

# EFFECTOS DAS SUBVENCIONES PÚBLICAS SOBRE O INVESTIMENTO EN I+D DAS EMPRESAS MANUFACTUREIRAS ESPAÑOLAS <sup>1</sup>

MARÍA ÁNGELES MARRA DOMÍNGUEZ  
Departamento de Fundamentos da Análise Económica  
e Historia e Institucións Económicas  
Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais  
Universidade de Vigo

*Recibido:* 18 de abril de 2005

*Aceptado:* 15 de decembro de 2005

---

**Resumo:** Neste traballo especificase e estímase un modelo econométrico que analiza os efectos das subvencións públicas ao investimento en I+D dunha mostra de empresas manufactureiras españolas innovadoras clasificada segundo o tamaño en dúas submostras durante o período 1991-1999. As estimacións confirman que as subvencións públicas teñen un efecto positivo feble e estatisticamente significativo sobre o investimento privado en I+D, polo que non se atopa evidencia de que exista un efecto de substitución total de fondos privados por fondos públicos. Ademais, tamén se detecta un efecto maior e estatisticamente máis significativo nas empresas de menor tamaño que nas grandes empresas, o que suxire que estes mecanismos contribúen en maior medida a estimular o investimento privado en I+D nas empresas de pequeno e mediano tamaño analizadas.

**Palabras clave:** Actividades de I+D / Subvencións públicas / Complementariedade / Grandes empresas / Pemes.

## 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 traballo estuda os efectos das axudas públicas á innovación na forma de subvencións á I+D dunha mostra de empresas manufactureiras españolas innovadoras durante o período 1991-1999.

O crecente interese que lles outorgan os gobernos ás políticas públicas que fomentan as actividades de I+D+i nas empresas foi, nos últimos anos, unha característica común nas economías dalgúns dos países máis industrializados. Os argumentos económicos que xustifican esa intervención establecéronse sobre a base

---

<sup>1</sup> A autora desexa agradecer os comentarios e as suxestións dos dous avaliadores anónimos, así como ao Programa de Investigaciones Económicas da FEP pola cesión dos datos.

da corrección de erros de mercado relacionados co carácter de ben público do resultado da I+D+i, da presenza de efectos externos ou *spillovers* e dos custos e riscos inherentes ao proceso de innovación, que presupoñen un nivel subóptimo de investimento por parte das empresas nunha economía de mercado<sup>2</sup>.

A pesar de que existe unha abundante literatura empírica que se ocupou de analizar a eficacia das políticas públicas sobre a actividade innovadora das empresas, os resultados obtidos foron pouco concluíntes<sup>3</sup>. En xeral, a maioría dos estudos centráronse en estimar o efecto estímulo das subvencións públicas á I+D das empresas, tratando de dar resposta á cuestión, sempre recorrente, de se existe un efecto de substitución (*crowd out*) ou non de fondos privados por fondos públicos. Entre as primeiras investigacións que achegan evidencia favorable dun efecto de complementariedade, cómpre sinalar os traballos de Scott (1984) e de Levin e Reiss (1984), mentres que os traballos de Lichtenberg (1984, 1987, 1988) poñen en dúbida os resultados anteriores ao evidenciar que os fondos públicos desprazan gasto privado en I+D.

En liñas xerais, as principais dificultades desta investigación son dúas. En primeiro lugar, o problema de selectividade da mostra ao incluír só empresas subvencionadas, o que nesga nos resultados obtidos. En segundo lugar, estes estudos non consideran as subvencións públicas como un factor endóxeno, agás os traballos de Lichtenberg, aínda que a evidencia dispoñible confirma que a concesión de subvencións depende en boa medida de que as empresas realicen gasto de investimento en I+D, polo que se xera un problema de endoxeneidade cos conseguintes rumos de simultaneidade<sup>4</sup>.

Unha excelente revisión desta literatura empírica pode atoparse en David, Hall e Toole (2000) e en Klette, Moen e Griliches (2000). Recentemente, unha serie de estudos a nivel empresa, entre os que cabe destacar os de Wallsten (2000), Busom (2000), Lach (2002), Almus e Czarnitzki (2003) e González, Jaumandreu e Pazó (2003) tratan de dar resposta aos problemas metodolóxicos formulados anteriormente, achegando distinta evidencia sobre os efectos das subvencións públicas á I+D das empresas.

Este traballo contribúe a esta literatura empírica, analizando a relación entre subvencións públicas e comportamento investidor en actividades de I+D dunha mostra de empresas manufactureiras españolas innovadoras durante o período 1991-1999. Para iso, seguindo os traballos de Lichtenberg (1987, 1988), estimá-

---

<sup>2</sup> Como Arrow (1962) formulou, o resultado da investigación e desenvolvemento (I+D) é fundamentalmente información e ten, xa que logo, moitas características dun ben público, isto é, un ben non rival e posiblemente non excluíble, polo que a utilización por un axente da información non prexudica que outros axentes fagan igualmente uso dela.

<sup>3</sup> No ámbito internacional, os gobernos utilizan tanto incentivos fiscais como axudas públicas directas en forma de subvencións como mecanismos centrais de incentivo ao investimento en I+D empresarial. Para unha revisión da literatura relativa a incentivos fiscais pode consultarse o traballo de Hall e Van Reenen (2000). Véxase para o caso da economía española Marra (2004).

<sup>4</sup> Para un maior desenvolvemento, véxanse Kauko (1996), Busom (2000) e David, Hall e Toole (2000).

ronse distintas especificacións dun modelo explicativo da investimento en I+D utilizando o método xeneralizado dos momentos (MGM). Ademais, na medida que o impacto do financiamento público pode afectarlles dun modo diferente ás empresas segundo o seu tamaño, tamén se procedeu a estudar o efecto das subvencións públicas diferenciando entre dúas submostras de empresas clasificadas segundo o seu tamaño, medido polo persoal total ocupado, entre grandes empresas (>200 traballadores) e pemes ( $\leq 200$  traballadores)<sup>5</sup>.

En síntese, o interese principal do traballo céntrase non só en avaliar os efectos das subvencións públicas á I+D empresarial senón tamén en determinar se existe evidencia de comportamentos diferenciados entre grandes empresas e empresas de menor tamaño nos efectos deses mecanismos para a mostra de empresas manufactureras analizada.

O traballo estrutúrase da seguinte forma. No epígrafe 2 revísase a literatura empírica que analiza o impacto das subvencións públicas á I+D empresarial. No epígrafe 3 descríbese a base de datos e preséntase unha análise descritiva das variables utilizadas para a estimación do modelo. No epígrafe 4 preséntase a especificación do modelo e a técnica econométrica de estimación. No epígrafe 5 coméntanse os resultados da estimación para as distintas especificacións da ecuación de investimento en I+D, que evidencian que existen diferenzas significativas nos efectos das subvencións públicas á I+D empresarial para as dúas submostras analizadas. Por último, o traballo conclúyese cun epígrafe de conclusións.

## **2. O IMPACTO DAS SUBVENCIÓNS PÚBLICAS Á I+D EMPRESARIAL. UNHA REVISIÓN DA LITERATURA**

No ámbito internacional existe unha abundante literatura que se ocupou de avaliar cuantitativamente o impacto das subvencións públicas á I+D empresarial desde distintas perspectivas. Estes estudos poden dividirse en dúas grandes categorías. En primeiro lugar, os que estiman o impacto directo das subvencións públicas sobre a produtividade. En segundo lugar, os estudos que analizan se existe un efecto de substitución de fondos privados por fondos públicos, isto é, avalían o papel das subvencións sobre o crecemento do output de forma indirecta, a través do seu estímulo ao gasto privado de I+D.

En xeral, os resultados obtidos na primeira categoría de traballos evidencian que a I+D financiada polo sector privado contribúe significativamente ao crecemento da produtividade mentres que a I+D financiada con fondos públicos ten un efecto escasamente significativo ou relevante<sup>6</sup>. Por outra parte, a evidencia empírica que

---

<sup>5</sup> Lach (2002) tamén diferencia entre empresas de pequeno tamaño e grandes empresas para avaliar se os subsidios públicos estimulan ou desprazan gasto privado en I+D dunha mostra de empresas israelís.

<sup>6</sup> Véxanse, entre outros, os traballos de Griliches (1986, 1995), de Griliches e Lichtenberg (1984), de Cunéo (1984), de Hall e Mairesse (1995) e de Mamuneas e Nadiri (1996).

xorde da segunda categoría é ambigua. De feito, a hipótese que subxace á ausencia de efectos directos significativos dos fondos públicos sobre a produtividade pon de manifesto a necesidade de reconsiderar o seu efecto indirecto a través do seu estímulo ao gasto privado en I+D. Para iso, as subvencións públicas non deben ser altamente substitutivas do gasto en I+D realizado polo sector privado, para que aumentos no apoio público directo á I+D estimule o investimento privado en I+D e esta, á súa vez, o crecemento da produtividade.

A maioría dos traballos empíricos que abordan esta segunda cuestión propoñen un modelo econométrico no que algunha variable relativa ás actividades de I+D financiada polas empresas é unha función dos fondos públicos recibidos, co obxectivo de estimar se existe un efecto de substitución (*crowd out*) ou non de fondos privados por fondos públicos.

No ámbito internacional, unha serie de estudos no nivel desagregado, entre os que cabe destacar os de Scott (1984), Levin e Reiss (1984) e Lichtenberg (1984, 1987, 1988) para as empresas estadounidenses, o de Holemans e Sleuwaegen (1988) para empresas belgas, o de Antonelli (1989) para empresas italianas e o de Klette e Moen (1998) para as empresas norueguesas, achegan distinta evidencia sobre os efectos das subvencións públicas á I+D das empresas<sup>7</sup>. Recentemente, traballos posteriores formulan modelos econométricos que tratan de dar resposta a algúns dos principais problemas metodolóxicos cos que se atoparon estas primeiras investigacións, isto é, o problema de selectividade da mostra ao incluír só empresas subvencionadas e o problema de endoxeneidade das subvencións públicas. A continuación, preséntanse algúns destes estudos máis destacados.

Wallsten (2000) formula un modelo de ecuacións simultáneas no que se explica a posible interdependencia entre subvencións e gasto privado en I+D dunha mostra de empresas norteamericanas que participan no programa “*Small Business Innovation Research (SBIR)*”. Este modelo, que permite controlar a endoxeneidade dos subsidios á I+D, evidencia que existe un efecto de substitución de fondos privados por fondos públicos completo (*full crowding out*), polo que non se constata estímulo ningún sobre o esforzo en I+D das empresas. Pola súa parte, Lach (2002) estima que os efectos dos subsidios á I+D utilizando datos de panel de empresas manufactureras israelís suxiren que os subsidios estimulan o gasto privado en I+D das empresas de menor tamaño, aínda que detecta un efecto negativo e non estatisticamente significativo para as grandes empresas. Tamén existe evidencia en Almus e Czarnitzki (2003) para unha mostra de empresas da Alemaña do Leste ao comparar o esforzo en I+D nas empresas con subvención e sen subvención, observando unha

---

<sup>7</sup> En xeral, os resultados obtidos tanto no nivel microeconómico coma no macroeconómico evidencian unha tendencia máis favorable a concluír que os fondos públicos á I+D xeran máis complementariedade que efecto expulsión sobre os gastos en I+D privados. Cómpre sinalar, ademais, que é máis frecuente que os gastos públicos á I+D substitúan os gastos privados cando a unidade de análise é a empresa ou a liña de negocio que cando o nivel de agregación é a industria ou a economía no seu conxunto. Para unha excelente revisión desta literatura empírica, véxanse os traballos de David, Hall e Toole (2000) e de Klette, Moen e Griliches (2000).

diferenza media de 4 puntos porcentuais favorables ás empresas subvencionadas.

Recentemente, para o caso da economía española propuxéronse dous tipos de modelos que tratan de analizar os efectos das subvencións públicas á I+D empresarial<sup>8</sup>. En Busom (2000) especificase e estímase un modelo que consiste nun sistema de ecuacións no que se distinguen dous niveis: unha ecuación de participación das empresas nun programa público e unha ecuación de esforzo en I+D condicionada á participación. Os principais resultados do seu traballo mostran que as subvencións públicas inducen máis esforzo privado en I+D, aínda que para o 30% das empresas subvencionadas non se pode excluír o efecto de substitución completa de fondos privados. Pola súa parte, González, Jamandreu e Pazó (2003) formulan un modelo teórico específico que estiman utilizando unha mostra de empresas manufactureiras españolas heteroxénea, procedente da *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE), que realizan e que non realizan gasto de I+D e que reciben e que non reciben subvencións. Da estimación dun modelo econométrico Tobit tipo II conclúen que as subvencións son efectivas para inducir as empresas a emprender actividades de I+D, aínda que observan que estas parecen cambiar moi pouco o volume de gasto privado en I+D das empresas que, en calquera caso, emprenderían actividades innovadoras.

### 3. DATOS E ANÁLISE DESCRIPTIVA

Os datos utilizados neste traballo proveñen da *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE), que realiza a Fundación Empresa Pública no período 1991-1999. A poboación de referencia son as empresas con dez ou máis traballadores da industria manufactureira española, cuxo ámbito xeográfico é o conxunto do territorio nacional e onde as variables analizadas teñen dimensión temporal anual.

A mostra utilizada consiste nun panel incompleto formado por empresas manufactureiras españolas que realizan gasto de investimento en actividades de I+D nalgun momento do período 1991-1999<sup>9</sup>. Esa selección responde á necesidade de contar con datos de empresas que teñen gastos de investimento en I+D non nulos para realizar a estimación do modelo, o que facilita a comparación con traballos de referencia.

O cadro 1 mostra a distribución das empresas por intervalos de tamaño, optando pola desagregación en 6 tramos de tamaño segundo o emprego medio da empresa:

---

<sup>8</sup> Con anterioridade, poucos foron os traballos que se ocuparon de analizar a efectividade das subvencións á I+D empresarial na economía española. Cómpre destacar os traballos de Lafuente, Salas e Yagüe (1985), de Busom (1991) e de González, Jaumandreu e Pazó (1999). As achegas realizadas nos dous últimos traballos propiciaron as dúas publicacións posteriores que se comentan neste traballo. Para unha revisión desta literatura, véxase COTEC (2000).

<sup>9</sup> A ESEE ofrece información sobre actividades de I+D que poden ser realizadas dentro da propia empresa ou contratadas en laboratorios externos ás empresas ou en centros de investigación. Estas actividades de I+D que as empresas levan a cabo de forma simultánea denomínanse actividades de I+D internas e externas.

inferior ou igual a 20 traballadores, de 21 a 50, de 51 a 100, de 101 a 200, de 201 a 500, e máis de 500 traballadores<sup>10</sup>.

**Cadro 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 |

FONTE: Elaboración propia a partir de datos da ESEE.

O cadro 1 mostra que existen importantes diferenzas por tamaño na proporción de empresas que realizan actividades de I+D durante o período 1991-1999. Obsérvase que as grandes empresas (>200 traballadores) representan a maior porcentaxe de empresas innovadoras, superando de media o 61%, mentres que nas empresas de ata 200 traballadores esa porcentaxe se reduce considerablemente, non alcanzando o 40%<sup>11</sup>. Este resultado suxire que o tamaño da empresa é positivo e significativo como determinante da decisión das empresas de levar a cabo investimento en actividades de I+D. Analogamente, tamén se observa unha elevada variabilidade ao longo do tempo na porcentaxe de empresas que realizan actividades de I+D en cada tramo de tamaño<sup>12</sup>.

O cadro 2 mostra a porcentaxe de empresas que reciben subvencións públicas á I+D, desagregado por tamaño durante o período 1991-1999.

**Cadro 2.-** Distribución por tamaño de empresas que reciben subvencións públicas á 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 |

FONTE: Elaboración propia a partir de datos da ESEE.

<sup>10</sup> O cadro A.1 do anexo mostra a distribución das empresas por sectores de actividade durante o período 1991-1999. Como pode observarse, os sectores produtos químicos (3), material e accesorios eléctricos (7), vehículos automóviles e motores (8) recollen as ramas de actividade onde a proporción de empresas que realizan actividades de I+D é maior, cunha porcentaxe de empresas innovadoras superior á media.

<sup>11</sup> Con todo, cómpre sinalar que dentro do intervalo de grandes empresas, o tramo de maior tamaño (>500 traballadores) representa unha porcentaxe de empresas innovadoras inferior ao tramo de tamaño 201-500 traballadores, resultado que se detecta para todo o período analizado.

<sup>12</sup> Este feito é debido a que, en función da conxuntura económica, a empresa decide facer ou non I+D, así como a que as empresas que están próximas á delimitación dun tramo de tamaño oscilan entre dous grupos de tamaño.

Como pode observarse, só un reducido número de empresas se beneficiou do apoio público directo na forma de subvencións, xa que a porcentaxe media de empresas subvencionadas sobre o total representa ao redor do 25% para o período analizado. Detéctase, ademais, que son as empresas de maior tamaño (>200 traballadores) as que acaparan a maior porcentaxe de subvencións públicas recibidas, non superando para as pemes ( $\leq 200$  traballadores) o valor medio do 7%. Este resultado suxire que a relación existente entre tamaño e proporción de empresas que reciben financiamento público é claramente crecente.

Respecto das variables relevantes utilizadas, esta base de datos proporciona información sobre gastos de I+D das empresas e contía de subvencións públicas recibidas polas empresas para a realización de actividades de I+D. Durante a década dos anos noventa, as fontes de financiamento público ás que tiveron acceso as empresas proviñeron de tres organismos principais: da Administración autonómica, do Goberno central e a través do financiamento europeo.

O cadro 3 resume as variables centrais do estudo, isto é, esforzo innovador medido como a proporción de gasto en I+D sobre output e ratio media de subvención/gasto privado en I+D, diferenciando entre empresas con subvencións positivas e todas as empresas innovadoras, e desagregadas por tramos de tamaño durante o período 1991-1999<sup>13</sup>.

**Cadro 3.-** Medias anuais de variables relevantes, 1991-1999

| TAMAÑO    | ESFORZO EN I+D<br>(% gasto sobre<br>ventas) CON<br>SUBVENCIÓN >0 | ESFORZO<br>EN I+D<br>(% gasto<br>sobre vendas) | RATIO MEDIA<br>SUBVENCIÓN/GASTO<br>PRIVADO I+D CON<br>SUBVENCIÓN > 0 (en %) | RATIO MEDIA<br>SUBVENCIÓN/GASTO<br>PRIVADO I+D (en %) |
|-----------|--|--|---|---|
| $\leq 20$ | 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   |

FONTE: Elaboración propia a partir de datos da ESEE.

Como pode observarse, para as empresas manufactureiras analizadas o esforzo en I+D diminúe co tamaño da empresa. De media, o esforzo para as pequenas e medianas empresas ( $\leq 200$  traballadores) foi dun 2,31% fronte a un 1,79% das grandes empresas (>200 traballadores). Respecto da relación entre esforzo innovador e subvencións, obsérvase que os esforzos para as empresas con subvencións positivas resultan superiores aos esforzos realizados por todas as empresas innovadoras, o que indicaría que a percepción de subvencións ten un efecto positivo sobre o esforzo privado en I+D. Por outra parte, a ratio media de subvención recibida con respecto ao gasto efectuado non mostra un comportamento definido que permita es-

<sup>13</sup> Así mesmo, a ESEE tamén proporciona información sobre a produción de bens e servizos que se obtén como a suma das vendas e a variación de existencias de vendas para as empresas analizadas.

tablecer unha relación co tamaño, aínda que se observan valores sensiblemente máis elevados para as grandes empresas<sup>14</sup>. De media, a subvención representa ao redor dun 64% do gasto privado en I+D para todas as empresas innovadoras e dun 254% para as empresas con financiamento público positivo. Polo tanto, detéctase que os subsidios constitúen unha porción significativa do gasto en I+D das empresas innovadoras, polo que non se poden considerar unha fonte marxinal de financiamento á I+D das empresas.

Por último, no cadro 4 preséntanse os estatísticos descritivos mostrais das variables utilizadas para a estimación do modelo de investimento en I+D, diferenciando entre a submostra de pemes e grandes empresas durante o período 1991-1999.

**Cadro 4.-** Estatísticos descritivos das variables do modelo de investimento, 1991-1999

| VARIABLE  | PEMES          |         | 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 |
| Observacións  | 2.293          |         | 3.579            |         |
| $(rp)_t$ é o logaritmo do gasto privado real en I+D; $(rs)_t$ é o logaritmo das subvencións públicas reais á I+D; $(y)_t$ é o logaritmo do output real. |                |         |                  |         |

En xeral, a descrición dos datos indica que a submostra de empresas de menor tamaño alcanza valores medios máis baixos en todas as variables analizadas, isto é, o logaritmo do gasto privado real en I+D, das subvencións públicas reais á I+D e do nivel de output real. Con todo, tamén se observan uns valores elevados para a desviación típica dalgunhas das variables como  $(rs)_t$ , sendo maior para as grandes empresas que para as pemes, polo que as medias non serían moi representativas.

#### 4. ESPECIFICACIÓN E ESTIMACIÓN DO MODELO

Nesta sección presentamos unha especificación sinxela da ecuación de investimento en I+D que nos permita contrastar os efectos dos subsidios públicos á I+D empresarial. O modelo básico que hai que estimar segue a proposta de Lichtenberg (1987, 1988), isto é:

<sup>14</sup> Cómpre sinalar que os valores medios calculados desta variable son simplemente ilustrativos para a mostra de empresas analizadas, por canto se detecta a existencia de grandes disparidades entre empresas que fan que as medias no sexan representativas.

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

onde o subíndice  $i$  fai referencia á empresa e  $t$  ao tempo; a variable  $RP$  denota os gastos en I+D da empresa (sen os públicos),  $RS$  son os fondos públicos recibidos para I+D e  $Z$  recolle un vector doutras variables relevantes que afectan o investimento en I+D. Baixo esta formulación, o coeficiente estimado da variable  $RS$  mide se existe un efecto de substitución ou complementariedade de fondos privados por fondos públicos. Se o signo do efecto estimado é positivo e significativo podería concluírse que os fondos públicos e o investimento en I+D empresarial son complementarios. Pola contra, se o signo é negativo e significativo implicaría un efecto expulsión ou de *crowding-out* entre as dúas variables. Finalmente, un coeficiente non significativo indicaría que os subsidios públicos non estimulan gasto privado adicional en I+D.

Como é estándar nesta literatura empírica, para obter a forma funcional da ecuación de investimento que hai que estimar incorporáronse as vendas reais como unha variable explicativa e de control do volume de gasto privado en I+D. Ademais, se supoñemos que os gastos en I+D de períodos anteriores poden influír no nivel actual de gasto en I+D, introdúcese na especificación a variable dependente desfasada, o que comportará a utilización de modelos de datos de panel dinámicos. Finalmente, parece razoable considerar que o investimento privado en I+D pode responder con certo desfase temporal ao financiamento público, polo que tamén se levaron a cabo estimacións cun retardo para a variable subvencións á I+D<sup>15</sup>.

En consecuencia, este traballo estima distintas especificacións dunha ecuación de investimento en I+D que presenta a seguinte forma funcional expresada en logaritmos:

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

onde as variables  $(rp)_{it}$ ,  $(rs)_{it}$  e  $(y)_{it}$  son, respectivamente, os logaritmos naturais do gasto privado real en I+D, os fondos públicos reais e as vendas reais da empresa  $i$  no período  $t$ , e onde  $e_{it}$  recolle o termo de erro<sup>16</sup>.

Para esta especificación incorpóranse efectos específicos de empresa  $\beta_i$ , que miden a heteroxeneidade inobservable, e *dummies* temporais  $\beta_t$ , que tratan de controlar os efectos da evolución da contorna económica. Ademais, para tratar de captar os efectos que pode ter a pertenza dunha empresa a un determinado sector de actividade, as distintas especificacións do modelo de investimento en I+D estímense incluíndo *dummies* sectoriais,  $\theta_{it}$ . Para iso, utilízase o criterio de agregación secto-

<sup>15</sup> Para un maior desenvolvemento, véxanse os traballos de Lichtenberg (1984), de Capron e Van Pottelsbergue (1997) e de Guellec e Van Pottelsbergue (2003).

<sup>16</sup> Todas as variables foron deflactadas. Como índice de prezos calculouse un deflactor individualizado para cada empresa a partir da información que as empresas proporcionan sobre a variación dos prezos de venda dos seus produtos con base no ano 1990.

rial que establece a ESEE en 18 grupos, segundo a clasificación sectorial *NACE CLIO R44* modificada e as súas equivalencias por sector de actividade da CNAE-74.

Como sinalamos anteriormente, na estimación do modelo utilizamos un panel de datos de empresas manufactureiras españolas que realizan gasto de investimento en actividades de I+D nalgún momento do período 1991-1999. Adicionalmente, para contrastar a existencia de diferenzas por tamaño realízanse estimacións utilizando dúas submostras de empresas clasificadas segundo o seu tamaño medido polo persoal total ocupado: menor ou igual a 200 traballadores (pemes) e maior de 200 traballadores (grandes empresas). Con todo, debido á distorsión que se xera por aquelas empresas que oscilan entre os dous grupos de tamaño durante o período analizado, o criterio de división utilizado foi o valor da variable emprego no ano final da mostra.

En todos os casos estimamos o panel de datos dinámicos en primeiras diferenzas para eliminar os efectos individuais, debido a que a súa posible correlación coas variables explicativas xeraría estimacións inconsistentes. Ademais, dado que todos os regresores non son estritamente esóxenos, a estimación MCO da ecuación (2) sería inconsistente. Neste sentido, considerase que  $(rs)_{it}$  é unha variable predeterminada ao supoñer que *shocks* pasados en  $e_{it}$  e en  $(rp)_{it}$  determinan nalgunha medida os valores actuais da variable  $(rs)_{it}$ <sup>17</sup>. Polo tanto, as estimacións lévanse a cabo mediante o método xeneralizado dos momentos (MGM), utilizando a formulación desenvolvida por Arellano e Bond (1991), que é un procedemento máis eficiente á aproximación de variables instrumentais de Anderson e Hsiao (1981).

Baixo o suposto de que o residuo da ecuación en niveis é ruído branco, ao estimar en primeiras diferenzas deberíamos obter unha estrutura *MA*(1) no termo de erro. En consecuencia, os instrumentos válidos utilizados para cada especificación foron as variable endóxenas debidamente retardadas en  $t-2$ ,  $t-3$ ,  $t-4$ ,  $t-5$ ,  $t-6$  (véxase Arellano e Bond, 1991). Para que estes instrumentos sexan válidos cómpre que se cumpra a hipótese de que o termo de erro sexa ruído branco, polo que os residuos non presentarán correlación serial de segunda orde na ecuación estimada en primeiras diferenzas. O contraste estatístico *M2*, que figura nos cadros de resultados, permite contrastar esta hipótese e se distribúe asintoticamente como unha normal estandarizada  $N(0,1)$  baixo a hipótese nula de non correlación serial. Tamén aparece o test de Sargan que permite contrastar a validez das restricións de sobreidentificación e se distribúe asintoticamente como unha  $\chi^2(k)$  con  $k$  graos de liberdade. Ademais dos contrastes de especificación sinalados, tamén se presentan tres contrastes de Wald: o primeiro (*W1*) é un contraste de significación conxunta dos coeficientes de todas as variables incluídas no modelo; o segundo (*W2*) é un contraste de significación conxunta das *dummies* sectoriais; e o terceiro (*W3*) é un contraste de significación conxunta das *dummies* temporais.

<sup>17</sup> Cómpre sinalar que o maior *p*-valor que aparece no test de Sargan, ao non considerar a variable  $(rs)_{it}$  como esóxena en sentido estrito, prové evidencia de que esta variable está mellor modelada como predeterminada.

## 5. RESULTADOS

Nos cadros 5, 6 e 7 preséntanse os resultados da estimación do modelo para a mostra total de empresas e para as dúas submostras de grandes empresas e de pemes, respectivamente, baixo distintas especificacións da ecuación de investimento en I+D.

**Cadro 5.-** Resultados econométricos ecuación de investimento en I+D para a mostra total de empresas

|              | MODELO I                   | MODELO II                  | MODELO III                 | MODELO I                   | MODELO II                  | MODELO III                 |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $(rp)_{t-1}$ | 0,12220<br>(2,40)**        | 0,13949<br>(2,69)*         | 0,13935<br>(2,70)*         | 0,11394<br>(2,19)**        | 0,12564<br>(2,39)**        | 0,12555<br>(2,40)**        |
| $(rs)_t$     | 0,03991<br>(1,87)***       | 0,04123<br>(1,96)**        | 0,04470<br>(1,79)***       | 0,03427<br>(1,59)          | 0,03722<br>(1,75)***       | 0,04363<br>(1,77)***       |
| $(y)_t$      |                            | 0,52412<br>(4,52)*         | 0,52034<br>(4,45)*         |                            | 0,51603<br>(4,35)*         | 0,50944<br>(4,24)*         |
| $(rs)_{t-1}$ |                            |                            | -0,00198<br>(0,17)         |                            |                            | -0,00377<br>(0,34)         |
| Sargan       | 49,88 (48)<br>$p = 0,3983$ | 49,71 (48)<br>$p = 0,4052$ | 49,54 (47)<br>$p = 0,3724$ | 59,31 (48)<br>$p = 0,1268$ | 59,63 (48)<br>$p = 0,1211$ | 59,22 (47)<br>$p = 0,1089$ |
| $M1$         | -4,45<br>$p = 0,0000$      | -4,47<br>$p = 0,0000$      | -4,57<br>$p = 0,0000$      | -4,26<br>$p = 0,0000$      | -4,27<br>$p = 0,0000$      | -4,38<br>$p = 0,0000$      |
| $M2$         | 0,22<br>$p = 0,8229$       | 0,21<br>$p = 0,8336$       | 0,26<br>$p = 0,7959$       | 0,08<br>$p = 0,9363$       | 0,02<br>$p = 0,9868$       | 0,10<br>$p = 0,9193$       |
| $W_{(1)}$    | 659,52<br>(14)             | 493,73<br>(15)             | 515,15<br>(16)             | 201,67<br>(20)             | 216,03<br>(21)             | 227,81<br>(22)             |
| $W_{(2)}$    | 654,43<br>(12)             | 367,56<br>(12)             | 383,11<br>(12)             | 173,03<br>(12)             | 133,13<br>(12)             | 143,06<br>(12)             |
| $W_{(3)}$    |                            |                            |                            | 5,73<br>(6)                | 4,65<br>(6)                | 4,58<br>(6)                |
| Observacións | 3.063                      | 3.063                      | 3.063                      | 3.063                      | 3.063                      | 3.063                      |
| Instrumentos | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          |

En todas as regresións inclúense *dummies* sectoriais e nas regresións das tres últimas columnas inclúense *dummies* temporais.

Todas as estimacións se realizan en primeiras diferenzas utilizando o método xeneralizado dos momentos. As estimacións son de primeira etapa, corrixidas de heterocedasticidade. Debaixo dos coeficientes estimados figuran entre paréntese os estatísticos  $t$  en valor absoluto. \*Estatisticamente significativo ao 99%; \*\*Estatisticamente significativo ao 95%; \*\*\*Estatisticamente significativo ao 90%.

Sargan é un test de sobreidentificación de restricións que se distribúe asintoticamente como unha  $\chi^2(k)$ , con  $k$  graos de liberdade. Os graos de liberdade figuran entre paréntese e debaixo o  $p$ -valor.

$M1$  e  $M2$  son os estatísticos de correlación serial de primeira e de segunda orde dos residuos da regresión que se distribúen asintoticamente como unha normal estandarizada  $N(0,1)$  baixo a hipótese nula de non correlación serial.

$W_{(i)}$  é o test de Wald de significación conxunta de todas as variables explicativas incorporadas na ecuación de investimento en I+D, das *dummies* sectoriais e das *dummies* temporais, respectivamente. Baixo a hipótese nula de non relación distribúese como unha  $\chi^2(k)$ , con  $k$  graos de liberdade. Os graos de liberdade figuran debaixo entre paréntese.

**Cadro 6.-** Resultados econométricos ecuación de investimento en I+D para a submostra de grandes empresas

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

En todas as regresións inclúense *dummies* sectoriais e nas regresións das tres últimas columnas inclúense *dummies* temporais.

Todas as estimacións se realizan en primeiras diferenzas utilizando o método xeneralizado dos momentos. As estimacións son de primeira etapa, corrixidas de heterocedasticidade. Debaixo dos coeficientes estimados figuran entre paréntese os estatísticos  $t$  en valor absoluto. \*Estatisticamente significativo ao 99%; \*\*Estatisticamente significativo ao 95%; \*\*\*Estatisticamente significativo ao 90%.

Sargan é un test de sobreidentificación de restricións que se distribúe asintoticamente como unha  $\chi^2(k)$ , con  $k$  graos de liberdade. Os graos de liberdade figuran entre paréntese e debaixo o  $p$ -valor.

$M1$  e  $M2$  son os estatísticos de correlación serial de primeira e de segunda orde dos residuos da regresión que se distribúen asintoticamente como unha normal estandarizada  $N(0,1)$  baixo a hipótese nula de non correlación serial.

$W_{(i)}$  é o test de Wald de significación conxunta de todas as variables explicativas incorporadas na ecuación de investimento en I+D, das *dummies* sectoriais e das *dummies* temporais, respectivamente. Baixo a hipótese nula de non relación distribúese como unha  $\chi^2(k)$ , con  $k$  graos de liberdade. Os graos de liberdade figuran debaixo entre paréntese.

**Cadro 7.-** Resultados econométricos ecuación de investimento en I+D para a submostra de pemes

|   | MODELO I                   | MODELO II                  | MODELO III                 | MODELO I                   | MODELO II                  | MODELO III                 |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $(rp)_{t-1}$  | 0,20260<br>(1,94)***       | 0,19862<br>(1,91)***       | 0,19839<br>(1,91)***       | 0,17232<br>(1,64)***       | 0,16357<br>(1,57)          | 0,16256<br>(1,56)          |
| $(rs)_t$  | 0,08445<br>(3,33)*         | 0,07881<br>(3,03)*         | 0,08937<br>(3,18)*         | 0,06725<br>(2,63)*         | 0,06385<br>(2,48)**        | 0,07472<br>(2,78)*         |
| $(y)_t$   |                            | 0,35254<br>(2,27)**        | 0,34604<br>(2,25)**        |                            | 0,30210<br>(1,97)**        | 0,29437<br>(1,95)***       |
| $(rs)_{t-1}$  |                            |                            | -0,01159<br>(0,67)         |                            |                            | -0,01158<br>(0,71)         |
| Sargan  | 41,60 (48)<br>$p = 0,7308$ | 41,69 (48)<br>$p = 0,7277$ | 40,30 (47)<br>$p = 0,7444$ | 58,48 (48)<br>$p = 0,1430$ | 60,33 (48)<br>$p = 0,1091$ | 58,83 (47)<br>$p = 0,1154$ |
| M1  | -3,31<br>$p = 0,0009$      | -3,31<br>$p = 0,0009$      | -3,36<br>$p = 0,0008$      | -2,89<br>$p = 0,0039$      | -2,89<br>$p = 0,0039$      | -2,94<br>$p = 0,0032$      |
| M2  | 0,71<br>$p = 0,4785$       | 0,59<br>$p = 0,5526$       | 0,70<br>$p = 0,4818$       | 0,62<br>$p = 0,5327$       | 0,51<br>$p = 0,6125$       | 0,60<br>$p = 0,5489$       |
| $W_{(1)}$   | 90,91<br>(7)               | 112,32<br>(8)              | 119,55<br>(9)              | 120,06<br>(13)             | 90,21<br>(14)              | 165,91<br>(15)             |
| $W_{(2)}$   | 6764,52<br>(7)             | 135,67<br>(7)              | 122,65<br>(7)              | 78,45<br>(7)               | 44,70<br>(7)               | 41,44<br>(7)               |
| $W_{(3)}$   |                            |                            |                            | 8,35<br>(6)                | 6,24<br>(6)                | 6,39<br>(6)                |
| Observacións  | 897                        | 897                        | 897                        | 897                        | 897                        | 897                        |
| Instrumentos  | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          | $t-2, \dots, t-6$          |
| En todas as regresións inclúense <i>dummies</i> sectoriais e nas regresións das tres últimas columnas inclúense <i>dummies</i> temporais.   |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Todas as estimacións se realizan en primeiras diferenzas utilizando o método xeneralizado dos momentos. As estimacións son de primeira etapa, corrixidas de heterocedasticidade. Debaixo dos coeficientes estimados figuran entre paréntese os estatísticos $t$ en valor absoluto. *Estatisticamente significativo ao 99%; **Estatisticamente significativo ao 95%; ***Estatisticamente significativo ao 90%. |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Sargan é un test de sobreidentificación de restricións que se distribúe asintoticamente como unha $X^2(k)$ , con $k$ graos de liberdade. Os graos de liberdade figuran entre paréntese e debaixo o $p$ -valor.  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| $M1$ e $M2$ son os estatísticos de correlación serial de primeira e de segunda orde dos residuos da regresión que se distribúen asintoticamente como unha normal estandarizada $N(0,1)$ baixo a hipótese nula de non correlación serial.  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| $W_{(i)}$ é o test de Wald de significación conxunta de todas as variables explicativas incorporadas na ecuación de investimento en I+D, das <i>dummies</i> sectoriais e das <i>dummies</i> temporais, respectivamente. Baixo a hipótese nula de non relación distribúese como unha $X^2(k)$ , con $k$ graos de liberdade. Os graos de liberdade figuran debaixo entre paréntese.                             |                            |                            |                            |                            |                            |                            |

Para poder comparar os resultados obtidos tanto na mostra total como nas submostras de empresas inclúense os mesmos conxuntos de instrumentos na estimación das distintas especificacións da ecuación de investimento en I+D. Todas as co-

lumnas recollen estimacións incorporando *dummies* sectoriais e nas regresións das tres últimas columnas tamén se inclúen *dummies* temporais. En todos os casos as regresións que aparecen son estimacións de primeira etapa, corrixidas de heterocedasticidade tanto para a mostra total coma para as dúas submostras de empresas.

A continuación, coméntanse os principais resultados, empezando polos relativos á mostra total de empresas e, posteriormente, diferenciando para ambas as dúas submostras.

### 5.1. RESULTADOS PARA A MOSTRA TOTAL DE EMPRESAS

No cadro 5 preséntanse os resultados da estimación do modelo para a mostra total de empresas baixo distintas especificacións da ecuación de investimento en I+D.

En todas as estimacións sempre se satisfai o contraste de restricións de sobreidentificación ao 5% de significatividade, o que indica ausencia de correlación entre os instrumentos e o termo de erro. Ademais, a hipótese de correlación serial de segunda orde nos residuos é sempre rexeitada nas distintas especificacións da ecuación de investimento en primeiras diferenzas, polo que se acepta a hipótese de que os erros estimados non presentan correlación serial de segunda orde. Con respecto aos tres contrastes de Wald, obsérvase que os dous primeiros tests de significatividade conxunta dos coeficientes de todas as variables incluídas no modelo (*W1*) e de significatividade conxunta das *dummies* sectoriais (*W2*) corroboran o modelo formulado. Con todo, a non significatividade conxunta das *dummies* temporais (*W3*) indica que non se atopou evidencia dun efecto significativo sobre a ecuación de investimento de variables macroeconómicas, medido a través das variables de tempo. Neste sentido, as estimacións sen *dummies* temporais como regresores parecen as máis indicadas para todas as especificacións da ecuación de investimento<sup>18</sup>.

Os principais resultados do cadro 5 mostran que o efecto dos subsidios públicos á I+D empresarial foron positivos e significativos, aínda que toman valores sensiblemente baixos para todas as especificacións analizadas. Pola contra, non atopamos un efecto significativo para o primeiro retardo da variable *rs*, o que indicaría que a reacción das empresas ao financiamento público ten lugar no momento *t* sen considerar o desfase temporal dun ano. Neste sentido, os resultados da estimación da ecuación de investimento (2) sen a incorporación da variable subvencións desfada un período parecen os máis aceptables.

Para a especificación da ecuación de investimento sen incluír un retardo nas subvencións á I+D, o efecto no longo prazo dos fondos públicos determinase de acordo coa seguinte expresión  $\left( \frac{0,04123}{1-0,13949} \right) = 0,0479$ . É dicir, un crecemento do

<sup>18</sup> Cómpre sinalar que a incorporación de variables ficticias temporais altera a significatividade da variable subvencións, polo que nos centraremos en comentar os resultados das tres primeiras columnas dos cadros de resultados.

100% no nivel de subsidios á I+D conduce a un incremento do 4,79% no gasto en I+D financiado polas empresas no longo prazo. Para o valor obtido poderíase calcular o efecto marxinal dun euro de financiamento público á I+D empresarial, dividindo 0,0479 entre a ratio media subvención/gasto privado en I+D que se sitúa no valor do 64% para o total da mostra (véxase o cadro 3). Obsérvase que un incremento adicional dun euro de fondos públicos á I+D conduce a un crecemento medio do gasto privado en I+D de 7,48 céntimos de euro. Este valor é máis baixo que os obtidos por Lach (2000) para a estimación MGM dun modelo similar ao formulado neste traballo utilizando unha mostra de empresas israelís, aínda que corrobora algúns dos resultados obtidos en estudos microeconómicos realizados para a economía española (Busom, 2000; González, Jaumandreu e Pazó, 2003).

En xeral, os resultados obtidos permiten concluír que as subvencións incrementan o investimento en I+D empresarial, aínda que o efecto estimado non é moi importante, polo que podemos descartar un efecto de substitución completa de fondos privados por públicos.

Con respecto á variable dependente retardada, os coeficientes estimados son sempre significativos e teñen un efecto positivo, o que evidencia a existencia de efectos dinámicos no investimento empresarial en I+D. Con todo, obsérvanse valores positivos reducidos que se manteñen practicamente estables para as distintas especificacións, o que sinala un efecto non moi relevante do nivel de investimento no período anterior sobre o investimento actual en I+D.

Finalmente, a variable explicativa máis importante do investimento en I+D foi o nivel de output real. Para todas as especificacións, os valores dos parámetros son estatisticamente significativos ao 99%. En particular, a relación positiva que se observa indica que as necesidades de gasto privado en I+D dependen en gran medida do nivel de output real das empresas analizadas.

## **5.2. RESULTADOS DIFERENCIANDO ENTRE GRANDES EMPRESAS E SUBMOSTRA DE PEMES**

Nos cadros 6 e 7 preséntanse os resultados da estimación do modelo para a submostra de grandes empresas e para as empresas de pequeno e mediano tamaño, respectivamente, baixo distintas especificacións da ecuación de investimento en I+D.

En canto aos resultados obtidos, obsérvase que para ambas as dúas submostras o contraste das restricións de sobreidentificación, que indica a ausencia de correlación entre os instrumentos e o termo de erro, se acepta de maneira similar para todas as especificacións da ecuación de investimento en I+D. En todas as estimacións o contraste estatístico  $M2$ , asintoticamente distribuído como  $N(0,1)$  baixo a hipótese nula de ausencia de correlación serial, indica que os residuos non presentan correlación serial de segunda orde nas ecuacións estimadas en primeiras diferenzas.

Con respecto aos tres contrastes de Wald, o test de significatividade conxunta de todos os coeficientes das variables incluídas no modelo ( $W1$ ) e de significatividade conxunta das *dummies* sectoriais ( $W2$ ) acéptanse para todas as especificacións da ecuación de I+D, aínda que o test de Wald de significatividade conxunta das *dummies* temporais ( $W3$ ) non corrobora o modelo formulado. Novamente, as estimacións sen *dummies* temporais como regresores parecen as máis indicadas, tanto para a submostra de grandes empresas coma para as pemes.

Os resultados obtidos nos cadros 6 e 7 indican que o efecto das subvencións públicas á I+D empresarial foron positivos para ambas as dúas submostras, aínda que se estima un valor lixeiramente superior para as empresas de menor tamaño. Adicionalmente, mentres que para a submostra de pemes os valores dos parámetros son estatisticamente significativos ao 99% para as distintas especificacións, observase que para as grandes empresas só é estatisticamente significativo ao 90% para a especificación da ecuación de investimento (2) sen incluír o retardo dun período nas subvencións á I+D (columna 2). A non significatividade do coeficiente estimado nas outras especificacións indicaría que a submostra de grandes empresas non reacciona ao financiamento público recibido, polo que o incentivo de mercado sería suficiente para a realización de gasto privado de I+D. De compararmos os coeficientes do primeiro retardo da variable  $rs$  en ambos os dous cadros se observa que en todos os casos os valores dos parámetros non son significativos, sendo practicamente nulos, o que evidencia que as estimacións que non incorporan a variable subvencións retardada un período son as máis adecuadas.

Para esta especificación preferida (columna 2), o efecto no longo prazo do financiamento público á I+D das grandes empresas viría dado pola seguinte expresión

$$\left( \frac{0,03510}{1-0,15738} \right) = 0,04165. \text{ É dicir, un crecemento do } 100\% \text{ no nivel de subsidios á I+D conduce a un incremento do } 4,165\% \text{ no gasto en I+D financiado polas grandes empresas no longo prazo. Polo que respecta á submostra de pequenas e medianas empresas, o efecto no longo prazo dos fondos públicos determínase pola expresión}$$

expresión

$$\left( \frac{0,07881}{1-0,19862} \right) = 0,09834. \text{ É dicir, un crecemento do } 100\% \text{ no nivel de subsidios á I+D conduce a un incremento do } 9,83\% \text{ no gasto en I+D financiado pola submostra de pemes no longo prazo. Polo tanto, para calcular o efecto marxinal dun euro de financiamento público á I+D das grandes empresas e da submostra de pemes, divídese os valores de } 0,042 \text{ e de } 0,098 \text{ entre a ratio media subvención/gasto privado en I+D que toma o valor medio do } 64\%, \text{ respectivamente. Isto é, un incremento adicional dun euro dos fondos públicos á I+D conduce a un crecemento medio do gasto privado en I+D de } 6,562 \text{ e de } 15,31 \text{ céntimos de euro, respectivamente, nas grandes empresas e na submostra de pemes.}$$

Estes resultados mostran que as subvencións teñen un efecto complementario sobre o gasto privado de investimento en I+D, aínda que se obteñen valores sensiblemente baixos para ambas as dúas submostras. Obsérvase, ademais, que o coeficiente estimado foi lixeiramente superior para a submostra de pemes, o que sinala que incrementos nas subvencións públicas afectan máis ao investimento en I+D das empresas de menor tamaño que nas grandes empresas analizadas<sup>19</sup>.

Con respecto ao resto dos parámetros que aparecen nos cadros 6 e 7, detéctase que o efecto do investimento no período anterior sobre o investimento actual non é moi importante, aínda que se estima un valor lixeiramente superior nas empresas de maior tamaño. Ademais, os valores dos parámetros son estatisticamente significativos ao 99% para as grandes empresas e ao 90% para a submostra de pemes. A menor significatividade observada para as pemes pode ser debida ás características que definen o comportamento investidor en actividades de I+D en ambas as dúas submostras, o que indicaría un efecto máis dinámico do investimento en I+D para unha actividade que é máis estable e sistemática nas grandes empresas que nas restantes empresas analizadas.

Por último, en ambos os dous cadros o efecto máis importante sobre o investimento en I+D xéran o nivel de output real, aínda que se detecta un impacto moito maior nas grandes empresas que na submostra de pemes. Ademais, os valores dos parámetros son en todos os casos estatisticamente significativos e mantéñense practicamente estables para as dúas submostras analizadas. En consecuencia, o efecto positivo diferenciado que se observa evidencia que incrementos no nivel de output real inflúen en maior medida sobre o investimento en I+D das grandes empresas que nas empresas de menor tamaño.

## 6. CONCLUSIÓNS

Este traballo especifica e estima un modelo econométrico que analiza os efectos das subvencións públicas ao investimento privado en I+D utilizando un panel incompleto de empresas manufactureiras españolas innovadoras clasificada segundo o seu tamaño en dúas submostras durante o período 1991-1999.

A evidencia econométrica confirma como resultado principal que as subvencións públicas teñen un efecto positivo feble e estatisticamente significativo sobre o investimento privado en I+D, polo que non se atopa evidencia de que exista un efecto de substitución total de fondos privados por fondos públicos. Ademais, tamén se obtén evidencia dun impacto diferenciado por tamaño, ao detectarse un efecto maior e estatisticamente máis significativo nas empresas de menor tamaño que nas grandes empresas. De media, un euro adicional de subvención pública in-

---

<sup>19</sup> Estes valores son máis baixos que os obtidos por Lach (2002) para unha mostra de empresas israelís de pequeno tamaño, aínda que obtén un efecto negativo e non estatisticamente significativo para a submostra de grandes empresas, o que suxire que este instrumento é adecuado para estimular o gasto privado en I+D das empresas de pequeno tamaño.

duce un incremento do gasto privado en I+D de 15,31 e de 6,51 céntimos de euro nas empresas de menor tamaño e nas grandes empresas, respectivamente.

Estas estimacións suxiren que as subvencións públicas contribúen en maior medida a estimular o investimento privado en I+D das pequenas e medianas empresas que nas grandes empresas, aínda que o efecto estimado non é moi importante en ambas as dúas submostras. Unha posible explicación deste resultado baséase na hipótese de que as subvencións inciden especialmente sobre empresas previamente sensibilizadas da importancia da I+D que realizan, sendo esta maior nas grandes empresas, o que suxire que en calquera caso estas empresas levarían igualmente a cabo o investimento en actividades de I+D.

Por último, e a pesar de que as grandes empresas acaparan a maior porcentaxe de subvencións pública recibidas, este estudo permite deducir como conclusión de política tecnolóxica que as subvencións deberían reorientarse principalmente a estimular o investimento privado en I+D das empresas de pequeno e mediano tamaño, ao se detectar que estimulan un maior gasto privado en I+D nesta submostra que nas grandes empresas analizadas.

## ANEXO

**Cadro A.1.-** Distribución de empresas por sector de actividade (en % do total de empresas)

| SECTOR                                 | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | MEDIA |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 Metais férreos e non férreos         | 3,08  | 3,51  | 3,66  | 5,06  | 4,75  | 4,05  | 3,92  | 4,02  | 4,38  | 4,05  |
| 2 Produtos minerais non metálicos      | 6,43  | 5,56  | 5,09  | 5,83  | 5,77  | 5,74  | 5,58  | 6,56  | 5,74  | 5,81  |
| 3 Produtos químicos                    | 13,79 | 13,91 | 14,15 | 14,11 | 13,92 | 13,18 | 12,67 | 11,92 | 12,54 | 13,35 |
| 4 Produtos 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 industriais     | 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 e accesorios eléctricos     | 15,93 | 16,11 | 15,74 | 15,03 | 15,96 | 13,68 | 14,93 | 13,71 | 12,99 | 14,90 |
| 8 Vehículos automóbiles e motores      | 5,89  | 6,30  | 7,47  | 7,82  | 7,98  | 8,45  | 7,69  | 7,45  | 8,61  | 7,52  |
| 9 Outro 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 e conservas carne | 1,61  | 1,76  | 2,07  | 1,84  | 2,04  | 2,20  | 1,51  | 1,79  | 1,51  | 1,81  |
| 11 Produtos alimenticios e 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 Têxtils e vestido                   | 6,43  | 6,73  | 6,84  | 6,90  | 7,47  | 8,45  | 7,99  | 7,30  | 8,01  | 7,35  |
| 14 Coiro, pel e calzado                | 2,54  | 2,34  | 2,38  | 1,99  | 2,55  | 1,86  | 1,81  | 1,79  | 1,81  | 2,12  |
| 15 Madeira e mobles de madeira         | 2,41  | 1,90  | 0,95  | 1,53  | 1,19  | 1,18  | 1,66  | 2,09  | 1,81  | 1,64  |
| 16 Papel, artigos de papel, impresión  | 4,02  | 3,66  | 3,18  | 3,83  | 3,06  | 4,22  | 4,68  | 4,32  | 3,78  | 3,86  |
| 17 Produtos do caucho e plástico       | 5,76  | 4,83  | 5,72  | 5,83  | 5,60  | 6,08  | 5,73  | 6,11  | 6,19  | 5,76  |
| 18 Outros produtos manufacturados      | 1,87  | 1,76  | 1,75  | 1,69  | 1,53  | 1,35  | 1,36  | 1,94  | 1,21  | 1,61  |

FONTE: Elaboración propia a partir de datos da ESEE segundo a clasificación sectorial *NACE CLIO R44* modificada e as súas equivalencias por sector de actividade da *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.