

**DIFUSIÓN Y ADICIONALIDAD DE LAS AYUDAS PÚBLICAS
A LA INNOVACIÓN: UNA ESTIMACIÓN BASADA EN
“PROPENSITY SCORE MATCHING”**

LILIANA HERRERA Y JOOST HEIJS

Documento de trabajo, nº 41. Noviembre de 2003.



Edita: Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Campus de Somosaguas. 28223
Madrid.
Fax: 3942456
Tel: 3942456
e-mail: joost@ccee.ucm.es
Imprime: Servicio de Reprografía de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
UCM.

Este documento puede ser recuperado a través de INTERNET en las siguientes direcciones
This file is available via the INTERNET at the following addresses

<http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>

<http://netec.mcc.ac.uk/WoPEc.html>

**DIFUSIÓN Y ADICIONALIDAD DE LAS AYUDAS PÚBLICAS
A LA INNOVACIÓN: UNA ESTIMACIÓN BASADA EN
“PROPENSITY SCORE MATCHING”**

LILIANA HERRERA

*Área de Organización de Empresas
Departamento de Dirección y Economía de la Empresa
Universidad de León*

JOOST HEIJS

*Instituto de Análisis Industrial y Financiero y
Departamento de Economía Aplicada II
Universidad Complutense de Madrid*

RESUMEN

En este trabajo se evalúa el efecto de la política española de subsidios a la innovación sobre la intensidad en I+D de las empresas, teniendo en cuenta, subsidios procedentes de la Administración Central, de las Comunidades Autónomas y de otros organismos. La metodología empleada permite llegar a una solución próxima a la eliminación de dos grandes problemas metodológicos en la tarea de evaluación de la política: la no estimación del estado contrafactual (lo que hubiese ocurrido en ausencia de políticas) y el problema de endogeneidad derivado del proceso de distribución de las ayudas. Este proceso no es aleatorio y sigue criterios de selección que podrían afectar la efectividad de los programas. Nosotros usamos un enfoque no paramétrico denominado Propensity Score Matching con el fin de superar estos problemas. Los resultados rechazan un efecto de crowding out de los fondos públicos sobre los privados.

Palabras clave: Política de Innovación, Adicionalidad, Evaluación de la Política de Innovación.

In this study we analyse the impact of the subventions granted by the Spanish government to R&D activities on the R&D intensity of firms. We analyse simultaneously all the possible public support levels (decentralise, national and supranational support schemes). Our analysis attempts to deal with two of the methodological problems encountered during the evaluation of policy impacts: the non estimation of the “counter-factual” state (what would have happened without the public support) and the problem of endogeneity. The distribution of the support is non-random and generates selection problems at the moment of evaluating innovation policies. To solve these problems we use the non parametric approach of “Propensity Score Matching”. Our results in the Spanish case reject “crowding-out” effect of private funds by public funds.

Keywords: Innovation policy, additionality, crowding out, evaluation studies

1. Introducción¹

En este trabajo se evalúa el efecto de la política española de subsidios a la innovación sobre la intensidad en I+D de empresas pertenecientes al sector manufacturero. Los subsidios considerados proceden de la Administración Central, las Comunidades Autónomas y de otros organismos. La metodología empleada permite llegar a una situación próxima a la eliminación de dos grandes problemas metodológicos en el proceso de evaluación de la política. El primero tiene que ver con la no estimación del estado contrafactual (lo que hubiese ocurrido en ausencia de política), paso necesario para conocer el efecto de adicionalidad de la política y el segundo, esta relacionado con el problema de endogeneidad de la variable subsidio, que se deriva del proceso de distribución de las ayudas. El estatus de participación de una empresa en programas de apoyo a la innovación esta determinado por la decisión del Estado de otorgar la ayuda e implícitamente por la decisión de las empresas a participar. En consecuencia, la distribución de las ayudas no es aleatoria y esto podría afectar la efectividad de los programas.

En este trabajo se propone el uso de un enfoque no paramétrico denominado Propensity Score Matching (PMS) para el control de estos problemas y la estimación del efecto causal de la política de innovación en el caso español. A diferencia de otros estudios (Czarnitzki y Fier 2002; Almus y Czarnitzki, 2002; Czarnitzki y Fier 2002; Duguet E. 2003), aquí incluimos un conjunto más amplio de variables que afectan no solo el proceso de distribución de las ayudas, sino también, la intensidad en I+D de las empresas. Variables asociadas a las características de las empresas, su comportamiento estratégico e innovador y la situación del mercado son consideradas. Los datos empleados provienen de la encuesta sobre Estrategias Empresariales para el periodo 1998-2000. La muestra se compone de 645 empresas manufactureras de las cuales 248 han obtenido la ayuda estatal. Cada empresa subsidiada se empareja con una empresa del grupo de control (formado por empresas no subsidiadas) y se controlaron las diferencias observables entre los dos grupos de manera que la única diferencia que queda se produce por el efecto de la política.

A continuación se discute el propósito de la evaluación de la política de innovación y se define el concepto de adicionalidad. En la sección tres, se presenta la evidencia empírica relacionada, sus problemas metodológicos y se propone y describe el PMS y la estimación del efecto causal. En la sección cuatro se describen las variables empleadas y en la sección cinco los resultados de análisis empírico. Finalmente la sección seis recoge las conclusiones.

2.- Adicionalidad financiera y el aumento del bienestar social

Aunque la aportación de la política tecnológica al desarrollo económico y tecnológico de la empresa y de la economía en su conjunto ha sido analizada desde ya hace mucho tiempo, el estudio *del efecto neto de las ayudas sobre el desarrollo económico y el bienestar social*, y el

¹ Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de Liliانا Herrera Enríquez (ddelhe@unileon.es). Un primer borrador de los resultados empíricos basado en el Método de Propensity Score Matching ha sido presentado con anterioridad en un seminario de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de León. El trabajo incluye los resultados de una línea de investigación de Joost Heijs (Joost@ccee.ucm.es) iniciada durante el desarrollo de su tesis doctoral (Véase Heijs: 2000, 2001 y 2003).

análisis de los costes y beneficios de la intervención estatal en el campo de la innovación no tienen una trayectoria clara dentro de las ciencias económicas. No se han encontrado estudios que hayan analizado si existe un efecto neto positivo respecto al objetivo principal de la intervención pública, el crecimiento del bienestar social². La mayoría de los estudios de evaluación se han llevado a cabo a un nivel microeconómico, estudiando las empresas beneficiadas y los efectos dentro de las mismas sin tener en cuenta su impacto sobre otras empresas, sobre el sistema productivo y sobre el bienestar social (Meyer-Krahmer, 1989).

Teóricamente se podría argumentar que la evaluación de cualquier política tendría que concentrarse en el cumplimiento del objetivo principal, la mejora del bienestar social. Pero, como se comentará más adelante, en la realidad resulta difícil, más bien imposible, estudiar en qué medida la política pública cumple este objetivo. Una de las razones se debe a que no existe una teoría comprensiva del cambio tecnológico y del desarrollo económico que incluya el papel del Estado (Nelson y Winter, 1982; Nelson, 1984; Dosi y Freeman y Nelson, 1988) o un modelo macroeconómico que incorpore el papel de la política de innovación (Capron, 1993). Existen distintas perspectivas teóricas que podrían justificar la intervención estatal, pero ninguna de ellas ofrece soluciones concluyentes y unívocas sobre cómo diseñar una política adecuada y cómo evaluar las políticas aplicadas. Además, el diseño óptimo de las políticas depende de la estructura de mercado, de los patrones de innovación, del tipo de I+D, etc. que resultan ser distintos según sector o área tecnológica y, que además, son cambiantes en el tiempo.

Debido a estos problemas el tema de la adicionalidad tiene un papel central en los estudios de evaluación, aunque su conceptualización e importancia para la justificación de una política de innovación no siempre resulte muy clara. Georghiou (1994) define la adicionalidad como algo que se obtiene gracias a la intervención pública, que no existiría sin ella y que responde básicamente al efecto incentivador de la política pública. La adicionalidad, desde la perspectiva neoclásica, se genera porque las empresas maximizadoras de beneficios no tienen suficientes incentivos para innovar debido a los fallos de mercado. Desde la perspectiva evolucionista, la adicionalidad no se genera de forma automática y depende de la situación concreta. Adicionalmente este enfoque reconoce varias formas de adicionalidad. Ya que, el objetivo de nuestro trabajo es estimar la adicionalidad financiera, derivada de las ayudas recibidas por empresas españolas para la innovación, en términos cuantitativos no entramos en una discusión respecto a otras formas de adicionalidad que podrían justificar la intervención estatal en el campo de la innovación³.

Debido a los problemas teóricos y metodológicos mencionados, el papel del Estado solamente se puede interpretar a partir de un gran número de supuestos sobre la relación causa-efecto de la

² Un intento, más bien indirecto, al respecto lo ofrece el estudio de Mansfield (1977), que analiza la "tasa de retorno" privada y pública de 17 innovaciones. Su conclusión es que los beneficios para la economía en su conjunto son mucho mayores que los de la empresa en concreto. Esta conclusión apoyaría la justificación de la política tecnológica.

³ Un tema importante sería la conceptualización del término adicionalidad. Buiseret, Cameron y Georghiou manejan tres conceptos de adicionalidad: la adicionalidad financiera, la adicionalidad de los resultados -que serían los resultados tecnológicos del proyecto- y la adicionalidad del comportamiento, que implica cambios en la actitud investigadora de la empresa y mejoras, como el aprendizaje y la formación del personal investigador (Buiseret et al., 1995). Para una revisión de la literatura al respecto véase Heijs, 2001, 2003.

interacción entre las actividades públicas y privadas, y los estudios de evaluación justifican las actuaciones estatales mediante indicadores indirectos. En la práctica, muchos estudios que intentan analizar si la política de innovación aumenta el bienestar social suelen utilizar de forma implícita, un razonamiento como el que se presenta a continuación:

- 1.- Los gastos en I+D generan un efecto positivo y extraordinario sobre el crecimiento económico y el bienestar social.
- 2.- El apoyo estatal a la promoción tecnológica induce a un crecimiento adicional (adicionalidad financiera) de las inversiones en I+D por parte de las empresas privadas.
- 3.- Por consiguiente, el apoyo estatal tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico y el bienestar social.

Si se acepta que un mayor nivel de I+D, con sus efectos externos, implica un mayor crecimiento del bienestar social, se podría justificar la intervención estatal. Pero el cumplimiento de las dos primeras premisas no significa, de forma automática, que se cumpla la tercera y, por lo tanto, no queda claro si la intervención estaría justificada.

Sobre la primera premisa no cabe ninguna duda, muchos estudios han demostrado la importancia de la I+D y el progreso tecnológico para el desarrollo y los beneficios en las empresas (véanse, entre otros, los estudios de Mansfield, 1968; Griliches, 1984; Griliches y Lichtenberg, 1984); y para el crecimiento económico en general (véanse Soete y Turner y Patel, 1983; Fagerberg, 1994). Sin embargo, también existe un conjunto de estudios que indican que los gastos públicos en I+D generan un menor efecto que las inversiones privadas sobre el crecimiento económico. Respecto a la segunda premisa, los datos obtenidos en estudios empíricos no han sido del todo rotundos. Muchos estudios han analizado la adicionalidad financiera, pero solo unos cuantos han intentado cuantificar el aumento de los gastos en I+D. Los resultados no han sido del todo concluyentes y fiables. Para que se cumpla esta premisa, el apoyo tendría que ser adicional, en el sentido de que las actividades innovadoras generadas no habrían sido realizadas, de forma similar, sin la ayuda pública.

La tercera premisa sería la más difícil de comprobar porque implica mediciones con un trasfondo metodológico muy complejo. Su comprobación sólo sería factible mediante una cuantificación de los costes y beneficios totales, y se podrían dar resultados confusos. Incluso suponiendo que las dos primeras premisas sean verdad, el efecto del apoyo estatal sobre el crecimiento económico y el bienestar social podría ser positivo, negativo o neutral. Lo que implica que la adicionalidad financiera es una condición necesaria aunque no suficiente.

Cabe recordar que la adicionalidad se ha estudiado, hasta ahora, solamente desde la perspectiva de las empresas beneficiadas y no sobre el sistema productivo en su conjunto. Lo que se quiere subrayar aquí, es que no se puede derivar del estudio de la incidencia empresarial en el mercado un aumento del bienestar social, considerado éste como un indicador del éxito de un instrumento político, sin haber estudiado el impacto sobre el sistema productivo.

Teniendo en cuenta la imposibilidad para analizar el efecto neto de las ayudas sobre el bienestar social y consciente de las limitaciones derivadas de este problema, nosotros nos limitamos en este trabajo a una estimación de la adicionalidad financiera.

3. Medición de la adicionalidad financiera: resultados empíricos y problemas metodológicos.

3.1. El poder incentivador o la adicionalidad: resultados de estudios empíricos

El poder incentivador de las políticas de innovación está directamente relacionado con la pregunta de si las ayudas públicas generan a largo plazo unos gastos privados en I+D mayores que los que se podrían esperar sin las ayudas públicas. En esta parte se analizarán los estudios basados en modelos econométricos o macroeconómicos que miden la adicionalidad. Estos estudios analizan la relación entre la I+D pública y la I+D privada, suponiendo que éstos están relacionados de forma lineal y que esta relación se debe al efecto incentivador de la inversión pública en I+D. Los modelos econométricos que intentan medir tal efecto incentivador del apoyo público son abundantes pero, al mismo tiempo, poco concluyentes (véanse, entre otros, Blank y Stigler, 1957; Shrieves, 1978; Nadiri, 1980; Carmichael, 1981; Link, 1982; Levy y Terleckyj, 1981, 1983; Mansfield, 1984; Levin y Reiss, 1984; Scott, 1984; Switzer, 1985; Antonelli, 1989; Busom, 1992, Klette y Moen 1998, Diamond 1998).

Los estudios de Carmichael (1981), Griliches (1986), Lichtenberg (1987), Toivanen y Niinen (1998), Wallsten (2000)⁴, indican que la financiación pública no induce a un mayor gasto en I+D. Contrariamente, otros estudios encontraron, un efecto positivo de la I+D pública sobre los gastos privados en I+D (Griliches, 1979; Levy y Terleckyj, 1981, 1983; Mansfield, 1984; Scott, 1984; Switzer, 1985; Antonelli, 1989; Busom, 1992, Diamond 1998, Klette y Moen 1998; Busom, 2000; Fier y Czarnitzki^a (2002); Almus y Czarnitzky^a, 2003). Esta disparidad en los resultados, según algunos autores, puede atribuirse a las diferencias sectoriales, la estructura de mercado y el tipo de I+D de las empresas receptoras de la ayuda (Link, 1982; Levin y Reiss, 1984). A continuación presentaremos algunos de los estudios que matizan esta conclusión.

Link (1984), ha señalado que la financiación pública no solamente afecta a los gastos privados, sino también a la composición de los gastos según el tipo de I+D. El estudio de Griliches (1979) también apunta a la idea de que habría que tener en cuenta el tipo de I+D que ha sido promovido por las inversiones públicas. Este estudio indica que los fondos públicos están dirigidos hacia campos donde las empresas privadas invierten demasiado poco, como podrían ser campos donde la apropiabilidad es baja o los riesgos son altos. Si los fondos públicos y privados están dirigidos a campos distintos y éstos son complementarios, entonces también lo serán las inversiones públicas y privadas. En aquellos modelos donde se introduce los gastos en I+D como un solo agregado, se supone implícitamente que la influencia de todo tipo de gastos en I+D es similar (Griliches, 1979).

Lichtenberg (1987, 1988), en su modelo de regresión, analizó el efecto incentivador de la intervención pública, conceptualizando, por un lado, el Estado como promotor de la I+D y, por

⁴ La superíndice "a" indica los estudios basados en el Propensity Score Matching (véase también la Tabla 2)

otro lado, como usuario o cliente de productos con un alto nivel innovador. El estudio Lichtenberg (1988) destaca la relación entre el efecto incentivador y la forma de intervención estatal. Indica que los contratos asignados mediante concurso público tienen un impacto incentivador importante (independientemente del hecho que estos contratos impliquen I+D), mientras que los contratos asignados de forma directa implican una sustitución de gastos en I+D mediante fondos privados por financiación pública. Dos estudios que, en cierto modo, llegan a conclusiones muy parecidas son los de Levy y Terleckyj (1983) y Nelson y Langlois (1982). Estos autores han señalado que el apoyo a las empresas resulta ser muy efectivo si el Estado tiene un papel claro como futuro cliente, porque de esta forma es consciente de las necesidades e identifica de mejor forma los proyectos y sus objetivos, mientras la ausencia del Estado como futuro usuario implica una eficiencia menor. Este problema sería menor para la I+D básica, ya que la Administración puede contar con la opinión de expertos en la comunidad científica.

Por definición, la modelización implica una simplificación de una realidad compleja donde las relaciones causa-efecto no siempre resultan muy claras. Los modelos aquí analizados no suponen una excepción a esta idea general y sus especificaciones y variables son las fuentes más importantes de crítica respecto a ellos.

De la evidencia empírica podemos concluir:

- 1.- Gran parte de los estudios no tienen en cuenta la heterogeneidad de las empresas receptoras de la ayuda y en consecuencia, la efectividad de la ayuda puede verse afectada (Shrieves, 1978; Nadiri, 1980; Capron y Pottelsberghe, 1997).
- 2.- El aumento neto de las inversiones en I+D puede ser el resultado de la política de innovación o, reflejar una tendencia general del sistema productivo. No hay que olvidar que cada vez las más empresas consideran la innovación como un elemento importante de su estrategia empresarial. Este hecho apunta a un importante problema metodológico. La interpretación de los resultados en términos de causalidad resulta difícil. En los estudios existentes no se ha logrado aislar el efecto de la política de las otras posibles causas que explican la evolución autónoma de los gastos en I+D.
- 3.- Muchos de los estudios, aquí revisados no tiene en cuenta el tipo de I+D (Básica, aplicada o desarrollo tecnológico) que ha sido financiado con fondos públicos y la forma de financiación. La I+D pública se dirige sustancialmente a actividades innovadoras muy concretas (como por ejemplo la I+D básica) cuyo impacto es más bien indirecto (Levin y Reiss, 1984).
- 4.- En la mayoría de trabajos no se analiza el efecto de las externalidades o “spillovers” derivados de la política y tampoco se tienen en cuenta efectos indirectos, como el esfuerzo adicional de algunos grupos de empresas que no reciben ayuda, para competir con empresas beneficiadas. El destino que dan las empresas a las ayudas es otro factor importante que es necesario considerar. Cuando se evalúa la política se suelen buscar incrementos en las actividades o resultados. En ocasiones el dinero va dirigido a incrementos salariales del personal investigador haciendo casi imposible comprobar el efecto sobre otras actividades.

- 5.- La influencia de la visión exógena del cambio tecnológico ha traspasado los estudios de evaluación de la política. Hoy sabemos que la decisión de solicitar ayudas estatales lleva implica una intención manifiesta de la empresa de invertir en I+D y de buscar la ayuda (Kauko, 1996; Busom, 2000), además de una intención manifiesta del gobierno por otorgarlas. Esto revela la endogeneidad implícita en la decisión de acudir y otorgar ayudas estatales, lo que hace necesario explicarla y controlarla dentro de los modelos. Sabemos que no existe una distribución aleatoria de las ayudas.
- 6.- Otra de las debilidades de la evidencia empírica es la construcción de un correcto grupo de control formado por empresas que no reciben la ayuda (Meyer-Krahmer, 1989; Heijs, 1999, 2001; Lerner 1999, Wallsten 2000, Czarnitzky y Fier, 2003). El grupo de control tiene dos utilidades. Si el interés del investigador es comparar empresas que reciben la ayuda con empresas que no reciben, el grupo de control o comparación⁵ deberá estar formado por unidades “comparables”. En otras palabras, dos empresas de diferente tamaño o sector no son unidades comparables, debido a las particularidades de cada una de ellas. Si por el contrario, el interés es estimar el efecto de las ayudas o adicionalidad, a través de la comparación en un mismo periodo de tiempo del estado en que se reciben las ayudas con el estado en que no se reciben, el investigador podrá hacer uso de un grupo de control que le permitirá estimar el estado en ausencia de políticas con el fin de hacer una efectiva comparación.
- 7.- Todo ello implica que posiblemente las diferencias entre los estudios que analizan –a nivel micro- la adicionalidad se deba –en parte- a diferencias en la construcción de los modelos, la introducción o control de diferencias sectoriales o características empresariales (Capron, y Pottelsberghe, 1997).

3.2. Propuesta metodológica.

3.2.1. Introducción

La construcción de un modelo que supere todos los problemas enumerados en la sección anterior resulta una tarea difícil. No obstante, en este trabajo abordaremos dos de los más importantes problemas metodológicos en la evaluación de la política de innovación y proponemos un método no paramétrico para resolverlos. El primer problema esta relacionado a la especificación de los modelos. Muchos de los estudios de evaluación se basan en ecuaciones de regresión que no consideran el estado contrafractal de las variables resultado u objetivo, incumpliendo así, una condición necesaria para estimar la Adicionalidad. En otras palabras, siguen procesos de evaluación del efecto que no comparan el nivel de estas variables en ausencia de políticas con su nivel en presencia de políticas. El segundo problema, tiene que ver con la distribución de las ayudas. El gobierno sigue procesos de selección de las empresas beneficiadas y estos procesos pueden sesgar las estimaciones del efecto de la política. En consecuencia, hay un problema de endogeneidad⁶ de los fondos públicos que debe ser controlado.

⁵ El término grupo de control, ampliamente utilizado en evaluaciones experimentales de un tratamiento lo utilizamos en este documento de manera indistinta con el término grupo de comparación.

⁶ La endogeneidad se refiere al hecho de que una variable independiente incluida en un modelo resulta ser una variable de selección.

Independientemente del modelo econométrico que el investigador quiera emplear para la estimación del efecto, nosotros hacemos énfasis en la consideración de la distribución de las ayudas, debido a que el proceso de selección de las empresas receptoras restar aleatoriedad a las muestras y se incumple una condición necesaria para la evaluación de un efecto. Por tanto, hay una razón más para que la distribución de las ayudas sea explicada y controlada en los modelos.

Evidencia empírica reciente ha introducido en los modelos econométricos grupos de control y ecuaciones que explican la participación de las empresas en programas de apoyo, con el fin de dar una mejor estimación del efecto de la política (Lerner, 1999; Busom, 2000; Lanch, 2000; Wallsten, 2000; Acosta y Modrego, 2001; Arvanitis et al., 2002; Czarnitzki y Fier, 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Fier, 2002; Duguet E., (2003). Estos estudios han seguido distintos enfoques metodológicos, algunos de los cuales resumiremos aquí.

Lerner (1999), examinó el programa SBIR (*Small Business Innovation Research*) que otorgó ayudas a pequeñas empresas innovadoras durante el periodo 1983 - 1992. El autor comparó el crecimiento de un grupo de empresas que reciben subsidios con un grupo de control formado por empresas que no reciben la ayuda y que han sido emparejadas (matching) según industria, tamaño y localización. Los resultados señalaron que las empresas subsidiadas no difieren significativamente de las empresas que no reciben durante los años previos a la obtención de la ayuda. No obstante, la diferencia entre los dos grupos es significativa después de obtener los subsidios. Las empresas que reciben la ayuda crecen más. El autor resalta la importancia de tener en cuenta el proceso de distribución de las ayudas y argumenta que pueden existir distorsiones en este proceso derivadas de la presión del gobierno por apoyar empresas exitosas o de la habilidad desarrollada por algunas empresas para capturar un gran número de ayudas.

Busom (2000), en el caso español analiza el efecto de los subsidios a la I+D sobre el esfuerzo en I+D de las empresas. Ella propone un sistema de ecuaciones que incluye una ecuación de participación de las empresas en programas de apoyo y una ecuación sobre los determinantes del esfuerzo en I+D. En ésta última ecuación, ella introduce un término de selección (variable) con las diferentes *propensiones*⁷ de las empresas a ser financiadas públicamente. En la ecuación de participación, ella estima mediante un modelo probit los factores que influyen sobre la probabilidad de las empresas de participar en programas nacionales y programas europeos que otorgan subsidios a la I+D. Busom toma una muestra de 154 empresas que realizaron proyectos de I+D a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) en 1988. Los resultados señalan que la financiación pública induce un mayor esfuerzo en I+D privado. No obstante, para el 30% de las empresas participantes, un efecto crowding out no puede ser descartado.

Wallsten (2000) analiza el programa SBIR y muestra la necesidad de controlar la endogeneidad natural de las subvenciones federales a la I+D cuando se quiere testar el efecto de la política. En el contexto de su estudio, el autor explica su problema de endogeneidad como “la posibilidad de que los subsidios y el crecimiento de las empresas estén correlacionados a causa de que las empresas que están creciendo son las que reciben subsidios y no porque los subsidios causen el

⁷ El modelo probit permite conocer la “propensión” a participar u obtener ayudas para cada una de las empresas de la muestra.

crecimiento de las empresas” (op. pag. 87). Para controlar el problema, utiliza un sistema de ecuaciones simultáneas y emplea un grupo de control. El estudio revela que las empresas con más empleados reciben subsidios, pero que éstos subsidios no incrementan el empleo. En relación al efecto de la política encontró que los subsidios tienen un efecto de crowding out sobre los gastos en I+D de las empresas, no tienen un impacto sobre el empleo y en consecuencia sobre las actividades empresariales en I+D.

Arvanitis et al. (2002), para el caso suizo, analizaron la efectividad del programa de promoción de difusión de tecnologías avanzadas para el sector manufacturero AMT (*Advanced Manufacturing Technologies*). La muestra se compone de 493 empresas manufactureras durante el periodo 1990-1996. Los autores utilizaron el método de corrección de la selección introducido por Heckman (1979). Este método les permitió estimar dos ecuaciones, una de tipo general para explicar el impacto de la política y otra que explica el proceso de selección del gobierno para concederla o, visto de otra manera, la decisión de las empresas de participar en programas de apoyo. La ecuación de selección se estimó a partir de un modelo probit en el que se incluyeron variables que, a criterio de los investigadores, pueden influir sobre la decisión del gobierno a otorgar la ayuda. El método utilizado permitió incluir la variable dependiente de la ecuación de selección como un regresor de la ecuación de evaluación general. Una ventaja de este enfoque es que permite tener en cuenta la decisión del gobierno dentro de la evaluación de la política. Los resultados indican que hay un efecto positivo del programa. Las empresas que participan en él son más intensas en la adopción de tecnologías manufactureras avanzadas.

Finalmente, Almus y Czarnitzki (2003) analizaron 622 empresas manufactureras alemanas que realizaron actividades innovadoras en los años 1994, 1996 y 1998. El objetivo del análisis fue estudiar el efecto de los subsidios sobre la intensidad en I+D de las empresas. La metodología empleó un grupo de control, formado por empresas que no reciben subsidios, pero que dan información suficiente para estimar el estado contrafactual (la variable objetivo en ausencia de políticas). Para la correcta elección del un grupo de control y para evitar el problema que genera una asignación no aleatoria de ayudas públicas, los autores consideraron que el grupo de control debía estar formado por empresas que contaran con una *propensión* a obtener ayudas similar o igual a la de las empresas receptoras. De esta forma, los autores estimaron el efecto de los subsidios públicos como la diferencia promedio entre la variable objetivo del grupo que recibe y la variable objetivo del grupo de control. Los autores usaron un enfoque de emparejamiento no paramétrico denominado Propensity Score Matching para controlar las diferencias observables entre los dos grupos. Los resultados revelan que las empresas que reciben subsidios son en promedio un 4% más intensas en I+D que las empresas que no reciben.

En este trabajo no se pretende evaluar la efectividad de cada uno de éstos enfoques. No obstante, creemos que el Propensity Score Matching, es una metodología adecuada para la evaluación de la política de innovación debido a que se fundamenta en la construcción de un grupo de control que permite: estimar el estado contrafactual (lo que hubiese ocurrido en ausencia de políticas) y controlar el proceso de distribución de las ayudas. De esta manera, se llega a una situación próxima a la eliminación de los problemas metodológicos expuestos en este trabajo. Siguiendo los estudios que emplean esta metodología para la evaluación de la política de innovación (Czarnitzki y Fier 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Fier 2002; Duguet E., 2003), nosotros proponemos el uso del Propensity Score Matching para la evaluación de la política en el caso español. A diferencia de estos estudios el número de variables es mucho más amplio y se

incluyen aspectos relacionados a: la actividad estratégica de las empresas, su capacidad de inversión, la dificultad en la obtención de recursos a la innovación, la capacidad innovadora y las condiciones del mercado en el que operan.

3.2.2.- Estimación del efecto de la política a través del Propensity Score Matching

Cuantificar la magnitud del efecto de la política de innovación sobre la actividad innovadora de las empresas requiere tener en cuenta dos aspectos fundamentales en la evaluación: el primero de estos aspectos está relacionado con el hecho de comparar el valor de la variable resultado (Y) después de obtener la ayuda (Y_1) y su valor respectivo en ausencia de política (Y_0). Esta última situación – estado contrafactual – por tanto, debe ser estimada con el fin de establecer el efecto de la política. El segundo aspecto tiene que ver con el contexto en el que se entregan las ayudas y las características de las empresas que las reciben. Como se ha indicado, gran parte de las ayudas siguen un proceso de selección que no es aleatorio y se conceden bajo ciertos criterios de observación, pueden sesgar la estimación del efecto de la política.

En este estudio se ha aplicado un enfoque de emparejamiento no paramétrico denominado Propensity Score Matching (PSM) que integra estos dos aspectos. A partir del trabajo de Rosenbaum y Rubin (1983), el uso del PSM ha sido ampliamente utilizado en la evaluación de las intervenciones políticas, especialmente las orientadas al mercado laboral. El PSM es un método que permite llegar a estimar el efecto promedio de un tratamiento sobre los tratados, (Average effect of Treatment on the Treated - ATT) observando la variable resultado expuesta al tratamiento (Y_1) o estado factual frente a la no exposición (Y_0) o estado contrafactual.

En el caso de la estimación del efecto de la política de innovación sobre la actividad innovadora de las empresas, mediante el PSM se estima el estado contrafactual, es decir, lo que hubiera ocurrido en ausencia de políticas. El método encuentra empresas lo suficientemente parecidas que puedan suministrar información sobre el estado contrafactual de las empresas que sí reciben. Esta estimación parte del supuesto de que una empresa no puede ser observada simultáneamente en las dos situaciones en un mismo periodo de tiempo y por lo tanto el estado contrafactual de las empresas que sí reciben es inobservable.

El método comienza por establecer como criterio de emparejamiento entre empresas que reciben y no reciben la ayuda, su propensión a obtenerlas. Debido a que un gran número de características individuales influye sobre la propensión, es necesario reducirlas a un sólo escalar $p(X)$ o “**Propensity Score – (PS)**” -para hacer el emparejamiento más factible. El propensity score es definido como la probabilidad condicional de recibir ayudas dado un set de características individuales (X). Así,

$$p(X) \equiv P \{D=1|X\} = E\{D|X\} \quad (1)$$

donde (X) es el vector de características individuales y $D = \{0,1\}$ es el indicador del estatus de participación de las empresas en el programa. Este último toma el valor de 1 cuando las empresas reciben la ayuda pública y 0 en el caso contrario.

El emparejamiento – matching - se produce seleccionado para cada empresa que recibe la ayuda, una gemela que no la recibe pero que tiene igual propensión a obtenerla (grupo de control). En otras palabras, el objetivo del enfoque es aproximarse a una situación donde no hay diferencias entre los dos grupos de empresas con respecto a un set de características que influyen sobre la propensión a obtener ayudas y sobre su actividad innovadora. Debido a que la asignación de las ayudas no es aleatoria, la variable resultado en ausencia de políticas -estado contrafactual - no puede ser estimada como una simple media de su valor entre las empresas que no reciben. Es necesario controlar las diferencias observables entre los dos grupos de empresas para asegurar que la variable resultado en ausencia de políticas Y_0 sería la misma en ambos casos. Esto se puede conseguir si se cumplen los siguientes supuestos (Ver: Rosenbaum y Rubin (1983) y Becker, S.O. y A. Ichino, (2002).

Hipótesis I. Hay un equilibrio en el set de características individuales (X).

$$D \perp X \mid p(X) \quad (2)$$

De esta manera, empresas con un mismo valor de propensity score deben tener la misma distribución de características individuales independientemente del estado de participación en el programa. Así, su exposición a las ayudas es aleatoria y por tanto empresas de los dos grupos deberán ser en promedio observacionalmente idénticas.

Hipótesis II. Se cumple un supuesto de independencia condicional (Conditional Independence Assumption - CIA), donde se asume que las diferencias son capturadas en (X) y las variables resultado $\{Y_0, Y_1\}$ son independientes del estado de participación en el programa (Rubin, 1977).

$$Y_1, Y_0 \perp D \mid X$$

dado un propensity score,

$$Y_1, Y_0 \perp D \mid p(X) \quad (3)$$

Así, la variable resultado de los no participantes Y_0 condicionada en X posee la misma función de distribución que la variable resultado Y_0 de las empresas subsidiadas hubiese obtenido en ausencia de políticas. En otras palabras, el estado contrafactual estimado para las empresas que reciben, es el más próximo al experimentado en el caso de no haber obtenido ayudas.

$$E [Y_0 \mid D = 1, p(X)] = E [Y_0 \mid D = 0, p(X)] \quad (4)$$

Hay que resaltar, que esta hipótesis exige que el investigador conozca todas las variables que influyen sobre Y_0 ó Y_1 y sobre el estado de participación en el programa. Debido a que la disponibilidad de los datos hace imposible llegar a esta situación, es necesario que el investigador incluya un gran número de variables que permita llegar a una aproximación razonable de esta hipótesis (Ver: Almus et al. 1999, Arvanitis S. 2002 y Almus y Czarnitzki 2003)⁸.

⁸ Los autores discuten que no es posible testar la viabilidad del supuesto formalmente. El PMS es una técnica que requiere un amplio set de variables.

Hipótesis III. Se cumple un supuesto de participación unitaria estable (Stable Unit Treatment Value Assumption – SUTVA). Este supuesto dicta que el impacto del programa o subsidio sobre una empresa no depende del estatus de participación de otras empresas en el programa. En otras palabras, bajo este supuesto el resultado observado para una empresa que recibe la ayuda depende solo de si misma (Angrist, Imbens y Rubin 1996).

En el caso de la evaluación del efecto de la política de innovación sobre la actividad innovadora de las empresas esta hipótesis se cumple. Sabemos que el esfuerzo innovador de una empresa depende en gran parte de sus inversiones individuales. La cantidad de subsidio resulta ser baja comparada con sus inversiones privadas. Además el uso que las empresas dan a las ayudas difiere en función de sus necesidades y su efecto depende de su adecuada utilización y gestión. No obstante, en este trabajo se incluyen todos los esquemas de subsidio vigentes en España, analizando de forma simultánea la participación de las empresas en todos los programas de subsidio a la innovación, lo que reduciría posibles interferencias derivadas de la participación en más de un programa.

Una vez cumplidas las anteriores hipótesis, el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT) puede ser estimado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\tau &\equiv E\{Y_{1i} - Y_{0i} \mid D_i = 1\} \\ &= E\{E\{Y_{1i} - Y_{0i} \mid D_i = 1, p(X_i)\}\} \\ &= E\{E\{Y_{1i} \mid D_i = 1, p(X_i)\} - E\{Y_{0i} \mid D_i = 0, p(X_i)\} \mid D_i = 1\}\end{aligned}\quad (5)$$

Para aplicar el PMS se pueden utilizar diversos estimadores⁹. El más conocido y utilizado es el estimador del “vecino más cercano” (Nearest Neighbor Matching - NNM). El proceso de emparejamiento o matching consiste en tomar para cada unidad tratada una unidad del grupo de control con el propensity score más cercano. Una breve descripción matemática del proceso sigue a continuación.

Definido T como el grupo de empresas que recibe la ayuda y C el grupo de empresas de control, entonces Y_i^T y Y_j^C son las variables resultado de ambos grupos respectivamente. Definiendo $C_{(i)}$ como el conjunto de empresas de control emparejadas con una unidad (i) de empresas que reciben dado un propensity score (p_i). El método de NNM calcula:

$$C_{(i)} = \min_j \|p_i - p_j\| \quad (6)$$

El estimador del NNM es:

$$\tau^{NNM} = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in T} w_j Y_j^C \quad (7)$$

⁹ Debido a que el PS es una variable continua, la probabilidad de encontrar dos empresas con el mismo propensity score es prácticamente cero. Métodos como: Radius Matching, Kernel Matching y Stratification Matching, han sido propuestos para resolver esta problema (Becker S.O. y Ichino, A. 2002).

Donde, N_i^C indica el número de controles emparejados con observaciones $i \in T$, los pesos se definen por $w_{ij} = \frac{1}{N_i^C}$ si $j \in C(i)$ y $w_{ij} = 0$ en el caso contrario.

La varianza que define el error del estimador NNM viene dada por:

$$\text{Var}(\tau^{NNM}) = \frac{1}{N^T} \text{Var}(Y_i^T) + \frac{1}{(N^T)^2} \sum_{j \in C} (w_j)^2 \text{Var}(Y_j^C) \quad (8)$$

Una clara descripción matemática y comparativa de este método(NMN) y otros puede ser consultada en Becker, S.O. y A. Ichino, (2002). Las autoras resaltan que en relación a las diferencias entre la calidad y cantidad de los emparejamientos ningún método es superior a otro. Nosotros hemos decidido usar el NNM para facilitar futuras comparaciones con otros estudios debido a que este es el método más utilizado.

Una vez hecho el matching la diferencia entre la variable resultado de las unidades tratadas y la variable resultado del grupo de control es calculada. El efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT) se obtiene promediando estas diferencias.

Ante la posibilidad de que una empresa que recibe ayuda no encuentre su par en el grupo de control, se genera un problema de soporte (support) que en general se soluciona omitiendo participantes con un pobre emparejamiento – poorly matched – para obtener una mejor estimación del ATT.

4.- Construcción del modelo utilizado

4.1.- Selección de la muestra y determinación de la variable dependiente.

Los datos empleados en el estudio provienen de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) elaborada por la Fundación SEPI. Esta encuesta recoge anualmente información sobre las estrategias empresariales de cerca de 3000 empresas españolas pertenecientes al sector manufacturero. Nosotros usamos datos de empresas que efectuaron gastos en I+D durante el periodo 1998 – 2000. La muestra contiene 681 empresas innovadoras de las cuales 243 empresas obtuvieron subsidios a la innovación procedentes de la Administración Central, las Comunidades Autónomas y Otros Organismos no especificados en la encuesta. Las empresas de la muestra pertenecen a 11 sectores industriales (Ver Tabla 1) que fueron caracterizados por variables dummies. Es necesario aclarar que la ESEE tiene una mayor clasificación sectorial que fue imposible incluir en su totalidad, debido a que eliminamos de la muestra empresas pertenecientes a sectores que no recibieron subsidios a la I+D durante el periodo¹⁰.

¹⁰ La razón de esta eliminación se debe a que no son unidades comparables dos empresas pertenecientes a sectores distintos.

Tabla 1. Sectores Industriales

-
1. Industria de la Alimentación, Bebidas y Tabaco
 2. Industria Textil y de la Confección
 3. Industria Química
 4. Industria de la Transformación del Caucho y Materias Plásticas
 5. Industria de otros Productos Minerales no Metálicos
 6. Metalurgia y Fabricación de Productos Metálicos
 7. Industria de la Construcción de Maquinaria y Equipo Mecánico
 8. Industria de Material de Equipo Eléctrico , Electrónico y Óptico
 9. Fabricación de Material de Transporte
 10. Industrias Manufactureras Diversas
 11. Industria del Papel, Edición, Artes Graficas y Reproducción de Soportes Grabados
-

A diferencia de otros estudios, analizamos de forma simultanea toda la política de subsidios vigente en España. Los estudios que analizan el efecto de la política, suelen concentrarse en un programa específico y no tiene en cuenta la participación de las empresas en otros programas.

La elección de empresas innovadoras en este primer trabajo, responde al requerimiento de comparar este análisis con estudios previos y a la ineludible evidencia que proviene de estudios de evaluación que indican que las empresas que obtienen ayudas son –casi exclusivamente– empresas innovadoras. Muchos estudios de evaluación –incluidos los estudios para el caso español– indican que las empresas que participan en estos programas tienen, en general, un alto nivel innovador, llevando a cabo estas actividades con regularidad. Este tendencia se afirma tanto en los estudios descriptivos (Entre otros Siegert et al., 1985; Meyer-Krahmer, 1989; Becher et al., 1989, 1990; Molero y Buesa, 1995a1995a; Kulicke, et al., 1997; Heijs, 2000, 2001) como los estudios basados en modelos multivariantes (Fernández et al. ,1996; Heijs, 1999, 2001; Busom, 2000; Acosta y Mondrego, 2001; Almus y Czarnitzki, 2003). Factores como la experiencia previa en I+D y la capacidad de llevar a cabo proyectos innovadores caracteriza a las empresas que reciben las ayudas. Los estudios de Kulicke et al. (1997) y Heijs (2001), indican que las empresas participantes, incluso cuando están emparejadas simultáneamente según sector, tamaño y nivel de gasto en I+D sobre ventas, tienen un comportamiento innovador más articulado que las empresas innovadoras no participantes.

4.2. Selección de las variables independientes incluidas en el modelo

Un paso importante en el análisis del PSM es la estimación de la propensión a obtener ayudas o propensity score, dado un set de características individuales que además influyen sobre la actividad innovadora de las empresas. Las variables para esta estimación se seleccionaron siguiendo la evidencia empírica relacionada (Véase, entre otros, la Tabla 2). En una primera aproximación, incluimos variables utilizadas en estudios descriptivos de las empresas receptoras

de la ayuda y seguidamente aquellas empleadas en modelos multivariantes que explican su participación en los programas de apoyo.

En relación a las variables procedentes de estudios descriptivos, Heijs (2000) hace un análisis de 8 de estos estudios. El autor encontró que las variables empleadas para describir a las empresas beneficiadas tienen en cuenta principalmente características estructurales como el tamaño, el sector y la localización regional (véanse entre otros los estudios de Siegert et al., 1985, Becher et al., 1990; Fontela et al., 1992), siendo datos que en la mayoría de las ocasiones están disponibles en la institución que gestiona las ayudas. Algunos estudios amplían esta presentación con información más precisa respecto a la posición competitiva, el esfuerzo y la orientación innovadora, la estrategia empresarial y aspectos relacionados con la internacionalización (Entre otros Buesa y Molero, 1996; Molero y Buesa, 1995a y 1995b; Kulicke et al., 1997, Vence, 1998). A partir de estos estudios se puede concluir, que la descripción de empresas beneficiadas es muy común pero su comparación con empresas no beneficiadas es una actividad mucho más limitada¹¹.

Los estudios basados en modelos multivariantes (Ver Tabla 2), además de variables estructurales han considerado aspectos como: el comportamiento innovador, las características del mercado, la ubicación regional, las dificultades en obtener financiación a la innovación, etc. (Ver: Fernández et al. 1996; Heijs 1999 y 2001; Busom 2000; Acosta y Mondrego 2001; Arvanitis et al. 2002; Czarnitzki y Fier 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Fier 2002 y Duguet E. 2003).

A partir de estos estudios previos y considerando las recomendaciones de la literatura sobre posibles variables a incluir, proponemos tres grupos de variables a tener en cuenta a la hora de analizar los factores que influyen sobre el proceso de distribución de las ayudas:

1) Variables asociadas a las características de las empresas

El *tamaño*¹² (Log del número de empleados), es una variable analizada ampliamente. No obstante, los estudios empíricos han ofrecido un panorama confuso respecto a este indicador. A pesar de la existencia de algunos instrumentos exclusivamente dirigidos hacia las PYMES, la hipótesis de que la financiación pública se sesga hacia las empresas de menor tamaño no ha sido confirmada por todos los estudios consultados. Algunos estudios apuntan a una discriminación positiva de las PYMES (Becher et al., 1990; Molero y Buesa, 1995a), mientras que otros como los de Becher et al. (1989, 1990) y Heijs (2000), han señalado que las empresas más grandes han sido más beneficiadas que las pequeñas.

Los estudios multivariantes arrojan mayor información. Un mayor tamaño aumenta la probabilidad de obtener ayudas públicas (Heijs 1999 y 2000; Arvanitis et al. (2002); Almus y Czarnitzki (2003); Czarnitzki y Fier (2002). El estudio de Almus y Czarnitzki (2003) indica que un aumento del 10% del número de empleados de la empresa, ceteris paribus, implica un aumento del 2,2% de la probabilidad de participar en los programas de apoyo a la innovación.

¹¹ De los ocho estudios analizados, tres estudios ofrecen solo una descripción de empresas alcanzadas, cuatro estudios utilizan la comparación con estadísticas públicas y solo un estudio ha creado un grupo de control (Kulicke et al, 1997).

¹² Con el objetivo de ajustar la variable a una distribución normal se hizo una transformación logarítmica.

Tabla 2: Determinantes de la participación de las empresas en programas de apoyo público a la innovación: Revisión de la literatura basada en modelos multivariantes

| | Caso 1a | Caso 1b | Caso 1c | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 | Caso 5 | Caso 6a | Caso 6b | Caso 6c | Caso 6d |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
| Numero de empresas y | 545 | | | 154 | 493 | 622 | 1084 | 1840 | | | |
| Características de las empresas (innovadoras en el sentido amplio (SA), en el sentido estricto (SE) o con grupo de control (GC)) | SA | SE | GC | SA | | SA | SA | SA | SA | SA | SA |
| Inclusión de sectores industriales (i) y/o servicios (s) | I+S | I+S | I+S | I+S | | I | S | I+S | I+S | I+S | I+S |
| Tamaño de empresas (PYMES, Grandes, Todos los tamaños) | Todo | Todo | Todo | Todo | | Todo | Todo | Todo | Todo | Todo | Todo |
| VARIABLES ESTRUCTURALES | | | | | | | | | | | |
| Tamaño | * | + | GC | + | * | + | + | + | + | + | + |
| Edad | * | * | * | + | | | * | * | * | * | * |
| Ubicación regional | | | | | | + ¹³ | + | | | | |
| Densidad población de la región | | | | | | | + | | | | |
| Capital social (responsabilidad civil) | | | | | * | | * | | | | |
| Empresa extranjera | * | * | * | - | sf | - | | * | * | * | * |
| Empresa nacional | + | + | + | | | | | * | * | * | * |
| Empresa pública | * | * | * | * | | | | | | | |
| Empresa perteneciente a un grupo empresarial | * | * | * | | | | | | | | |
| Empresa individual | * | * | * | | * | | | | | | |
| Sector | SF ¹⁴ | * | GC | SF ¹⁵ | SF ¹⁶ | SF ¹⁷ | SF ¹⁸ | | | | |
| ESTRATEGIA EMPRESARIAL Y POSICIÓN EN EL MERCADO | | | | | | | | | | | |
| Nivel de Internacionalización o competitividad en mercados internacionales (exportaciones/ventas) | + | * | * | * | | * | | * | * | + | * |
| Política de precios | | | | * | | | | | | | |
| Concentración de ventas por sector (CR6) | | | | | | * | | | | | |
| Poder del mercado | | | | | | | | | | | |
| Cuota del mercado | | | | | | - | | * | + | * | + |
| Posición en el mercado principal | * | * | * | | | | | | | | |
| Crecimiento del mercado (oportunidad tecnológica) | | | | | | | * | | | | |
| Importación/ventas totales por sector (nivel de competitividad en el mercado internacional) | | | | | | | | | | | |
| “stock” de inversión en capital por empleado | | | | | | * | | | | | |
| COMPORTAMIENTO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS | | | | | | | | | | | |
| Gastos en I+D | + | + | GC | | | | | | | | |
| Existencia de departamento de I+D | * ¹ | * ¹ | * ¹ | * | | + | | | | | |
| Tamaño del departamento o la unidad de I+D (personal en I+D) | * ¹ | * ¹ | * ¹ | | | | | + | + | + | * |
| Capital humano (% de ingenieros) | | | | | | | + | | | | |
| Participación previa en programas públicos | * ¹ | * ¹ | * ¹ | | | | | | | | |
| Importancia de la I+D básica | * ¹ | * ¹ | * ¹ | | | | | | | | |
| Regularidad innovadora | * ¹ | * ¹ | + | | | | + | | | | |
| Nivel tecnológico respecto a competidores | + | * ¹ | * ¹ | | | | | | | | |
| Resultados de las actividades innovadoras previas o la experiencia previa en innovación (patentes, % de ventas relacionadas con nuevos productos, etc..) | * ¹ ventas | * ¹ ventas | * ¹ ventas | + | sf | | | + | + | + | + |
| Dificultades de obtener financiación | | | | * | sf | | | | | | |

Fuente elaboración propia a partir de: Caso 1: Heijs 1999 y 2000; Caso 2: Busom, 2000; Caso 3: Arvanitis et al. (2002); Caso 4: Almus y Czarnitzki (2003); caso 5: Czarnitzki y Fier (2002); Caso 6: Herrera (2003) a) subsidios públicos en general; b) subsidios del estado central; c) subsidios de

¹³ Las empresas del antigua DDR participan más que las empresas del antiguo BRD.

¹⁴ Utilizando una clasificación de sectores desarrollado por Pavitt (1984) se detectó una mayor participación de empresas productoras de bienes de consumo tradicionales y proveedores especializados en bienes intermedios y de equipo.

¹⁵ Mayor participación por parte de las empresas del sector químico y farmacéutico.

¹⁶ Mayor participación por parte de las empresas del sector metalúrgico.

¹⁷ En general una mayor participación por parte de empresas en sectores de media y alta tecnología. En concreto sectores como: maquinaria y equipo, instrumentos ópticos y clínicos, vehículos de motor, muebles, petróleo y productos químicos.

¹⁸ Mayor participación por parte de las empresas del sector transporte.

CC.AA.; d) créditos subvencionados. (*¹)En este estudio se han repetido las estimaciones de regresión logística incluyendo y excluyendo de ante mano algunas variables del comportamiento innovador de las empresas. Resulta que algunas de estas variables entran en el modelo quitando el gasto en I+D sobre ventas. Es decir son sustitutos entre sí. (*) Variable analizada pero no significativa; (+) Variable significativa con relación positiva; (-) variable significativa con relación negativa; (sf) Variable significativa (variable nominal o una variable cuya relación tiene forma de U; (gc) variable no incluido en el modelo porque es una de control (igual para todas las empresas).

Una variable igualmente importante es el *sector*. Los estudios “descriptivos” indican que los distintos programas han beneficiado sobre todo a empresas de los sectores más dinámicos, como los sectores: químico, de maquinaria y equipo, de electrónica o el sector del transporte (Véanse las notas a pie 15 a 18). En el caso español la evidencia empírica no es concluyente. Por un lado hay estudios que han encontrado diferencias sectoriales (Heijs, 1999, 2001; Busom, 2000). Se destaca por ejemplo el bajo nivel de participación de los sectores tradicionales¹⁹, lo que, solamente de forma parcial, se puede explicar por la baja propensión innovadora en estos sectores. Por otro lado, se observa una participación alta de las empresas del sector ensambladores de bienes masivos y de los sectores basados en I+D. Contrariamente, en el estudio de Fernández et al. (1996) no se encontraron diferencias sectoriales. Las particularidades sectoriales (tamaño, esfuerzo innovador) hacen necesaria la inclusión de esta variable en el modelo. Hemos incluido once variables dummies que recogen la pertenencia a cada uno de los sectores de la Tabla 1.

Algunos estudios han incluido la *edad*²⁰ de la empresa como un indicador que refleja –igual que el tamaño- la capacidad de gestión, la obtención de recursos y la experiencia (Busom, 2000 y Almas y Czarnitzki 2003). Aunque los resultados encontrados respecto a la edad como variable explicativa son más bien pobres -como muestra la Tabla 2-, solo en el estudio de Busom (2000) resulta ser una variable estadísticamente significativa para explicar la participación de las empresas en los programas de apoyo. Nosotros hemos definido esta variable como la edad media de las empresas durante el periodo.

La región para algunos autores es una variable importante que puede influir sobre la probabilidad de obtener ayudas a la innovación, aunque en los resultados no parece obtener una influencia significativa. Por un lado podemos argumentar que, en los países más desarrollados, se ofrecen mayores instrumentos de apoyo en las regiones centrales que en las regiones periféricas, especialmente en el caso de infraestructuras de apoyo a la innovación. También podemos decir que hay países que dirigen las ayudas a regiones periféricas porque es allí donde el retraso exige una mayor intervención. Como en el caso alemán que tiene ayudas especiales para regiones de la antigua Alemania del Este (Ver Tabla 2). Distinguimos entre empresas de regiones centrales (Madrid, Cataluña, País Vasco) versus regiones periféricas (las demás regiones).²¹ La variable toma el valor de 1 si la empresa está ubicada en regiones centrales y 0 en regiones periféricas.

¹⁹ La exclusión relativa de los sectores tradicionales no es una tendencia típica del caso español, ocurre en la mayoría de los países de la OECD (Dankbaar 1993; Pyke, Becattini, Sengenberger, 1992). La promoción del desarrollo tecnológico para las empresas no solamente tendría que enfocarse hacia sectores avanzados, sino que también tendría que tener en cuenta los sectores más tradicionales, localizados, en muchas ocasiones, en regiones periféricas. Autores como Dankbaar et al., (1993); Pyke, Becattini y Sengenberger, (1992) y Sanchez, (1999) abogan por un apoyo público para la modernización de estos sectores.

²⁰ Con el objetivo de ajustar la variable a una distribución normal se hizo una transformación de la raíz cuadrada.

²¹ La selección de regiones centrales se basa en un estudio de Buesa, M.; Martínez - Pellitero, M.; Heijs, J.; Baumert, T. Y (2002).

Otra variable analizada con cierta frecuencia es la *estructura de la Propiedad –o el capital de control- de la empresa*. Las hipótesis apuntan a una mayor participación de las **empresas con participación de capital público** y una menor participación de **empresas con participación de capital extranjero**. En el estudio de Busom (2000) se han aceptado estas hipótesis para el caso español. En el estudio de Almus y Czarnitzki (2003), se encontró que las empresas pertenecientes a un grupo empresarial acuden con más frecuencia a las ayudas que las empresas individuales. A la vista de estos resultados, incluimos el capital de control teniendo en cuenta los porcentajes de participación de capital público, extranjero y de otras sociedades.

Aunque la literatura evolucionista considera la estrategia empresarial como un aspecto importante dentro del comportamiento y el esfuerzo innovador de las empresas, pocos estudios incluyen estos aspectos en los modelos. Dada su importancia hemos utilizado como variable representativa de la estrategia empresarial, el grado de diversificación de producto. Se podría suponer que una empresa diversificada se apoya en la innovación para tener una oferta más amplia y especializada de productos, por lo tanto, estaría interesada en las ayudas. En este caso utilizamos el número medio de productos fabricados por la empresa durante el periodo, como indicador del grado de *diversificación*.

La *dificultad en la Financiación de la Innovación*, es una variable de importancia en la evaluación de la política ya que se espera que instrumentos como los subsidios vayan dirigidos a empresas para las que la financiación es una barrera a la innovación. Empresas que pueden desarrollar su actividad de igual manera, es decir, sin subsidios no tendrían porque ser objeto de las ayudas. El modelo incluye una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa encontró dificultades en la financiación de la actividad innovadora y 0 en el caso contrario.

2) Variables relacionadas con el mercado

La elección de este grupo de variables responde a la necesidad de contar dentro de los modelos de evaluación de la política de innovación, el ambiente competitivo en el que operan las empresas. Gran parte de los estudios de evaluación no incluye este tipo de variables lo que podría sesgar los resultados de las estimaciones (Papaconstantinou y Polt 1997). Este conjunto de variables, es quizá una de las mayores aportaciones de este análisis.

Nosotros analizamos cuatro aspectos del ambiente competitivo: la evolución del mercado principal en el que opera la empresa, la evolución de su cuota de mercado, la apertura externa como nivel de competitividad y -como una variable más indirecta- su capacidad de inversión. Para la evolución de su mercado principal hemos definido dos variables dicotómicas: **mercado en expansión y mercado en recesión**²² que indican la percepción que tienen las empresas sobre la situación de su mercado durante el periodo de estudio. Esta variable nos permite analizar si el estado apoya empresas en sectores dinámicos (política estratégica) o si por otro lado apoya la innovación en empresas en sectores más tradicionales y en claro retroceso (política defensiva). La evolución de la cuota de mercado ha sido modelada de igual manera. Dos variables dicotómicas recogen la percepción de las empresas sobre la evolución de su cuota de mercado en

²² La encuesta ESEE recoge tres valores. La tercera –que se utiliza como valor de referencia- es el mercado que se mantiene estable.

el periodo: *cuota en aumento y cuota en disminución*²³ este variable nos permite saber si el Estado tiene una política que apuesta por “*Picking up the winners*” o si por el contrario apoya empresas que ven disminuida su probabilidad de éxito.

Nosotros hemos incluido la *capacidad de inversión*²⁴ de las empresas por dos razones: en primer lugar, porque un aumento en esta variable puede estar relacionado con el proceso de desarrollo de la empresas y una evolución creciente de su mercado principal. Las empresas generalmente hacen fuertes inversiones en modernización e innovación durante este proceso. La segunda razón, tiene que ver con la importancia de controlar esta variable en los procesos de distribución de las ayudas. Empresas con una alta capacidad de inversión presumiblemente podrían llevar a cabo fuertes inversiones en I+D, por lo tanto, no presentan una necesidad evidente del subsidio. Nosotros hemos definido esta variable como el ratio entre la inversión media en inmovilizado material sobre las ventas durante el periodo.

Al igual que otros estudios, nosotros consideramos *la propensión exportadora*²⁵ media durante el periodo (exportaciones/ ventas) como medida de la competitividad extranjera (Fernández et al. 1996; Busom, 2000; Almas y Czarnitzki, 2003) y *la propensión importadora*²⁶ media durante el periodo (importaciones/ventas) como variable que captura la presión de empresas extranjeras en el mercado (Almas y Czarnitzki, 2003). Empresas con una alta propensión exportadora podrían participar más en los programas ya que la actividad de I+D tiene una importancia estratégica para competir y permanecer en los mercados. Adicionalmente, el gobierno podría apoyarlas debido a su potencial para transferir innovaciones. En cuanto al ratio de importación, su influencia esperada no es clara, el gobierno podría estar interesado en apoyar desarrollos tecnológicos que reduzcan la dependencia de estas empresas hacia mercados externos.

3) Indicadores Tecnológicos.

Ya que gran parte de los estudios indican que las empresas más innovadoras participan más en los programas de ayuda, hemos incluido algunas variables relacionadas al comportamiento innovador. Como ya se ha indicado la muestra esta formada por empresas que efectuaron gastos en I+D durante el periodo analizado - empresas innovadoras en sentido amplio-. Debido al problema de endogeneidad que puede surgir al incluir variables representativas del esfuerzo innovador, hemos decidido incluir algunos indicadores indirectos, para contrastar si son las empresas con una actividad innovadora articulada y formal, las que obtienen en mayor grado las ayudas en el caso español.

Dos variables dicotómicas indican el grado de configuración de la actividad innovadora: la *formalización de la I+D* y la *actitud cooperativa*. En relación a la primera variable, se puede esperar que las empresas que planifican sus actividades de forma sistemática y las detallan en un plan tengan una mayor capacidad de organización y gestión de la innovación que facilita la

²³ La encuesta ESEE recoge tres valores. La tercera –que se utiliza como valor de referencia- es la cuota que se mantiene estable

²⁴ Con el objetivo de ajustar la variable a una distribución normal se hizo una transformación de la raíz cuadrada.

²⁵ Con el objetivo de ajustar la variable a una distribución normal se hizo una transformación de la raíz cuadrada.

²⁶ Con el objetivo de ajustar la variable a una distribución normal se hizo una transformación de la raíz cuadrada.

presentación de solicitudes de ayuda²⁷. Esta variable de algún modo, es representativa de la capacidad de absorción y, por consiguiente, resulta interesante saber si aumentan la probabilidad obtener ayudas. En el caso del grado de formalización de la I+D, la variable toma el valor de 1 si la empresa responde afirmativamente a cualquiera de las siguientes tres preguntas: 1) Mantuvo una dirección o comité de Tecnología o I+D, 2) Contó con un plan de actividades de innovación y 3) Elaboro indicadores del resultado de la innovación. En cuanto a la cooperación tecnológica, la variable toma el valor de 1 si la empresa mantuvo acuerdos de cooperación en cualquiera de los siguientes casos: con clientes, proveedores, competidores o centros tecnológicos.

El indicador de la cooperación tecnológica fue incluido con el fin de contrastar si empresas con cierto potencial para la transferencia de tecnología tienen mayor probabilidad de participación en programas de apoyo. Por la misma razón se consideró si la empresa *exporta tecnología*. La variable toma el valor de 1 si la empresa exporta tecnología y 0 en el caso contrario. Esta última variable es importante, porque además es un indicador indirecto del nivel de éxito.

A diferencia de otros estudios, nos parece importante incluir un indicador de la dependencia tecnológica. Se podría pensar que uno de los objetivos de la política es reducir la dependencia tecnológica de las empresas y favorecer la producción interna de innovaciones. Una variable dicotómica se incluye para contrastar este supuesto y toma el valor de 1 si la empresa *importa tecnología*.

5.- Resultados del Análisis Empírico

5.1.- Determinantes de la participación en los programas estatales en apoyo a la innovación

El análisis empírico -utilizando el programa STATA- comienza con la estimación del “propensity score” o valor de propensión a obtener las ayudas dado un set de características individuales.

Inicialmente un modelo logit (o probit) es estimado por:

$$\Pr\{D_i = 1 \mid X_i\} = \Phi(h(X_i)) \quad (9)$$

donde, Φ es a función de distribución acumulativa normal y $h(X_i)$ es una especificación inicial que incluye todas las covariantes como términos lineales sin interacciones o términos de orden más alto.

El algoritmo usado en este trabajo para la estimación del **PS**, **PMS** y **ATT**, corresponde al desarrollado por Becker e Ichino (2002). Una vez calculado el **PS**, el algoritmo permite llegar a una situación próxima a la Hipótesis I, dividiendo la muestra en 5 intervalos según el propensity score. En cada intervalo se comprueba continuamente que el **PS** promedio no difiera entre el grupo de empresas que recibe la ayuda y el grupo de control. El proceso continúa hasta que la

²⁷ Heijs, 2001 señala que las ayudas para proyectos de I+D excluyen a aquellas empresas con actividades innovadoras poco formalizadas ya que resultan difícil recogerlas en proyectos claramente definidos.

media de cada una de las características no difiere entre los dos grupos, cumpliendo de esta manera una condición necesaria para la Hipótesis I. Superado este proceso, se efectúa el matching según (6) y (7) y finalmente se calcula (5) para conocer el efecto promedio.

Los resultados de la estimación Logit aparecen en la Tabla 3 que, además, ofrece una estimación de los efectos -o cambios- marginales para cada una de las variables independientes, con el fin de dar una mejor interpretación a los parámetros.

En resumen se puede indicar que de las variables estructurales el tamaño, la región, la participación de capital público y extranjero y la dificultad para financiar la I+D, influyen de forma significativa sobre la probabilidad a obtener las ayudas a la innovación. Respecto a las variables relacionadas a la situación del mercado: la percepción del mercado en expansión, una cuota de mercado en disminución, la capacidad de inversión y la propensión exportadora, resultaron tener una influencia significativa. Finalmente, en relación a los indicadores tecnológicos, se encontró que la formalización de la actividad innovadora, la cooperación y la exportación de tecnología también influyen significativamente.

En el caso del tamaño, la influencia es positiva y significativa. Las empresas más grandes participan con mayor frecuencia que las PYMES. Esta tendencia también se ha encontrado en otros estudios, tanto para el caso español (Fernández et al., 1996; Heijs, 1999, 2001; Zubiaurre, 2002) como en estudios de otros países (Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Fier, 2002). De hecho un aumento de 10% del tamaño de la empresa implicaría un aumento de 0,7% en la probabilidad de participar.

Existen dos razones fundamentales que podrían explicar la escasa participación de las PYMES en los programas de apoyo (Heijs, 1999, 2001). La primera razón tiene que ver con el concepto de innovación en sí mismo. La mayoría de los programas ofrece ayudas a aquellas empresas que realizan actividades innovadoras formalizadas en proyectos de I+D, dejando fuera un amplio abanico de actividades innovadoras no menos importantes. Esto indica que se benefician principalmente empresas con proyectos de innovación bien articulados, en lugar de empresas con actividades innovadoras menos articuladas²⁸. La segunda razón está relacionada a la escasa capacidad de gestión de las pequeñas empresas. La falta de tiempo y recursos para informarse sobre ayudas estatales y la poca experiencia y conocimiento sobre la presentación de las solicitudes puede dificultar su acceso a las ayudas (Heijs, 199, 2001; Almus y Czarnitzky, 2003). En el caso de ayudas otorgadas por el CDTI, por ejemplo, Heijs (1998) resalta que la mayoría de las empresas grandes ya han entregado tres o más solicitudes para créditos, mientras que la mayor parte de las empresas pequeñas solamente han entregado una sola solicitud. Existen muchas razones que pueden explicar esta diferencia, como podrían ser los costes percibidos del proceso, el tiempo necesario para cumplimentar las solicitudes, y los informes de control y seguimiento. Para las PYMES con actividades innovadoras, estas razones pueden ser percibidas, por sus responsables, como muy importantes en relación a los beneficios. Los costes de procesar una solicitud para proyectos de pequeñas dimensiones son relativamente altos respecto a los

²⁸ En el estudio de las empresas vascas y navarras se pudo comprobar que un gran número de empresas pequeñas, propensas a la innovación no formalizada a través de proyectos, quedan excluidas de las ayudas. En algunos casos la formalidad exigida por las administraciones públicas hace que este tipo de empresas no puedan beneficiarse.

beneficios que se pueden obtener. En algunas ocasiones la agencia pide que se ajusten los criterios contables y de control de la empresa como requisito previo. Todo esto podría implicar que ciertas empresas se autoexcluyeran de las ayudas.

Tabla 3. Resultados de la Estimación Logit

| | Coefficiente | z | | E. M. | z | |
|--|--------------|-------|-----|--------|-------|-----|
| <i>Variables asociadas a las características de las empresas</i> | | | | | | |
| Tamaño | 0,335 | 3,54 | *** | 0,071 | 3,55 | *** |
| Industria 1 | -0,205 | -0,33 | | -0,042 | -0,35 | |
| Industria 2 | 0,233 | 0,39 | | 0,051 | 0,39 | |
| Industria 3 | 0,504 | 0,87 | | 0,114 | 0,84 | |
| Industria 4 | 0,132 | 0,21 | | 0,029 | 0,2 | |
| Industria 5 | 0,21 | 0,33 | | 0,046 | 0,32 | |
| Industria 6 | 0,304 | 0,54 | | 0,067 | 0,52 | |
| Industria 7 | 0,039 | 0,07 | | 0,008 | 0,07 | |
| Industria 8 | 0,887 | 1,56 | | 0,207 | 1,52 | |
| Industria 9 | 0,785 | 1,36 | | 0,182 | 1,32 | |
| Industria 10 | -0,45 | -0,65 | | -0,087 | -0,72 | |
| Edad | -0,021 | -0,42 | | -0,004 | -0,42 | |
| Región | -0,341 | -1,66 | a | -0,073 | -1,66 | a |
| % Capital extranjero | -0,011 | -3,61 | *** | -0,002 | -3,63 | *** |
| % Capital público | 0,017 | 2,26 | * | 0,003 | 2,24 | * |
| % Capital otras sociedades | -0,001 | -0,55 | | -0,000 | -0,55 | |
| Diversificación | -0,531 | -1,02 | | -0,113 | -1,02 | |
| Dificultad de Finan. I+D | -0,546 | -1,70 | a | -0,105 | -1,90 | a |
| <i>Variables relacionadas con el mercado</i> | | | | | | |
| Mercado en expansión | 0,357 | 1,69 | a | 0,076 | 1,67 | a |
| Mercado en recesión | -0,251 | -0,73 | | -0,051 | -0,76 | |
| Cuota de mercado - aumento | 0,059 | 0,28 | | 0,012 | 0,27 | |
| Cuota de mercado - disminución | -0,622 | -1,76 | a | -0,118 | -2,00 | * |
| Capacidad de Inversión | 0,355 | 3,65 | *** | 0,075 | 3,68 | *** |
| Ratio de exportación | 0,010 | 0,26 | | 0,002 | 0,26 | |
| Ratio de importación | 0,120 | 1,97 | * | 0,025 | 1,97 | * |
| <i>Indicadores tecnológicos</i> | | | | | | |
| Actividad Innovadora formal | 0,825 | 3,44 | ** | 0,168 | 3,60 | *** |
| Cooperación Tecnológica | 1,072 | 4,13 | *** | 0,208 | 4,68 | *** |
| Importa Tecnología | 0,001 | 0,03 | | 0,001 | 0,03 | |
| Exporta Tecnología | 1,843 | 4,32 | *** | 0,430 | 4,94 | *** |

a = $p \leq 10\%$; * = $p \leq 5\%$; ** = $p \leq 1\%$; *** = $p \leq 0.1\%$

En cuanto al capital de control, se ha detectado que contar con capital público aumenta significativamente la probabilidad de obtener ayudas, lo que posiblemente puede ocurrir por una relación de privilegio con las agencias que distribuyen la ayuda. Por otro lado, la presencia de capital extranjero, ejerce una influencia negativa y significativa. Estos resultados coinciden con los encontrados por Busom (2000) para el caso español. El Estado apoya principalmente empresas nacionales.

Uno de los argumentos que justifican la intervención estatal –además de las problemas de apropiabilidad- es la existencia de una diferencia importante entre el porcentaje de beneficios requerido por el empresario y el margen de beneficios que demanda un inversionista, especialmente en el caso de capital riesgo (Czarnitzky y Fier, 2003). Un inversionista de capital riesgo exige un mayor margen porque supone que algunos de los proyectos en los que esta involucrado fracasarán. Por lo tanto, las pérdidas generadas por estos proyectos, terminan financiándose con los beneficios de otros. Las ayudas estatales pueden evitar este problema contribuyendo a la financiación de proyectos con dificultad de acceder a recursos externos. Por ejemplo, algunos programas basados en créditos de bajo interés no exigen la devolución en caso de fracaso del proyecto. Teniendo en cuenta el papel del Estado en estas situaciones, resulta llamativo que las empresas cuya barrera a la innovación es la financiación no tengan probabilidades de acceder a las ayudas. En nuestro análisis, inesperadamente son las empresas con mayor capacidad financiera las que obtienen con mayor frecuencia el apoyo estatal. Lo que podría estar relacionado con una política dirigida hacia proyectos y empresas que aseguran –en cierto modo- la capacidad técnica y financiera de los proyectos de manera que el proceso innovador llegue a un buen término. Estos resultados están perfectamente relacionados a los encontrados respecto al tipo de mercado y la cuota de mercado de las empresas: el Estado apuesta por empresas que garantizan buenos resultados de la política.

Es de resaltar que las diferencias sectoriales no parecen significativas en el caso de la industria española. Lo que indica que las ayudas estatales –en términos generales, sin especificar el tipo de programa o su procedencia- no se orientan hacia un sector industrial específico.²⁹ Una conclusión que no se apoya en las evidencias empíricas existentes. Tanto los estudios que analizan el caso de España (Heijs, 1999, 2001; Busom 2000) como otros estudios (Arvantis et al, 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Fier 2002) indican que ciertos sectores participan con más frecuencia en las ayudas estatales. Este resultado puede estar relacionado con el tipo de programa bajo evaluación. No obstante, hay que tener en cuenta que en este trabajo se analizan de forma simultánea gran parte de la política de subsidios disponible en España.

En cuanto a las variables relacionadas al mercado se puede indicar que las empresas que perciben su mercado principal en expansión -y presumiblemente desean mejorar o mantener su posición competitiva innovando- tienen más posibilidades de recibir ayuda que las empresas en mercados en retroceso o estables. Por el contrario, la disminución de la cuota de mercado, esta asociada con una disminución en la probabilidad de obtener subsidios, ceteris paribus, en cerca de once puntos porcentuales. En conclusión, las administraciones públicas aparentemente apoyan sectores en expansión, y dentro de ellos empresas con altas tasas de inversión y aumento en sus cuotas de mercado. Dicho de otro modo apuestan por empresas que garantizan el éxito de las ayudas.

Los indicadores del comportamiento innovador arrojan información importante y coincidente con la evidencia empírica relacionada en muchos casos. Aunque las empresas de la muestra son innovadoras entre mayor es el grado de formalidad de la actividad innovadora mayor es la

²⁹ Cabe recordar que se trata aquí solo de empresas industriales. Un hecho importante ya que estudios recientes han indicado que las empresas del sector de servicios tienen mayor probabilidad de ser apoyadas por programas estatales (Heijs et al 2003).

probabilidad de obtener ayudas. Empresas que gestionan la tecnología de manera formal y regular pueden, *ceteris paribus*, aumentar su probabilidad en cerca de dieciséis puntos porcentuales y en unos veinte puntos porcentuales, *ceteris paribus*, si mantienen acuerdos de cooperación tecnológica. Un importante resultado se obtuvo respecto a la exportación de tecnología. Las empresas con un alto potencial de transferencia de tecnología tienen significativamente mayores probabilidades de obtener las ayudas. Un cambio en la variable exportación de tecnología, *ceteris paribus*, aumenta la probabilidad de obtener ayudas en cuarenta y tres puntos porcentuales.

5.2- El efecto incentivador del apoyo público a la I+D: Adicionalidad o Sustitución

Analizadas y controladas las diferencias observables entre los dos grupos de empresas, el efecto promedio de la política de innovación sobre el esfuerzo innovador (gasto en I+D/ventas) de las empresas que reciben la ayuda se resume en la Tabla 4.

Tabla 4. Efecto Promedio de los Subsidios a la I+D sobre la Esfuerzo Innovador

| Empresas Subsidiadas | Empresas No Subsidiadas | Efecto Promedio ATT - Porcentaje | Test Estadísticos t valor (bootstrap t valor) |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|---|
| 243 | 121 | 1,855 | 6,459* 5,543* |

Nota: * Significativo al 0.1%

Para la estimación del efecto promedio se empleo un área de soporte común que permitió eliminar empresas con un pobre emparejamiento. La muestra total de empresas incluidas en el análisis del efecto fue de 364, de las cuales 243 hacen parte del grupo de empresas que reciben la ayuda y 121 pertenecen al grupo de control.

El efecto promedio de la política de innovación es significativamente diferente de cero. Las empresas que reciben los subsidios son en promedio un 1.85% más intensas en I+D frente al grupo que no los recibe. A pesar de que la ayuda en promedio no aumenta considerablemente el esfuerzo innovador, es importante resaltar la ausencia de un efecto de “crowding out” de los fondos públicos sobre los privados. En otras palabras, las empresas no están sustituyendo –de forma generalizada- su esfuerzo privado por la contribución pública.

6.- Conclusiones

En este trabajo hemos evaluado la política española de subsidios a la innovación, estimando el efecto causal de los subsidios sobre la intensidad en I+D de empresas pertenecientes al sector manufacturero. Para este propósito se ha empleado un enfoque no paramétrico denominado Propensity Score Matching (PMS), que permite llegar a una situación próxima a la eliminación de dos problemas metodológicos en la tarea de evaluación de la política: la no estimación del

estado contrafactual y el problema de endogeneidad, derivado del proceso de distribución de las ayudas.

Una primera parte del análisis dirigida a estudiar y controlar el proceso de distribución de las ayudas, nos permitió concluir que empresas con una clara capacidad de garantizar el éxito de los proyectos subsidiados obtienen en mayor medida los subsidios. Los resultados son determinantes: grandes empresas con una alta capacidad de inversión, participación de capital público, presentes en mercados en expansión y con una actividad innovadora formal y articulada, tiene una mayor probabilidad de obtener las ayudas. Contrariamente, empresas con necesidades de financiación de la innovación, ven reducida su probabilidad de obtenerlas. La distribución de las ayudas sigue un claro enfoque sobre los resultados, lo que en la literatura se denomina “picking up the winners”. A diferencia de otros estudios hemos incluido un conjunto mucho más amplio de variables representativas de las características de las empresas, la presión del mercado y el nivel tecnológico. Adicionalmente, se ha considerado la participación de las empresas en más de un programa de subsidios.

En el proceso de selección de la muestra pudimos comprobar que son las empresas innovadoras, las que principalmente reciben la ayuda. Al parecer las empresas no innovadoras – e incluso las pocas innovadoras- no obtiene este tipo de ayudas. Los subsidios logran ampliar y profundizar las actividades tecnológicas de las empresas innovadoras existentes pero no consiguen ampliar el número de empresas innovadoras del sistema productivo en su conjunto. Superar esto, sería para España un gran reto en las próximas décadas.

En cuanto al efecto causal de la política de innovación, los subsidios producen un efecto de adicionalidad financiera. Las empresas son en promedio un 1.85% más intensas en I+D frente a las empresas que no reciben. El análisis permite descartar un efecto de crowding out de los fondos públicos sobre los privados. No obstante, en comparación a otros estudios que han empleado la metodología del Propensity Score Matching (Czarnitzki y Fier 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki y Fier 2002)³⁰, el efecto promedio aunque es significativo resulta ser escaso en el caso español.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. y Modrego, A. (2001), “Public financing of cooperative R&D projects in Spain: the concerted projects under the National R&D Plan”. *Research Policy*, Vol. 30, pp. 625-641.
- Almus, M. y Czarnitzki, Dirk (2003). “The effects of public R&D subsidies on firms’ innovation activities: the case of Eastern Germany”. *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 21, No.2, pp. 226-236.
- Angrist, J. Imbens, G. y Rubin, D.B. (1996), “Identification of causal effects using instrumental variables”. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 91, pp. 444-445.
- Antonelli, C. (1989) A Failure-Inducement Model of Research and Development Expenditure, Italian Evidence from the Early 1980's. *Journal of Economic Behaviour and Organisation*
- Arvanitis, S.; Hollenstein, H. y Lenz, Stephan (2002), “The effectiveness of government promotion of advances manufacturing technologies (ATM): An economic analysis based on Swiss micro data”. *Small Business Economics*, Vol. 19. pp. 321-340.

³⁰ En el caso alemán el efectos promedio de los subsidios sobre la intensidad en I+D resulta ser del 4%.

- Becher, G. et al. (1989) FuE-Personalkostenzuschüsse: Strukturentwicklung, Beschäftigungswirkungen und Konsequenzen für die Innovationspolitik. ISI-Fraunhofer/DIW
- Becher, G.; Kuntze, U.; Pfirrmann, G.; Walter, H.; Weibert, W. (1990) Zwischenbilanz der Einzelbetrieblichen Technologieförderung für Kleine und Mittlere Unternehmen in Baden-Württemberg. Endbericht, Teil 1, ISI-Fraunhofer
- Becher, G.; Weibert, W. (1990) Zwischenbilanz der Einzelbetrieblichen Technologieförderung für Kleine und Mittlere Unternehmen in Baden-Württemberg. Endbericht, Teil 2, ISI-Fraunhofer
- Becker, S.O. y Ichino, A. (2002), "The estimation of average treatment effects based on propensity score". The Stata Journal, Vol. 2, No. 4, pp. 358-377.
- Blank, D.; Stigler, G. (1957) The Demand and Supply of Scientific Personal. NBER
- Bozeman B.; Melkers J. (1993) Assessing R&D Impact, Methods and Practice. Kluwer Academic Publishers
- Buesa, M.; Molero, J. (1996) Innovación y Diseño Industrial, Evaluación de la Política de Promoción del Diseño en España. Editorial Civitas
- Buesa, M.; Martínez - Pellitero, M.; Heijs, J.; Baumert, T. Y (2002) Los sistemas regionales de innovación en España: Una tipología basada en indicadores económicos e institucionales. Economía Industrial. Nº 347.
- Buiseret, T.; Cameron, H. M.; Georgiou, L. (1995) What Differences Does it Make? Additionality in the Public Support of R&D in Large Firms. International Journal of Technology Management, Vol. 10, Nos. 4/5/6
- Busom, I. (1991) Impacto de las Ayudas Públicas a las Actividades de I+D de las Empresas; Un Analisis Empírico. Revista de Economía Pública, 11, 2es
- Busom, I. (1992) Innovación e Intervención Pública: Panorama y Evidencia Empírica. Tesis Doctoral
- Busom, I. (2000), "An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies". Economic Innovation and New Technology, Vol. 9, pp. 111-148.
- Capron, H. (1992) Economic and Quantitative Methods for the Evaluation of the Impact of R&D Programmes, a State of Art. Unión Europea (Cie. Ce, Monitor\Spear, Nov. 1992) 2
- Capron, H.; Pottelsberghe, B (1997); Public support to Business R&D A survey and some new evidence. OECD Confrence Policy evaluation in innovation and technology: towards best practices.
- Carmicheal, J. (1981) The Effects of Mission Orientated Public R&D Spending on Private Industry. Journal of Finance, 36 (3)
- Czarnitzki, D. y Fier, A. (2002), "Do innovation subsidies crowd out private investment? Evidence from the German service sector". Applied Economics Quaterly, Vol. 48, No. 1, pp- 1-25.
- Dankbaar B., Et Al. (1993a) Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy Overall Strategic Review. Monitor-Sast Project No. 8 commission of the European
- Diamond, A. (1998). "Does federal funding crowd out private funding of science?". Presentation at the American Economics Association meetings, Chicago, January.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. (1988) Technical Change and Economic Theory. Pinters Publishers
- Duguet, E. (2003). "Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D? Evidence from France using propensity score methods for non-experimental data". EUREQua - CNRS UMR 8594 – Université de Paris I., Maison des Sciences Économiques, Working Paper <ftp://mse.univ-paris1.fr/pub/mse/cahiers2003/V03075.pdf>
- Fagerberg, J. (1994) Technology and International Differences in Growth Rates. Journal of Economic Literature, Vol. XXXII, (September)
- Fernández, E.; Junquera, B. y Vázquez C (1996), "The government support for R&D: The Spanish case". Technovation, Vol. 16. No. 2, pp. 59-65.
- Czarnitzki, D Fier, A (2002); Substitiutive or complementary? Innovatioon Subsidies in the German service sector. Discussion Paper Nº. 02-04. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH . Mannheim
- Fontela, E.; Pulido, A.; Sanchez, M. P.; Vicens, J. (1992) Evaluación de la Actuación del CDTI en Apoyo a la I+D. CDTI
- Georghiou, L. (1994) Impact of the Framework Programme on European Industry. Comision Europea
- Griliches, Z. (1979) Issues in Assesing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. Bell Journal of Economics, Vol. 10 (1)
- Griliches, Z. (1986) Productivity, R&D and Basic Research at Firm Level, is there Still a Relationship. American Economic Review, Vol. 76 (1)
- Griliches, Z.; Lichtenberg, F. (1984) R&D and Productivity Growth at the Industry Level, is there Still a Relationship. En: Griliches, Z. (Ed.), 1984
- Hall, B.; Reenen, J. (2000) How efective are fiscal incentives for R&D? aA review of the evidence. Research Policy 29; 449-469

- Heckman, J. (1979), "Sample Selection Bias as Specification Error", *Econometrica*, Vol. 47, No. 1, pp. 153-161.
- Heijs, J. (1999); La difusión de los créditos del CDTI en el País Vasco y Navarra. *Ekonomiaz, Revista Vasca de Economía*, Núm. 44
- Heijs, J. (2000); Public Finance of the R&D Activities in Enterprises: Role and Impact of the Spanish low Interest Credits for Individual Enterprises; Documento de Trabajo Nº 21, Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Heijs, J. (2001) Política tecnológica e innovación; evaluación de la financiación pública de I+D Consejo Económico Social, Colección de Estudios. Madrid
- Heijs, J. et al. (2003); Capítulo XII: Revelación de la orientación política y un análisis cuantitativo de la cooperación. En Fernández - Díaz, A. (Dir) Estudio sobre metodologías y prácticas de evaluación y control de las políticas científicas, tecnológicas y de innovación en España (Estudio de evaluación no publicado)
- Heijs, J. (2003); Freerider behaviour and the public finance of R&D activities in enterprises: the case of the Spanish low interest credits for R&D. *Research Policy*, Volume 32, Number 3, 2003 (Pp. 445-461).
- Herrera, L. (2003) Factores que influyen sobre la posibilidad de obtener ayudas de innovación. Ponencia presentada en el Dpto. de Dirección de Empresas y Economía de la Empresa. Universidad de León.
- Klette, T.J. y Moen, J. (1998). R&D Investment responses to R&D subsidies: a theoretical analysis and econometric evidence (presentation to the NBER Summer Institute, July).
- Kulicke, M; Bross, U.; Gundrum, U. (1997) Innovationsdarlehen Als Instrument Zur Förderung Kleiner und Mittlerer Unternehmen. ISI-Fraunhofer
- Lerner, J. (1999), "The government as venture capitalist: The long-run impact of the SBIR program". *Journal of Business*, Vol. 72, No.3, pp. 285-318.
- Levin, R; Reiss, P. (1984) Test of Schumpeterian Model of R&D and Market Structure. En: Griliches (Ed.), 1984
- Levy, D. (1990) Estimating the Impact of Government R&D. *Economic Letters*, Vol. 32 (2)
- Levy, D. M.; Terlecky. N. (1983) Effects of Government Funding on Private R&D Investment and Productivity: A Macro Economic Análisis. *Bell Journal of Economics* (Winter)
- Lichtenberg, F. (1987) The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-Assessment. *Journal of Industrial Economics* (September)
- Lichtenberg, F. (1988) The Private R&D Investment Response to Federal Design and Technical Competitions. *The American Economic Review*, Vol. 78 (3)
- Lichtenberg, F.; Siegel, D. (1991) The Impact of R&D Investment on Productivity – New Evidence Using Linked R&D- Lrd Data. *Economic Inquiry* Vol. XXIX (April)
- Link, A. (1981) Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing: Additional Evidence. *American Economic Review*, Vol. 71 (December)
- Mansfield, E. (1968) *Industrial Research and Technological Innovation*. Norton
- Mansfield, E. (1977) *The Production and Application of New Industrial Technology*.
- Mansfield, E. (1984) R&D and Innovation Some Empirical Findings. En: Griliches (Ed.), 1984
- Meyer-Krahmer, F. (1989) *Der Einfluss Staatlicher Technologiepolitik Auf Industrielle Innovationen*. Nomos
- Molero, J.; Buesa, M. (Dir.). (1995ª) Análisis y Evaluación de la Actuación del CDTI: Política Tecnológica e Innovación en la Empresa Española. Una Evaluación de la Actuación del CDTI. Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Nadiri, I. (1980) Contributions and determinants of Research and Development expenditures in the US manufacturing industry. En von Furstenberg; *Capital efficiency and growth*, Ballinger Publishing Company
- Nelson, R. (1984) *High-Technology Policies, a Five Nation Comparison*.
- Nelson, R.; Winter, S. (1982) *An Evolutionary Theorie of Economic Change*.
- Papaconstantinou, G.; Polt, W. (1997); Policy evaluation in innovation and technology: An overview. OECD Conference Policy evaluation in innovation and technology: towards best practices.
- Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change towards a taxonomy and theory *Research Policy*, Vol.
- Prest, University of Manchester (1990) *The Impact and Utility of European Commission Research Programme Evaluation Reports*. Comisión de la Comunidad Europea
- Rosenbaum, P.R. y Rubin, D.B. (1983), "The central role of the propensity score in observational studies for causal effects". *Biometrika*, Vol. 70, No. 1, pp. 41-55.
- Rubin, D.B. (1977): Assignment to treatment group on the basis of covariate. *Journal of educational statistics*, 2, 1-26
- Schrieves, (1978) Market Structure and Innovation. *Journal of Industrial Economics*, 26 (4)
- Scott, J. (1984) Firms Versus Industry Variability in R&D Intensity. En: Griliches (Ed.), 1984



- Soete, L.; Turner, R.; Patel, P. (1984) Technology Diffusion and the Rate of Technical Change. *Economic Journal*, Vol. 84
- Siegert, G; Meyer-Krahmer, F.; Walter, G. (1985) Wirkungsanalyse der Fachprogrammbezogenen Projektförderung bei Kleinen und Mittleren Unternehmen. ISI-Fraunhofer
- Stiglitz, J. (1991) The Invisible Hand and Modern Welfare Economies. En: D Vines and a Stevenson (Eds.) ; *Information Strategy and Public Policy*, Blackwell Publishers
- Switzer, L. (1984) The Determinants of Industrial R&D: A Funds Flow Simultaneous Equation Approach. *Review of Economics and Statistics*, 66 (1)
- Toivanen, O. Y Niininen, P. (1998). "Investment, R&D, subsidies, and credit constraints (Working Paper, Department of economics MIT and Helsinki School of Economics).
- Vence, X. (1998): La política tecnológica comunitaria y la cohesión regional. Los retos de los sistemas de innovación periféricos. Editorial Civitas
- Wallsten, S. (2000), "The effects of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the Small Business Innovation Research program", *RAND Journal of Economics*, Vol. 13, No. 1. pp. 82-100.
- Zubiaurre Goena, A. (2002): Cooperación entre empresas y centros tecnológicos en la política tecnológica vasca. *Revista de Economía Industrial* 346 - 2002/IV

ÚLTIMOS TÍTULOS PUBLICADOS

- 11.- *Regional technology policy and innovations systems: A comparative study of Germany and Spain*. Joost Heijs. (1998).
- 12.- *The diffusion of the low interests credits for R&D projects offered by the Spanish Government within the Spanish production structure*. Joost Heijs. (1998).
- 13.- *I+D e innovación tecnológica en las regiones españolas*. Mikel Buesa. (1998).
- 16.- *Formas de Internacionalización. Un estudio aplicado*. Adolfo Gutiérrez de Gandarilla Saldaña y Luis Javier Heras López. (1999). (Existe la versión en inglés de este documento).
- 17.- *Difusión de los créditos del CDTI en las empresas innovadoras del País Vasco y Navarra*. Joost Heijs. (1999).
- 18.- *Innovation and Internationalisation Policies in Spain: Special Consideration of Less Developed Areas*. José Molero y Antonio Fonfría. (2000).
- 19.- *El Control de los intercambios internacionales de armamento y tecnologías de doble uso: el caso de España*. Mikel Buesa. (2000).
- 20.- *Patrones tecnológicos y competitividad: un análisis de las empresas innovadoras en el País Vasco*. Mikel Buesa y Arantza Zubiaurre. (2000).
- 21.- *Public finance of the R&D activities in enterprises: Role and impact of the Spanish low interest credits for R&D*. Joost Heijs (2000).
- 22.- *Intervencionismo estatal durante el franquismo tardío: un análisis del condicionamiento industrial*. Mikel Buesa y Luis E. Pires (2001).
- 23.- *Nuevas pautas de internacionalización de la I+D de las empresas multinacionales estadounidenses*. Ana Bellver (2001).
- 24.- *Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: Un aproximación teórica*. Joost Heijs (2001)
- 25.- *Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico y metodológico*. Joost Heijs (2001).
- 26.- *Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura*. Mikel Navarro (2001).
- 27.- *El análisis y la política de clusters*. Mikel Navarro (2001).
- 28.- *Los sistemas regionales de innovación del País Vasco y Navarra*. Mikel Buesa (2001).
- 29.- *Centralisation or dispersion?: a spatial analysis of the impact of the single market programme on the activity of us manufacturing affiliates*. Andrew Mold (2001)

- 30.- *El sistema regional de innovación de la Comunidad de Madrid*. Mikel Buesa (2002).
- 31.- *Economía de la secesión: Los costes de la 'No-España' en el País Vasco*. Mikel Buesa (2002).
- 32.- *The spanish public financial support accesible for small and medium sized firms: organisations, programes, instruments and measures*. Joost Heijs (2002).
- Los determinantes de la capacidad innovadora regional: una aproximación econométrica al caso español. Recopilación de estudios y primeros resultados*. Thomas Baumert y Joost Heijs (2002).
- 34.- *Recursos y resultados de los sistemas de innovación: elaboración de una tipología de sistemas regionales de innovación en España*. Mónica Martínez Pellitero (2002).
- 35.- *Medida de la capacidad innovadora de las Comunidades Autónomas: construcción de un índice regional de innovación*. Mónica Martínez Pellitero y Thomas Baumert (2003)
- 36.- *Innovación tecnológica y competitividad: análisis microeconómico de la conducta exportadora en México*. Salvador Estrada y Joost Heijs (2003).
- 37.- *Indicadores de la sociedad de la información en España*. Salvador Estrada (2003)
- 38.- *Los centros tecnológicos y el sistema regional de innovación. El caso del País Vasco*. Mikel Navarro Arancegui y Arantza Zubiaurre Goena (2003).
- 39.- *Ciencia y Tecnología en la España democrática: la formación de un sistema nacional de innovación*. Mikel Buesa (2003).
- 40.- *Las empresas del País Vasco ante la secesión*** Mikel Buesa, Joost Heijs, Thomas Baumert Y Mónica Martínez Pellitero (12003)

Normas de edición para el envío de trabajos:

Texto: Word para Windows

Tipo de letra del texto: Times New Roman 12 Normal

Espaciado interlineal: Sencillo

Tipo de letra de las notas de pie de página: Times New Roman 10 Normal

Numeración de páginas: Inferior centro

Cuadros y gráficos a gusto del autor indicando programas utilizados

En la página 1, dentro de un recuadro sencillo, debe figurar el título (en negrilla y mayúsculas), autor (en negrilla y mayúsculas) e institución a la que pertenece el autor (en letra normal y minúsculas)

En la primera página del trabajo, se deberá incluir un *Resumen* en español e inglés (15 líneas máximo), acompañado de *palabras clave*

Los trabajos habrán de ser enviados en papel y en soporte magnético a la dirección del Instituto de Análisis Industrial y Financiero.