

EFFECTOS DE LAS SUBVENCIONES PÚBLICAS SOBRE LA INVERSIÓN EN I+D DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS ESPAÑOLAS ¹

MARÍA ÁNGELES MARRA DOMÍNGUEZ

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico
e Historia e Instituciones Económicas
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Vigo

Recibido: 18 de abril de 2005

Aceptado: 15 de diciembre de 2005

Resumen: En este trabajo se especifica y estima un modelo econométrico que analiza los efectos de las subvenciones públicas a la inversión en I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas innovadoras clasificada según el tamaño en dos submuestras durante el período 1991-1999. Las estimaciones confirman que las subvenciones públicas tienen un efecto positivo débil y estadísticamente significativo sobre la inversión privada en I+D, por lo que no se encuentra evidencia de que exista un efecto de sustitución total de fondos privados por fondos públicos. Además, también se detecta un efecto mayor y estadísticamente más significativo en las empresas de menor tamaño que en las grandes empresas, lo que sugiere que estos mecanismos contribuyen en mayor medida a estimular la inversión privada en I+D en las empresas de pequeño y mediano tamaño analizadas.

Palabras clave: Actividades de I+D / Subvenciones públicas / Complementariedad / Grandes empresas / Pymes.

THE EFFECTS OF PUBLIC SUBSIDIES ON PRIVATE R&D INVESTMENT IN SPANISH MANUFACTURING FIRMS

Abstract: This paper analyzes empirically the effect of public R&D subsidies on private R&D investment using a panel of Spanish manufacturing firms for the period 1991-1999. Our results provide evidence that R&D subsidies had a small positive effect and statistically significant on company financed R&D expenditure, with no crowding out of private funds. In addition, these estimates suggest that those mechanism are more effective when dealing with small and medium-sized enterprises.

Keywords: R&D activities / public subsidies / crowding-out /SME.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo estudia los efectos de las ayudas públicas a la innovación en la forma de subvenciones a la I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas innovadoras durante el período 1991-1999.

El creciente interés que otorgan los gobiernos a la políticas públicas que fomentan las actividades de I+D+i en las empresas ha sido, en los últimos años, una característica común en las economías de algunos de los países más industrializados. Los argumentos económicos que justifican esa intervención se han establecido so-

¹ La autora desea agradecer los comentarios y sugerencias de los dos evaluadores anónimos, así como al Programa de Investigaciones Económicas de la FEP por la cesión de los datos.

bre la base de la corrección de fallos de mercado relacionados con el carácter de bien público del resultado de la I+D+i, de la presencia de efectos externos o *spillovers* y de los costes y riesgos inherentes al proceso de innovación, que presuponen un nivel subóptimo de inversión por parte de las empresas en una economía de mercado².

A pesar de que existe una abundante literatura empírica que se ha ocupado de analizar la eficacia de las políticas públicas sobre la actividad innovadora de las empresas, los resultados obtenidos han sido poco concluyentes³. En general, la mayoría de estudios se han centrado en estimar el efecto estímulo de las subvenciones públicas a la I+D de las empresas, tratando de dar respuesta a la cuestión, siempre recurrente, de si existe un efecto de sustitución (*crowd out*) o no de fondos privados por fondos públicos. Entre las primeras investigaciones que aportan evidencia favorable de un efecto de complementariedad, cabe señalar los trabajos de Scott (1984) y de Levin y Reiss (1984), mientras que los trabajos de Lichtenberg (1984, 1987, 1988) ponen en duda los resultados anteriores al evidenciar que los fondos públicos desplazan gasto privado en I+D.

En líneas generales, las principales dificultades de esta investigación son dos. En primer lugar, el problema de selectividad de la muestra al incluir sólo empresas subvencionadas, lo que genera sesgos en los resultados obtenidos. En segundo lugar, estos estudios no consideran las subvenciones públicas como un factor endógeno, salvo los trabajos de Lichtenberg, aunque la evidencia disponible confirma que la concesión de subvenciones depende en buena medida de que las empresas realicen gasto de inversión en I+D, por lo que se genera un problema de endogeneidad con los consiguientes sesgos de simultaneidad⁴.

Una excelente revisión de esta literatura empírica puede encontrarse en David, Hall y Toole (2000) y en Klette, Moen y Griliches (2000). Recientemente, una serie de estudios a nivel empresa, entre los que cabe destacar los de Wallsten (2000), Busom (2000), Lach (2002), Almus y Czarnitzki (2003) y González, Jaumandreu y Pazó (2003) tratan de dar respuesta a los problemas metodológicos formulados anteriormente, aportando distinta evidencia sobre los efectos de las subvenciones públicas a la I+D de las empresas.

Este trabajo contribuye a esta literatura empírica, analizando la relación entre subvenciones públicas y comportamiento inversor en actividades de I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas innovadoras durante el período 1991-1999. Para ello, siguiendo los trabajos de Lichtenberg (1987, 1988), se han

² Como Arrow (1962) formuló, el resultado de la investigación y desarrollo (I+D) es fundamentalmente información y tiene, por lo tanto, muchas características de un bien público, esto es, un bien no rival y posiblemente no excluible, por lo que la utilización por un agente de la información no perjudica que otros agentes hagan igualmente uso de ella.

³ En el ámbito internacional, los gobiernos utilizan tanto incentivos fiscales como ayudas públicas directas en forma de subvenciones como mecanismos centrales de incentivo a la inversión en I+D empresarial. Para una revisión de la literatura relativa a incentivos fiscales puede consultarse el trabajo de Hall y Van Reenen (2000). Véase para el caso de la economía española Marra (2004).

⁴ Para un mayor desarrollo, véanse Kauko (1996), Busom (2000) y David, Hall y Toole (2000).

estimado distintas especificaciones de un modelo explicativo de la inversión en I+D utilizando el método generalizado de los momentos (MGM). Además, en la medida que el impacto de la financiación pública puede afectar de un modo diferente a las empresas según su tamaño, también se ha procedido a estudiar el efecto de las subvenciones públicas diferenciando entre dos submuestras de empresas clasificadas según su tamaño, medido por el personal total ocupado, entre grandes empresas (>200 trabajadores) y pymes (≤ 200 trabajadores)⁵.

En síntesis, el interés principal del trabajo se centra no sólo en evaluar los efectos de las subvenciones públicas a la I+D empresarial sino también en determinar si existe evidencia de comportamientos diferenciados entre grandes empresas y empresas de menor tamaño en los efectos de esos mecanismos para la muestra de empresas manufactureras analizada.

El trabajo se estructura de la forma siguiente. En el epígrafe 2 se revisa la literatura empírica que analiza el impacto de las subvenciones públicas a la I+D empresarial. En el epígrafe 3 se describe la base de datos y se presenta un análisis descriptivo de las variables utilizadas para la estimación del modelo. En el epígrafe 4 se presenta la especificación del modelo y la técnica econométrica de estimación. En el epígrafe 5 se comentan los resultados de la estimación para las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D, que evidencian que existen diferencias significativas en los efectos de las subvenciones públicas a la I+D empresarial para las dos submuestras analizadas. Por último, el trabajo concluye con un epígrafe de conclusiones.

2. EL IMPACTO DE LAS SUBVENCIONES PÚBLICAS A LA I+D EMPRESARIAL. UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

En el ámbito internacional existe una abundante literatura que se ha ocupado de evaluar cuantitativamente el impacto de las subvenciones públicas a la I+D empresarial desde distintas perspectivas. Estos estudios pueden dividirse en dos grandes categorías. En primer lugar, los que estiman el impacto directo de las subvenciones públicas sobre la productividad. En segundo lugar, los estudios que analizan si existe un efecto de sustitución de fondos privados por fondos públicos, esto es, evalúan el papel de las subvenciones sobre el crecimiento del output de forma indirecta, a través de su estímulo al gasto privado de I+D.

En general, los resultados obtenidos en la primera categoría de trabajos evidencian que la I+D financiada por el sector privado contribuye significativamente al crecimiento de la productividad mientras que la I+D financiada con fondos públicos tiene un efecto escasamente significativo o relevante⁶. Por otra parte, la eviden-

⁵ Lach (2002) también diferencia entre empresas de pequeño tamaño y grandes empresas para evaluar si los subsidios públicos estimulan o desplazan gasto privado en I+D de una muestra de empresas israelíes.

⁶ Véanse, entre otros, los trabajos de Griliches (1986, 1995), de Griliches y Lichtenberg (1984), de Cunéo (1984), de Hall y Mairesse (1995) y de Mamuneas y Nadiri (1996).

cia empírica que surge de la segunda categoría es ambigua. De hecho, la hipótesis que subyace a la ausencia de efectos directos significativos de los fondos públicos sobre la productividad pone de manifiesto la necesidad de reconsiderar su efecto indirecto a través de su estímulo al gasto privado en I+D. Para ello, las subvenciones públicas no deben ser altamente sustitutivas del gasto en I+D realizado por el sector privado, para que aumentos en el apoyo público directo a la I+D estimule la inversión privada en I+D y ésta, a su vez, el crecimiento de la productividad.

La mayoría de los trabajos empíricos que abordan esta segunda cuestión proponen un modelo econométrico en el que alguna variable relativa a las actividades de I+D financiada por las empresas es una función de los fondos públicos recibidos, con el objetivo de estimar si existe un efecto de sustitución (*crowd out*) o no de fondos privados por fondos públicos.

En el ámbito internacional, una serie de estudios a nivel desagregado, entre los que cabe destacar los de Scott (1984), Levin y Reiss (1984) y Lichtenberg (1984, 1987, 1988) para empresas estadounidenses, el de Holemans y Sleuwaegen (1988) para empresas belgas, el de Antonelli (1989) para empresas italianas y el de Klette y Moen (1998) para empresas noruegas, aportan distinta evidencia sobre los efectos de las subvenciones públicas a la I+D de las empresas⁷. Recientemente, trabajos posteriores formulan modelos econométricos que tratan de dar respuesta a algunos de los principales problemas metodológicos con los que se han encontrado estas primeras investigaciones, esto es, el problema de selectividad de la muestra al incluir sólo empresas subvencionadas y el problema de endogeneidad de las subvenciones públicas. A continuación, se presentan algunos de estos estudios más destacados.

Wallsten (2000) formula un modelo de ecuaciones simultáneas en el que se explica la posible interdependencia entre subvenciones y gasto privado en I+D de una muestra de empresas norteamericanas que participan en el programa “*Small Business Innovation Research (SBIR)*”. Este modelo, que permite controlar la endogeneidad de los subsidios a la I+D, evidencia que existe un efecto de sustitución de fondos privados por fondos públicos completo (*full crowding out*), por lo que no se constata estímulo alguno sobre el esfuerzo en I+D de las empresas. Por su parte, Lach (2002) estima que los efectos de los subsidios a la I+D utilizando datos de panel de empresas manufactureras israelíes sugieren que los subsidios estimulan el gasto privado en I+D de las empresas de menor tamaño, aunque detecta un efecto negativo y no estadísticamente significativo para las grandes empresas. También existe evidencia en Almus y Czarnitzki (2003) para una muestra de empresas de Alemania del Este al comparar el esfuerzo en I+D en las empresas con subvención

⁷ En general, los resultados obtenidos tanto en el nivel microeconómico como en el macroeconómico evidencian una tendencia más favorable a concluir que los fondos públicos a la I+D generan más complementariedad que efecto expulsión sobre los gastos en I+D privados. Cabe señalar, además, que es más frecuente que los gastos públicos a la I+D sustituyan a los gastos privados cuando la unidad de análisis es la empresa o la línea de negocio que cuando el nivel de agregación es la industria o la economía en su conjunto. Para una excelente revisión de esta literatura empírica, véanse los trabajos de David, Hall y Toole (2000) y de Klette, Moen y Griliches (2000).

y sin subvención, observando una diferencia media de 4 puntos porcentuales favorables a las empresas subvencionadas.

Recientemente, para el caso de la economía española se han propuesto dos tipos de modelos que tratan de analizar los efectos de las subvenciones públicas a la I+D empresarial⁸. En Busom (2000) se especifica y estima un modelo que consiste en un sistema de ecuaciones en el que se distinguen dos niveles: una ecuación de participación de las empresas en un programa público y una ecuación de esfuerzo en I+D condicionada a la participación. Los principales resultados de su trabajo muestran que las subvenciones públicas inducen más esfuerzo privado en I+D, aunque para el 30% de las empresas subvencionadas no se puede excluir el efecto de sustitución completa de fondos privados. Por su parte, González, Jamandreu y Pazó (2003) formulan un modelo teórico específico que estiman utilizando una muestra de empresas manufactureras españolas heterogénea procedente de la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE) que realizan y que no realizan gasto de I+D y que reciben y que no reciben subvenciones. De la estimación de un modelo econométrico Tobit tipo II concluyen que las subvenciones son efectivas para inducir a las empresas a emprender actividades de I+D, aunque observan que éstas parecen cambiar muy poco el volumen de gasto privado en I+D de las empresas que, en cualquier caso, emprenderían actividades innovadoras.

3. DATOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Los datos utilizados en este trabajo provienen de la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE) que realiza la Fundación Empresa Pública durante el período 1991-1999. La población de referencia son las empresas con diez o más trabajadores de la industria manufacturera española, cuyo ámbito geográfico es el conjunto del territorio nacional y donde las variables analizadas tienen dimensión temporal anual.

La muestra utilizada consiste en un panel incompleto formado por empresas manufactureras españolas que realizan gasto de inversión en actividades de I+D en algún momento del período 1991-1999⁹. Esa selección responde a la necesidad de contar con datos de empresas que tienen gastos de inversión en I+D no nulos para realizar la estimación del modelo, lo que facilita la comparación con trabajos de referencia.

El cuadro 1 muestra la distribución de las empresas por intervalos de tamaño, optando por la desagregación en 6 tramos de tamaño según el empleo medio de la

⁸ Con anterioridad, pocos han sido los trabajos que se han ocupado de analizar la efectividad de las subvenciones a la I+D empresarial en la economía española. Cabe destacar los trabajos de Lafuente, Salas y Yagüe (1985), de Busom (1991) y de González, Jaumandreu y Pazó (1999). Las aportaciones realizadas en los dos últimos trabajos propiciaron las dos publicaciones posteriores que se comentan en este trabajo. Véase, para una revisión de esta literatura, véase COTEC (2000).

⁹ La ESEE ofrece información sobre actividades de I+D que pueden ser realizadas dentro de la propia empresa o contratadas en laboratorios externos a las empresas o en centros de investigación. Estas actividades de I+D que las empresas llevan a cabo de forma simultánea se denominan actividades de I+D internas y externas.

empresa: inferior o igual a 20 trabajadores; de 21 a 50; de 51 a 100; de 101 a 200; de 201 a 500; y más de 500 trabajadores¹⁰.

Cuadro 1.- Distribución por tamaño de empresas que realizan gasto en I+D (en % total de empresas), 1991-1999

TAMAÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	MEDIA
≤ 20	8,84	8,21	9,38	7,21	6,45	7,94	8,14	6,41	7,55	7,79
21-50	12,05	10,70	11,61	9,82	11,21	11,49	12,82	14,16	13,44	11,92
51-100	5,09	5,87	5,72	4,75	5,09	6,08	7,99	9,24	10,42	6,70
101-200	6,96	9,53	12,88	14,26	15,45	14,36	14,78	13,56	12,39	12,69
201-500	40,56	40,76	36,41	39,26	35,48	34,29	32,88	35,02	32,63	36,37
>500	26,51	24,93	24,01	24,69	26,32	25,84	23,38	21,61	23,56	24,54

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

El cuadro 1 muestra que existen importantes diferencias por tamaño en la proporción de empresas que realizan actividades de I+D durante el período 1991-1999. Se observa que las grandes empresas (>200 trabajadores) representan el mayor porcentaje de empresas innovadoras, superando de media el 61%, mientras que en las empresas de hasta 200 trabajadores ese porcentaje se reduce considerablemente, no alcanzando el 40%¹¹. Este resultado sugiere que el tamaño de la empresa es positivo y significativo como determinante de la decisión de las empresas de llevar a cabo inversión en actividades de I+D. Análogamente, también se observa una elevada variabilidad a lo largo del tiempo en el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D en cada tramo de tamaño¹².

El cuadro 2 muestra el porcentaje de empresas que reciben subvenciones públicas a la I+D, desagregado por tamaño durante el período 1991-1999.

Cuadro 2.- Distribución por tamaño de empresas que reciben subvenciones públicas a la I+D (en % total de empresas), 1991-1999

TAMAÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	MEDIA
≤20	0,80	0,59	0,48	0,77	0,34	0,84	0,60	0,45	0,60	0,61
21-50	1,07	1,32	0,95	1,99	2,21	2,70	2,11	2,09	2,72	1,91
51-100	0,94	1,03	0,95	1,38	1,70	1,52	2,41	1,94	2,27	1,57
101-200	1,20	2,05	3,50	2,91	3,57	3,55	3,32	2,98	2,27	2,82
201-500	10,17	11,14	10,17	10,58	10,36	9,80	9,65	10,43	9,82	10,24
>500	8,70	8,94	7,95	7,82	7,98	7,94	8,14	8,79	7,85	8,24
Media	22,89	25,07	24,01	25,46	26,15	26,35	26,24	26,68	25,53	25,38

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

¹⁰ El cuadro A.1 del anexo muestra la distribución de las empresas por sectores de actividad durante el período 1991-1999. Como puede observarse, los sectores productos químicos (3), material y accesorios eléctricos (7), vehículos automóviles y motores (8) recogen las ramas de actividad donde la proporción de empresas que realizan actividades de I+D es mayor, con un porcentaje de empresas innovadoras superior a la media.

¹¹ Sin embargo, cabe señalar que dentro del intervalo de grandes empresas, el tramo de mayor tamaño (>500 trabajadores) representa un porcentaje de empresas innovadoras inferior al tramo de tamaño 201-500 trabajadores, resultado que se detecta para todo el período analizado.

¹² Este hecho es debido a que, en función de la coyuntura económica, la empresa decide hacer o no I+D, así como a que las empresas que se encuentran próximas a la delimitación de un tramo de tamaño oscilan entre dos grupos de tamaño.

Como puede observarse, sólo un reducido número de empresas se ha beneficiado del apoyo público directo en la forma de subvenciones, ya que el porcentaje medio de empresas subvencionadas sobre el total representa alrededor del 25% para el período analizado. Se detecta, además, que son las empresas de mayor tamaño (>200 trabajadores) las que acaparan el mayor porcentaje de subvenciones públicas recibidas, no superando para las pymes (≤ 200 trabajadores) el valor medio del 7%. Este resultado sugiere que la relación existente entre tamaño y proporción de empresas que reciben financiación pública es claramente creciente.

Respecto de las variables relevantes utilizadas, esta base de datos proporciona información sobre gastos de I+D de las empresas y cuantía de subvenciones públicas recibidas por las empresas para la realización de actividades de I+D. Durante la década de los años noventa, las fuentes de financiación pública a las que tuvieron acceso las empresas provinieron de tres organismos principales: de la Administración autonómica, del Gobierno central y a través de financiación europea.

El cuadro 3 resume las variables centrales del estudio, esto es, esfuerzo innovador medido como la proporción de gasto en I+D sobre output y ratio medio de subvención/gasto privado en I+D, diferenciando entre empresas con subvenciones positivas y todas las empresas innovadoras, y desagregadas por tramos de tamaño durante el período 1991-1999¹³.

Cuadro 3.- Medias anuales de variables relevantes, 1991-1999

TAMAÑO	ESFUERZO EN I+D (% gasto sobre ventas) CON SUBVENCIÓN >0	ESFUERZO EN I+D (% gasto sobre ventas)	RATIO MEDIO SUBVENCIÓN/GASTO PRIVADO I+D CON SUBVENCIÓN > 0 (en %)	RATIO MEDIO SUBVENCIÓN/GASTO PRIVADO I+D (en %)
≤ 20	6,37	2,84	65,52	5,12
21-50	3,82	2,18	97,69	15,32
51-100	6,18	2,66	36,76	8,56
101-200	3,40	1,93	94,00	20,81
201-500	3,07	1,75	172,55	48,06
>500	3,22	1,85	498,69	167,95
Media	3,48	1,99	254,11	64,17

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Como puede observarse, para las empresas manufactureras analizadas el esfuerzo en I+D disminuye con el tamaño de la empresa. De media, el esfuerzo para las pequeñas y medianas empresas (≤ 200 trabajadores) ha sido de un 2,31% frente a un 1,79% de las grandes empresas (>200 trabajadores). Respecto de la relación entre esfuerzo innovador y subvenciones, se observa que los esfuerzos para las empresas con subvenciones positivas resultan superiores a los esfuerzos realizados por todas las empresas innovadoras, lo que indicaría que la percepción de subvenciones tiene un efecto positivo sobre el esfuerzo privado en I+D. Por otra parte, el ratio medio de subvención recibida con respecto al gasto efectuado no muestra un comporta-

¹³ Asimismo, la ESEE también proporciona información sobre la producción de bienes y servicios que se obtiene como la suma de las ventas y la variación de existencias de ventas para las empresas analizadas.

miento definido que permita establecer una relación con el tamaño, aunque se observan valores sensiblemente más elevados para las grandes empresas¹⁴. De media, la subvención representa alrededor de un 64% del gasto privado en I+D para todas las empresas innovadoras y de un 254% para las empresas con financiación pública positiva. Por lo tanto, se detecta que los subsidios constituyen una porción significativa del gasto en I+D de las empresas innovadoras, por lo que no se pueden considerar una fuente marginal de financiación a la I+D de las empresas.

Por último, en el cuadro 4 se presentan los estadísticos descriptivos muestrales de las variables utilizadas para la estimación del modelo de inversión en I+D, diferenciando entre la submuestra de pymes y grandes empresas durante el período 1991-1999.

Cuadro 4.- Estadísticos descriptivos de las variables del modelo de inversión, 1991-1999

VARIABLE	PYMES		GRANDES EMPRESAS	
$(rp)_t$	Media	8,8075	Media	11,2015
	Desv. estándar	1,8175	Desv. estándar	1,8443
	Mínimo	0,0487	Mínimo	1,6093
	Máximo	13,5128	Máximo	17,4974
$(rs)_t$	Media	1,5164	Media	3,0348
	Desv. estándar	3,3494	Desv. estándar	4,7033
	Mínimo	0	Mínimo	0
	Máximo	12,001	Máximo	16,2342
$(y)_t$	Media	13,4932	Media	16,1319
	Desv. estándar	1,3020	Desv. estándar	1,1348
	Mínimo	8,7031	Mínimo	11,2342
	Máximo	18,2382	Máximo	20,5830
Observaciones	2.293		3.579	

$(rp)_t$ es el logaritmo del gasto privado real en I+D; $(rs)_t$ es el logaritmo de las subvenciones públicas reales a la I+D; $(y)_t$ es el logaritmo del output real.

En general, la descripción de los datos indica que la submuestra de empresas de menor tamaño alcanza valores medios más bajos en todas las variables analizadas, esto es, el logaritmo del gasto privado real en I+D, de las subvenciones públicas reales a la I+D y del nivel de output real. No obstante, también se observan unos valores elevados para la desviación típica de algunas de las variables como $(rs)_t$, siendo mayor para las grandes empresas que para las pymes, por lo que las medias no serían muy representativas.

4. ESPECIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL MODELO

En esta sección presentamos una especificación sencilla de la ecuación de inversión en I+D que nos permita contrastar los efectos de los subsidios públicos a la I+D empresarial. El modelo básico a estimar sigue la propuesta de Lichtenberg (1987, 1988), esto es:

¹⁴ Hay que señalar que los valores medios calculados de esta variable son simplemente ilustrativos para la muestra de empresas analizada, por cuanto se detecta la existencia de grandes disparidades entre empresas que hacen que las medias no sean representativas.

$$(RP)_{i,t} = f(RS_{i,t}, Z_{i,t}) \quad (1)$$

donde el subíndice i hace referencia a empresa y t al tiempo. La variable RP denota los gastos en I+D de la empresa (sin los públicos), RS son los fondos públicos recibidos para I+D y Z recoge un vector de otras variables relevantes que afectan a la inversión en I+D. Bajo esta formulación, el coeficiente estimado de la variable RS mide si existe un efecto de sustitución o complementariedad de fondos privados por fondos públicos. Si el signo del efecto estimado es positivo y significativo podría concluirse que los fondos públicos y la inversión en I+D empresarial son complementarios. Por el contrario, si el signo es negativo y significativo implicaría un efecto expulsión o de *crowding-out* entre las dos variables. Finalmente, un coeficiente no significativo indicaría que los subsidios públicos no estimulan gasto privado adicional en I+D.

Como es estándar en esta literatura empírica, para obtener la forma funcional de la ecuación de inversión a estimar se han incorporado las ventas reales como una variable explicativa y de control del volumen de gasto privado en I+D. Además, si suponemos que los gastos en I+D de períodos anteriores pueden influir en el nivel actual de gasto en I+D, se introduce en la especificación la variable dependiente desfasada, lo que comportará la utilización de modelos de datos de panel dinámicos. Finalmente, parece razonable considerar que la inversión privada en I+D puede responder con cierto desfase temporal a la financiación pública, por lo que también se han llevado a cabo estimaciones con un retardo para la variable subvenciones a la I+D¹⁵.

En consecuencia, este trabajo estima distintas especificaciones de una ecuación de inversión en I+D que presenta la siguiente forma funcional expresada en logaritmos:

$$(rp)_{i,t} = \beta_t + \beta_1(rp)_{i,t-1} + \beta_2(rs)_{i,t} + \beta_3(y)_{i,t} + \beta_4(rs)_{i,t-1} + \beta_i + \theta_{it} + e_{i,t} \quad (2)$$

donde las variables $(rp)_{it}$, $(rs)_{it}$, $(y)_{it}$ son, respectivamente, los logaritmos naturales del gasto privado real en I+D, los fondos públicos reales y las ventas reales de la empresa i en el período t , y donde e_{it} recoge el término de error¹⁶.

Para esta especificación se incorporan efectos específicos de empresa β_i que miden la heterogeneidad inobservable, y *dummies* temporales β_t que tratan de controlar los efectos de la evolución del entorno económico. Además, para tratar de captar los efectos que puede tener la pertenencia de una empresa a un determinado sector de actividad, las distintas especificaciones del modelo de inversión en I+D se estiman incluyendo *dummies* sectoriales, θ_{it} . Para ello, se utiliza el criterio de agre-

¹⁵ Para un mayor desarrollo, véanse los trabajos de Lichtenberg (1984), de Capron y Van Pottelsbergue (1997) y de Guellec y Van Pottelsbergue (2003).

¹⁶ Todas las variables han sido deflactadas. Como índice de precios se ha calculado un deflactor individualizado para cada empresa a partir de la información que las empresas proporcionan sobre la variación de los precios de venta de sus productos con base en el año 1990.

gación sectorial que establece la ESEE en 18 grupos, según la clasificación sectorial *NACE CLIO R44* modificada y sus equivalencias por sector de actividad de la CNAE-74.

Como señalamos anteriormente, en la estimación del modelo utilizamos un panel de datos de empresas manufactureras españolas que realizan gasto de inversión en actividades de I+D en algún momento del período 1991-1999. Adicionalmente, para contrastar la existencia de diferencias por tamaño se realizan estimaciones utilizando dos submuestras de empresas clasificadas según su tamaño medido por el personal total ocupado: menor o igual a 200 trabajadores (pymes) y mayor de 200 trabajadores (grandes empresas). No obstante, debido a la distorsión que se genera por aquellas empresas que oscilan entre los dos grupos de tamaño durante el período analizado, el criterio de división utilizado ha sido el valor de la variable empleo en el año final de la muestra.

En todos los casos estimamos el panel de datos dinámicos en primeras diferencias para eliminar los efectos individuales, debido a que su posible correlación con las variables explicativas generaría estimaciones inconsistentes. Además, dado que todos los regresores no son estrictamente exógenos, la estimación MCO de la ecuación (2) sería inconsistente. En este sentido, se considera que $(rs)_{it}$ es una variable predeterminada al suponer que *shocks* pasados en e_{it} y en $(rp)_{it}$ determinan en alguna medida los valores actuales de la variable $(rs)_{it}$ ¹⁷. Por lo tanto, las estimaciones se llevan a cabo mediante el método generalizado de los momentos (MGM), utilizando la formulación desarrollada por Arellano y Bond (1991), que es un procedimiento más eficiente a la aproximación de variables instrumentales de Anderson y Hsiao (1981).

Bajo el supuesto de que el residuo de la ecuación en niveles es ruido blanco, al estimar en primeras diferencias deberíamos obtener una estructura *MA*(1) en el término de error. En consecuencia, los instrumentos válidos utilizados para cada especificación han sido las variable endógenas debidamente retardadas en $t-2$, $t-3$, $t-4$, $t-5$, $t-6$ (véase Arellano y Bond, 1991). Para que estos instrumentos sean válidos es necesario que se cumpla la hipótesis de que el término de error sea ruido blanco, por lo que los residuos no presentarán correlación serial de segundo orden en la ecuación estimada en primeras diferencias. El contraste estadístico *M2*, que figura en los cuadros de resultados, permite contrastar esta hipótesis y se distribuye asintóticamente como una normal estandarizada $N(0,1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación serial. También aparece el test de Sargan que permite contrastar la validez de las restricciones de sobreidentificación y se distribuye asintóticamente como una $\chi^2(k)$ con k grados de libertad. Además de los contrastes de especificación señalados, también se presentan tres contrastes de Wald: el primero (*W1*) es un contraste de significación conjunta de los coeficientes de todas las variables incluidas en el modelo; el segundo (*W2*) es un contraste de significación conjunta de las

¹⁷ Cabe señalar que el mayor p -valor que aparece en el test de Sargan, al no considerar la variable $(rs)_{it}$ como exógena en sentido estricto, provee evidencia de que esta variable está mejor modelada como predeterminada.

dummies sectoriales; y el tercero (W_3) es un contraste de significación conjunta de las *dummies* temporales.

5. RESULTADOS

En los cuadros 5, 6 y 7 se presentan los resultados de la estimación del modelo para la muestra total de empresas y para las dos submuestras de grandes empresas y de pymes, respectivamente, bajo distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D.

Cuadro 5.- Resultados econométricos ecuación de inversión en I+D para la muestra total de empresas

	MODELO I	MODELO II	MODELO III	MODELO I	MODELO II	MODELO III
$(rp)_{t-1}$	0,12220 (2,40)**	0,13949 (2,69)*	0,13935 (2,70)*	0,11394 (2,19)**	0,12564 (2,39)**	0,12555 (2,40)**
$(rs)_t$	0,03991 (1,87)***	0,04123 (1,96)**	0,04470 (1,79)***	0,03427 (1,59)	0,03722 (1,75)***	0,04363 (1,77)***
$(y)_t$		0,52412 (4,52)*	0,52034 (4,45)*		0,51603 (4,35)*	0,50944 (4,24)*
$(rs)_{t-1}$			-0,00198 (0,17)			-0,00377 (0,34)
Sargan	49,88 (48) $p = 0,3983$	49,71 (48) $p = 0,4052$	49,54 (47) $p = 0,3724$	59,31 (48) $p = 0,1268$	59,63 (48) $p = 0,1211$	59,22 (47) $p = 0,1089$
M_1	-4,45 $p = 0,0000$	-4,47 $p = 0,0000$	-4,57 $p = 0,0000$	-4,26 $p = 0,0000$	-4,27 $p = 0,0000$	-4,38 $p = 0,0000$
M_2	0,22 $p = 0,8229$	0,21 $p = 0,8336$	0,26 $p = 0,7959$	0,08 $p = 0,9363$	0,02 $p = 0,9868$	0,10 $p = 0,9193$
$W_{(1)}$	659,52 (14)	493,73 (15)	515,15 (16)	201,67 (20)	216,03 (21)	227,81 (22)
$W_{(2)}$	654,43 (12)	367,56 (12)	383,11 (12)	173,03 (12)	133,13 (12)	143,06 (12)
$W_{(3)}$				5,73 (6)	4,65 (6)	4,58 (6)
Observaciones	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063
Instrumentos	$t-2, \dots, t-6$					

En todas las regresiones se incluyen *dummies* sectoriales y en las regresiones de las tres últimas columnas se incluyen *dummies* temporales.

Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el método generalizado de los momentos. Las estimaciones son de primera etapa, corregidas de heterocedasticidad. Debajo de los coeficientes estimados figuran entre paréntesis los estadísticos t en valor absoluto. *Estadísticamente significativo al 99%; **Estadísticamente significativo al 95%; ***Estadísticamente significativo al 90%.

Sargan es un test de sobreidentificación de restricciones que se distribuye asintóticamente como una $X^2(k)$, con k grados de libertad. Los grados de libertad figuran entre paréntesis y debajo el p -valor.

M_1 y M_2 son los estadísticos de correlación serial de primer y de segundo orden de los residuos de la regresión que se distribuyen asintóticamente como una normal estandarizada $N(0,1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación serial.

$W_{(i)}$ es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en I+D, de las *dummies* sectoriales y de las *dummies* temporales, respectivamente. Bajo la hipótesis nula de no relación se distribuye como una $X^2(k)$, con k grados de libertad. Los grados de libertad figuran debajo entre paréntesis.

Cuadro 6.- Resultados econométricos ecuación de inversión en I+D para la submuestra de grandes empresas

	MODELO I	MODELO II	MODELO III	MODELO I	MODELO II	MODELO III
$(tp)_{t-1}$	0,13622 (2,31)**	0,15738 (2,64)*	0,15720 (2,62)*	0,13252 (2,23)**	0,14969 (2,51)**	0,15038 (2,51)**
$(rs)_t$	0,02978 (1,42)	0,03510 (1,69)***	0,03282 (1,46)	0,03161 (1,48)	0,03663 (1,74)***	0,04335 (1,78)***
$(y)_t$		0,60168 (4,16)*	0,60485 (4,18)*		0,60698 (4,20)*	0,59776 (4,09)*
$(rs)_{t-1}$			0,00149 (0,12)			-0,00448 (0,32)
Sargan	47,78 (48) $p = 0,4819$	47,76 (48) $p = 0,4825$	47,78 (47) $p = 0,4409$	56,45 (48) $p = 0,1883$	55,51 (48) $p = 0,2128$	54,99 (47) $p = 0,1979$
M1	-3,98 $p = 0,0001$	-3,99 $p = 0,0001$	-4,06 $p = 0,0000$	-3,91 $p = 0,0001$	-3,91 $p = 0,0001$	-4,02 $p = 0,0001$
M2	-0,01 $p = 0,9913$	0,14 $p = 0,8851$	0,12 $p = 0,9031$	-0,05 $p = 0,9603$	0,06 $p = 0,9539$	0,15 $p = 0,8842$
$W_{(1)}$	492,21 (11)	388,06 (12)	380,24 (13)	267,17 (17)	266,66 (18)	229,05 (19)
$W_{(2)}$	484,86 (9)	238,67 (9)	230,50 (9)	195,05 (9)	104,97 (9)	111,00 (9)
$W_{(3)}$				2,76 (6)	3,98 (6)	3,91 (6)
Observaciones	2.125	2.125	2.125	2.125	2.125	2.125
Instrumentos	$t-2, \dots, t-6$					

En todas las regresiones se incluyen *dummies* sectoriales y en las regresiones de las tres últimas columnas se incluyen *dummies* temporales.

Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el método generalizado de los momentos. Las estimaciones son de primera etapa, corregidas de heterocedasticidad. Debajo de los coeficientes estimados figuran entre paréntesis los estadísticos *t* en valor absoluto. *Estadísticamente significativo al 99%; **Estadísticamente significativo al 95%; ***Estadísticamente significativo al 90%.

Sargan es un test de sobreidentificación de restricciones que se distribuye asintóticamente como una $X^2(k)$, con *k* grados de libertad. Los grados de libertad figuran entre paréntesis y debajo el *p*-valor.

M1 y M2 son los estadísticos de correlación serial de primer y de segundo orden de los residuos de la regresión que se distribuyen asintóticamente como una normal estandarizada $N(0,1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación serial.

$W_{(i)}$ es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en I+D, de las *dummies* sectoriales y de las *dummies* temporales, respectivamente. Bajo la hipótesis nula de no relación se distribuye como una $X^2(k)$, con *k* grados de libertad. Los grados de libertad figuran debajo entre paréntesis.

Cuadro 7.- Resultados econométricos ecuación de inversión en I+D para la submuestra de pymes

	MODELO I	MODELO II	MODELO III	MODELO I	MODELO II	MODELO III
$(rp)_{t-1}$	0,20260 (1,94)***	0,19862 (1,91)***	0,19839 (1,91)***	0,17232 (1,64)***	0,16357 (1,57)	0,16256 (1,56)
$(rs)_t$	0,08445 (3,33)*	0,07881 (3,03)*	0,08937 (3,18)*	0,06725 (2,63)*	0,06385 (2,48)**	0,07472 (2,78)*
$(y)_t$		0,35254 (2,27)**	0,34604 (2,25)**		0,30210 (1,97)**	0,29437 (1,95)***
$(rs)_{t-1}$			-0,01159 (0,67)			-0,01158 (0,71)
Sargan	41,60 (48) $p = 0,7308$	41,69 (48) $p = 0,7277$	40,30 (47) $p = 0,7444$	58,48 (48) $p = 0,1430$	60,33 (48) $p = 0,1091$	58,83 (47) $p = 0,1154$
M1	-3,31 $p = 0,0009$	-3,31 $p = 0,0009$	-3,36 $p = 0,0008$	-2,89 $p = 0,0039$	-2,89 $p = 0,0039$	-2,94 $p = 0,0032$
M2	0,71 $p = 0,4785$	0,59 $p = 0,5526$	0,70 $p = 0,4818$	0,62 $p = 0,5327$	0,51 $p = 0,6125$	0,60 $p = 0,5489$
$W_{(1)}$	90,91 (7)	112,32 (8)	119,55 (9)	120,06 (13)	90,21 (14)	165,91 (15)
$W_{(2)}$	6764,52 (7)	135,67 (7)	122,65 (7)	78,45 (7)	44,70 (7)	41,44 (7)
$W_{(3)}$				8,35 (6)	6,24 (6)	6,39 (6)
Observaciones	897	897	897	897	897	897
Instrumentos	$t-2, \dots, t-6$					
<p>En todas las regresiones se incluyen <i>dummies</i> sectoriales y en las regresiones de las tres últimas columnas se incluyen <i>dummies</i> temporales.</p> <p>Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el método generalizado de los momentos. Las estimaciones son de primera etapa, corregidas de heterocedasticidad. Debajo de los coeficientes estimados figuran entre paréntesis los estadísticos <i>t</i> en valor absoluto. *Estadísticamente significativo al 99%; **Estadísticamente significativo al 95%; ***Estadísticamente significativo al 90%.</p> <p>Sargan es un test de sobreidentificación de restricciones que se distribuye asintóticamente como una $X^2(k)$, con <i>k</i> grados de libertad. Los grados de libertad figuran entre paréntesis y debajo el <i>p</i>-valor.</p> <p>M1 y M2 son los estadísticos de correlación serial de primer y de segundo orden de los residuos de la regresión que se distribuyen asintóticamente como una normal estandarizada $N(0,1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación serial.</p> <p>$W_{(i)}$ es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en I+D, de las <i>dummies</i> sectoriales y de las <i>dummies</i> temporales, respectivamente. Bajo la hipótesis nula de no relación se distribuye como una $X^2(k)$, con <i>k</i> grados de libertad. Los grados de libertad figuran debajo entre paréntesis.</p>						

Para poder comparar los resultados obtenidos tanto en la muestra total como en las submuestras de empresas se incluyen los mismos conjuntos de instrumentos en la estimación de las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D. Todas las columnas recogen estimaciones incorporando *dummies* sectoriales y en

las regresiones de las tres últimas columnas también se incluyen *dummies* temporales. En todos los casos las regresiones que aparecen son estimaciones de primera etapa, corregidas de heterocedasticidad tanto para la muestra total como para las dos submuestras de empresas.

A continuación, se comentan los principales resultados, empezando por los relativos a la muestra total de empresas y, posteriormente, diferenciando para ambas submuestras.

5.1. RESULTADOS PARA LA MUESTRA TOTAL DE EMPRESAS.

En el cuadro 5 se presentan los resultados de la estimación del modelo para la muestra total de empresas bajo distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D.

En todas las estimaciones siempre se satisface el contraste de restricciones de sobreidentificación al 5% de significatividad, lo que indica ausencia de correlación entre los instrumentos y el término de error. Además, la hipótesis de correlación serial de segundo orden en los residuos es siempre rechazada en las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en primeras diferencias, por lo que se acepta la hipótesis de que los errores estimados no presentan correlación serial de segundo orden. Con respecto a los tres contrastes de Wald, se observa que los dos primeros test de significatividad conjunta de los coeficientes de todas las variables incluidas en el modelo (*W1*) y de significatividad conjunta de las *dummies* sectoriales (*W2*) corroboran el modelo formulado. No obstante, la no significatividad conjunta de las *dummies* temporales (*W3*) indica que no se ha encontrado evidencia de un efecto significativo sobre la ecuación de inversión de variables macroeconómicas, medido a través de las variables de tiempo. En este sentido, las estimaciones sin *dummies* temporales como regresores parecen las más indicadas para todas las especificaciones de la ecuación de inversión¹⁸.

Los principales resultados del cuadro 5 muestran que el efecto de los subsidios públicos a la I+D empresarial han sido positivos y significativos, aunque toman valores sensiblemente bajos para todas las especificaciones analizadas. Por el contrario, no hemos encontrado un efecto significativo para el primer retardo de la variable *rs*, lo que indicaría que la reacción de las empresas a la financiación pública tiene lugar en el momento *t* sin considerar el desfase temporal de un año. En este sentido, los resultados de la estimación de la ecuación de inversión (2) sin la incorporación de la variable subvenciones desfasada un período parecen los más aceptables.

Para la especificación de la ecuación de inversión sin incluir un retardo en las subvenciones a la I+D, el efecto a largo plazo de los fondos públicos se determina

¹⁸ Cabe señalar que la incorporación de variables ficticias temporales altera la significatividad de la variable subvenciones, por lo que nos centraremos en comentar los resultados de las tres primeras columnas de los cuadros de resultados.

de acuerdo con la siguiente expresión $\left(\frac{0,04123}{1-0,13949} \right) = 0,0479$. Es decir, un creci-

miento del 100% en el nivel de subsidios a la I+D conduce a un incremento del 4,79% en el gasto en I+D financiado por las empresas en el largo plazo. Para el valor obtenido se podría calcular el efecto marginal de un euro de financiación pública a la I+D empresarial, dividiendo 0,0479 entre el ratio medio subvención/gasto privado en I+D que se sitúa en el valor del 64% para el total de la muestra (véase el cuadro 3). Se observa que un incremento adicional de un euro de fondos públicos a la I+D conduce a un crecimiento medio del gasto privado en I+D de 7,48 céntimos de euro. Este valor es más bajo que los obtenidos por Lach (2000) para la estimación MGM de un modelo similar al formulado en este trabajo utilizando una muestra de empresas israelíes, aunque corrobora algunos de los resultados obtenidos en estudios microeconómicos realizados para la economía española (Busom, 2000; González, Jaumandreu y Pazó, 2003).

En general, los resultados obtenidos permiten concluir que las subvenciones incrementan la inversión en I+D empresarial, aunque el efecto estimado no es muy importante, por lo que podemos descartar un efecto de sustitución completa de fondos privados por públicos.

Con respecto a la variable dependiente retardada, los coeficientes estimados son siempre significativos y tienen un efecto positivo, lo que evidencia la existencia de efectos dinámicos en la inversión empresarial en I+D. No obstante, se observan valores positivos reducidos que se mantienen prácticamente estables para las distintas especificaciones, lo que señala un efecto no muy relevante del nivel de inversión en el período anterior sobre la inversión actual en I+D.

Finalmente, la variable explicativa más importante de la inversión en I+D ha sido el nivel de output real. Para todas las especificaciones, los valores de los parámetros son estadísticamente significativos al 99%. En particular, la relación positiva que se observa indica que las necesidades de gasto privado en I+D dependen en gran medida del nivel de output real de las empresas analizadas.

5.2. RESULTADOS DIFERENCIANDO ENTRE GRANDES EMPRESAS Y SUBMUESTRA DE PYMES

En los cuadros 6 y 7 se presentan los resultados de la estimación del modelo para la submuestra de grandes empresas y para las empresas de pequeño y mediano tamaño, respectivamente, bajo distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D.

En cuanto a los resultados obtenidos, se observa que para ambas submuestras el contraste de las restricciones de sobreidentificación, que indica la ausencia de correlación entre los instrumentos y el término de error, se acepta de manera similar para todas las especificaciones de la ecuación de inversión en I+D. En todas las es-

timaciones el contraste estadístico $M2$, asintóticamente distribuido como $N(0,1)$ bajo la hipótesis nula de ausencia de correlación serial, indica que los residuos no presentan correlación serial de segundo orden en las ecuaciones estimadas en primeras diferencias. Con respecto a los tres contrastes de Wald, el test de significatividad conjunta de todos los coeficientes de las variables incluidas en el modelo ($W1$) y de significatividad conjunta de las *dummies* sectoriales ($W2$) se aceptan para todas las especificaciones de la ecuación de I+D, aunque el test de Wald de significatividad conjunta de las *dummies* temporales ($W3$) no corrobora el modelo formulado. Nuevamente, las estimaciones sin *dummies* temporales como regresores parecen las más indicados, tanto para la submuestra de grandes empresas como para las pymes.

Los resultados obtenidos en los cuadros 6 y 7 indican que el efecto de las subvenciones públicas a la I+D empresarial han sido positivos para ambas submuestras, aunque se estima un valor ligeramente superior para las empresas de menor tamaño. Adicionalmente, mientras que para la submuestra de pymes los valores de los parámetros son estadísticamente significativos al 99% para las distintas especificaciones, se observa que para las grandes empresas sólo es estadísticamente significativo al 90% para la especificación de la ecuación de inversión (2) sin incluir el retardo de un período en las subvenciones a la I+D (columna 2). La no significatividad del coeficiente estimado en las otras especificaciones indicaría que la submuestra de grandes empresas no reacciona a la financiación pública recibida, por lo que el incentivo de mercado sería suficiente para la realización de gasto privado de I+D. Si comparamos los coeficientes del primer retardo de la variable rs en ambos cuadros se observa que en todos los casos los valores de los parámetros no son significativos, siendo prácticamente nulos, lo que evidencia que las estimaciones que no incorporan la variable subvenciones retardada un período son las más adecuadas.

Para esta especificación preferida (columna 2), el efecto a largo plazo de la financiación pública a la I+D de las grandes empresas vendría dado por la siguiente

expresión $\left(\frac{0,03510}{1-0,15738}\right) = 0,04165$. Es decir, un crecimiento del 100% en el nivel

de subsidios a la I+D conduce a un incremento del 4,165% en el gasto en I+D financiado por las grandes empresas en el largo plazo. En cuanto a la submuestra de pequeñas y medianas empresas, el efecto a largo plazo de los fondos públicos se

determina por la expresión $\left(\frac{0,07881}{1-0,19862}\right) = 0,09834$. Es decir, un crecimiento del

100% en el nivel de subsidios a la I+D conduce a un incremento del 9,83% en el gasto en I+D financiado por la submuestra de pymes en el largo plazo. Por lo tanto, para calcular el efecto marginal de un euro de financiación pública a la I+D de las

grandes empresas y de la submuestra de pymes, se divide los valores de 0,042 y de 0,098 entre el ratio medio subvención/gasto privado en I+D que toma el valor medio del 64%, respectivamente. Esto es, un incremento adicional de un euro de los fondos públicos a la I+D conduce a un crecimiento medio del gasto privado en I+D de 6,562 y de 15,31 céntimos de euro, respectivamente, en las grandes empresas y en la submuestra de pymes.

Estos resultados muestran que las subvenciones tienen un efecto complementario sobre el gasto privado de inversión en I+D, aunque se obtienen valores sensiblemente bajos para ambas submuestras. Se observa, además, que el coeficiente estimado ha sido ligeramente superior para la submuestra de pymes, lo que señala que incrementos en la subvenciones públicas afectan más a la inversión en I+D de las empresas de menor tamaño que en las grandes empresas analizadas¹⁹.

Con respecto al resto de los parámetros que aparecen en los cuadros 6 y 7, se detecta que el efecto de la inversión en el período anterior sobre la inversión actual no es muy importante, aunque se estima un valor ligeramente superior en las empresas de mayor tamaño. Además, los valores de los parámetros son estadísticamente significativos al 99% para las grandes empresas y al 90% para la submuestra de pymes. La menor significatividad observada para las pymes puede ser debida a las características que definen el comportamiento inversor en actividades de I+D en ambas submuestras, lo que indicaría un efecto más dinámico de la inversión en I+D para una actividad que es más estable y sistemática en las grandes empresas que en las restantes empresas analizadas.

Por último, en ambos cuadros el efecto más importante sobre la inversión en I+D lo genera el nivel de output real, aunque se detecta un impacto mucho mayor en las grandes empresas que en la submuestra de pymes. Además, los valores de los parámetros son en todos los casos estadísticamente significativos y se mantienen prácticamente estables para las dos submuestras analizadas. En consecuencia, el efecto positivo diferenciado que se observa evidencia que incrementos en el nivel de output real influyen en mayor medida sobre la inversión en I+D de las grandes empresas que en las empresas de menor tamaño.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo especifica y estima un modelo econométrico que analiza los efectos de las subvenciones públicas a la inversión privada en I+D utilizando un panel incompleto de empresas manufactureras españolas innovadoras clasificada según tamaño en dos submuestras durante el período 1991-1999.

¹⁹ Estos valores son más bajos que los obtenidos por Lach (2002) para una muestra de empresas israelíes de pequeño tamaño, aunque obtiene un efecto negativo y no estadísticamente significativo para la submuestra de grandes empresas, lo que sugiere que este instrumento es adecuado para estimular el gasto privado en I+D de las empresas de pequeño tamaño.

La evidencia econométrica confirma como resultado principal que las subvenciones públicas tienen un efecto positivo débil y estadísticamente significativo sobre la inversión privada en I+D, por lo que no se encuentra evidencia de que exista un efecto de sustitución total de fondos privados por fondos públicos. Además, también se obtiene evidencia de un impacto diferenciado por tamaño, al detectarse un efecto mayor y estadísticamente más significativo en las empresas de menor tamaño que en las grandes empresas. De media, un euro adicional de subvención pública induce un incremento del gasto privado en I+D de 15,31 y de 6,51 céntimos de euro en las empresas de menor tamaño y en las grandes empresas, respectivamente.

Estas estimaciones sugieren que las subvenciones públicas contribuyen en mayor medida a estimular la inversión privada en I+D de las pequeñas y medianas empresas que en las grandes empresas, aunque el efecto estimado no es muy importante en ambas submuestras. Una posible explicación de este resultado se basa en la hipótesis de que las subvenciones inciden especialmente sobre empresas previamente sensibilizadas de la importancia de la I+D que realizan, siendo ésta mayor en las grandes empresas, lo que sugiere que en cualquier caso estas empresas llevarían igualmente a cabo inversión en actividades de I+D.

Por último, y a pesar de que las grandes empresas acaparan el mayor porcentaje de subvenciones pública recibidas, este estudio permite extraer como conclusión de política tecnológica que las subvenciones deberían reorientarse principalmente a estimular la inversión privada en I+D de las empresas de pequeño y mediano tamaño, al detectarse que estimulan un mayor gasto privado en I+D en esta submuestra que en las grandes empresas analizadas.

ANEXO

Cuadro A.1.- Distribución de empresas por sector de actividad (en % del total de empresas)

SECTOR	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	MEDIA
1 Metales férreos y no férreos	3,08	3,51	3,66	5,06	4,75	4,05	3,92	4,02	4,38	4,05
2 Productos minerales no metálicos	6,43	5,56	5,09	5,83	5,77	5,74	5,58	6,56	5,74	5,81
3 Productos químicos	13,79	13,91	14,15	14,11	13,92	13,18	12,67	11,92	12,54	13,35
4 Productos metálicos	8,03	7,61	7,95	7,36	6,79	7,77	8,30	9,24	8,91	8,00
5 Máquinas agrícolas e industriales	7,63	8,35	8,27	8,13	8,83	8,28	8,60	8,05	8,61	8,30
6 Máq. oficina, proceso de datos...	2,01	1,76	1,43	1,23	1,19	1,52	1,21	1,19	1,06	1,40
7 Material y accesorios eléctricos	15,93	16,11	15,74	15,03	15,96	13,68	14,93	13,71	12,99	14,90
8 Vehículos automóviles y motores	5,89	6,30	7,47	7,82	7,98	8,45	7,69	7,45	8,61	7,52
9 Otro material de transporte	2,68	2,34	2,23	2,45	2,72	3,38	3,32	3,87	3,93	2,99
10 Carne, preparados y conservas carne	1,61	1,76	2,07	1,84	2,04	2,20	1,51	1,79	1,51	1,81
11 Productos alimenticios y tabaco	7,23	9,08	9,06	7,82	7,13	6,25	7,24	6,71	6,95	7,50
12 Bebidas	2,68	2,49	2,07	1,53	1,53	2,36	1,81	1,94	1,96	2,04
13 Textiles y vestido	6,43	6,73	6,84	6,90	7,47	8,45	7,99	7,30	8,01	7,35
14 Cuero, piel y calzado	2,54	2,34	2,38	1,99	2,55	1,86	1,81	1,79	1,81	2,12
15 Madera y muebles de madera	2,41	1,90	0,95	1,53	1,19	1,18	1,66	2,09	1,81	1,64
16 Papel, artículos de papel, impresión	4,02	3,66	3,18	3,83	3,06	4,22	4,68	4,32	3,78	3,86
17 Productos de caucho y plástico	5,76	4,83	5,72	5,83	5,60	6,08	5,73	6,11	6,19	5,76
18 Otros productos manufacturados	1,87	1,76	1,75	1,69	1,53	1,35	1,36	1,94	1,21	1,61

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE según la clasificación sectorial NACE CLIO R44 modificada y sus equivalencias por sector de actividad de la CNAE-74.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMUS, M.; 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*, 2, 21, pp. 226-236.
- ANDERSON, T.W.; HSIAO, C. (1981): "Estimation of Dynamic Models with Error Components", *Journal of the American Statistical Association*, 76, pp. 598-606.
- ANTONELLI, C. (1989): "A Failure-inducement Model of Research and Development Expenditures", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 12, pp. 159-180.
- ARELLANO, M.; BOND, S. (1991): "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations", *Review of Economic Studies*, 58, pp. 277-297.
- ARROW, K. (1962): "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions", en R. Nelson [ed.]: *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press.
- BUSOM, I. (1991): "Impacto de las ayudas públicas a las actividades de I+D de las empresas: un análisis empírico", *Revista de Economía Pública*, 11, 2, pp. 47-65.
- BUSOM, I. (2000): "An Empirical Evaluation of R&D Subsidies", *Economics of Innovation and New Technology*, 9, 2, pp. 111-148.
- CAPRON, H.; VAN POTTELSBERGUE, B. (1997): "Public Support to Business R&D: A Survey and Some New Quantitative Evidence", en OCDE: *Policy Evaluation in Innovation and Technology. Towards Best Practices*. París.
- COTEC (2000): *Relaciones para la innovación de las empresas con las administraciones*. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- CUNÉO, P. (1984): "L'impact de la recherche et développement sur la productivité industrielle", *Economie et Statistique*, 164, pp. 3-18.
- DAVID, P.; HALL, B.; TOOLE, A. (2000): "Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence", *Research Policy*, 29, pp. 497-529.
- GONZÁLEZ, X.; JAUMANDREU, J.; PAZÓ, C. (1999): "Innovación, costes irre recuperables e incentivos a la I+D", *Papeles de Economía Española*, 81, pp. 155-166.
- GONZÁLEZ, X.; JAUMANDREU, J.; PAZÓ, C. (2003): *Barriers to Innovation and Subsidy Effectiveness*. (Mimeo). Universidad Carlos III de Madrid.
- GRILICHES, Z. (1986): "Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's", *American Economic Review*, 76, 1, pp. 41-154.
- GRILICHES, Z. (1995): "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues", en P. Stoneman [ed.]: *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, pp. 52-89. Blackwell.
- GRILICHES, Z.; LICHTENBERG, F. (1984): "R&D and Productivity Growth at the Industry Level: Is there Still a Relationship", en Z. Griliches [ed.]: *R&D, Patents and Productivity*, pp. 465-496. National Bureau of Economic Research / The University of Chicago Press.
- GUELLEC, D.; VAN POTTELSBERGUE, B. (2003): "The Impact of Public R&D Expenditures on Business R&D", *Economics of Innovation and New Technology*, 12, 3, pp. 225-243.
- HALL, B.H.; MAIRESSE, J. (1995): "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms", *Journal of Econometrics*, 65, pp. 263-293.
- HALL, B.; VAN REENEN, J. (2000): "How Effective are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence", *Research Policy*, 29, pp. 449-469.

- HOLEMANS, B.; SLEUWAEGEN, L. (1988): "Innovation Expenditures and the Role of Government in Belgium", *Research Policy*, 17, pp. 375-379.
- KAUKO, K. (1996): "Effectiveness of R&D Subsidies – A Sceptical Note on the Empirical Literature", *Research Policy*, 25, pp. 321-323.
- KLETTE, J. T.; MOEN, J. (1998): *R&D Investments Responses to R&D Subsidies: A Theoretical Analysis and Econometric Evidence*. (Presentation at the NBER Summer Institute).
- KLETTE, J.; MOEN, J.; GRILICHES, Z. (2000): "Do Subsidies to Commercial R&D Reduce Market Failures? Microeconomic Evaluation Studies", *Research Policy*, 29, pp. 471-495.
- LACH, S. (2002): "Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel", *Journal of Industrial Economics*, L, 4, pp. 369-390.
- LAFUENTE, A.; SALAS, V.; YAGÜE, M.J. (1985): "Formación de capital tecnológico en la industria española", *Revista Española de Economía*, 2, pp. 269-290.
- LEVIN, R.; REISS, P. (1984): "Test of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure", en Z. Griliches [ed.]: *R&D, Patents and Productivity*, pp. 175-204. National Bureau of Economic Research / The University of Chicago Press.
- LICHTENBERG, F. (1984): "The Relationship between Federal Contract R&D and Company R&D", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 74, pp. 73-78.
- LICHTENBERG, F. (1987): "The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-assessment", *The Journal of Industrial Economics*, XXXVI, 1, pp. 97-104.
- LICHTENBERG, F. (1987): "The Private R&D Investment Response to Federal Design and Technical Competitions", *American Economic Review*, 78, 3, pp. 550-559.
- MAMUNEAS, T.; NADIRI, M. (1996): "Public R&D Policies and Cost Behaviour of the US Manufacturing Industries", *Journal of Public Economics*, 63, pp. 57-81.
- MARRA, 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, 1991-1999", *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 170, 3, pp. 9-35.
- SCOTT, J.T. (1984): "Firm Versus Industry Variability in R&D", en Z. Griliches [ed.]: *R&D, Patents and Productivity*, pp. 233-245. National Bureau of Economic Research / The University of Chicago Press.
- WALLSTEN, S. (2000): "The Effect of Government-industry R&D Programs on Private R&D: The Case of the Small Business Innovation Research Program", *Rand Journal of Economics*, 1, pp. 82-100.