, nº 1, pp. 33-48.

HELPMAN, E., MELITZ, M. y RUBINSTEIN, Y. (2008): «Estimating trade flows: Trading partners and trading volumes», *Quarterly Journal of Economics*, nº 123, pp. 441-487.

HUMMELS, D. y KLENOW, P. (2005), The Variety and Quality of a Nation's Exports, *American Economic Review*, nº 95, pp. , 704-723.

MANSFIELD, E. (196): *Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis*, New York.

MÁÑEZ, J.A., ROCHINA-BARRACHINA, M, SANCHIS-LLOPIS, A. y SANCHIS-LLOPIS, J.A., (2009a): The role of sunk cost in the decision to invest in R&D. *The Journal of Industrial Economics*, forthcoming.

MÁÑEZ, J.A., ROCHINA-BARRACHINA, M, SANCHIS-LLOPIS, A. y SANCHIS-LLOPIS, J.A., (2009b): The Role of Learning in Firm R&D Persistence, Universidad de Valencia, mimeo.

OECD (2003): Science, Technology and Industry Scoreboard. OECD, Paris.

OCDE (2008): OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008. OECD, Paris.

PETERS, B., (2009). Persistence in innovation: stylised facts and panel data evidence. *Journal of Technological Transfer*, vol. 34, nº 2, pp. 226-243.

RAYMOND, W., MOHNEN, P, PALM, F., y SCHIM VAN DER LOEFF, S. (2006): Persistence of innovation in Dutch manufacturing: Is it spurious? *UNU-Merit Working Paper 2006-011*, Maastricht.

ROGERS, M. (2004): Networks, firm size and innovation. *Small Business Economics*, vol. 22, nº 2, pp. 141-153.

ROSENBERG N. (1976): *Perspectives on Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

SUTTON, J., (1991): *Sunk Costs and Market Structure*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.