

Subvenciones, préstamos y desgravaciones a la I+D: ¿cuál es su impacto en las empresas catalanas?

Agustí Segarra Blasco*

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de las ayudas públicas a la I+D privada desde una triple vertiente. Primero, presenta las características de las empresas catalanas que se beneficiaron de las ayudas públicas a la I+D. Segundo, determina si las ayudas públicas cumplen el principio de adicionalidad y estimulan el esfuerzo innovador de las empresas catalanas. Y tercero, analiza si el apoyo público afecta a la composición de las inversiones privadas en I+D. Para abordar estas cuestiones, disponemos de la información suministrada por los cuestionarios del Community Innovative Survey (CIS) que, para una muestra de 3.410 empresas catalanas, indican las ayudas percibidas durante el periodo 2010-2012. Durante el desarrollo econométrico se aplica un modelo Heckman bietápico que corrige los sesgos de selección muestral habituales en estos ejercicios. Entre los resultados obtenidos destacan dos. Por un lado, que las ayudas públicas provocan un efecto positivo sobre el esfuerzo innovador de las empresas catalanas. Por otro lado, que el apoyo gubernamental modifica la composición de las inversiones en I+D de las empresas innovadoras catalanas al favorecer, especialmente, a las partidas de gasto de menor riesgo y más cercanas al mercado.

Clasificación JEL: D21; H23; O31; O32.

Palabras clave: ayudas públicas a la I+D; subvenciones; préstamos; desgravaciones fiscales; inversión privada en I+D.

* Universitat Rovira i Virgili. Research Group of Industry and Territory. Department of Economics – CREIP, Universitat Rovira i Virgili. Av. Universitat, 1; 43204 – Reus, Spain. Tel. + 34 977 759 816. Fax: + 34 977 300 661. Dirección de contacto: agusti.segarra@urv.cat.

Agradecimientos: Trabajo realizado en el marco del GRIDE, grupo de investigación consolidado (2014-SGR-1395) de la Generalitat de Catalunya y de la Càtedra Universitat-Empresa de Foment de la Innovació Empresarial. Agradecer el soporte técnico de Verónica Gombau y Anna Rovira, y la cesión de los datos de la Encuesta sobre Innovación en las Empresas del Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat). Por último, agradecer los comentarios y sugerencias de los dos evaluadores anónimos que han colaborado notablemente a la mejora del trabajo.

Recibido: 08 de noviembre de 2016 / Aceptado: 27 de septiembre de 2017.

Subsidies, Loans and Tax Incentives for Business R&D in Catalonia

ABSTRACT: The aim of the study is to analyze the impact of public support on R&D investment among Catalan firms. The text approaches the analysis from a triple perspective. Firstly, it details the characteristics of Catalan firms that have benefitted from public support for R&D. Secondly, it establishes whether public support fulfills the principle of additionality and stimulates the innovative efforts of Catalan companies. And thirdly, it analyses whether support affects the composition of private investments in R&D. To address these issues, we have information provided by the questionnaires of the Community Innovative Survey (CIS) which, based on a sample of 3,410 Catalan firms, reflect the aid received during the period 2010-2012. A two-stage Heckman model is applied during the econometric development to correct sample selection bias. Of the results obtained, two stand out. On the one hand, public support produces a positive effect on the innovative efforts of Catalan firms; and on the other, government support alters the composition of the R&D investments of innovative Catalan firms in favour of the investments with lower risk and closer to the market.

JEL Classification: D21; H23; O31; O32.

Keywords: Public support for R&D, subsidies, loans, tax relief, private investments in R&D.

1. Introducción

En las últimas décadas, los países desarrollados han implantado un amplio abanico de medidas con el objeto de reducir el coste financiero de los proyectos de I+D e incentivar a sus empresas a invertir en las actividades relacionadas con la I+D y la innovación. Según Eurostat, en el año 2015, los recursos públicos representaron el 32,3% de las inversiones en I+D realizadas en la UE-28. A pesar de los sólidos argumentos teóricos que justifican la participación de los gobiernos en estas iniciativas (Schumpeter, 1942; Nelson, 1959; Arrow, 1962), la transferencia de recursos públicos a las empresas privadas plantea un debate sobre el rendimiento social de estas actuaciones (David *et al.*, 2000). Por ello, no debe sorprender el interés de analistas y académicos por determinar si los recursos públicos destinados al fomento de la I+D son complementarios o sustitutivos de las inversiones privadas (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014). La respuesta a esta pregunta es sumamente relevante, especialmente en tiempos de restricciones presupuestarias como los actuales.

Desde los inicios de la recesión, en Europa el desequilibrio en las cuentas públicas se ha traducido en una serie de políticas restrictivas que han recaído, en gran medida, sobre los servicios sociales y las intervenciones públicas que tienen efectos a largo plazo. A pesar de la relación directa entre la I+D y el crecimiento económico, algunos países europeos, entre los cuales destaca España, han experimentado una contracción en los recursos públicos destinados al fomento de la ciencia y la innovación. En un escenario de restricciones presupuestarias la evaluación de las políticas

públicas *ex post* es imprescindible a la hora de asignar las partidas consignadas en los presupuestos de los distintos niveles de gobierno. Además, evaluar sus efectos es un ejercicio indispensable para la revisión y el diseño de políticas más adecuadas por parte de los *policy makers* y las agencias gubernamentales¹.

Este trabajo analiza los efectos de las subvenciones no retornables, los préstamos blandos y las desgravaciones fiscales que beneficiaron a las empresas industriales y de servicios catalanas durante el periodo 2010-2012. La fuente de datos son los cuestionarios del Community Innovation Survey (CIS) realizados durante el ejercicio 2012. Partimos de una muestra inicial de 3.410 empresas catalanas, de las cuales 2.512 son empresas manufactureras y 898 empresas de servicios. A partir de la información suministrada por el Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat), procedente de la Encuesta sobre Innovación en las Empresas realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se estiman los efectos de las subvenciones, los préstamos preferenciales y las desgravaciones fiscales otorgados por el gobierno catalán, el gobierno español y la Unión Europea a las empresas catalanas con la finalidad de incentivar sus inversiones en I+D y otros gastos relacionados con la innovación.

Nuestra base de datos nos indica las empresas que percibieron ayudas durante el periodo 2010-2012, los gobiernos que las otorgaron (local o regional, nacional y europeo) y el importe concedido. Durante dicho periodo, de las 3.410 empresas incluidas en nuestra muestra inicial, el 27,27% percibieron alguna ayuda, mientras que el 72,72% restante no se benefició de ninguna de las ayudas.

En concreto, este trabajo aborda tres cuestiones relevantes para un grupo nutrido de empresas catalanas. En primer lugar, presenta las características de las empresas catalanas que se beneficiaron de las ayudas públicas a la I+D. En segundo lugar, analiza si las ayudas públicas de fomento de la I+D provocan efectos complementarios (aditivos) o efectos sustitutivos sobre las inversiones privadas. Y en tercer lugar, determina si el apoyo público a la I+D modifica el *mix* de las inversiones privadas dando lugar a una reasignación de los gastos en detrimento de las actividades internas de I+D y a favor de las partidas de menor riesgo más cercanas al mercado (compra externa de tecnología, formación, desarrollo tecnológico, compra de material, etc.).

Con respecto a la metodología empírica utilizada, no se debe perder de vista que la distribución de las ayudas públicas que fomentan la I+D no es aleatoria, ya que está supeditada a los criterios que aplican las agencias públicas y a las características de las empresas que participan. Por ello, determinadas empresas acceden con mayor facilidad a los recursos públicos (conocen mejor los protocolos, gozan de mayor experiencia y prestigio, etc.), mientras que otras tienen más dificultades. Para corregir este sesgo de selección muestral, en línea con la literatura precedente se aplica sobre la muestra de empresas potencialmente innovadoras (2.378 empresas) un modelo Heckman (1976) bietápico. En la primera ecuación se calcula la probabilidad de acceder a un instrumento público mediante un modelo Probit, y en la segunda ecuación

¹ A pesar de su relieve, no abundan los estudios sobre la naturaleza y la evolución de las políticas de I+D. Para el caso de Portugal y España, véase Carvalho y Corchuelo (2013).

se estiman los efectos de las ayudas públicas sobre las decisiones de inversión en las actividades relacionadas con la I+D y la innovación.

2. La evaluación de las políticas públicas de fomento de la I+D

En general, los economistas y los *policy makers* justifican las políticas públicas destinadas al fomento de la I+D privada como el camino más efectivo para corregir los fallos y las asimetrías informativas que generan los mercados relacionados con el conocimiento. Sin embargo, las intervenciones gubernamentales a menudo van más allá, puesto que financian, en gran medida, la ciencia básica del país y apuestan por explorar los nuevos escenarios tecnológicos que tardarán décadas en concretarse: tecnologías verdes, movilidad urbana, gestión inteligente, etc. (Mazzucato, 2013).

Los instrumentos utilizados por los gobiernos y sus agencias son de naturaleza vertical (subsidios, préstamos, etc.) cuando tienden a focalizarse sobre un determinado colectivo de empresas, o bien de naturaleza horizontal (desgravaciones fiscales) cuando su capacidad discriminatoria es más limitada y, en general, recaen sobre sectores amplios del tejido empresarial. Asimismo, las intervenciones públicas adoptan una doble dimensión intensiva o extensiva. En el primer grupo encontramos las herramientas que tienen como objetivo reducir el coste financiero de las actividades de I+D de cara a incrementar el margen empresarial e incentivar que las empresas innovadoras se involucren con mayor intensidad. Y en el segundo grupo encontramos aquellas intervenciones públicas que tratan de ampliar la base de empresas que llevan a cabo actividades de I+D (Arqué, 2013).

Tradicionalmente han predominado las políticas de naturaleza intensiva a través de la aplicación de instrumentos verticales (Huergo y Trenado 2010, Huergo *et al.*, 2013), si bien en los últimos tiempos el creciente protagonismo de las desgravaciones fiscales relacionadas con la I+D en economías como la española han favorecido la orientación extensiva de las políticas públicas (Czarnitzki *et al.*, 2011). Además, tal como señalan Busom *et al.* (2017), las subvenciones y las desgravaciones fiscales recaen con mayor frecuencia sobre las empresas españolas que tienen más experiencia en la participación en programas públicos. Esta situación tiene lugar, sobre todo, entre los créditos fiscales, que recaen en mayor medida en empresas grandes que presentan una mayor persistencia tanto en la realización de sus actividades de I+D como en sus prácticas de desgravación fiscal. Para algunos autores, la mayor participación de las grandes empresas en las desgravaciones fiscales es una prueba de que muchas de las actividades de I+D también se hubieran realizado sin estas ayudas poniendo de relieve la baja adicionalidad de los créditos fiscales (Mohnen, 2013).

La efectividad de las políticas públicas de fomento de la I+D dependerá de cómo las ayudas incidan sobre las decisiones adoptadas por las empresas beneficiarias. En efecto, la nula efectividad de las medidas públicas tiene lugar cuando el montante percibido por la empresa sustituye por completo a la inversión privada. En este caso,

nos encontramos ante un efecto de desplazamiento, sustitución o *crowding-out* completo. Cuando la empresa innovadora perceptora de la ayuda invierte en I+D una cantidad idéntica a la que hubiera invertido sin el soporte público, estamos ante una situación donde la inversión pública reemplaza por completo a la inversión privada. Sin embargo, si la empresa beneficiaria solo sustituye parte de la inversión pública, estamos ante un *crowding-out* parcial. Por último, cuando la percepción de la ayuda incentiva a la empresa beneficiaria a invertir en I+D una cantidad superior a la prevista sin el soporte público, nos encontramos ante un efecto aditivo o *crowding-in*.

Entre los trabajos que evalúan los efectos de las herramientas utilizadas por los gobiernos para reducir las barreras a la innovación que sufren las empresas predominan aquellos que estudian la efectividad de los distintos instrumentos (subvenciones no reembolsables, préstamos, desgravaciones fiscales, etc.) para reducir el coste financiero de los proyectos de I+D (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014). En general, estos trabajos toman en consideración el criterio de adicionalidad a la hora de determinar de qué manera inciden las ayudas públicas de I+D en la conducta de las empresas privadas receptoras de ayudas. Aunque predominan los trabajos que analizan la adicionalidad de las subvenciones públicas sobre la decisión de invertir en I+D (Busom, 2000; Almus y Czarnitzki, 2003; González y Pazó 2008), en los últimos años han visto la luz una serie de análisis acerca de los impactos de los incentivos fiscales sobre las decisiones de inversión en I+D de las empresas (Corchuelo y Martínez-Ros, 2009; Czarnitzki *et al.*, 2011; Duguet, 2010).

En general, en la dilatada literatura empírica publicada desde el primer análisis de los efectos que tienen los fondos públicos en las inversiones privadas en I+D, llevado a cabo por Blank y Stigler (1957), hasta nuestros días los resultados no son uniformes, pero predominan aquellos que encuentran efectos complementarios o adicionales entre los fondos públicos y el esfuerzo innovador de las empresas.

Ahora bien, las políticas de fomento de la I+D no solo afectan a las decisiones de gasto de las empresas, también inciden en otras parcelas de la empresa. Entre los aspectos positivos cabe destacar que las ayudas públicas fomentan la I+D de las empresas en la actualidad, pero sus efectos positivos persisten durante los ejercicios siguientes. Sin embargo, esta dependencia temporal debe ser matizada ante algunos resultados recientes. En efecto, tal como afirman Arqué y Mohnen (2015) a partir de un panel incompleto de empresas manufactureras españolas, durante el periodo 1998-2009 el 25% de las empresas de la muestra recurren a las subvenciones públicas para aumentar la dimensión de sus proyectos de I+D, pero no para asegurar la continuidad futura de estos proyectos.

Por otro lado, para un grupo de empresas canadienses, Berubé and Mohnen (2007) encontraron que las empresas que se beneficiaron en mayor medida de las subvenciones a la I+D y los créditos fiscales fueron las que introdujeron más productos nuevos en el mercado y las que tuvieron más éxito en el desarrollo y la comercialización de sus innovaciones. En esta línea Le y Jaffe (2017) han analizado recientemente el impacto de las subvenciones de I+D sobre las innovaciones realizadas por un colectivo de empresas en Nueva Zelanda. Destacan estos autores que las subvenciones públicas

son más efectivas cuando respalda grandes proyectos que promueven la innovación que cuando se dispersan en proyectos específicos de menor dimensión, sin embargo, encuentran escasa evidencia de que las subvenciones de I+D presenten efectos diferenciales entre las empresas de menor tamaño y las empresas más grandes.

Además, el apoyo público a la I+D no tiene un efecto neutral en lo que respecta a la composición de las inversiones privadas en I+D. En efecto, las ayudas públicas pueden modificar la composición de las inversiones en I+D, la retribución de los investigadores y la localización de nuevas empresas innovadoras que tienen interés por acceder a las nuevas ayudas.

Las ayudas gubernamentales pueden dar lugar a un aumento en los salarios de los científicos e ingenieros, debido a la oferta inelástica a corto plazo de estos trabajadores, y provocar una asignación más ineficiente de los recursos privados². Sin embargo, Dumont *et al.* (2016) muestran que, para un grupo de empresas belgas, el apoyo público a la I+D aumenta la proporción de investigadores con nivel de doctor debido a que los investigadores con un doctorado sustituyen a los empleados de I+D con niveles educativos más bajos. Según estos autores, cuando se controlan los cambios en el *mix* educativo del personal de I+D, se reduce el impacto al alza del apoyo público sobre los salarios de los investigadores.

Por otro lado, tal como defienden Fölster y Trofimov (1996), la concesión de ayudas para el fomento de la I+D privada mejora temporal y artificialmente la posición competitiva de las empresas beneficiarias y esto provoca una desventaja competitiva en el resto de empresas. Para una muestra de empresas suecas, estos autores observaron que el esfuerzo total en I+D de las empresas que compiten en un determinado sector o mercado disminuye cuando un grupo reducido de ellas se beneficia de los subsidios. La concesión de subsidios provoca que la empresa que recibe el subsidio disfrute de un nivel competitivo artificial. Además, esta situación se agrava cuando las agencias gubernamentales diseñan políticas de fomento de la I+D que benefician sobre todo a las mejores propuestas —*picking the winner*—, dado que las ayudas recaen sobre proyectos que, por sí solos, ya son viables³.

3. Evidencia empírica

A pesar de la proliferación de los trabajos empíricos que versan sobre los efectos de las ayudas públicas a la I+D empresarial, los resultados obtenidos no son concluyentes, tal como han puesto de relieve los *surveys* que han visto la luz recientemente

² David y Hall (2000) advierten que el efecto más relevante de las ayudas públicas en la investigación privada llevada a cabo en los centros e instituciones públicas es el incremento de los salarios de los investigadores. Según Wolff y Reinthaler (2008), las ayudas públicas provocan un alza en el nivel salarial de los investigadores, especialmente a corto plazo.

³ En este caso, las empresas no subsidiadas serían expulsadas del mercado. Sin embargo, si las agencias responsables son capaces de distinguir los proyectos que necesitan recursos adicionales públicos del resto, la distorsión en el mercado será más reducida (Shane, 2009).

(Köhler *et al.*, 2012; Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014; Martin, 2016). La disparidad en los resultados obtenidos puede atribuirse a las diferencias en las poblaciones estudiadas, el contexto institucional, la heterogeneidad entre los sectores analizados, las variables utilizadas y el enfoque empírico adoptado en cada trabajo (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014). Entre los primeros trabajos empíricos que aportaron la evidencia favorable de un efecto de complementariedad destacan los realizados por Scott (1984) y Levin y Reiss (1984), mientras que otros autores cuestionan los resultados anteriores evidenciando que los fondos públicos desplazan, total o parcialmente, el gasto privado en I+D (Lichtenberg, 1987).

Entre las investigaciones recientes sobre los impactos de las ayudas públicas a la I+D predominan las que afirman que los recursos públicos son complementarios a la financiación realizada por las empresas (Czarnitzki y Fier, 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Licht, 2005; González *et al.*, 2005; González y Pazo, 2008). Sin embargo, hay otros trabajos que afirman que las aportaciones públicas provocan efectos ambiguos sobre el esfuerzo innovador de las empresas (Busom, 2000) y hasta llegan a desplazar, total o parcialmente, las aportaciones privadas (Lokshin and Mohnen, 2012). A tenor de esta literatura empírica, los factores que explican las diferencias en los efectos de las políticas públicas de fomento de I+D son variados: el entorno institucional que enmarca las políticas públicas, el perfil de las empresas analizadas, los criterios aplicados por las agencias públicas durante la selección de las empresas beneficiarias del apoyo público o el entorno tecnológico y competitivo de la empresa son algunos de los aspectos que inciden en los efectos de las políticas de fomento de la I+D empresarial.

En esta línea, David *et al.* (2000) revisan exhaustivamente esta literatura empírica para concluir que, según un tercio de los trabajos, los recursos públicos sustituyen a las inversiones privadas. Estos autores también advierten que la multiplicidad de enfoques que aparecen en la literatura, los diferentes niveles de desagregación de los estudios y la diversidad de los instrumentos utilizados por las agencias gubernamentales explican por qué es difícil obtener resultados concluyentes. No obstante, a pesar de la ambigüedad de los resultados empíricos de estos trabajos, predominan aquellos que observan un efecto complementario o aditivo entre la aportación pública y la inversión privada. En este sentido, la gran mayoría de los estudios empíricos no han observado efectos de sustitución apreciables (Czarnitzki y Fier, 2002; González *et al.*, 2005; González y Pazo, 2008).

Sin embargo, otras aportaciones son más críticas con estas políticas que tienen como objetivo corregir los fallos de mercado relacionados con la I+D. En este sentido, algunos trabajos no descartan la existencia de efectos sustitutivos o *crowding-out*. Para una muestra de empresas holandesas procedente del CIS, Lokshin y Mohnen (2012) no descartan la presencia de un efecto *crowding-out* entre las empresas con más de 200 trabajadores. Los resultados sugieren que el programa de incentivos fiscales tiene éxito en las pequeñas empresas, ya que estimula la inversión en I+D, especialmente a corto plazo. Sin embargo, en el caso de las grandes empresas, el programa holandés de apoyo a la I+D parece ser poco eficaz.

Por su parte, para una muestra de empresas noruegas a partir de datos del CIS, Rye (2002) observa que los programas de fomento de la I+D privada adoptan una dimensión dual según la fase del ciclo de los proyectos de I+D que llevan a cabo las empresas. Este autor propone una taxonomía que distingue entre los programas que fomentan las actividades científicas de alto riesgo situadas «lejos del mercado» y los proyectos centrados en actividades relacionadas con el desarrollo tecnológico y la innovación que están más «cerca del mercado». Rye (2002) destaca la gran superposición que existe entre los programas que potencian los proyectos de I+D situados lejos del mercado y aquellos que fomentan actividades de innovación situadas cerca del mercado. Entre las empresas noruegas se aprecia que los subsidios orientados a las primeras fases del ciclo de los proyectos de I+D estimulan el gasto privado en actividades de investigación, básica o aplicada, mientras que los subsidios orientados a las actividades de innovación más cercanas al mercado provocan una disminución del presupuesto destinado a las actividades de desarrollo (Rye, 2002; Clausen, 2009). Según estos autores, cuando las ayudas públicas se orientan hacia las actividades de investigación básica o aplicada, predominan los efectos complementarios, mientras que cuando recaen sobre los proyectos donde predominan las actividades de desarrollo tecnológico e innovación, predominan los efectos de sustitución o desplazamiento.

Por otro lado, hay que recordar que los efectos de las políticas de fomento de la I+D y los objetivos que persiguen los respectivos gobiernos difieren entre países y sectores (Capron y Pottelsberghe, 1997). Para aquellos países situados cerca de la frontera tecnológica, la apuesta por la investigación básica y aplicada es prioritaria frente al resto de países, que persiguen estrategias más adaptativas que fomenten la absorción de conocimiento externo, la innovación y la imitación.

Tal como hemos indicado, una dimensión relevante del fomento público de la I+D está relacionada con los diferentes efectos que pueden tener las ayudas públicas en el *mix* de los gastos de las empresas. En efecto, la empresa receptora del apoyo público no solo decide la cantidad que invertirá en las actividades relacionadas con la innovación, sino que también adopta decisiones que modifican la composición de sus inversiones en investigación, desarrollo tecnológico e innovación. En este sentido, son pocos los trabajos que han abordado de qué manera influyen las políticas de I+D en la composición de las inversiones realizadas por las empresas privadas beneficiarias de las ayudas públicas. A pesar de su enorme relevancia, esta cuestión ha sido poco analizada por la literatura empírica.

Para las empresas españolas, Busom (2000) evalúa los efectos de los subsidios a la I+D a partir de información procedente del CIS y llega a las siguientes conclusiones: *a)* las empresas pequeñas tienen más probabilidades de obtener un subsidio que las grandes, en parte porque las agencias públicas tienden a favorecer con más intensidad a las pequeñas empresas; *b)* el apoyo público induce un mayor esfuerzo en la inversión privada, si bien en una parte significativa de empresas (alrededor del 30%) no se puede ignorar el efecto desplazamiento de los recursos públicos sobre la inversión privada; y *c)* el esfuerzo en I+D está relacionado con la dimensión de la

empresa, al margen de si la empresa es beneficiaria de alguna ayuda pública. En esta línea, para un panel de más de 2.000 empresas manufactureras de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales, Arqué (2013) observa que las subvenciones públicas a la I+D estimulan la inversión persistente (no esporádica) en I+D de las empresas y que el rendimiento de las ayudas es mayor entre las empresas con plantillas superiores a los 200 trabajadores.

González y Pazó (2008), a partir de una muestra de 2.214 empresas industriales procedentes también de la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales durante el periodo 1990-1999, no encuentran evidencia alguna de la existencia de un efecto *crowding-out*, total o parcial, entre el gasto público y el privado. Además, ponen de relieve que algunas empresas beneficiarias de las ayudas, sobre todo pequeñas y que operan en sectores de baja tecnología, podrían no haber participado en actividades de I+D en ausencia de subvenciones. Los resultados de estas autoras coinciden con los obtenidos por Marra (2008) a partir de la misma fuente con una muestra de empresas innovadoras españolas durante el periodo 1991-1999. Sus resultados confirman que los incentivos fiscales estimulan la inversión privada en I+D, especialmente entre las pymes, mientras que los subsidios a la I+D tienen un efecto positivo, pero más débil, en las inversiones privadas en I+D.

Por otro lado, Huergo y Trenado (2010) se ocupan de los factores que inciden sobre la concurrencia de las empresas españolas en una serie de programas de créditos preferenciales llevados a cabo por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) durante el periodo 2002-2005. Sus resultados empíricos indican que las empresas jóvenes, exportadoras, pertenecientes a sectores de alta o media-alta tecnología y, sobre todo, aquellas que cuentan con experiencia previa en este tipo de programas tienen una mayor probabilidad de solicitar un crédito. En cuanto al proceso de adjudicación por parte de la agencia española, las autoras observan que el potencial tecnológico y económico de la propuesta son los factores que más determinan la selección de la agencia pública, que trata de elegir los mejores proyectos. Además, Huergo *et al.* (2017) a partir de la misma base de datos, observan que los préstamos bonificados con bajos tipos de interés son muy eficaces a la hora de fomentar que las empresas, sobre todo las pequeñas, inviertan persistentemente en I+D.

Por su parte, Busom *et al.* (2014) analizan si las empresas acceden a las subvenciones públicas de I+D y a los incentivos fiscales cuando padecen restricciones financieras —internas y externas— y tienen dificultades para apropiarse de los frutos de sus actividades relacionadas con la innovación. Estas autoras observan que cuando las grandes empresas tienen problemas para acceder a fondos financieros externos, tienden a acceder a subsidios de I+D y presentan una correlación negativa con la utilización de créditos fiscales. Además, tanto las pequeñas como las grandes empresas tienden a acceder a los incentivos fiscales, junto o no con subvenciones públicas, cuando cuentan con experiencia previa en actividades de I+D y, además, las empresas jóvenes intensivas en conocimiento prefieren los incentivos fiscales a los subsidios públicos.

Por último, para una muestra de empresas españolas de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales, Romero *et al.* (2014) comprueban que las empresas grandes recurren a las desgravaciones por I+D a la hora de reducir su presión fiscal en el impuesto de sociedades, mientras que las pequeñas y medianas empresas recurren a las subvenciones no reembolsables con objeto de aliviar sus limitaciones financieras. Este reparto de las ayudas públicas, junto con el bajo impacto de los créditos fiscales y las subvenciones públicas sobre las inversiones a la I+D de las empresas manufactureras, pone de manifiesto la limitada eficacia de estas políticas. También apunta la necesidad de debatir las posibles alternativas a las actuales políticas públicas de fomento del esfuerzo innovador de las empresas privadas.

4. Datos y estrategia empírica

4.1. Datos

El INE elabora anualmente la Encuesta sobre Innovación en las Empresas bajo la supervisión de Eurostat y siguiendo los criterios del CIS. Nuestra muestra inicial contiene 6.121 empresas catalanas, si bien una vez descartadas las empresas con menos de diez asalariados y las correspondientes a actividades ajenas a las manufacturas y los servicios, la muestra desciende a 3.410 empresas, de las cuales 2.512 son empresas manufactureras y 898, empresas de servicios.

La Encuesta de Innovación Tecnológica del INE tiene puntos fuertes y débiles. Su principal ventaja consiste en que, hoy por hoy, es la mejor fuente de datos para estudiar con cierta profundidad los determinantes de la innovación y sus efectos sobre la productividad de las empresas innovadoras.

En cambio, una debilidad del CIS reiteradamente puesta en entredicho por algunos investigadores es el elevado número de respuestas cualitativas, que supera ampliamente a las variables cuantitativas. No obstante, la evidencia aportada por Mairesse y Mohnen (2004) sugiere que la elevada presencia de respuestas dicotómicas en el cuestionario no va en detrimento de la robustez de los resultados empíricos obtenidos en estos trabajos.

Otra limitación del CIS se debe al sesgo de selección que provoca la escasa representatividad en la muestra de las empresas no innovadoras. En efecto, los datos del CIS contienen poca información sobre los no innovadores y también presentan lagunas acerca de las actividades informales de I+D de las empresas innovadoras. Según Crepon *et al.* (1998), un porcentaje significativo de empresas europeas abandonan las actividades relacionadas con la I+D esporádicamente y con frecuencia adoptan una naturaleza informal. La escasa presencia de empresas no innovadoras y las dificultades para distinguir entre estas y las empresas potencialmente innovadoras ocasionan unos problemas de selección muestral que han sido corregidos por la literatura.

4.2. Evidencia empírica

Este epígrafe se ocupa de dos dimensiones de gran interés: la implicación en la ejecución de las políticas de fomento de la I+D de los distintos niveles de gobierno —el cuestionario CIS contempla tres niveles: local o regional, nacional y europeo— y la capacidad de las empresas para acceder a los distintos instrumentos públicos según el sector de actividad, la edad y el tamaño de la empresa⁴.

La información disponible permite analizar las actuaciones públicas desde tres niveles de gobierno. Durante los primeros años de pertenencia a la UE, los elevados desequilibrios territoriales de la economía española orientaron el grueso de los fondos estructurales europeos hacia las inversiones en infraestructuras, relegando a un segundo término las inversiones en materia de investigación científica y de fomento de la innovación. Con la entrada de España en la Unión Europea, la política de innovación fue cobrando un mayor protagonismo, a pesar de encontrarse aún muy lejos de la mayoría de países europeos. Sin embargo, en España no podemos hablar de una política de fomento de la actividad científica y tecnológica hasta la aprobación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que tuvo lugar en el año 1986.

En los años ochenta, las empresas catalanas empezaron a disfrutar de más facilidades para acceder a los instrumentos de fomento de la I+D que ya hacía tiempo que estaban al alcance de la mayoría de empresas europeas. A partir de entonces se desplegó una generosa normativa sobre incentivos fiscales a la I+D, y, además, con la creación del Centro para el Desarrollo de la Tecnología Industrial (CDTI), en el año 1977, y del Centre de Desenvolupament Empresarial (CIDEM), en el año 1985, se pusieron en marcha programas de subvenciones y créditos blandos de apoyo a la I+D y la innovación.

La Tabla 1 muestra la participación de los tres niveles de gobierno en las políticas de fomento de la I+D y la innovación privada. De las 3.410 empresas de nuestra muestra inicial, 930 percibieron ayudas, es decir, el 27,27%. Teniendo en cuenta que, en general, los instrumentos no son excluyentes y que las empresas desarrollan en paralelo distintos proyectos de I+D susceptibles de contar con apoyo público, de las empresas beneficiarias 612 accedieron a un instrumento; 240, a dos, y 78, a tres⁵. El instrumento más utilizado por las empresas catalanas fue el crédito fiscal, al cual accedieron 606 empresas (el 17,71% del número total de empresas), seguido por las subvenciones, a las que accedieron 416 empresas (el 12,19%), y, por último, los préstamos blandos, a los que accedieron 304 empresas (el 8,91%). En cuanto a los importes percibidos por las empresas que se beneficiaron del soporte público a la I+D

⁴ Las agrupaciones sectoriales según el nivel tecnológico (manufacturas) y la intensidad de conocimiento (servicios) sigue los criterios de la OCDE y Eurostat. La edad de la empresa se obtiene gracias al ítem incluido en el cuestionario a partir del ejercicio 2009 sobre el año de creación de la empresa.

⁵ De las 930 empresas beneficiarias de las ayudas públicas de fomento de la I+D, 612 accedieron a un solo instrumento (el 65,80%), 240 accedieron a dos instrumentos (el 25,80%) y 78, a los tres (el 8,38%).

privada, las subvenciones ascienden a 5.260 euros por trabajador; los préstamos, a 8.304 euros, y los créditos fiscales, a 7.304 euros.

Tabla 1. Ayudas públicas concedidas por las Administraciones Públicas a las empresas catalanas durante el periodo 2010-2012

	<i>Empresas</i>	<i>Subvenciones</i>	<i>Préstamos</i>	<i>Desgravaciones</i>
Empresas con ayudas	930	416 (5.260,8)	304 (8.304,6)	606 (7.304,8)
Ayudas según el nivel de la administración concesionaria				
Administración local y regional	417	157 (8.384,6)	302 (8.285,8)	
Administración del Estado	857	307 (5.995,3)	283 (8.228,6)	606 (7.304,8)
Unión Europea	98	94 (13.375,0)	5 (7.771,1)	

Nota: El cuestionario CIS contempla tres instrumentos de fomento de la I+D —las subvenciones, los préstamos blandos y los créditos o deducciones fiscales— y tres niveles de Administración —local o regional estatal y Unión Europea—.

La tabla indica las empresas receptoras según la ayuda y el nivel de la Administración y entre paréntesis la intensidad de las ayudas (euros por trabajador).

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de IDESCAT.

A partir de la información de la Tabla 1 podemos analizar el protagonismo de cada uno de los niveles de gobierno considerados en el cuestionario CIS. Se aprecia la gran implicación del gobierno español y sus organismos. En particular destacan dos organismos: por una parte, el CDTI a través de las subvenciones no reembolsables, y por otra, la Agencia Tributaria mediante las desgravaciones fiscales a la I+D⁶. La participación del gobierno catalán a través de su agencia de fomento de la internacionalización y la innovación, ACCIÓ, también alcanza un protagonismo considerable, sobre todo en materia de subvenciones a la I+D. Por último, cabe destacar la participación moderada de las empresas catalanas en las líneas de fomento de la I+D vinculadas a los programas marco de la Unión Europea.

Por otra parte, la información disponible en la Tabla 2 muestra la distribución de las ayudas públicas en función de tres características de las empresas de la muestra: la intensidad tecnológica del sector de actividad, la dimensión de la empresa y, por último, la edad de la empresa.

⁶ Los incentivos fiscales se llevan a cabo mediante una deducción en la cuota del impuesto sobre sociedades de las empresas. En España el texto vigente es el de la Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto sobre Sociedades.

Tabla 2. Distribución de las empresas receptoras de las ayudas públicas según sector, tamaño y edad

	Total Empresas	Empresas beneficiarias	Subvenciones	Préstamos	Desgravaciones
Sector de actividad de la empresa					
Manufacturas de alta intensidad tecnológica	1.060	368 (34,72%)	137 (2.286,4)	117 (6.699,9)	286 (9.574,5)
Manufacturas de baja intensidad tecnológica	1.452	333 (22,93%)	128 (2.130,3)	94 (4.491,7)	222 (3.874,6)
Servicios intensivos en conocimiento	425	186 (43,76%)	135 (11.656,8)	79 (15.660,9)	73 (9.480,4)
Otros servicios	473	43 (9,09%)	16 (1.807,2)	14 (5.803,8)	25 (5.446,1)
Tamaño de la empresa					
Pequeñas (entre 10 y 49 trabajadores)	1.910	390 (20,42%)	182 (7.246,5)	146 (13.184,8)	203 (8.671,6)
Medianas (entre 50 y 249 trabajadores)	1.123	362 (32,24%)	147 (5.381,4)	95 (5.048,3)	261 (6.113,2)
Grandes (250 o más trabajadores)	377	178 (47,21%)	87 (903,4)	63 (1.905,1)	142 (7.540,9)
Edad de la empresa					
Empresas jóvenes (menos de 10 años)	370	113 (30,54%)	74 (8.958,6)	60 (16.579,5)	45 (11.886,9)
Empresas consolidadas (entre 10 y 40 años)	2.324	558 (24,01%)	245 (5.569,5)	174 (7.277,2)	366 (7.810,9)
Empresas maduras (más de 40 años)	716	259 (36,17%)	97 (1.660,4)	70 (3.765,7)	195 (5.297,6)
Número total de empresas	3.410	930	416	304	606

Nota: La primera columna indica el total de empresas y la segunda el número de empresas beneficiarias (en paréntesis el porcentaje sobre el total de las empresas que recibieron ayudas). Las tres columnas siguientes indican para las subvenciones, los préstamos y las desgravaciones fiscales el número de empresas beneficiarias y el montante de las ayudas (euros por trabajador).

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de IDESCAT.

De la información disponible se desprende que existe una relación estrecha entre la dimensión tecnológica del sector de actividad de las empresas y el acceso a los instrumentos de apoyo a la I+D. Las empresas pertenecientes a las manufacturas de alto contenido tecnológico acceden más a las desgravaciones fiscales (el 26,98% de las empresas) y, con menor intensidad, a las subvenciones (el 12,92%) y a los préstamos (el 11,03%); en cambio, las empresas industriales que pertenecen a sectores de baja

y media intensidad tecnológica acceden con mayor frecuencia a los créditos fiscales (el 15,28% de las empresas).

Por su parte, las empresas pertenecientes a los servicios intensivos en conocimiento acceden en mayor medida a las subvenciones públicas (el 31,76% de las empresas) y registran una actividad considerable en el acceso a los préstamos preferenciales (el 18,58%) y a los créditos fiscales (el 17,17%). Sin embargo, las empresas pertenecientes al resto de servicios participan esporádicamente en las convocatorias públicas de fomento de la I+D. En su conjunto, el 37,72% de las empresas manufactureras de alto contenido tecnológico se beneficiaron de los instrumentos públicos de fomento de la I+D, así como el 22,93% de las empresas pertenecientes a los sectores industriales de baja intensidad tecnológica, el 43,76% de las empresas pertenecientes a los servicios KIS y, por último, solo el 9,09% de las empresas del resto de actividades terciarias.

Con respecto a la dimensión de la empresa se observa una relación positiva entre el tamaño y el acceso al soporte público a la I+D. En efecto, el 47,21% de las empresas catalanas con más de 250 trabajadores accedieron a los instrumentos públicos de fomento de la innovación, especialmente en materia de desgravaciones fiscales, mientras que solo el 20,42% de las empresas entre diez y cincuenta trabajadores se beneficiaron del respaldo público.

Por último, la relación entre la edad de la empresa y la probabilidad de acceso a los instrumentos de apoyo a la I+D es mucho más ambigua, ya que describe una especie de U invertida. El 30,54% de las empresas menores de diez años accedieron a las ayudas públicas, en especial a las subvenciones a fondo perdido; el 24,01% de las empresas de entre diez y cuarenta años fueron objeto de apoyo público, y el 36,17% de las empresas con más de cuarenta años accedieron a las ayudas públicas, en particular a las desgravaciones fiscales.

Por último, la Tabla 3 muestra las características de las empresas catalanas que fueron beneficiadas o se quedaron excluidas de los instrumentos de apoyo a las actividades relacionadas con la innovación. En relación con el perfil de las empresas beneficiarias de las ayudas públicas, sobresalen los siguientes aspectos:

- Las empresas catalanas que no accedieron a ningún tipo de ayuda pública a la I+D, sea porque concurrieron a algún programa y no obtuvieron una resolución favorable o sea porque no apostaron por realizar innovaciones, son, en promedio, más pequeñas que el resto. Tanto en términos de ventas como de trabajadores, estas empresas alcanzan la mitad del tamaño del resto de empresas. Durante el periodo 2010-2012, registraron tasas de crecimiento negativas, tanto en ventas como en trabajadores, y su orientación hacia los mercados exteriores es más reducida.
- Las empresas beneficiarias de ayudas públicas disfrutaron de un tamaño considerable. Durante el periodo 2010-2012 registraron tasas de crecimiento considerables y, como cabía esperar, sus inversiones en I+D interna por trabajador, así como los resultados obtenidos en términos de innovación, fueron apreciables.

Tabla 3. Perfil de las empresas beneficiarias de subvenciones, préstamos blandos y desgravaciones fiscales

<i>Variables</i>	<i>Empresas sin ayudas</i>	<i>Empresas con subvenciones</i>	<i>Empresas con préstamos</i>	<i>Empresas con desgravaciones</i>
Ventas (millones de euros)	34,53 (300,92)	85,97 (348,02)	84,84 (387,80)	106,70 (354,18)
Trabajadores (número de trabajadores)	146,64 (1.342,51)	293,77 (985,62)	319,94 (1.212,10)	319,06 (1.048,56)
Tasa de variación de las ventas (% variación)	-0,10 (0,252)	3,63 (0,307)	4,56 (0,308)	1,39 (0,168)
Tasa de variación de trabajadores (% variación)	-0,66 (0,165)	2,97 (0,167)	2,34 (0,184)	1,56 (0,121)
Edad de la empresa (años)	27,74 (19,71)	27,47 (23,94)	27,91 (22,60)	34,30 (23,76)
Intensidad exportadora (% exportaciones sobre ventas)	21,52 (0,304)	33,39 (0,331)	37,79 (0,336)	39,51 (0,321)
Servicios intensivos en conocimiento (% empresas)	9,63 (0,295)	32,45 (0,469)	25,99 (0,439)	12,05 (0,326)
Manufacturas de alto contenido tecnológico (% empresas)	27,90 (0,449)	32,93 (0,471)	38,49 (0,487)	47,19 (0,499)
Productos nuevos para el mercado (% sobre el total de ventas)	3,79 (15,17)	15,28 (27,63)	14,09 (25,58)	12,76 (23,75)
Productos nuevos para la empresa (% sobre el total de ventas)	6,46 (20,10)	12,45 (23,60)	13,93 (25,19)	14,71 (25,60)
Gastos en I+D interna por trabajador (euros por trabajador)	1.655,25 (5.815,89)	15.820,31 (25.481,8)	13.060,43 (20.238,92)	7.192,63 (12.871,11)
Otros gastos de innovación por trabajador (euros por trabajador)	709,66 (3.445,77)	5.709,74 (5.627,25)	6.843,55 (7.830,40)	3.825,68 (6.416,98)
Gastos totales de innovación por trabajador (euros por trabajador)	2.364,20 (7.599,10)	21.529,97 (34.608,65)	19.903,99 (32.845,90)	11.018,19 (18.937,01)
Barreras financieras internas (% empresas)	58,54 (0,492)	70,43 (0,456)	73,02 (0,444)	63,69 (0,481)
Barreras financieras externas (% empresas)	55,20 (0,497)	74,27 (0,437)	76,31 (0,425)	64,68 (0,478)
Elevados costes de los proyectos (% empresas)	59,67 (0,490)	68,26 (0,465)	72,69 (0,446)	67,16 (0,470)
Empresas con subvenciones (% empresas)	—	100,00 (0,000)	50,01 (0,508)	30,36 (0,460)
Empresas con préstamos (% empresas)	—	36,53 (0,482)	100,00 (0,000)	22,77 (0,419)
Empresas con créditos fiscales (% empresas)	—	44,23 (0,497)	45,39 (0,498)	100,00 (0,000)
Número empresas	2.480	416	304	606

Nota: Entre paréntesis la desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de IDESCAT.

- Las empresas que percibieron las subvenciones a la I+D tienen un tamaño más reducido que el resto de empresas beneficiarias en términos de trabajador. Además, un tercio de las empresas que consiguieron estas ayudas pertenecían a servicios intensivos en conocimiento, y otro tercio, a manufacturas de elevado contenido tecnológico.
- Las empresas beneficiarias de préstamos blandos destacan por sus adquisiciones de I+D externa y sus gastos de innovación. Además, son las que sufren las mayores restricciones financieras, tanto por las dificultades para acceder a sus fuentes de financiación (internas y externas) como por el elevado coste de sus proyectos de innovación.
- Las empresas que obtuvieron préstamos fiscales tienen más edad y mayores dimensiones en términos de ventas, crecen a tasas más moderadas, invierten con menor intensidad en I+D que el resto de empresas y sufren con menos frecuencia restricciones financieras, tanto internas como externas. Prácticamente la mitad de estas empresas pertenecen a las manufacturas de alta intensidad tecnológica.
- Por último, las empresas beneficiarias de subvenciones y préstamos accedieron con frecuencia a otros instrumentos públicos. Por ejemplo, entre las empresas receptoras de subvenciones, el 44,23% efectuaron deducciones fiscales en sus liquidaciones del impuesto de sociedades y el 36,53% se beneficiaron de préstamos. Además, entre las empresas receptoras de préstamos bonificados, la mitad también recibieron subvenciones y el 45,39% desgravaron fiscalmente los gastos de I+D. Por el contrario, entre las empresas que efectuaron desgravaciones fiscales, la participación en el resto de instrumentos públicos es más reducida.

4.3. Método econométrico

Este apartado incluye una propuesta para analizar cómo las políticas públicas orientadas al fomento de la I+D privada inciden sobre las decisiones de aquellas empresas que obtuvieron las ayudas.

Estimar el impacto de una actuación gubernamental consiste en comparar los cambios en la conducta de una empresa en estos dos estados diferentes: cuando resulta beneficiaria de las ayudas públicas y cuando no accede a tales ayudas. En este ejercicio el observador se enfrenta a un problema contrafactual difícil de resolver, ya que desconoce cuál sería la conducta real de la empresa en dos estados diferentes —acceder y no acceder a las ayudas— en un mismo periodo de tiempo (Gertler *et al.*, 2011).

Además, la naturaleza de la base de datos del CIS contiene una serie de limitaciones que conviene no perder de vista. En general, estos ejercicios presentan un problema de selección muestral debido a que las empresas que participan en las convocatorias públicas suelen disfrutar de una mayor capacidad para invertir en I+D e innovar que el resto. Las ayudas a la I+D no se reparten por azar debido a la orientación discriminatoria de estos instrumentos, especialmente las subvenciones a la

I+D, y a la mayor capacidad de las empresas que accedieron a las ayudas en los años anteriores para continuar siendo beneficiadas.

Ignorar los problemas de selección puede ocasionar una sobreestimación de los beneficios obtenidos a través de las políticas de fomento de la innovación privada. Los problemas de selección muestral obedecen a distintos factores. En primer lugar, en general, las agencias públicas favorecen a determinados colectivos que consideran prioritarios por razones de reequilibrio territorial o estratégico —por la capacidad de arrastre de las empresas, el potencial de crecimiento, la localización de las empresas en zonas degradadas, etc. — en detrimento del resto del tejido empresarial. En segundo lugar, las propias agencias compiten por acceder a los programas y los recursos consignados en los presupuestos para este tipo de actuaciones, y esto afecta a la distribución de las ayudas. En tercer lugar, la sensibilidad de los políticos hacia determinados territorios y grupos de presión orienta las ayudas y tiende a beneficiar a los proyectos más atractivos mediáticamente y a las empresas que habían sido beneficiadas en las convocatorias anteriores —el típico proceso de escoger a los ganadores (*pick the winners*)—. Por último, este problema viene provocado por un proceso de autoselección que tiene lugar porque las empresas innovadoras que invierten regularmente en I+D también tienen incentivos para solicitar subvenciones con objeto de reducir el coste de sus inversiones. Por ello, las estimaciones llevadas a cabo serán sesgadas e inconsistentes si no se corrigen estos problemas de selección muestral (Aerts, *et al.*, 2007; Busom, 2000).

Las dinámicas que dan lugar a una selección de los mejores proyectos por parte de los gobiernos, junto con los procesos de autoselección de las empresas innovadoras, ocasionan una serie de problemas de endogeneidad entre la variable independiente —las decisiones de inversión en I+D— y la probabilidad de acceder al apoyo público. En efecto, las empresas que invierten más en I+D son las que tienen más probabilidades de acceder a ayudas públicas y a la inversa. Por lo tanto, si estos problemas de selección muestral y de endogeneidad se ignoran durante el proceso econométrico, los resultados obtenidos pueden ofrecer una visión excesivamente favorable de las ayudas financieras y fiscales destinadas al fomento de la I+D privada. Ahora bien, hemos de ser conscientes de las limitaciones de la base de datos disponible para abordar satisfactoriamente esta cuestión.

Además, dado que muchas empresas de nuestra muestra no realizan actividades relacionadas con la innovación ni tienen interés en hacerlo, antes de llevar a cabo el trabajo econométrico conviene eliminar de la muestra de empresas aquellas que no realizan actividades relacionadas con la innovación. No debemos perder de vista que el cuestionario pregunta si durante el periodo 2010-2012 la empresa recibió apoyo financiero público para realizar actividades de innovación tecnológica, no si la empresa solicitó tales ayudas. Consideramos que una empresa es potencialmente innovadora cuando recibe ayudas para realizar actividades de I+D, lleva a cabo innovaciones, cuenta con un departamento de I+D, registra alguna patente o, por último, invierte en actividades relacionadas con la I+D y la innovación.

Sin perder de vista que las ayudas públicas inciden sobre la intensidad de las inversiones en I+D (margen intensivo) y sobre la propia decisión de hacer o no I+D

(margen extensivo), centramos nuestro análisis en el primer efecto mencionado. Después de aplicar estos criterios, nuestra muestra contiene 2.378 empresas potencialmente innovadoras, de las cuales 1.764 son manufactureras y 614, de servicios.

Nuestro modelo econométrico consta de dos ecuaciones. La primera ecuación describe la participación de la empresa en el sistema de ayudas públicas a la I+D y la segunda ecuación aborda si el importe recibido afecta a las decisiones de inversión de las empresas beneficiarias. Dado que el acceso a los recursos públicos no es aleatorio, ya que está condicionado por una serie de factores y características de las empresas no observables por el investigador, corregimos los problemas de selección muestral mediante un modelo de selección en dos etapas de Heckman (1976; 1979)⁷.

La probabilidad de que una empresa potencialmente innovadora acceda a una ayuda pública se determina mediante un modelo Probit, a partir del cual se obtiene un regresor (γ) que representa el Ratio Inverso de Mills. Este se incorpora en la segunda ecuación de cara a la corrección del mencionado problema de selección⁸. Para la primera ecuación formalmente tendremos lo siguiente:

$$S_i = \begin{cases} 1 & \text{si } S_i^* = \beta_0 + \beta_z Z_{zi} + \mu_i > c \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad [1]$$

donde S_i^* es una variable dependiente latente, Z_{0i} es un vector de variables explicativas, β son los coeficientes y μ_i es el término de error. La empresa participa en el sistema de ayudas públicas a la I+D cuando S_i^* es positiva. Esto es $Pr[S_i = 1] = Pr[S_i^* = \beta_0 + \beta_z Z_{zi} + \mu_i > c]$. La segunda ecuación calibra si las empresas beneficiarias de las ayudas de fomento de la I+D modifican sus decisiones de invertir en I+D. Formalmente tendremos lo siguiente:

$$I\&D_i = \alpha_0 + \alpha_1 ayudas_i + \alpha_z X_{zi} + \gamma_i + \varepsilon_i \quad [2]$$

donde $I\&D_i$ indica las inversiones en I+D y otros gastos relacionados con la innovación por trabajador, $ayudas_i$ es el importe de las ayudas públicas por trabajador que perciben las empresas, α_1 es un parámetro que refleja el impacto de las ayudas públicas sobre las decisiones adoptadas por las empresas, X_{zi} es un vector de variables de control, α_2 son los coeficientes, γ es el Ratio Inverso de Mills que corrige los problemas de selección y, finalmente, ε_i es el término de error. No obstante, un problema recurrente en este tipo de trabajos emerge de la correlación temporal entre las decisiones que adoptan las empresas sobre la participación en estas convocatorias y

⁷ Los trabajos que han recurrido a esta metodología paramétrica a la hora de analizar la incidencia de los instrumentos de fomento de la I+D son múltiples (Busom, 2000; Hussinger, 2008; Aristei *et al.*, 2016).

⁸ La información disponible indica las empresas que accedieron a las ayudas públicas. Sin embargo, desconocemos las empresas que se presentaron a las convocatorias públicas y no consiguieron sus objetivos. Hay pocos trabajos que abordan las empresas que concurren y los resultados que obtienen en las distintas convocatorias, así como el perfil de las empresas implicadas, la tasa de éxito, las características de los proyectos presentados y los criterios que siguen las comisiones técnicas de las agencias responsables (para las convocatorias InnoEmpresa comprendidas entre 2007 y 2010 de la agencia catalana de fomento de la innovación, ACCIÓ, véase Segarra y Teruel, 2016).

las inversiones en I+D. Para corregir los problemas de selección muestral realizamos nuestras estimaciones a través de un modelo de selección en dos etapas de Heckman (1976). A través de nuestro modelo de dos etapas, abordamos qué determina que una empresa pueda acceder a una ayuda pública, además de los efectos de las ayudas públicas sobre las decisiones de inversión en I+D de las empresas catalanas.

En el apartado siguiente aplicamos este modelo de selección muestral distinguiendo entre los tres instrumentos abordados en este estudio —subvenciones, préstamos y créditos fiscales—. Además, con objeto de explorar en qué medida las ayudas públicas afectan a los diferentes componentes del gasto, distinguimos entre las inversiones vinculadas a la I+D interna y el resto de gastos vinculados a la innovación⁹. Adoptando este criterio, pretendemos diferenciar entre aquellas actividades en las cuales la empresa asume unos niveles de riesgo elevados y aquellas que al estar vinculadas a la compra externa de tecnología y situarse, en general, más próximas al mercado reportan unos niveles menores de riesgo. Por último, las estimaciones empíricas se han llevado a cabo para tres agrupaciones sectoriales: la totalidad de la muestra (sin distinción entre manufacturas y servicios), las manufacturas industriales y los servicios.

5. Resultados

La Tabla 4 presenta los resultados obtenidos para el conjunto de empresas potencialmente innovadoras, mientras que las Tablas 5 y 6 presentan los resultados obtenidos para las manufacturas y los servicios.

En las convocatorias de subvenciones a la I+D observamos que la cooperación en proyectos de I+D y la localización en un parque científico o tecnológico afectan positivamente a la probabilidad de acceder a las ayudas, mientras que la pertenencia a un grupo corporativo reduce la probabilidad de que la empresa acceda a este instrumento. Con respecto a los préstamos blandos, las empresas que sufren restricciones financieras internas o participan en proyectos cooperativos de I+D son más proclives a beneficiarse de estos instrumentos¹⁰. Por último, con respecto a las desgravaciones

⁹ El apartado B.6 del cuestionario incluye los gastos en actividades de I+D interna y se distribuye en dos subapartados. En el primero se incluyen los gastos corrientes (retribuciones a investigadores, técnicos y auxiliares) y la contratación de consultoría externa destinada a la realización de actividades de I+D interna, y en el segundo, los gastos de capital en I+D (equipos e instrumentos, terrenos y edificios, y adquisición de software específico para I+D). Por otra parte, el apartado D.1 incluye los gastos relacionados con las actividades de innovación tecnológica y cuenta con 7 subapartados. Los gastos de I+D interna de la empresa se incluyen en «Gastos en I+D interna», mientras que el resto de subapartados (B, la adquisición de I+D externa; C, la adquisición de maquinaria, equipos y hardware o software; D, la compra de otros conocimientos externos para innovación; E, los gastos relacionados con la formación para actividades de innovación; F, los gastos derivados de la introducción de innovaciones en el mercado, y K, los gastos de diseño u otros preparativos para producción o distribución) se incluyen en «Otros gastos de innovación».

¹⁰ En general, la evidencia empírica determina que las empresas que sufren restricciones financieras suelen participar en mayor medida en las convocatorias correspondientes a las subvenciones y los préstamos destinados al fomento de la I+D (Blanes y Busom, 2004). En nuestro caso, solo hemos observado que las empresas que sufren restricciones financieras internas participan con más intensidad en el acceso a los préstamos blandos.

Tabla 4. Efectividad de las ayudas públicas a las inversiones en I+D+i en las empresas catalanas (total)

Variables	Impacto de las subvenciones		Impacto de los préstamos		Impacto de las desgravaciones fiscales	
	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación
Edad (log)	-0,1941* (0,159)	-0,1766 (0,115)	-0,1909 (0,198)	-0,0324 (0,136)	0,1077 (0,159)	0,02065 (0,113)
Trabajadores (log)	-0,1984** (0,089)	-0,1146* (0,064)	-0,1359 (0,122)	-0,0439 (0,084)	-0,3026*** (0,088)	-0,1468** (0,063)
Intensidad exportadora (log)	0,4858* (0,267)	0,4611** (0,193)	-0,2962 (0,316)	-0,3098 (0,217)	0,2566 (0,255)	-0,0622 (0,182)
Sectores de alta intensidad tecnológica	1,7442*** (0,268)	0,9924*** (0,194)	1,0361*** (0,311)	0,4335** (0,213)	0,7593*** (0,227)	0,7708*** (0,162)
Parque	0,4028 (0,388)	0,3002 (0,279)	0,5469 (0,508)	0,4016 (0,349)	0,7405 (0,549)	0,0641 (0,392)
Coopera en I+D	0,6834*** (0,261)	0,1553 (0,189)	1,0485*** (0,298)	0,5606*** (0,204)	0,7198*** (0,219)	0,5963*** (0,156)
Barreras financieras internas	0,3667 (0,342)	0,3304 (0,247)	0,1874 (0,412)	0,1499 (0,283)	-0,0204 (0,290)	-0,0417 (0,207)
Barreras financieras externas	0,1175 (0,354)	-0,2675 (0,256)	-0,1736 (0,410)	-0,1035 (0,281)	0,9689*** (0,296)	0,3883* (0,212)
Elevados costes de los proyectos	-0,5912** (0,274)	-0,4767** (0,198)	-0,3007 (0,346)	-0,1984 (0,238)	-0,5828** (0,252)	-0,3187* (0,180)
Subvenciones por trabajadores (log)	0,3172*** (0,078)	0,3299*** (0,057)				
Préstamos por trabajador (log)			0,3005** (0,122)	0,4838*** (0,084)		
Desgravaciones por trabajador (log)					0,5653*** (0,077)	0,4690*** (0,055)
Constante	6,2792*** (0,861)	7,4514*** (0,624)	6,6705*** (-1,383)	5,807*** (0,948)	3,8630*** (0,925)	5,3203*** (0,662)
Probabilidad de acceder a una ayuda						
Edad (log)	-0,1049 (0,078)		-0,0716 (0,079)		0,2058*** (0,069)	
Trabajadores (log)	-0,0402 (0,043)		-0,1159*** (0,044)		0,1061*** (0,038)	
Intensidad exportadora (log)	-0,1053 (0,122)		0,0346 (0,124)		0,1130 (0,102)	
Sectores de alta intensidad tecnológica	0,6210* (0,390)		0,5965 (0,610)		-0,6456* (0,413)	

Tabla 4. (cont.)

Variables	Impacto de las subvenciones		Impacto de los préstamos		Impacto de las desgravaciones fiscales	
	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación
Parque	0,6085*** (0,233)		-0,0939 (0,226)		-0,4903** (0,246)	
Coopera en I+D	0,4331*** (0,103)		0,1723* (0,105)		-0,4570*** (0,092)	
Barreras financieras internas	0,0271 (0,147)		0,2459* (0,150)		-0,1075 (0,121)	
Barreras financieras externas	0,0612 (0,149)		0,1161 (0,150)		-0,1728 (0,121)	
Elevados costes de los proyectos	-0,0963 (0,124)		0,0711 (0,126)		0,0505 (0,103)	
Otros instrumentos	1,9119*** (0,093)		1,6522*** (0,085)		1,8937*** (0,076)	
Pertenencia a un grupo	-0,2623** (0,119)		-0,1284 (0,119)		0,2397** (0,098)	
Constante	-1,6856*** (0,438)		-3,5462*** (0,684)		-3,4346*** (0,460)	
Efectos fijos sectoriales	sí		sí		sí	
Pseudo R ²	0,6297		0,5602		0,5812	
lambda	-1,077*** (0,224)	-0,655*** (0,163)	-0,765*** (0,240)	-0,606*** (0,165)	-1,324*** (0,254)	-0,888*** (0,182)
Chi2 p Chi2	148,36 0,0000	148,34 0,0000	73,33 0,0000	104,39 0,0000	154,55 0,0000	176,54 0,0000
Observaciones	2.378		2.378		2.378	
Observaciones censuradas	1.962		2.074		1.779	

En paréntesis *standard errors*, *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

fiscales, los factores que inciden sobre la probabilidad de acceder a estas ayudas se diferencian de aquellos que determinan el acceso a las subvenciones y los préstamos. En este sentido, el tamaño, la edad y la pertenencia a sectores de baja intensidad tecnológica están directamente relacionados con la probabilidad de desgravar las inversiones de I+D, mientras que la cooperación en proyectos de I+D o ubicación en un parque científico presentan, al contrario que en los dos casos anteriores, una relación negativa y significativa.

Por último, cabe destacar que la participación en las convocatorias públicas de ayudas a la I+D está sujeta a unas dinámicas de aprendizaje considerables y presenta una gran persistencia temporal. Además, tal como ponen de relieve nuestros resulta-

Tabla 5. Efectividad de las ayudas públicas a las inversiones en I+D+i en las empresas catalanas (manufacturas)

Variables	Impacto de las subvenciones		Impacto de los préstamos		Impacto de las desgravaciones fiscales	
	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación
Edad (log)	-0,156 (0,229)	-0,211 (0,163)	-0,110 (0,264)	-0,023 (0,178)	0,125 (0,183)	-0,024 (0,134)
Trabajadores (log)	-0,306** (0,144)	-0,0896 (0,103)	-0,0923 (0,167)	0,0936 (0,112)	-0,187* (0,104)	-0,113 (0,077)
Intensidad exportadora (log)	0,864** (0,413)	0,744** (0,295)	-0,317 (0,489)	-0,631* (0,329)	0,124 (0,306)	0,026 (0,225)
Sectores de alta intensidad tecnológica	1,967*** (0,340)	1,076*** (0,243)	0,867** (0,375)	0,398 (0,252)	0,618** (0,245)	0,690*** (0,180)
Parque	0,499 (0,809)	0,423 (0,575)	0,204 (-1,094)	0,113 (0,737)	0,732 (0,840)	0,214 (0,618)
Coopera en I+D	1,086*** (0,351)	0,135 (0,250)	1,058*** (0,386)	0,486* (0,260)	0,680*** (0,237)	0,504*** (0,174)
Barreras financieras internas	0,322 (0,456)	0,382 (0,325)	0,495 (0,549)	0,162 (0,370)	0,137 (0,315)	-0,176 (0,232)
Barreras financieras externas	0,062 (0,471)	-0,374 (0,336)	-0,449 (0,528)	-0,051 (0,356)	0,589* (0,318)	0,393* (0,234)
Elevados costes de los proyectos	-0,634 (0,392)	-0,573** (0,147)	-0,135 (0,483)	0,017 (0,325)	-0,554** (0,277)	-0,220 (0,204)
Subvenciones por trabajadores (log)	0,197* (0,119)	0,235*** (0,085)				
Préstamos por trabajador (log)			0,157 (0,168)	0,445*** (0,113)		
Desgravaciones por trabajador (log)					0,509*** (0,086)	0,467*** (0,063)
Constante	6,683*** (-1,321)	7,758*** (0,945)	7,301*** (-1,860)	5,693*** (-1,249)	4,020*** (-1,039)	5,401*** (0,764)
Probabilidad de acceder a una ayuda						
Edad (log)	-0,0933 (0,094)		-0,00153 (0,091)		0,166** (0,082)	
Trabajadores (log)	-0,0631 (0,057)		-0,111** (0,055)		0,106** (0,049)	
Intensidad exportadora (log)	-0,216 (0,142)		0,0619 (0,143)		0,150 (0,119)	
Sectores de alta intensidad tecnológica	-0,183 (0,675)		0,528 (0,641)		-0,218 (0,621)	
Parque	1,050*** (0,375)		-0,209 (0,391)		-0,756* (0,409)	

Tabla 5. (cont.)

Variables	Impacto de las subvenciones		Impacto de los préstamos		Impacto de las desgravaciones fiscales	
	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación
Coopera en I+D	0,322*** (0,119)		0,132 (0,118)		-0,361*** (0,105)	
Barreras financieras internas	-0,002 (0,170)		0,273 (0,166)		-0,200 (0,140)	
Barreras financieras externas	-0,040 (0,172)		0,069 (0,167)		-0,025 (0,139)	
Elevados costes de los proyectos	-0,095 (0,147)		0,064 (0,144)		0,057 (0,120)	
Otros instrumentos	1,918*** (0,110)		1,536*** (0,091)		2,024*** (0,090)	
Pertenencia a un grupo	-0,220 (0,143)		-0,153 (0,137)		0,190* (0,114)	
Constante	-2,005*** (0,560)		-2,565*** (0,573)		-3,225*** (0,546)	
Efectos fijos sectoriales	sí		sí		Sí	
Pseudo R ²	0,5942	0,5942	0,5095	0,5095	0,5977	0,5977
lambda	-1,107 (0,296)	-0,583 (0,212)	-0,7082 (0,2083)	-0,9101 (0,3100)	-1,432*** (0,308)	-1,089*** (0,227)
Chi2 p Chi2	72,52 0,0000	55,87 0,0000	31,22 0,0005	20,22 0,0273	80,68 0,0000	115,68 0,0000
Observaciones	1.764	1.764	1.764	1.764	1.764	1.764
Observaciones Censuradas	1.499	1.499	1.553	1.553	1.261	1.261

En paréntesis *standard errors*. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

dos, las empresas que acceden a un instrumento determinado concurren con mayor intensidad al resto de convocatorias y tienen mayores probabilidades para beneficiarse del resto de instrumentos.

Los estudios realizados por Busom *et al.* (2017) relativos a las subvenciones en I+D y los créditos fiscales destacan la gran persistencia observada entre las empresas españolas en estas convocatorias públicas, mientras que nuestros resultados ponen de relieve la relevancia de las experiencias de naturaleza transversal. Sin embargo, desde una perspectiva teórica cabe moderar estas afirmaciones. En efecto, la experiencia de la empresa a la hora de conseguir las ayudas públicas puede favorecer sus inversiones en I+D, pero también puede provocar un efecto *crowding-out* que compense, parcialmente, los efectos positivos de su historia a la hora de conseguir subsidios y realizar desgravaciones fiscales (Aschhoff, 2009).

Tabla 6. Efectividad de las ayudas públicas a las inversiones en I+D+i en las empresas catalanas (servicios)

Variables	Impacto de las subvenciones		Impacto de los préstamos		Impacto de las desgravaciones fiscales	
	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación
Edad (log)	-0,181 (0,187)	-0,140 (0,145)	-0,246 (0,307)	0,037 (0,230)	0,474 (0,397)	0,676*** (0,245)
Trabajadores (log)	-0,135 (0,085)	-0,157** (0,066)	-0,113 (0,160)	-0,201* (0,120)	-0,514*** (0,182)	-0,359*** (1210,112)
Intensidad exportadora (log)	0,076 (0,308)	0,099 (0,238)	-0,403 (0,392)	-0,187 (0,294)	0,490 (0,628)	0,091 (0,387)
Sectores de alta intensidad tecnológica	-0,179 (0,472)	-0,120 (0,364)	1,796*** (0,564)	0,900** (0,423)	1,190 (0,763)	1,325*** (0,470)
Parque	0,252 (0,325)	0,131 (0,251)	0,547 (0,455)	0,374 (0,341)	0,542 (0,733)	-0,214 (0,451)
Coopera en I+D	-0,420 (0,323)	-0,048 (0,250)	0,668* (0,403)	0,568* (0,302)	0,722 (0,544)	0,869*** (0,335)
Barreras financieras internas	0,107 (0,446)	0,047 (0,344)	-0,115 (0,575)	0,407 (0,431)	-0,947 (0,771)	0,931* (0,475)
Barreras financieras externas	0,661 (0,452)	0,309 (0,349)	0,341 (0,571)	-0,308 (0,428)	2,928*** (0,792)	-0,029 (0,488)
Elevados costes de los proyectos	-0,463 (0,303)	-0,255 (0,234)	-0,628 (0,411)	-0,529* (0,308)	-0,806 (0,594)	-0,537 (0,366)
Subvenciones por trabajadores (log)	0,544*** (0,084)	0,509*** (0,065)				
Préstamos por trabajador (log)			0,452*** (0,149)	0,502*** (0,112)		
Desgravaciones por trabajador (log)					0,794*** (0,167)	0,498*** (0,103)
Constante	6,932*** (0,955)	7,275*** (0,738)	5,049*** (-1,732)	5,621*** (-1,296)	1,160 (-2,221)	3,335** (-1,370)
Probabilidad de acceder a una ayuda						
Edad (log)	-0,103 (0,147)		-0,398** (0,186)		0,221* (0,134)	
Trabajadores (log)	-0,035 (0,070)		-0,127 (0,089)		0,105* (0,061)	
Intensidad exportadora (log)	0,231 (0,242)		-0,062 (0,284)		-0,018 (0,218)	
Sectores de alta intensidad tecnológica	0,909 (0,555)		4,718 (12,99)		-0,461 (0,523)	
Parque	0,392 (0,318)		0,0012 (0,319)		-0,274 (0,292)	

Tabla 6. (cont.)

Variables	Impacto de las subvenciones		Impacto de los préstamos		Impacto de las desgravaciones fiscales	
	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación	I+D interna	Otros gastos innovación
Coopera en I+D	0,696*** (0,216)		0,452* (0,258)		-0,724*** (0,202)	
Barreras financieras internas	0,161 (0,309)		0,0308 (0,372)		0,176 (0,258)	
Barreras financieras externas	0,333 (0,307)		0,279 (0,370)		-0,574** (0,263)	
Elevados costes de los proyectos	-0,105 (0,243)		0,223 (0,284)		-0,021 (0,208)	
Otros instrumentos	1,946*** (0,185)		2,341*** (0,264)		1,588*** (0,147)	
Pertenencia a un grupo	-0,393* (0,235)		0,112 (0,265)		0,406** (0,200)	
Constante	-2,464*** (0,676)		-8,407 (13,00)		-2,959*** (0,622)	
Efectos fijos sectoriales	si		si		si	
Pseudo R ²	0,7119		0,7156		0,5251	
lambda	-1,143*** (0,310)	-0,879*** (0,239)	-0,306 (0,351)	-0,383 (0,261)	-0,885* (0,496)	-0,472 (0,306)
Chi2 p Chi2	85,11 0,0000	122,53 0,0000	83,34 0,0000	110,55 0,0000	105,12 0,0000	92,31 0,0000
Observaciones	614	614	614	614	614	614
Observaciones censuradas	463	463	521	521	518	518

En paréntesis *standard errors*, *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Los tres instrumentos públicos de fomento de la I+D afectan favorablemente a la conducta de las empresas catalanas¹¹. Sin embargo, encontramos algunas diferencias significativas entre los tres. Las subvenciones públicas afectan por igual a la I+D interna y al resto de gastos de innovación, los préstamos blandos inciden principalmente en las actividades de menor riesgo situadas más cerca del mercado y, por último, los créditos fiscales presentan un impacto superior al registrado por las subvenciones y los préstamos blandos y, además, afectan más a las inversiones en I+D interna. No obstante, estos resultados pueden estar condicionados por la normativa y los criterios

¹¹ Nuestros resultados están en línea con los obtenidos por Afcha y López (2014) para una muestra de empresas manufactureras procedente de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales durante el periodo 1991-2008. Estos autores indican que las subvenciones públicas a la I+D son complementarias a las inversiones privadas, especialmente en aquellas empresas que invierten simultáneamente en I+D interna y externa.

de aplicación de cada instrumento. Las subvenciones suelen orientarse hacia empresas pequeñas y proyectos de innovación, mientras que los créditos fiscales presentan un sesgo que beneficia a las empresas grandes que llevan a cabo actividades de I+D.

En definitiva, los resultados obtenidos ponen de relieve dos aspectos de gran interés. Por un lado, no se ha encontrado evidencia de que las ayudas públicas desplacen o sustituyan a las inversiones privadas, ya que estos programas potencian las inversiones en I+D entre las empresas beneficiarias. Estos resultados están en línea con el grueso de la literatura que se ocupa del tema, ya que no se ha encontrado ninguna evidencia empírica de algún efecto de desplazamiento o *crowding-out* parcial o completo. Por otro lado, nuestros resultados indican que las ayudas públicas no son neutrales a la composición de las inversiones en I+D realizadas por las empresas catalanas. Los créditos fiscales, un instrumento que adquiere un creciente protagonismo en el sistema de fomento de la I+D de nuestro país, afectan con mayor intensidad a los gastos en I+D interna. En cambio, los créditos blandos inciden en mayor medida sobre los gastos en desarrollo tecnológico e innovación.

Finalmente, cuando distinguimos entre las manufacturas —1.764 empresas— y los servicios —614 empresas— emergen algunas pautas sectoriales que conviene resaltar. En primer lugar, cabe destacar que el impacto de los instrumentos públicos es superior entre las empresas del sector servicios. Los instrumentos públicos inciden más en la conducta innovadora de las empresas de servicios, sobre todo de aquellas que acceden a los créditos fiscales. En cuanto a la composición del gasto en I+D, cabe destacar que las ayudas públicas afectan en mayor medida a las inversiones en I+D interna que llevan a cabo las empresas de servicios, mientras que su impacto entre las empresas manufactureras es más moderado.

6. Conclusiones

En los últimos años, el interés por evaluar las actuaciones públicas que tienen como objetivo incentivar la inversión empresarial en I+D ha crecido considerablemente. La complejidad del campo de intervención de las agencias gubernamentales junto con las dificultades que encuentran a la hora de distinguir cuáles son las empresas con mayor potencial innovador aconsejan llevar a cabo estudios que aborden *ex ante* y *ex post* el rendimiento de las políticas públicas de fomento de la I+D privada. En la actualidad, una amplia literatura ha profundizado en los efectos de estas políticas públicas en el marco de la economía española (Blanes y Busom, 2004; Callejón y García-Quevedo, 2005; Huergo y Trenado, 2008, 2010). Estos trabajos han analizado, por un lado, los criterios utilizados por las agencias públicas al seleccionar a las empresas beneficiarias de los diferentes tipos de instrumentos de fomento de la I+D y, por otro, los efectos de tales ayudas sobre la conducta y las decisiones adoptadas por las empresas beneficiarias.

Para abordar los impactos de las ayudas públicas a la I+D en la conducta de las empresas innovadoras, en este trabajo hemos utilizado los datos de aquellas empresas con sede social en Cataluña que respondieron el cuestionario de la Encuesta sobre

Innovación en las Empresas del año 2012. La información disponible es exhaustiva y comprende tanto variables relacionadas con las inversiones en I+D e innovación realizadas por las empresas como el importe percibido por las empresas beneficiarias de subvenciones, préstamos y desgravaciones fiscales.

Podemos sintetizar los principales resultados obtenidos en cuatro puntos. En primer lugar, hay que resaltar que una serie de características individuales de las empresas catalanas afectan a la probabilidad de que una empresa acceda a un determinado instrumento de fomento de la innovación. La dimensión y la edad de la empresa, la ubicación en un parque científico y la participación en proyectos de cooperación en I+D afectan favorablemente a la capacidad de la empresa innovadora catalana para beneficiarse de las políticas públicas de fomento de la I+D.

En segundo lugar, las ayudas públicas percibidas por las empresas catalanas a través de los tres instrumentos —subvenciones, préstamos y desgravaciones— tienen un efecto aditivo sobre los gastos en I+D, siendo estos efectos mayores entre las actividades de desarrollo tecnológico e innovación más próximas al mercado que entre las inversiones en I+D interna. Según estos resultados, no hay una evidencia de que las ayudas públicas desplacen o sustituyan las inversiones privadas.

En tercer lugar, las ayudas públicas no son neutrales sobre la composición de las inversiones en I+D que efectúan las empresas innovadoras catalanas. Si bien las subvenciones públicas afectan por igual a los gastos en I+D interna y al resto de gastos relacionados con la innovación, los préstamos blandos afectan en mayor medida a los gastos más próximos al mercado, mientras que las empresas beneficiarias de los créditos fiscales incrementan en mayor medida sus inversiones en I+D interna.

Por último, el impacto de las ayudas es superior en las empresas pertenecientes al sector servicios que en las manufacturas. Entre las primeras, las subvenciones no retornables y los préstamos blandos provocan un efecto aditivo positivo en los gastos en I+D interna y el resto de gastos vinculados con la innovación, mientras que los créditos fiscales presentan un mayor efecto aditivo en las inversiones en I+D interna. Por su parte, entre las empresas manufactureras el impacto aditivo incide con más intensidad en las actividades más cercanas al mercado y tiene un impacto más moderado en la inversión en I+D interna, a excepción de los créditos fiscales que alcanzan un impacto aditivo considerable en los dos epígrafes.

7. Bibliografía

- Aerts, K., Czarnitzki, D., y Fier, A. (2007): «Evaluación econométrica de las políticas públicas de I+D: situación actual», en Heijs, J., y Buesa, M. (eds.), *La cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*, 79-104, Madrid, Instituto de Estudios Fiscales.
- Afcha, S., y López, G. (2014): «Public funding of R&D and its effect on the composition of business R&D expenditure», *BRQ Business Research Quarterly*, 17(1), 22-30.
- Almus, M., y Czarnitzki, D. (2003): «The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of Eastern Germany», *Journal of Business and Economic Statistics*, 21 (2), 226-236.

- Aristei, D., Sterlacchini, A., y Venturini, F. (2016): «Effectiveness of R&D subsidies during the crisis: firm-level evidence across EU countries», *Economics of Innovation and New Technology*, doi: 10.1080/10438599.2016.1249543.
- Arqué-Castells, P. (2013) «Persistence in R&D Performance and its Implications for the Granting of Subsidies», *Review Industrial Organization*, 43(3), 193-220.
- Arqué-Castells, P., y Mohnen, P. (2015): «Sunk costs, extensive R&D subsidies and permanent inducement effects», *The Journal of Industrial Economics*, 63(3), 458-494.
- Arrow, K. J. (1962): «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention», en Nelson, R. (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, 609-625, Princeton, Princeton University Press.
- Aschhoff, B. (2009): «The effect of subsidies on R&D investment and success: do subsidy history and size matter?», *ZEW Discussion Papers*, No 09-032.
- Bérubé, Ch., y Mohnen, P. (2007): «Are Firms That Received R&D Subsidies More Innovative?», *UNU-Merit Working Paper Series*, No. 2007-015.
- Blanes, J. V., y Busom, I. (2004): «Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms'», *Research Policy*, 33 (10), 1459-1476.
- Blank, D. M., y Stigler, G. J. (1957): *The demand and supply of scientific personnel*, New York, National Bureau of Economic Research.
- Busom, I. (2000): «An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies», *Economic Innovation and New Technology*, 9 (2), 111-148.
- Busom, I., Corchuelo, B., y Martínez-Ros, E. (2014): «Tax incentives... or subsidies for business R&D?», *Small Business Economics*, 43(3), 571-596.
- (2017): «Participation Inertia in R&D Tax Incentive and Subsidy Programs», *Small Business Economics*, 48(1), 153-177.
- Callejón, M., y García-Quevedo, J. (2005): «Public subsidies to business R&D: do they stimulate private expenditures?», *Environment and Planning C: Government and Policy*, 23(2), 279-293.
- Capron, H., y van Pottelsberghe de la Potterie, B. (1997): «Public Support to Business R&D: A Survey and Some New Quantitative Evidence», en OECD (ed.), *Policy Evaluation in Innovation and Technology: Towards Best Practices*, 171-188, Paris, OECD.
- Carvalho, A., y Corchuelo, B. (2013): «A comparative analysis of business R&D policy in Spain and Portugal», *Economics and Business Letters*, 2 (3), 116-127.
- Clausen, T. H. (2009): «Do subsidies have positive impacts on R&D and innovation activities at the firm level?», *Structural Change and Economic Dynamics*, 20 (4), 239-253.
- Corchuelo, B., y Martínez-Ros, E. (2010): «Who benefits from R&D tax policy?», *Cuadernos de Economía y Dirección de Empresa*, 13 (45), 145-170.
- Crépon, B., Duguet, E., y Mairesse, J. (1998): «Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level», *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115-58.
- Czarnitzki, D., y Fier, A. (2002): «Substitutive or complementary? Innovation subsidies in the German service sector», *Applied Economics Quarterly*, 48(1), 1-25.
- Czarnitzki, D., y Licht, G. (2005): «Additionality of public R&D grants in a transition economy: The case of Eastern Germany», *The Economics of Transition*, 14(1), 101-131.
- Czarnitzki, D., Hanel, P., y Rosa, J. M. (2011): «Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconomic study on Canadian firms», *Research Policy*, 40(2), 217-229.
- David, P., y Hall, B. (2000): «Heart of darkness: modeling public private funding interactions inside the R&D black box, WP 7538», *National Bureau for Economic Research*, Cambridge, MA.
- David, P., Hall, B. H., y Toole, A. A. (2000): «Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence», *Research Policy*, 29(4-5), 497-529.

- Duguet, E. (2010): «The Effect of the R&D Tax Credit on the Private Funding of R&D: An Econometric Evaluation on French Firm Level Data», *SSRN Electronic Journal*.
- Dumont, M., Spithoven, A., y Teirlinck, P. (2016): «Public Support for R&D and the Educational Mix of R&D Employees», *Economic Studies*, 62 (3), 426-452.
- Fölster, S., y Tropimow, G. (1996): «Do Subsidies to R&D Actually Stimulate R&D Investment?», *The Industrial Institute of Economic and Social Research*, Stockholm.
- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., y Vermeersch, C. M. (2011): *Impact Evaluation in Practice*, Washington, The World Bank.
- González, X., Jaumandreu, J., y Pazó, C. (2005): «Barriers to innovation and subsidy effectiveness», *Rand Journal of Economics*, 36(4), 930-950.
- González, X., y Pazó, C. (2008): «Do public subsidies stimulate private R&D spending?», *Research Policy*, 37(3), 371-389.
- Heckman, J. J. (1976): «The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models», *Annals of Economics and Social Measurement*, 5(4), 475-492.
- (1979): «Sample selection bias as a specification error», *Econometrica*, 4(7), 153-162.
- Huergo, E., y Trenado, M. (2008): «The application for and awarding of soft credits: The Spanish firm and CDTI loans for R&D projects'», *Working paper*, núm. 6, Madrid, CDTI.
- (2010): «The application for and the awarding of low-interest credits to finance R&D projects», *Review of Industrial Organization*, vol. 37(3), 237-259.
- Huergo, E., Trenado, M., y Ubierna, A. (2017): «The impact of public support on firm propensity to engage in R&D: Spanish experience», *Technological Forecasting & Social Change* 113, 206-219.
- 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(6), 729-747.
- Köhler, C., Laredo, P., y Rammer, C. (2012): «The Impact and Effectiveness of Fiscal Incentives for R&D», *NESTA Working Paper 12 (01)*, London, NESTA.
- Le, T., y Jaffe, A. B. (2017): «The impact of R&D subsidy on innovation: evidence from New Zealand firms», *Economics of Innovation and New Technology*, 26 (5), 429-452.
- Levin, R. C., y Reiss P. C. (1984): «Tests of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure», en Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, University of Chicago Press.
- Lichtenberg, F. (1987): «The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-assessment», *The Journal of Industrial Economics*, 36 (1), 97-104.
- Lokshin, B., y Mohnen, P. (2012): «How Effective Are Level-based R&D Tax Credits? Evidence from the Netherlands», *Applied Economics*, 44 (12), 1527-1538.
- Mairesse, J., y Mohnen, P. (2004): «The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data», *The Journal of Technology Transfer*, 30 (1-2), 183-197.
- Marra, A. (2008): «The effects of fiscal incentives and public subsidies on private R&D investment», *Hacienda Pública Española*, 184 (1), 35-66.
- Martin, B. R. (2016): «R&D policy instruments - a critical review of what we do and don't know», *Industry and Innovation*, 23 (2), 157-176.
- Mazzucato, M. (2013): *The Entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths*, London, Anthem.
- Mohnen, P. (2013): «R&D tax incentive», *Policy Brief* 2013 no. 25, i4g (Innovation for Growth), European Commission.
- Nelson, R. (1959): «The Simple Economics of Basic Scientific Research», *Journal of Political Economy*, 67(3), 297-306.
- Romero-Jordán, D., Delgado-Rodríguez, M. J., Álvarez-Ayuso, I., y Lucas-Santos, S. (2014): «Assessment of the public tools used to promote R&D investment in Spanish SMEs», *Small Business Economics*, 43(4), 959-976.

- Rye, M. (2002): «Evaluating the Impact of Public Support on Commercial Research and Development Projects. Are Verbal Reports of Additionality Reliable?», *Evaluation*, 8(2), 227-248.
- Scott J. T. (1984): «Firm Versus Industry Variability in R&D», en Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patents and Productivity*, pp. 233-245, Chicago, The University of Chicago Press, National Bureau of Economic Research.
- Schumpeter, J. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York, Harper and Row.
- Segarra-Blasco, A., y Teruel, M. (2016): «Application and success of R&D subsidies: what is the role of firm age?», *Industry and Innovation*, 23(8), 713-733.
- Shane, S. A. (2009): «Why encouraging more people to become entrepreneurs is bad public policy», *Small Business Economics*, 33(2), 141-149.
- Wolff, G. B., y Reinthaler, V. (2008): «The effectiveness of subsidies revisited: Accounting for wage and employment effects in business R&D», *Research Policy*, 37(8), 1403-1412.
- Zúñiga-Vicente, J. A., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F. J., y Galán, J. I. (2014): «Assessing the Effect of Public Subsidies on Firm R&D Investment: A Survey», *Journal of Economic Surveys*, 28(1), 36-67.

Tabla A-1. Definición de las variables utilizadas en el estudio

Nombre	Definición.
Edad	Años de la empresa desde su constitución.
Tamaño	Trabajadores de la empresa el año 2012.
Ventas	Ventas de la empresa el año 2012 .
Exportaciones	Porcentaje de exportaciones sobre total de ventas.
Tramos de tamaño	Variable categórica que adopta el valor 1 si la empresa tiene menos de 50 trabajadores, 2 si tiene entre 50 y 249 y 3 si tiene 250 o más trabajadores.
Tramos de edad	Variable categórica que adopta el valor 1 si la empresa tiene menos de 10 años desde su constitución, 2 si tiene entre 10 y 40 años, y 3 si tiene más de 40 años.
Cluster	Variable categórica que adopta el valor 1 si la empresa pertenece a un sector <i>high-tech</i> , 2 si es <i>low-tech</i> , 3 si es una rama de servicios KIS, y 4 si pertenece a otros servicios.
Pertenencia a un grupo	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo, 0 en caso contrario.
Parque	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa está ubicada en un parque científico o tecnológico, 0 en caso contrario.
Tasa de variación ventas	Tasa de variación de las ventas de la empresa ($\Delta x_t = [\log(V_t) - \log(V_{t-2})]/2$).
Tasa de variación trabajadores	Tasa de variación de los trabajadores de la empresa ($\Delta x_t = [\log(L_t) - \log(L_{t-2})]/2$).
Subvenciones	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa percibió subvenciones durante el período 2010-2012, 0 en caso contrario.
Préstamos	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa percibió préstamos blandos durante el período 2010-2012, 0 en caso contrario.
Desgravaciones	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa percibió desgravaciones fiscales durante el período 2010-2012, 0 en caso contrario.
Subvenciones por trabajador	Subvenciones a la innovación recibidas durante el ejercicio 2012 por trabajador (en €).
Préstamos por trabajador	Préstamos a la innovación recibidos durante el ejercicio 2012 por trabajador (en €).
Desgravaciones por trabajador	Desgravaciones fiscales de I+D realizadas por la empresa durante el periodo 2009-2011 por trabajador (en €).
Otros instrumentos	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa accede a otro tipo de ayudas, 0 en caso contrario.
Gastos en I+D interna por trabajador	Gastos en I+D interna por trabajador durante el ejercicio 2012 (€).

Tabla A-1. (cont.)

Otros gastos de innovación por trabajador	Otros gastos de innovación por trabajador durante el ejercicio 2012 (€).
Gastos totales de innovación por trabajador	Gastos totales de innovación por trabajador durante el ejercicio 2012 (€).
Coopera	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa coopera en proyectos de I+D con otros <i>partners</i> durante el periodo 2010-2012, 0 en caso contrario.
Productos nuevos para el mercado	Porcentaje de ventas de productos nuevos para el mercado sobre el total de las ventas obtenidas durante el periodo 2010-2012 (%).
Productos nuevos para la empresa	Porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa sobre el total de las ventas obtenidas durante el periodo 2010-2012 (%).
Barreras financieras internas	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa tuvo pocos fondos internos para la innovación durante el período 2010-2012, 0 en caso contrario.
Barreras financieras externas	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si la empresa tuvo restricciones en el acceso a fondos externos para la innovación durante el período 2010-2012, 0 en caso contrario.
Elevados costes de los proyectos	Variable <i>dummy</i> que adopta el valor 1 si el coste de los proyectos de innovación fue elevado durante el período 2010-2012, 0 en caso contrario.