

# XV ENCUENTRO DE ECONOMÍA APLICADA A CORUÑA. 7 y 8 JUNIO 2012

## Efectos de las ayudas a la I+D sobre el empleo en I+D

Sergio M. Afcha Chávez

Departamento de Economía Pública, Universidad de Barcelona. Av Diagonal 690.  
08034 Barcelona

Teléfono: 93 402 18 16

E-mail: [s.afcha@ub.edu](mailto:s.afcha@ub.edu)

José García-Quevedo

Departamento de Economía Pública e Instituto de Economía de Barcelona (IEB),  
Universidad de Barcelona. Av Diagonal 690. 08034 Barcelona

Teléfono 93 402 19 88

E-mail: [jgarciaq@ub.edu](mailto:jgarciaq@ub.edu)

### Resumen

En este trabajo se examina el impacto de las ayudas a la I+D sobre un conjunto de variables relacionadas con el empleo en I+D. Los dos objetivos principales son, en primer lugar, evaluar los efectos del apoyo público sobre el número de empleados en I+D y sus salarios y, en segundo lugar, examinar sus efectos sobre la composición de los recursos humanos en I+D clasificados por tipo de ocupación y nivel educativo. La evaluación se lleva a cabo para los subsidios concedidos en España por el gobierno central, gobiernos regionales y la Unión Europea.

Los datos utilizados corresponden al Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para el período 2003-2008. Para controlar los problemas de endogeneidad y de selección muestral se utiliza una combinación de diferentes técnicas de “matching”. Tras descartar efectos sustitutos sobre el gasto privado en I+D, los resultados muestran que las ayudas a la I+D generan efectos cuantitativos, con un aumento del número de empleados en I+D, y de adicionalidad de comportamiento con un impacto positivo sobre el nivel educativo de las plantillas de I+D de las empresas subsidiadas. No obstante, estos efectos son heterogéneos en función de la administración que concede el subsidio y de las características de las empresas.

**Palabras clave:** I+D, subvenciones, política tecnológica, evaluación.

**Códigos JEL:** O38, H32, O32

**Agradecimientos:** José García-Quevedo agradece el apoyo del Ministerio de Ciencia y Educación (ECO2010-16934) y de la Generalitat de Cataluña (2009SGR102)

## 1. INTRODUCCIÓN

Los subsidios a la I+D han sido utilizados ampliamente como instrumentos de política tecnológica. Dado que su implementación implica la asignación de fondos públicos, su impacto ha sido valorado desde diferentes perspectivas. Para ello, los estudios de evaluación se han centrado, fundamentalmente, en dos criterios: la capacidad de los subsidios para inducir a un mayor gasto en I+D (adicionalidad de input) y la capacidad para generar un mayor output innovador (adicionalidad de output).

A pesar de que una parte importante del gasto total en I+D se dirige a cubrir los gastos del personal empleado en estas actividades y que su fomento constituye un objetivo prioritario de la política tecnológica, el impacto de los subsidios a la I+D sobre esta variable ha recibido poca atención. Este trabajo se dedica a analizar esta cuestión planteando un doble objetivo: valorar el efecto de los subsidios a la I+D sobre las retribuciones y sobre el número de empleados en I+D y analizar el impacto de los subsidios sobre el comportamiento de las empresas, en términos de incorporación de trabajadores de alta cualificación.

Aunque la literatura sobre este tema es escasa, la conexión entre subsidios a la I+D y el empleo en actividades de I+D ha sido estudiada previamente. Siguiendo a Goolsbee (1998), una cuestión de particular interés es el efecto de los subsidios sobre las retribuciones y el número de empleados en I+D: ¿Incrementan los subsidios el número de empleados en actividades en I+D? o ¿Incrementan las retribuciones del personal dedicado a la I+D? Para responder a estos interrogantes se analiza, en primer lugar, el efecto de los subsidios sobre diferentes medidas de adicionalidad financiera tales como

el gasto total, el gasto privado, el gasto corriente y el gasto de capital en I+D. Este primer análisis permite, por un lado, verificar si los subsidios a la I+D son un complemento o un sustituto del gasto privado en I+D. Por otro lado, la distinción entre estas categorías de gasto en I+D permite examinar, con más detalle, el reparto de los recursos financieros entre la compra de bienes de capital y la cobertura de gastos corrientes. Tras este primer análisis, se valora el efecto del subsidio sobre las retribuciones del personal dedicado a I+D y el número de empleados en I+D.

De forma complementaria al análisis sobre la adicionalidad del gasto en I+D, algunos autores proponen analizar el impacto de los subsidios a la I+D sobre los cambios en el comportamiento de la empresa (Buisseret *et al.*, 1995; Georghiu y Clarysse, 2006; Clarysse *et al.*, 2009). La financiación pública de la I+D puede conducir a cambios en la base de recursos de la empresas subsidiadas, permitiéndoles, entre otras cosas, reforzar elementos como el *stock* de capital humano mediante la captación de personal con habilidades y conocimientos específicos para el desarrollo de proyectos de innovación. Con el objetivo de detectar este tipo de efectos se estudia cómo afectan los subsidios a la composición de los recursos humanos empleados en I+D. En primer lugar, se analiza el tipo de actividad y las responsabilidades asociadas al personal de I+D, distinguiendo entre investigadores, técnicos y personal auxiliar. En segundo lugar, se considera el nivel de cualificación del personal de I+D, distinguiendo entre doctores, licenciados o ingenieros, diplomados y empleados con otros estudios no universitarios.

Finalmente, es necesario considerar que la concesión de subsidios a la I+D se realiza por parte de agencias públicas pertenecientes a distintos niveles de gobierno. Estudios recientes sugieren que los fondos públicos concedidos por diferentes niveles de

gobierno persiguen objetivos distintos (Blanes y Busom, 2004; Busom y Fernández-Ribas, 2008; Fernández Ribas, 2009; García-Quevedo y Afcha, 2009; Afcha, 2011; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2011). Si esto es así, la distinción de los niveles de gobierno es relevante ya que las agencias públicas pueden influir, a través de sus criterios de valoración y selección de proyectos, en el perfil del trabajador demandado por las empresas para el desarrollo de proyectos de I+D.

El resto de este trabajo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 presenta el marco analítico y resume la evidencia empírica relacionada con la concesión de subsidios a la I+D y sus efectos sobre el empleo en estas actividades. La sección 3 describe los datos y la metodología utilizada. En la sección 4 se discuten los principales resultados de las estimaciones. Por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones.

## **2. MARCO ANALÍTICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. El efecto de los subsidios a la I+D sobre la remuneración de los empleados y la creación de empleo en I+D**

El impacto de los subsidios sobre el empleo en I+D está en función de la elasticidad de la oferta de trabajadores cualificados para trabajar en actividades de I+D. Suponiendo constantes el resto de inputs empleados en estas actividades, se puede argumentar que en la medida en que la oferta de ingenieros y científicos sea más inelástica, los subsidios públicos dirigidos a generar un aumento del gasto privado en I+D tenderán a incrementar las retribuciones de dichos trabajadores y no a aumentar el número de trabajadores en I+D. Ante una situación contraria, con una oferta elástica de trabajadores de I+D, se espera que los subsidios generen un aumento en el número de trabajadores contratados para realizar actividades de I+D.

De acuerdo con el razonamiento anterior, el incremento en el número de empleados en I+D, generado por los subsidios, dependerá de la cantidad de personal cualificado disponible y de su disposición a trabajar en actividades de I+D. Como señalan Wolff y Reinthaler (2008), la proporción de trabajadores empleados en actividades de I+D, en los países desarrollados, se encuentra por debajo del 3% del total de trabajadores cualificados lo que apunta a la existencia de una oferta del trabajo científico relativamente elástica. No obstante, la escasa evidencia empírica sugiere la existencia de una oferta más bien inelástica. Goolsbee (1998), con datos de Estados Unidos, sitúa la elasticidad de la oferta de trabajadores en I+D respecto a los salarios entre 0,1 y 0,2. Por su parte, Wolff y Reinthaler (2008) sitúan esta elasticidad en torno a 0,5, reforzando la hipótesis de una oferta de trabajo científico inelástica.

Goolsbee (1998) analiza el impacto del gasto gubernamental en I+D distinguiendo entre los efectos sobre el incremento de científicos e ingenieros, ocupados en actividades de I+D, y sobre el nivel de salarios percibido por dichos empleados. Sus conclusiones apoyan la existencia del llamado efecto *crowding out* o efecto desplazamiento, mostrando que los subsidios públicos simplemente incrementan la remuneración del personal ya empleado en I+D. Estos resultados sugieren que la evaluación de la política tecnológica debe tener en cuenta, además del efecto sobre el gasto total en I+D, el efecto sobre la remuneración de los empleados, a fin de evitar una sobreestimación del impacto de la intervención pública sobre el nivel de la actividad innovadora.

Wolff y Reinthaler (2008) analizan esta cuestión para los países de la OCDE considerando el efecto potencial de los subsidios sobre el número de empleados y el

gasto privado en I+D. Dicho trabajo concluye que aunque los subsidios a la I+D estimulan positivamente ambas variables, el efecto más destacado ocurre sobre las retribuciones de los empleados en I+D, como consecuencia de una oferta inelástica de trabajo científico.

Las investigaciones basadas en datos agregados son especialmente relevantes para valorar el efecto de la elasticidad de la oferta y la demanda de investigadores sobre los salarios. Por otro lado, los estudios basados en microdatos presentan la ventaja de analizar directamente el comportamiento de las empresas. Esta información resulta especialmente relevante para examinar los mecanismos que subyacen al impacto de la política tecnológica basada en la financiación directa. Numerosos trabajos, basados en microdatos, analizan los efectos de los subsidios sobre el gasto privado en I+D y algunos de ellos estudian los efectos de los subsidios sobre el empleo total como un indicador complementario al gasto privado en I+D (Lerner, 1999; Wallsten, 2000).

Sin embargo, los estudios que utilizan explícitamente el empleo en I+D como variable dependiente son escasos. Falk (2006) evalúa el impacto de las ayudas públicas en Austria y sus resultados señalan que la relación entre la ayuda pública y el número de trabajadores en I+D resulta estadísticamente significativa aunque con un efecto muy pequeño, 0,04% de incremento en personal de I+D como respuesta al aumento de un 1% de la ayuda pública recibida por la empresa. Piekkola (2007) obtiene, para Finlandia, efectos positivos tanto sobre la proporción de trabajadores dedicados a actividades de I+D, como mejoras en el crecimiento de la productividad en las empresas subsidiadas.

## 2.2. El efecto de los subsidios sobre la composición del empleo en I+D

Los recursos humanos constituyen un componente clave de los procesos de innovación y crecimiento, así como un objetivo prioritario de la política tecnológica. Por ejemplo, Griffith *et al.* (2004) destacan la importancia del capital humano en el cambio tecnológico y la innovación en los países de la OCDE. Asimismo, los estudios que examinan la demanda empresarial de personal de I+D muestran que existe una relación positiva entre el nivel de cualificación del personal y las actividades y resultados innovadores (García-Quevedo *et al.*, 2011)

Lundvall (2008) señala que, en la medida en que un mayor nivel educativo permite alcanzar las competencias necesarias para asimilar el cambio tecnológico, la importancia de los graduados universitarios aumenta. Esto obedece a que las personas con un nivel educativo superior funcionan como vehículos en la construcción de habilidades innovadoras y de la capacidad de aprendizaje, dos elementos necesarios para explotar las oportunidades tecnológicas. La noción de adicionalidad de comportamiento enfatiza el rol de los recursos humanos como componente fundamental para evaluar los beneficios de las políticas públicas. Esta perspectiva, apoyada en la teoría de la empresa basada en los recursos, destaca la importancia que tiene para las empresas la acumulación de recursos, tangibles e intangibles, únicos y de difícil imitación. De aquí, la importancia de valorar el impacto de las políticas públicas en términos de mejoras de la calidad del personal empleado. En este sentido, Georghiu y Clarysse (2006) argumentan que, más que un mero incremento en la cantidad de empleados, los fondos públicos deberían incentivar un aumento del nivel de cualificación del personal que permita a las empresas la obtención de ventajas competitivas.

### **3. DATOS Y METODOLOGÍA**

#### **3.1. Descripción de los datos**

Los datos utilizados corresponden al Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) de España. El PITEC utiliza la Encuesta Sobre Innovación Tecnológica que sigue las directrices definidas en el Manual de Oslo de la OCDE. El panel está conformado por 12.283 empresas de sectores industriales y de servicios, para el período comprendido entre 2003 y 2008. El PITEC proporciona información detallada respecto al empleo en I+D por ocupación y nivel de cualificación. Su estructura de datos de panel permite incorporar variables retardadas a fin de controlar el comportamiento previo de las empresas y la recepción de subsidios a lo largo del período.

Los datos sobre ocupación están clasificados en la encuesta de acuerdo al criterio propuesto por la OCDE en el Manual de Frascati, distinguiendo entre investigadores, técnicos y personal auxiliar dedicados a actividades de I+D medido en términos de equivalencia a jornada completa (EJC). Los datos correspondientes al nivel educativo también siguen los criterios de la OCDE e incluyen las siguientes categorías: Doctores (ISCED nivel 6), Licenciados o Ingenieros (ISCED nivel 5a), Diplomados (ISCED nivel 5b) y personal con otros estudios no superiores<sup>1</sup>(ISCED nivel 4 e inferiores).

#### **3.2 Metodología**

La evaluación de la política tecnológica ha evolucionado rápidamente en los años recientes y los problemas de selección muestral y endogeneidad, asociados a la

---

<sup>1</sup> Los datos sobre el personal por nivel educativo no están disponibles en la encuesta para el año 2004. Sin embargo, el tamaño de la muestra y la disponibilidad de estos datos, para el resto de años, hace que este hecho no suponga un problema relevante en las estimaciones.

evaluación de subsidios a la I+D, han sido ampliamente analizados por la literatura empírica (Cerulli, 2010). La selección muestral se debe a que solo es posible observar el resultado de aquellas empresas que participan y obtienen subsidios públicos. Por otra parte, las variables utilizadas para medir el efecto de la intervención pública (e.g., esfuerzo privado en I+D) podrían estar endógenamente determinadas si se asume que aquellas empresas que realizan un mayor esfuerzo en I+D tienen una mayor probabilidad de recibir subsidios públicos.

Gran parte de la literatura empírica reciente ha abordado estos problemas a través del empleo de técnicas no paramétricas. Así, la elección del *Propensity Score Matching* (PSM), como método de emparejamiento para la estimación del efecto promedio del tratamiento sobre las tratadas (ATT), ha sido utilizado en numerosos trabajos empíricos (Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Licht, 2006; Herrera y Heijs, 2007; González y Pazó, 2008; García-Quevedo y Afcha, 2009).

Siguiendo este procedimiento, la metodología empleada se basa en la utilización de técnicas no paramétricas. Específicamente, se combinan dos técnicas de emparejamiento, con el objetivo de asegurar una estrecha similitud entre los grupos de empresas tratadas y de control. Los dos métodos utilizados son, en primer lugar, el *Coarsened exact matching* (CEM), propuesto por Blackwell *et al.* (2009) y, en segundo lugar, el PSM propuesto inicialmente por Rosenbaum y Rubin (1983). La aplicación previa del CEM a otras técnicas de emparejamiento es sugerida como procedimiento para mejorar el segundo emparejamiento (Blackwell *et al.* 2009, Iacus *et al.* 2011).

En general, las técnicas de emparejamiento permiten comparar dos resultados potenciales,  $W^1$  para aquellas empresas que recibieron el tratamiento (recepción del subsidio) ( $D=1$ ) y  $W^0$  para las empresas que no recibieron ningún tratamiento ( $D=0$ ). Estas técnicas de emparejamiento se basan en el supuesto de independencia condicional (CIA) estableciendo que los resultados  $W^1$  y  $W^0$ , condicionados a un vector de covariables  $X$ , son independientes del tratamiento  $D$ . Para asegurar el cumplimiento de este supuesto es necesario observar exhaustivamente aquellas variables que afectan, simultáneamente, al resultado y a la recepción del tratamiento.

La amplia cobertura que ofrece el PITEC permite considerar que la relación de variables utilizadas es lo suficientemente exhaustiva como para cumplir con las exigencias de la CIA. La selección de estas variables ha sido llevada a cabo tomando en cuenta la literatura empírica, en la que se implementan métodos no paramétricos de emparejamiento (ver, entre otros, Almus y Czarnitzki, 2003; Aerts y Schmidt, 2008; Hussinger, 2008). Dada la estructura de panel de los datos, también se incluyen algunas variables retardadas para controlar la dependencia de trayectoria que caracteriza al proceso de innovación<sup>2</sup>. Esta persistencia es especialmente remarcable en los casos del esfuerzo en I+D y la recepción de subsidios por parte de las empresas (González y Pazó, 2008).

Con el objetivo de garantizar al máximo la similitud de las empresas tratadas y de control, el primero de los métodos aplicados, el CEM, permite un emparejamiento exacto del vector de covariables  $X$ . Este método mejora la estimación de los efectos

---

<sup>2</sup> La disponibilidad de un panel de datos ofrece, a priori, la posibilidad de combinar las técnicas de emparejamiento con el estimador de diferencia en diferencias. Sin embargo, la falta de información respecto a la duración de cada proyecto y la existencia de múltiples tratamientos, cuyas concesiones siguen pautas irregulares a lo largo del tiempo, dificultan el establecimiento de un año base e implica una pérdida importante de datos.

causales reduciendo las diferencias entre los grupos de empresas tratadas y de control (Collins *et al.*, 2011; Finseraas *et al.*, 2011; Jones *et al.*, 2011). El CEM genera intervalos para cada variable sometida a comparación, agrupando las observaciones en torno a diferentes subgrupos. Una vez agrupados, se establece un emparejamiento exacto en torno a los distintos intervalos. Finalmente, se retiran los intervalos y se conservan las observaciones emparejadas.

Tras eliminar los valores perdidos, el CEM es aplicado, proporcionando una muestra de empresas tratadas y de control similares en cada una de las variables señaladas anteriormente. El paso siguiente consiste en la implementación de un segundo emparejamiento, mediante el PSM, sobre la muestra previamente emparejada por el CEM. El algoritmo del vecino más cercano (NNM) es utilizado en la construcción de los grupos de tratamiento y control. Siguiendo este procedimiento el PSM implementa un emparejamiento, uno a uno, sin reemplazamiento y restringido a aquellas observaciones que se encuentran dentro de la zona de soporte común. Para verificar la validez del emparejamiento se han realizado los test (estimación de las diferencias de medias estandarizadas antes y después del matching, cálculo del pseudo  $R^2$  antes y después del PSM) y análisis gráficos correspondientes.

#### **4. ESTIMACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En el cuadro 1 se muestran los resultados correspondientes al efecto de los subsidios públicos, sin distinción del nivel de gobierno que interviene en la concesión. En consistencia con estudios previos para el caso de España (Busom, 2000; González *et al.*, 2005; Herrera y Heijjs, 2007; González y Pazó, 2008), estos resultados muestran la

existencia de adicionalidad financiera en el gasto en I+D de la empresa. De forma complementaria, atendiendo a las diferentes categorías de gasto en I+D, se obtiene que el incremento de los gastos totales en I+D corresponde, principalmente, al aumento de los gastos corrientes, lo que permite confirmar la importancia que este tipo de gastos y, más específicamente los destinados al personal, tiene en la estructura de gastos de I+D.

#### Cuadro 1

Tras constatar la adicionalidad financiera de los subsidios a la I+D, se examina si los subsidios públicos incrementan el número de empleados en I+D o si, por el contrario, generan un aumento de sus retribuciones. Las estimaciones no muestran un incremento significativo de las retribuciones promedio de investigadores ni del resto del personal dedicado a actividades de I+D en las empresas subsidiadas. En cambio, se obtiene un efecto positivo y significativo del subsidio sobre el número de empleados de I+D.

Este resultado sugiere, en primer lugar, que el mercado de trabajo dispone de recursos humanos cualificados para realizar actividades de I+D, en número suficiente, para atender las necesidades de las empresas innovadoras. En segundo lugar, que el subsidio permite a las empresas ampliar su stock de capital humano y asignarlo al desarrollo de proyectos de innovación.

El uso de microdatos permite examinar, no solo la magnitud del incremento en el número de empleados en I+D, sino también analizar el comportamiento de las empresas subsidiadas tomando en cuenta algunas características de la composición del personal de I+D como son su tipología y cualificación. Por tipo de ocupación, el aumento del

personal en I+D generado por el subsidio se traduce en un incremento de sus tres categorías, investigadores, técnicos y personal auxiliar, aunque el crecimiento más elevado corresponde al número de investigadores. Por nivel educativo, el aumento del personal en I+D tiene lugar, principalmente, en ingenieros y licenciados seguido de diplomados, personal con estudios no superiores y, finalmente, de doctores. Estas variaciones corresponden a incrementos en el número absoluto de las distintas categorías de personal en I+D. El análisis, en términos relativos respecto a la composición existente de las plantillas de I+D, permite examinar de modo más preciso el efecto de los subsidios. Los resultados (Cuadro 2) muestran que por tipo de ocupación el aumento más elevado corresponde también a los investigadores. Sin embargo, por cualificación el incremento relativo del número de doctores es superior al registrado en el caso de ingenieros y licenciados.

Este resultado muestra que los subsidios generan también cambios en la composición del personal en I+D. Por un lado, las nuevas incorporaciones de personal pueden incidir en la organización de las actividades de I+D debido a los cambios en la estructura ocupacional. Por otro lado, al favorecer la contratación de personal cualificado, el nivel educativo medio de la plantilla de I+D, así como el de la empresa en general, aumenta lo que puede favorecer mejoras en la productividad y en los resultados innovadores de las empresas.

#### Cuadro 2

Los subsidios pueden tener efectos diferentes en función de las características específicas de las empresas, tal y como pone de manifiesto la literatura empírica

reciente y su interés en analizar posibles efectos heterogéneos. Así, algunos trabajos analizan el efecto de los subsidios públicos sobre las empresas según el tamaño (Lach 2002; Falk, 2007; González y Pazó, 2008) o el sector al que pertenecen (Busom, 2000; González y Pazó, 2008). En este sentido, se analiza el impacto de las ayudas teniendo en cuenta dos posibles fuentes de heterogeneidad, el tamaño, medido por el número de empleados totales, y el tipo de innovación que realiza la empresa<sup>5</sup>.

Los resultados, separando la muestra en empresas con 250 empleados o menos y empresas con más de 250 empleados (cuadro 1), confirman, en primer lugar, la adicionalidad financiera de los subsidios en todas las categorías de gasto en I+D. En segundo lugar, se puede observar que los subsidios generan en las empresas pequeñas y medianas, un aumento del personal en I+D pero también del nivel de retribuciones de algunos de estos empleados lo que parece poner de manifiesto algunas dificultades para su contratación. En cambio, en el caso de las empresas grandes, los subsidios generan un aumento de la plantilla en I+D pero no del nivel promedio de sus retribuciones.

Los resultados, por ocupación y nivel educativo, muestran que en el caso de las empresas pequeñas y medianas el incremento más elevado, en términos relativos, corresponde a la categoría de doctores, mientras que en el caso de las empresas grandes, corresponde a la categoría de diplomados. Estas diferencias revelan, en cierta forma, la necesidad de capital humano ante la posibilidad de realizar nuevos proyectos de I+D. En las empresas pequeñas y medianas, cuya participación en actividades de I+D es, en la mayoría de los casos menos regular, la demanda de nuevo personal corresponde, principalmente, al personal con un nivel educativo más elevado y de características más

---

<sup>5</sup> Además de estas características se calculó el ATT para las empresas según el sector al que pertenecen. Sin embargo, los resultados obtenidos no difieren significativamente del caso general.

específicas, el de doctores, seguido por licenciados e ingenieros, diplomados y otro personal, respectivamente. En contraste, el incremento del personal diplomado en las empresas de más de 250 empleados podría atribuirse a que las empresas grandes que han obtenido un subsidio, posiblemente ya cuentan de antemano con un equipo de investigadores consolidado y con experiencia en I+D, encargados de la dirección de los proyectos. Por consiguiente, las necesidades de contratación se centran en la búsqueda de personal técnico y auxiliar en I+D.

Con el objetivo de analizar el impacto de los subsidios en las empresas que realizan I+D de forma sistemática y estable y en aquellas que realizan I+D de forma ocasional, se calcula el ATT tomando en cuenta la frecuencia con la que la empresa realiza actividades en I+D (cuadro 1). En contraste con el resultado para la muestra total, donde no se registran diferencias en las retribuciones medias de los empleados en I+D, en este caso, tanto los investigadores como el resto de personal en I+D que trabaja en empresas que realizan I+D de forma estable, registran un incremento significativo de sus retribuciones. Este hecho podría venir explicado por la especificidad de los procesos y rutinas desarrolladas por estas empresas. Al desarrollar actividades con un grado más elevado de conocimiento, la búsqueda de nuevo personal en I+D supone, para este tipo de empresas, enfrentarse a una oferta de trabajadores más inelástica que en el caso de empresas que realizan I+D de forma ocasional.

Los resultados, para las empresas que realizan I+D de forma estable, muestran también un aumento notable del personal en I+D derivado del efecto de los subsidios. Sin embargo, los subsidios no generan cambios relativos en la composición por nivel educativo que se traduzcan en un nivel de cualificación medio de la plantilla más

elevado y, en consecuencia, en un posible aumento del nivel promedio de las retribuciones. Aunque sería necesario una información más detallada sobre el nivel de cualificación y de las retribuciones de la plantilla existente y de las nuevas incorporaciones, estos resultados apuntan a que la plantilla en I+D captura, en forma de aumento de sus retribuciones, parte de los ingresos que se derivan de la recepción de subsidios a la I+D.

En el caso de las empresas que realizan I+D de forma ocasional, los efectos del subsidio sobre la composición del empleo en I+D muestran que el número de doctores contratados por estas empresas es muy elevado, lo que refleja la necesidad de incorporar investigadores cualificados para llevar a cabo el proyecto de I+D iniciado a partir de la ayuda pública y el déficit en capital humano al que se enfrentan estas empresas para poder llevar a cabo nuevos proyectos de I+D. En consecuencia, para este tipo de empresas los subsidios tienen efectos destacados de adicionalidad de comportamiento, tal y como pone de manifiesto el aumento significativo del nivel de cualificación de la plantilla en I+D.

Los estudios de evaluación recientes destacan, como se ha señalado, la importancia de considerar los diferentes niveles de gobierno que intervienen en la política tecnológica (Busom y Fernández Ribas, 2008; Fernández-Ribas, 2009; García-Quevedo y Afcha, 2009; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2011; Afcha, 2011; García y Mohnen, 2011).

En el cuadro 2 se muestra el impacto de los subsidios en función de los distintos niveles de gobierno (central, regional y Unión Europea). En principio, las convocatorias para la solicitud de subsidios no excluyen a empresas que hayan recibido subsidios a la I+D

provenientes de otros niveles de gobierno. En consecuencia, para un mismo año, una empresa puede haber recibido subsidios públicos de más de un nivel de gobierno. A fin de tener en cuenta esta situación, el cálculo del efecto promedio del subsidio, para cada nivel de gobierno, controla la recepción de subsidios de otras administraciones públicas. Adicionalmente, para verificar la robustez de las estimaciones, el cuadro 2, presenta el cálculo del ATT para aquellas empresas que recibieron subsidios de una única administración pública. Como se puede observar, los resultados no muestran diferencias significativas, a excepción del caso de los subsidios europeos<sup>6</sup>.

### Cuadro 3

Los resultados muestran que los subsidios concedidos por los gobiernos central, regionales y europeo generan adicionalidad financiera, tanto a nivel de gasto total como de gasto privado en I+D descartando, de esta manera, la sustitución de gasto privado por gasto público. La adicionalidad financiera en el gasto de I+D total se traduce, principalmente, en gastos corrientes de I+D con incrementos significativos para los tres niveles de gobierno.

El impacto de los subsidios sobre el personal empleado en I+D y sus retribuciones revela, en primer lugar, que el incremento de los gastos en I+D se traduce en retribuciones medias más elevadas para los investigadores en el caso de los subsidios centrales y para el personal no investigador en el caso de los subsidios europeos, mientras que no genera ningún incremento de retribuciones en el caso de los subsidios

---

<sup>6</sup> Dadas las características de esta submuestra, compuesta por únicamente 143 empresas que solo recibieron subsidios de la UE, puede argumentarse que se trata de una muestra de empresas de características poco comparable con la muestra general de empresas que recibieron subsidios europeos y también de otras administraciones.

regionales. Este efecto puede estar en relación con la especificidad de los recursos humanos necesarios para conducir determinados proyectos de I+D. Las convocatorias por parte de los gobiernos central y europeo obedecen a la necesidad de financiar proyectos de gran escala y elevada contribución tecnológica, que buscan desplazar la frontera del conocimiento y generar innovaciones que den lugar a ventajas competitivas. Como resultado, la elasticidad de la oferta de personal en I+D es inversamente proporcional a la complejidad y especificidad de los recursos humanos requeridos.

Por otro lado, el aumento de las retribuciones podría también venir motivado por los cambios en la composición del personal en I+D y, en particular, por las mejoras en el nivel de cualificación de los empleados. En efecto, los resultados por ocupación muestran que para los tres niveles de gobierno, el principal incremento, en términos absolutos, se produce en el número de investigadores, seguido por el número de técnicos y de personal auxiliar. Por nivel educativo, el incremento más elevado tiene lugar en el número de ingenieros y licenciados, seguido por los diplomados, el personal con estudios no superiores y el personal doctor. Considerando el peso relativo de los incrementos producidos, el mayor incremento se produce en el número de doctores contratados, con aumentos particularmente notables en el caso de los subsidios centrales y europeos. Estos resultados, para los distintos niveles de gobierno, confirman asimismo los resultados obtenidos para la muestra total respecto a un efecto positivo de las ayudas públicas sobre la calidad del empleo reclutado por las empresas subsidiadas.

## **5. CONCLUSIONES**

En este trabajo se examina el impacto de las ayudas públicas sobre el empleo en I+D. A pesar de ser un objetivo prioritario en la política tecnológica, pocos trabajos estudian explícitamente este tema. El impacto es analizado teniendo en cuenta los efectos sobre la calidad del personal en I+D y la estructura multinivel de los gobiernos implicados en la concesión de subsidios.

De los resultados encontrados puede inferirse la siguiente secuencia: los subsidios contribuyen a incrementar los gastos totales y privados en I+D. Este incremento genera un aumento significativo en los gastos de capital y en los gastos corrientes de I+D aunque la mayor parte de este incremento se destina a gastos corrientes y se asigna a cubrir el coste de los recursos humanos empleados en actividades de I+D. La literatura previa analiza si los subsidios se traducen en un aumento del empleo en I+D o bien, en caso de una oferta inelástica, en un incremento de los sueldos del personal en I+D ya contratado. Los resultados encontrados para el caso general apoyan la primera hipótesis. Los subsidios a la I+D, en el caso de España, generan un incremento, fundamentalmente, en el número de empleados en I+D.

Los resultados permiten observar también que las empresas receptoras de subsidios mejoraron el nivel medio de cualificación de sus plantillas de I+D, mediante la incorporación de nuevos trabajadores con un nivel educativo más elevado. Se detecta, por tanto, un efecto de adicionalidad de comportamiento a través de los cambios en la composición del personal de I+D que mejoran la calidad de los recursos humanos dedicados a estas actividades en las empresas subsidiadas.

La literatura empírica reciente ha destacado que los subsidios pueden generar efectos heterogéneos en función de las características de las empresas. En este sentido, se analizan diferentes subgrupos, establecidos en torno a dos características que según la literatura tienen una influencia importante sobre el proceso de innovación: el tamaño empresarial y el tipo de actividades de I+D, estables u ocasionales. Los resultados confirman la heterogeneidad de los efectos de los subsidios y ponen de manifiesto un impacto más intenso en la adicionalidad de comportamiento, medida por los cambios relativos en la cualificación del personal de I+D, en las empresas pequeñas y en las que realizan I+D de forma ocasional.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto también la conveniencia de distinguir por el nivel de gobierno que concede los subsidios. Los efectos según el nivel de gobierno presentan diferencias significativas. La evaluación de su impacto muestra un incremento de las retribuciones medias de los investigadores en el caso de los subsidios centrales y del resto del personal en el caso de los subsidios europeos. Este efecto sugiere la existencia de una oferta inelástica que dificulta la incorporación de personal cualificado, motivada por la especificidad de los conocimientos requeridos para estos tipos de proyectos. En los tres casos, los subsidios generaron un incremento del número de empleados en I+D y favorecieron un aumento del nivel medio de cualificación de la plantilla.

El análisis realizado no está exento de limitaciones. Primero, únicamente se dispone de información de los subsidios concedidos por el conjunto de las agencias regionales. Sin embargo, los objetivos de su política de innovación y sus efectos pueden ser notablemente diferentes de una región a otra. Segundo, la evaluación considera los

efectos de la política sobre la incorporación de nuevo personal pero la información disponible no permite observar los efectos sobre el nivel de cualificación del personal ya existente. Tercero, no se realiza una distinción entre los efectos a corto y largo plazo. Por un lado, el efecto de los subsidios sobre las retribuciones podría verse reflejado en el medio o largo plazo, y por otro lado, sería necesario estudiar el comportamiento de la empresa en los años posteriores a la finalización del proyecto subsidiado.

A pesar de estas limitaciones, el análisis realizado permite concluir que la política tecnológica genera efectos adicionales. En primer lugar, la evaluación permite confirmar una adicionalidad financiera sobre los gastos totales y privados en I+D. En segundo lugar, los cambios en la composición del personal empleado por las empresas subsidiadas muestran efectos de adicionalidad de comportamiento motivados, principalmente, por la incorporación de personal investigador y con un nivel educativo más elevado. Este efecto es particularmente relevante, en tanto que permite a las empresas subsidiadas mejorar el nivel de cualificación de sus plantillas de I+D. Ello puede facilitar a las empresas superar los obstáculos que la falta de recursos humanos con habilidades o conocimientos específicos representan en el proceso de innovación y desarrollar proyectos con un contenido tecnológico más elevado.

## *Referencias*

- Aerts, K., Schmidt, T. 2008. Two for the price of one?: Additionality effects of R&D subsidies: A comparison between Flanders and Germany. *Research Policy* 37, 806-822.
- Afcha, S. 2011. Behavioural additionality in the context of regional innovation policy in Spain. *Innovation: Management, Policy & Practice* 13, 95-110.
- Almus, M., Czarnitzki, D. 2003. The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities. *Journal of Business and Economic Statistics* 21, 226-236.
- Blackwell, M., Iacus, S., King, G., Porro, G. 2009. CEM: Coarsened exact matching in Stata. *The Stata Journal* 9, 524-546.
- Blanes, J.V., Busom, I. 2004. Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms. *Research Policy* 33, 1459-1476.
- Buisseret, T., Cameron, H., Georghiou, L. 1995. What difference does it make? Additionality in the public support of R&D in large firms. *International Journal of Technology Management* 10, 587-600.
- Busom, I. 2000. An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. *Economics of Innovation and New Technology* 9, 111-148.
- Busom, I., Fernández-Ribas, A. 2008. The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships. *Research Policy* 37, 240-257.
- Cerulli, G. 2010. Modelling and measuring the effect of public subsidies on business R&D: A critical review of the econometric literature. *The Economic Record* 86, 421-449.
- Clarysse, B., Wright, M., Mustar, P. 2009. Behavioural additionality of R&D subsidies: A learning perspective. *Research Policy* 38, 1517-1533.
- Collins, M., Lam, K., Herbert, E. 2011. State mortgage foreclosure policies and lender interventions: Impacts on borrower behavior in default. *Journal of Policy Analysis and Management* 30, 216-232.
- Czarnitzki, D., Licht, G. 2006. Additionality of public R&D grants in a transition, economy. *Economics of Transition* 14, 101-131.
- Czarnitzki, D., Lopes-Bento, C. 2011. Innovation subsidies: Does the funding source matter for innovation intensity and performance? Empirical evidence from Germany. CEPS/INSTEAD Working Paper Series 2011-42, CEPS/INSTEAD.
- Falk, R. 2006. Behavioural additionality of Austria's industrial research promotion fund (FFF), en: OECD (Ed.), *Government R&D funding and company behaviour: measuring behavioural additionality*, OECD Publishing, Paris.
- Falk, R. 2007. Measuring the effects of public support schemes on firms' innovation activities: Survey evidence from Austria. *Research Policy* 36, 665-679.
- Fernández-Ribas, A. 2009. Public support to private innovation in multi-level governance systems: an empirical investigation. *Science and Public Policy* 36, 457-467.
- Finseraas, H., Jakobsson, N., Kotsadam, A. 2011. Did the murder of Theo van Gogh change europeans' immigration policy preferences?. *Kyklos* 64, 396-409.
- García, A., Mohnen, P. 2011. Impacto del apoyo público a la I+D y la innovación. *Papeles de Economía Española* 127, 1293-203.
- García-Quevedo, J., Afcha, S. 2009. El impacto del apoyo público a la I+D empresarial: Un análisis comparativo entre las subvenciones estatales y regionales. *Investigaciones Regionales* 15, 277-294.

- García-Quevedo, J., Mas-Verdú, F., Polo, J. 2011. R&D human resources in firms: What determines the educational level required?. *Applied Economic Letters* 18, 1537-1540.
- Georghiou, L., Clarysse, B. 2006. Introduction and synthesis, en: OECD, government R&D funding and company behaviour, measuring behavioural additionality, OECD Publishing, Paris, pp. 9-38.
- González, X, Jaumandreu, J., Pazó, C. 2005. Barriers to innovation and subsidy effectiveness. *The RAND Journal of Economics* 36, 930-950.
- González, X., Pazó, C. 2008. Do public subsidies stimulate private R&D spending?. *Research Policy* 37, 371-389.
- Goolsbee, A. 1998. Does Government R&D policy mainly benefit scientists and engineers?. *American Economic Review* 88, 298-302.
- Griffith, R., Redding, S., Reenen, J.V. 2004. Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. *Review of Economics and Statistics* 86, 883-895.
- Herrera, L., Heijs, J. 2007. Difusión y adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación. *Revista de Economía Aplicada* XV, 177-197.
- Hussinger, K. 2008. R&D and subsidies at the firm level: an application of parametric and semiparametric two-step selection models. *Journal of Applied Econometrics* 23, 729-747.
- Iacus, S., King, G., Porro, G. 2011. Causal Inference without Balance Checking: Coarsened Exact Matching. *Political Analysis* (in press).
- Jones, A., Rice, N., Rosa-Díaz, P. 2011. Long terms effects of school quality on health and lifestyle: Evidence from comprehensive schooling reforms in England. *Human Capital* 5, 342-376.
- Lach, S. 2002. Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel. *Journal of Industrial Economics* 50, 369-390.
- Lalonde, R. 1986. Evaluating the econometric evaluations of training programs with experimental data. *American Economic Review* 76, 604-20.
- Lerner, J. 1999. The Government as Venture Capitalist: The long-run impact of the SBIR program. *Journal of Business* 72, 285-318.
- Lundvall, B.Å. 2008. Higher education, innovation, and Economic Development, en: Lin, J.Y., Pleskoviä, B. (Eds.), *Annual World Bank Conference on Development Economics-Regional 2008: Higher education and development*. World Bank Publications, Washington D.C.
- Piekkola, H. 2007. public funding of R&D and growth: firm-level evidence from Finland. *Economics of Innovation and New Technology* 16, 195-210.
- Rosenbaum, P., Rubin, D. 1983. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika* 70, 41-55.
- Wallsten, S. 2000. The Effects of government-industry r&d programs on private R&D: The case of the Small Business Innovation Research program. *The RAND Journal of Economics* 31, 82-100.
- Wolff, G., Reinthaler, V. 2008. The effectiveness of subsidies revisited: Accounting for wage and employment effects in business R&D. *Research Policy* 37, 1403-1412.

**Cuadro 1. El impacto de los subsidios públicos a la I+D. Subsidios provenientes de cualquier Administración Pública**

<i>Variable</i>	<b>Total</b>		<b>Menor o igual a 250 empleados</b>		<b>Mayor de 250 empleados</b>		<b>Actividades de I+D estables</b>		<b>Actividades de I+D ocasionales</b>	
	Diferencia	T-stat.	Diferencia	T-stat.	Diferencia	T-stat.	Diferencia	T-stat.	Diferencia	T-stat.
Gastos totales en I+D	203613,14	7,01***	164719,73	4,91***	430448,39	2,80***	341260,96	5,97***	168573,20	4,89***
Gastos privados en I+D	126283,78	7,56***	86255,90	8,57***	421619,57	2,90***	382201,97	8,66***	108256,42	4,00***
Gastos internos en I+D	173094,47	7,75***	132373,63	4,58***	422857,56	3,11***	321029,86	8,37***	154034,07	5,31***
Gastos de capital en I+D	51647,79	3,56***	43971,26	2,16**	20551,41	0,24	32687,77	2,77***	48105,72	2,74***
Gastos corrientes en I+D	121626,86	11,02***	76604,51	7,08***	402306,07	5,18***	288341,53	8,35***	105928,48	6,30***
Sueldo Investigadores	-825,86	-0,44	-795,12	-0,26	2848,78	1,24	2579,28	3,05***	-528,65	-0,22
Sueldo personal no investigador	870,13	1,00	6809,31	2,28**	6782,76	0,96	1993,35	2,99***	1277,53	1,19
Personal total en I+D	1,91	18,04***	1,34	15,90***	5,82	9,19***	4,45	15,03***	1,69	13,38***
Personal investigador	0,94	20,74***	0,71	17,21***	2,57	7,77***	2,14	15,52***	0,75	13,88***
Personal técnico	0,69	10,14***	0,45	10,80***	2,39	7,17***	1,70	9,50***	0,67	8,59***
Personal auxiliar	0,27	10,79***	0,17	6,27***	0,84	4,87***	0,61	10,29***	0,25	9,97***
Personal Doctor	0,15	12,70***	0,12	10,14***	0,21	2,57***	0,26	1,88**	0,17	2,84***
Personal Lic. o Ing.	1,09	16,45***	0,79	15,33***	2,98	5,94***	2,35	12,29***	0,90	12,06***
Personal Diplomado	0,43	12,30***	0,27	9,01***	1,67	7,18***	1,07	9,85***	0,37	10,36***
Personal educ. no sup.	0,33	8,70***	0,21	5,99***	1,12	4,35***	0,93	9,77***	0,31	7,58***

Nota: Estadísticamente significativo al \*\*\*99%, \*\*95% y \*90%

**Cuadro 2. Impacto de los subsidios públicos a la I+D sobre la composición del personal de I+D**

	Personal de I+D por tipo de ocupación					
	Tratadas	Control	Diferencia Absoluta	PRT	PRC	Cambio %
Investigadores	1,99	1,05	0,94	45,12	42,00	89,52
Técnicos	1,76	1,07	0,69	39,91	42,80	64,49
Pers. Auxiliar	0,66	0,38	0,27	14,97	15,20	71,05
	Personal de I+D por nivel educativo					
	Tratadas	Control	Diferencia Absoluta	PRT	PRC	Cambio %
Doctores	0,24	0,09	0,15	5,49	3,83	166,67
Lic.- Ing.	2,15	1,05	1,09	49,20	44,68	103,81
Diplomados	1,03	0,59	0,43	23,57	25,11	72,88
Otros	0,95	0,62	0,33	21,74	26,38	53,23

Fuente: Elaboración propia. PRT: Porcentaje relativo de cada categoría en el grupo de tratadas. PRC: Porcentaje relativo de cada categoría en el grupo de control

**Cuadro 3. Impacto de los subsidios públicos en función del nivel de gobierno que concede el subsidio**

Variable	Subsidios centrales		Subsidios Regionales		Subsidios Europeos	
	Diferencia	T-stat	Diferencia	T-stat	Diferencia	T-stat
Gastos totales en I+D	249850,94	4,91***	70052,01	1,74*	326943,57	2,42***
Gastos privados en I+D	154956,31	5,60***	40700,32	2,54***	85282,59	0,94
Gastos internos en I+D	221135,56	5,17***	43205,29	1,39	230817,15	4,60***
Gastos de capital en I+D	75571,59	2,67***	3266,32	0,15	51812,06	1,85*
Gastos corrientes en I+D	145563,82	7,30***	39939,26	3,52***	179006,02	5,07***
Sueldo Investigadores	1967,55	2,23**	-1206,12	-0,93	1892,64	1,33
Sueldo personal no investigador	646,45	0,45	-571,89	-0,48	3095,34	2,76***
Personal total en I+D	2,42	15,84***	0,88	8,03***	2,84	5,30***
Personal investigador	1,09	14,75***	0,46	8,51***	1,59	5,50***
Personal técnico	0,98	11,34***	0,33	5,59***	1,04	4,25***
Personal auxiliar	0,34	9,02***	0,07	2,54***	0,19	2,03**
Personal Doctor	0,18	8,91***	0,10	5,59***	0,50	4,78***
Personal Lic. o Ing.	1,39	15,20***	0,48	7,20***	1,88	5,75***
Personal Diplomado	0,53	9,58***	0,21	5,26***	0,53	2,08**
Personal educ. no sup.	0,48	7,49***	0,13	3,42***	0,29	2,03**
Variable	Solo centrales		Solo regionales		Solo europeos	
	Diferencia	T-stat	Diferencia	T-stat	Diferencia	T-stat
Gastos totales en I+D	276588,04	2,83***	50954,32	4,42***	73213,76	1,57
Gastos privados en I+D	137866,52	2,73***	32454,61	2,17**	19164,60	0,72
Gastos internos en I+D	247768,63	3,02***	41410,15	4,36***	75247,08	2,35**
Gastos de capital en I+D	96504,08	1,76*	15492,92	3,41***	40825,37	2,17**
Gastos corrientes en I+D	151264,50	4,18***	32905,66	1,64	34421,71	1,91*
Sueldo Investigadores	2642,22	1,76*	-4710,73	-1,02	12307,04	2,20**
Sueldo personal no investigador	2525,37	1,58	238,40	0,13	11030,50	1,84*
Personal total en I+D	2,28	9,46***	0,35	3,28***	0,67	1,38
Personal investigador	0,93	8,88***	0,20	4,69***	2,86	1,04
Personal técnico	0,92	0,14	0,05	0,78	1,29	0,83
Personal auxiliar	0,42	6,86***	0,09	3,80***	0,45	0,54
Personal Doctor	0,11	5,22***	0,02	2,30**	-0,00	-0,01
Personal Lic. o Ing.	1,28	9,07***	0,24	3,77***	0,44	1,86*
Personal Diplomado	0,52	6,82***	0,10	2,72***	0,25	1,55
Personal educ. no sup.	0,49	4,14***	0,07	1,61	0,18	1,09

Nota: Estadísticamente significativo al \*\*\*99%, \*\*95% y \*90%