



Facultad de Ciencias Económicas
y Empresariales
Universidad de La Laguna



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Camino de la Hornera s/n.
38071 La Laguna
Islas Canarias



GOBIERNO DE CANARIAS
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
Dirección General de Promoción Económica

Documento de trabajo

**La Financiación Pública de
Proyectos de I+D Cooperativos en
España: Los Proyectos Concertados
del Plan Nacional de I+D**

Juan Acosta Ballesteros
Aurelia Modrego Rico

Documento de Trabajo 97/98-15

La Laguna, mayo de 1998

La financiación pública de proyectos de I+D cooperativos en España: los proyectos concertados del Plan Nacional de I+D*

Juan Acosta Ballesteros (Universidad de La Laguna)

Aurelia Modrego Rico (Instituto Flores de Lemus, Universidad Carlos III de Madrid)

Resumen

En este trabajo se estudia la actuación del sector público español cuando financia proyectos de investigación precompetitiva desarrollados por empresas en colaboración con universidades y organismos públicos de investigación. Con este fin, se plantea un modelo econométrico que explica simultáneamente la concesión de la ayuda por parte de la agencia pública a los proyectos presentados y su cuantía. Las estimaciones realizadas indican, entre otros resultados, que el destino previsto para los fondos presupuestados y algunas características de la empresa que desarrolla el proyecto explican buena parte de la financiación pública. Sin embargo, la incidencia de factores como la dimensión de la empresa y el grado de cooperación es reducida, lo que indica que la actuación pública no ha ido dirigida a modular la financiación concedida con la finalidad de atraer a empresas de determinado tamaño ni de incentivar altos niveles de cooperación.

1. Introducción.

Las actividades tecnológicas realizadas por las empresas tienen importantes efectos sobre la competitividad y el crecimiento de los países¹, por lo que no es extraño que desde el sector público se pongan en práctica instrumentos que fomenten el gasto empresarial en I+D. Ahora bien, si el sector público pretende estimular los resultados innovadores de las empresas, ha de tener en cuenta la importancia de la

* Agradecemos a Víctor Cano, Manuel Navarro y María del Pilar Osorno sus comentarios a una versión previa de este trabajo. También queremos señalar que la información empleada en este artículo se ha obtenido gracias a la colaboración del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y la Comisión Interministerial para la Ciencia y la Tecnología (CICYT). Este trabajo ha recibido financiación del Plan Nacional de I+D (proyecto SEC93-833-CO2).

¹ Griliches (1995) ha revisado los estudios empíricos que analizan el impacto de las actividades de I+D sobre el crecimiento y la productividad. Por su parte, la transformación a que está siendo sometida la teoría del comercio internacional tras la consideración del papel del cambio técnico ha sido recogida por Krugman (1995).

investigación desarrollada en las universidades y centros públicos de investigación (CPI) como fuente de innovación industrial.

Existe una amplia literatura que analiza las diferencias entre los mundos en los que desarrollan su actividad científicos y tecnólogos (Dasgupta y David 1987, 1994; Pavitt, 1987; Rosenberg y Nelson, 1994; Stephan, 1996) y estudia las complejas interrelaciones que existen entre la ciencia y la tecnología (Nelson, 1986; Pavitt, 1991; Rosenberg, 1991, 1992; Brooks, 1994; Rosenberg y Nelson, 1994; Narin, Hamilton y Olivastro, 1997). De estos trabajos, se puede deducir que la ciencia influye en la tecnología de múltiples formas: sirve de fuente de ideas para nuevas posibilidades tecnológicas, acrecienta la base de conocimiento que hace posible estrategias más eficientes para la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y el perfeccionamiento de las nuevas tecnologías y es fuente de herramientas y técnicas.

La influencia de la investigación académica sobre la innovación industrial se ha cuantificado en varios estudios (Jaffe, 1989; Berman, 1990; Mansfield, 1991, 1992; Acs et al. 1992 y 1994; Bania et al., 1992; Bania et al., 1993) suponiendo que procede de externalidades. Sin embargo, en su transmisión desempeñan un importante papel los vínculos tanto formales como informales entre los investigadores del sector público y de las empresas. El estudio de las formas en que se materializan las relaciones entre ambos colectivos ha sido abordado en diversos trabajos (Gibbons y Johnston, 1974; Link y Rees, 1990; Bailetti y Callahan, 1992; Senker y Faulkner, 1992; Bonaccorsi y Piccaluga, 1994; Faulkner, 1994; Faulkner y Senker, 1994; Ham y Mowery, 1998). En otros se han estudiado las barreras que pueden dificultar el establecimiento de relaciones entre ambos mundos (Dean, 1981; Azaroff, 1982; Fowler, 1984; Hoglund y Persson, 1987; Van Dierdonck et al., 1990; Sheen, 1992; Lee, 1996), encontrándose que no son tan importantes como se podría pensar teniendo en cuenta las diferencias culturales que existen.

Los efectos beneficiosos de la interacción entre ambos colectivos de investigadores y la posible dificultad para iniciar los contactos llevan al sector público a actuar con la intención de facilitar estas relaciones. En este trabajo se analiza un instrumento de política tecnológica existente en España que persigue simultáneamente los objetivos de fomento de la investigación empresarial y de estímulo de la cooperación entre empresas y centros públicos de investigación. Se trata de los proyectos concertados (PC) del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, que consisten en la concesión de créditos sin interés a proyectos de investigación precompetitiva desarrollados por empresas que, en la mayoría de los casos, han de contar

con la participación de investigadores de universidades y centros públicos de investigación (CPI).

Los proyectos concertados son aprobados por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), aunque la gestión de estas ayudas se encomienda al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), que es un organismo especializado en la promoción tecnológica en las empresas. El objetivo que se persigue en este trabajo es identificar y analizar los factores que determinan la financiación que la citada agencia pública concede a cada proyecto concertado. El método empleado consiste en la estimación de un modelo econométrico con sesgo de selección que explica la magnitud del crédito concedido en función de las características de la empresa, del proyecto y de la propia actuación del organismo gestor de estas ayudas.

El primer aspecto en el que se va a profundizar es hasta qué punto la financiación proporcionada está relacionada con el presupuesto del proyecto y si la intensidad con la que se financian los proyectos varía con el destino del presupuesto, esto es, si la aportación depende de la importancia que la adquisición de equipamiento, materiales, remuneración a los investigadores u otro tipo de costes tiene en el presupuesto total del proyecto y, sobre todo, si estos gastos se van a ejecutar en la propia empresa o en algún CPI. También se pretende conocer el grado de incidencia que otras características del proyecto, como la duración del mismo o el área temática (Programa Nacional) en el que se inscribe, tienen en la financiación que recibe y, sobre todo, si los atributos de la empresa afectan de forma significativa a la magnitud del crédito. Otro elemento que debe incorporarse es si la actuación pública ha tendido a favorecer la integración del sistema de ciencia y tecnología, ya que se trata de uno de los objetivos de los proyectos concertados.

En España se han realizado algunos trabajos que estudian diversos aspectos de los proyectos concertados (Fontela et al., 1992; González Ayuso et al., 1993; Modrego, 1995; Molero y Buesa, 1997). Sin embargo, ninguno de ellos aborda el análisis de las decisiones de las empresas y de la administración que llevan a la financiación de un proyecto concertado ni se plantea el análisis de los determinantes de la misma. Por otra parte, los trabajos de Busom (1991 y 1993) tienen en común con este artículo la utilización de modelos con sesgo de selección, pero se centran en el análisis de las decisiones de las empresas en materia de I+D (esfuerzo en investigación y realización de investigación básica o aplicada) cuando cuentan con medidas de estímulo desde la administración (ayudas públicas del CDTI y la CEE) y no en la propia actuación de la agencia pública que gestiona las ayudas.

En otros dos estudios anteriores (Acosta y Modrego, 1997 y 1998) se llevan a cabo análisis preliminares que sirven de apoyo a éste. En el primero, se estudian las características de las empresas que emprenden proyectos concertados comparándolas con las del resto de empresas que realizan I+D en España. En el segundo, se ofrece una visión sintética de los proyectos concertados desarrollados entre 1988 y 1991, que ha hecho posible una primera aproximación a algunos rasgos de la actuación pública. Aunque el presente trabajo tiene objetivos distintos, los datos que se usan coinciden con los empleados en estos estudios y, además, se van a utilizar algunos de los indicadores obtenidos en ellos.

El esquema de este trabajo es el siguiente. En el apartado segundo, se formula un modelo econométrico que explica la financiación que se proporciona a los proyectos concertados. En el tercer apartado se describen las variables que se utilizan y, en el cuarto, se presentan diversas especificaciones del modelo, tratando de responder a las cuestiones que se han planteado anteriormente. Por último, en el quinto apartado, se proporcionan algunas conclusiones orientadas hacia la política de ciencia y tecnología.

2. El modelo.

La financiación concedida a cada proyecto concertado (F) depende de un vector de características de dicho proyecto (z_F), de variables relativas a la empresa que lo lleva a cabo (x_F) y de otras que reflejan el modo de actuar del organismo que gestiona las ayudas (w_F). Esta relación, que se establece en la ecuación (1), se supone que es lineal y que incorpora una perturbación aleatoria (u_F) que está normalmente distribuida.

$$F = x_F \beta_F + z_F \gamma_F + w_F \theta_F + u_F \quad (1)$$

La estimación de esta ecuación tropieza, sin embargo, con el problema de que esta financiación no va dirigida a proyectos de I+D elegidos al azar, sino a aquellos proyectos que han sido presentados a la convocatoria de proyectos concertados y han resultado aprobados. En consecuencia, la estimación de la ecuación (1) en solitario, sin tener en cuenta el efecto de este proceso de selección, da lugar a estimaciones inconsistentes si la financiación otorgada no es independiente del proceso de selección de los proyectos o, dicho de otra forma, si existen factores inobservados que influyen tanto en la probabilidad de que un proyecto concertado llegue a ser aprobado como en la cuantía del crédito que se le concede.

La solución a este problema consiste en plantear y estimar modelos con autoselección, en los que junto a la regla de financiación se incorpore el mecanismo

mediante el que se realiza la selección de proyectos², introduciendo de forma explícita el comportamiento de las empresas y de la agencia pública. Las decisiones que se consideran son dos: en primer lugar, las empresas deben elegir entre solicitar o no el crédito para un determinado proyecto de I+D y, después, la administración decide a cuáles de los proyectos presentados se les concede financiación y determina la magnitud del crédito sin interés que les otorga.

Siguiendo esta secuencia de decisiones, el primer paso para conseguir estimaciones consistentes consiste en describir el comportamiento de una empresa que se plantea iniciar un proyecto de I+D y debe decidir si lo presenta a la convocatoria de proyectos concertados. En caso de que no solicite el crédito sin intereses, la empresa tiene varias posibilidades: puede llevar a cabo dicho proyecto sin apoyo público, puede solicitar otro tipo de ayuda o, simplemente, puede renunciar a desarrollar esa investigación. Por eso, la empresa adoptará la decisión de solicitar o no la ayuda comparando el beneficio que le reportaría el proyecto si lo realizase como proyecto concertado, al que se denominará B_1 , con el que obtendría en la mejor de las restantes posibilidades, B_0 .

El beneficio de la empresa si presenta una propuesta puede explicarse a partir de un vector x_S de características de la empresa, un vector z_S de atributos de los proyectos que la empresa considera relevantes para tomar la decisión, y un conjunto de variables (w_S) relativas a la actuación pública. Si se supone que el beneficio que espera obtener la empresa depende linealmente de las características anteriores³, se puede expresar por la ecuación (2), en la que el efecto de los factores inobservables sobre la decisión de la empresa queda recogido por la variable aleatoria e_1 .

$$B_1 = x_S b_1 + z_S g_1 + w_S \theta_1 + e_1 \quad (2)$$

Los costes y beneficios para la empresa englobarían no sólo los que proceden de la posible explotación futura de los resultados del proyecto de investigación o del ahorro de costes financieros que supone la financiación procedente del Plan Nacional de I+D, sino también de la valoración de la aportación que realiza el CPI, que depende de múltiples factores como la existencia previa de relación, el tamaño de la empresa, el

² Para una descripción de la problemática y métodos de estimación de los modelos con autoselección puede consultarse Maddala (1983 y 1986), Amemiya (1984), Dhrymes (1986), y Greene (1991). También han servido como referencia para la formulación del modelo el trabajo de Manski y Wise (1983) y el de Busom (1991).

³ Algunas de las variables contenidas en los tres vectores considerados pueden no afectar al beneficio de la empresa si realiza el proyecto concertado. En estos casos, los parámetros correspondientes toman valor cero.

sector de actividad, la tecnología, la pericia del sector público, etc. (Gibbons y Johnston, 1974; Link y Rees, 1990; Bailetti y Callahan, 1992; Senker y Faulkner, 1992; Bonaccorsi y Piccaluga, 1994; Faulkner, 1994; Faulkner y Senker, 1994) y también de las actitudes de la empresa y los CPI hacia la colaboración (Dean, 1981; Azaroff, 1982; Fowler, 1984; Hoglund y Persson, 1987; Van Dierdonck et al., 1990; Sheen, 1992; Lee, 1996).

La actuación del organismo que gestiona las ayudas también influye en la decisión de la empresa en la medida que ésta, antes de solicitar la ayuda, estima la probabilidad de que se conceda financiación a ese proyecto y la cuantía de la misma. Por ejemplo, las empresas pueden tomar en cuenta el coste que supone presentar una propuesta, el grado de exigencia de la agencia pública para aprobarlas o el efecto de un recorte general en la cuantía de las ayudas debido a la escasez de fondos públicos.

Realizando un análisis similar al anterior, el beneficio que obtiene la empresa si no solicita el proyecto concertado depende de algunas de las variables contenidas en x_s , z_s y w_s , y viene dado por (3):

$$B_0 = x_s b_0 + z_s g_0 + w_s \theta_0 + e_0 \quad (3)$$

Con este planteamiento, la probabilidad de que la empresa solicite el proyecto concertado coincida con la probabilidad de que B_1 exceda B_0 , esto es:

$$\begin{aligned} \text{Prob}[B_1 - B_0 > 0] &= \\ &= \text{Prob}[x_s(b_1 - b_0) + z_s(g_1 - g_0) + w_s(\theta_1 - \theta_0) + (e_1 - e_0) > 0] = \\ &= \text{Prob}[S^* = x_s \beta_s + z_s \gamma_s + w_s \theta_s + u_s > 0] \end{aligned} \quad (4)$$

La probabilidad de que la empresa solicite el proyecto concertado depende de un indicador inobservable S^* , que es una medida de la disposición de la empresa a presentar ese proyecto de I+D. La empresa solicita proyecto sólo si la variable latente S^* es positiva.

Una vez que las empresas han solicitado ayudas, se inicia la evaluación de la viabilidad técnica y económica de los proyectos, que concluye con la concesión o no del proyecto concertado. La decisión de la agencia pública puede reducirse a una variable latente (A^*) que se interpreta como un indicador de la calidad de la propuesta para la agencia pública y, por tanto, de su disposición a aprobarla. Esta variable latente A^* , que es intrínsecamente inobservable, se ha supuesto que depende linealmente de los atributos observables de la empresa (x_A) y del proyecto (z_A), y sus decisiones están influidas por variables que caracterizan la propia actuación pública (w_A), junto a otros factores que son inobservables y se recogen en la variable aleatoria u_A . Se concede la ayuda sólo si dicho indicador es positivo.

El modelo (5) expresa conjuntamente la decisión sobre la magnitud del crédito (1) y el proceso de selección de los proyectos:

$$\begin{aligned} S^* &= x_s \beta_s + z_s \gamma_s + w_s \theta_s + u_s \\ A^* &= x_A \beta_A + z_A \gamma_A + w_A \theta_A + u_A \text{ si } S^* > 0 \\ F &= x_F \beta_F + z_F \gamma_F + w_F \theta_F + u_F \text{ si } S^* > 0 \text{ y } A^* > 0 \\ F &\text{ no es observado si } S^* \leq 0 \text{ ó } (S^* > 0 \text{ pero } A^* \leq 0) \end{aligned} \quad (5)$$

Las decisiones de la agencia pública no se observan para el conjunto de los proyectos de investigación que las empresas se plantean realizar sino que sólo son apreciables la concesión o no del proyecto para aquellas empresas que lo han solicitado ($S^* > 0$) y la financiación de los proyectos aprobados ($S^* > 0$ y $A^* > 0$).

La estimación del modelo descrito por (5) plantea serias dificultades, ya que requeriría disponer de información sobre los proyectos de investigación para los que no se solicitó este tipo de financiación, fuesen o no finalmente desarrollados por las empresas. Además, la administración preserva el anonimato de las empresas que presentan propuestas que son rechazadas, por lo que los datos disponibles no permiten diferenciar entre las empresas que han solicitado proyectos concertados y no lo han obtenido y aquellas otras que no han llegado a solicitarlo. La solución que se ha adoptado consiste en refundir las decisiones de ambos agentes en una única variable latente (I^*) que recoge la propensión a que una empresa tenga proyecto concertado y que depende sólo de los atributos de la empresa (x_j). De esa forma, el mecanismo de selección se reduce a una ecuación de participación según la cual unas empresas presentan una solicitud de financiación y la obtienen mientras que otras empresas no presentan propuestas o les son rechazadas⁴.

⁴ Prescindir del efecto de las características de los proyectos en el proceso de selección parece aceptable si se tiene en cuenta que el modelo se va a estimar utilizando los cuatro años que componen la primera fase del Plan Nacional de I+D. De este modo, una empresa que no ha disfrutado de proyecto concertado ha tenido más de una oportunidad para, si lo deseaba, presentar proyectos. Si le era rechazada una propuesta a causa de su inviabilidad técnica o económica ha podido mejorarla, o sustituirla por otra en sucesivas convocatorias, adaptándola a los requisitos mínimos exigibles. Por ello, si en el conjunto del periodo no ha desarrollado ningún proyecto concertado, posiblemente se deba a que las características de la empresa o del conjunto de su investigación son tales que no lo hacen posible o deseable.

Una solución diferente que se probó fue plantear un modelo con observabilidad parcial, en el que sólo se puede conocer el efecto conjunto de las decisiones de la empresa y de la agencia pública. La escasez de información sobre los proyectos concretos no hizo posible obtener por separado los determinantes de la actuación de la empresa y de la agencia pública con el mecanismo de selección de Abowd y Farber (1982) ni con el de Poirier (1980).

Por último, otra vía de estimación consiste en considerar que la muestra está truncada y que sólo se dispone de información sobre los proyectos que fueron aprobados. Sin embargo, esta opción no parece muy adecuada puesto que, además de los problemas planteados por Maddala (1983, pp.278-283), entre las características de los proyectos aprobados no figura ninguna que haga referencia a la calidad de las

En definitiva, el modelo a estimar viene dado por (6), en el que se ha supuesto que las perturbaciones u_I y u_F se distribuyen conjuntamente como una normal bivalente, con covarianza ρ_{σ_F} . Si ambos términos de error no estuvieran correlacionados ($\rho_{\sigma_F} = 0$) no existiría autoselección y, por tanto, resultaría innecesario estimar conjuntamente las ecuaciones de participación y financiación.

$$\begin{aligned}
 I^* &= x_1\beta_1 + u_1 \\
 I &= 1 \text{ si } I^* > 0 \quad (\text{participación}) \\
 I &= 0 \text{ si } I^* \leq 0 \quad (\text{no participación}) \\
 F &= x_F\beta_F + z_F\gamma_F + w_F\theta_F + u_F \quad \text{si } I = 1 \\
 F &\text{ no es observado si } I = 0
 \end{aligned} \tag{6}$$

3. Variables explicativas.

Para la realización de este trabajo se dispone de una base de datos con 1099 observaciones, de las cuales 722 corresponden a empresas que desarrollaron actividades de I+D en España a finales de los años 80 y principios de los 90, pero no realizaron ningún proyecto concertado en el periodo 1988-91, y las 377 restantes hacen referencia a proyectos concertados realizados por otras 255 empresas⁵. Los datos proceden del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y de la Comisión Interministerial para la Ciencia y la Tecnología (CICYT).

Las variables utilizadas para la estimación del modelo (6) se dividen en tres grupos que, de acuerdo a la exposición previa, corresponden a los vectores x , z y w .

a) Variables relativas a la empresa.

Para la estimación del modelo se ha utilizado cinco variables que sintetizan las principales características de las empresas, tal y como se recoge en el cuadro 1. Estos indicadores se han obtenido en un trabajo previo (Acosta y Modrego, 1997) en el que se ha relacionado la información disponible sobre las empresas con su participación en los proyectos concertados. Los indicadores son las coordenadas de las empresas en los ejes factoriales obtenidos mediante un análisis de correspondencias múltiples⁶ y resumen de

propuestas, es decir, que hay bastante información relevante para explicar la financiación proporcionada por el CDTI, pero no tanta para discriminar entre proyectos aprobados y rechazados.

⁵ Aunque se concedieron 443 proyectos concertados en el periodo 1988-1991, la información de algunos no era suficientemente buena, por lo que se decidió prescindir de esas observaciones, que no parecen tener rasgos comunes.

⁶ La información disponible incluye, entre otras, ventas, plantilla, personal dedicado a investigación, gasto en actividades de I+D de la empresa, intensidad con la que la empresa dedica sus recursos humanos y materiales a tareas de investigación, comunidad autónoma donde se ubica la empresa,

una forma adecuada la inercia de la nube de empresas, sobre todo en relación a la realización de proyectos concertados. Además de los ejes factoriales, se introduce una variable ficticia para cada uno de los siete grandes sectores de actividad, que aparecen en el cuadro 2, en los que, de acuerdo al primer dígito de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), se ha clasificado a las empresas⁷.

Cuadro 1: Ejes factoriales que describen a las empresas.

TAMA	Mide el tamaño de la empresa.
ORID	Refleja el grado en que la empresa está orientada hacia actividades de investigación y desarrollo tecnológico, esto es, la importancia de estas actividades en relación a la dimensión de la empresa.
CAPID	Resume la capacidad de investigación de la empresa, especialmente la que se relaciona con la magnitud del departamento de I+D.
OTROS	No ha sido posible encontrar un significado claro para el cuarto factor, sin embargo, las empresas con proyecto concertado tienden a tener coordenadas positivas.
PROXI	Recoge el hecho de que algunas empresas necesitan más el apoyo público para realizar tareas de investigación precompetitiva o, al menos, se interesan más por él.

Cuadro 2: Sectores de actividad.

C1	Agricultura, ganadería y pesca.
C2	Energía y agua.
C3	Extracción y transformación de minerales no energéticos. Industria Química.
C4	Otras industrias manufactureras.
C5	Construcción.
C6	Resto de sectores.
C7	Instituciones financieras, seguros y servicios.

antigüedad, sector de actividad y, por supuesto, la información acerca de si la empresa ha obtenido algún proyecto concertado entre 1988 y 1991.

La mayor parte de las variables contenidas en las bases de datos originales son continuas. Sin embargo, se han agrupado en intervalos, obteniendo variables discretas, ya que esta transformación hace más sencilla la comprensión de la información y permite incluir en el análisis variables cualitativas.

⁷ Es destacable que la gran mayoría de las empresas de la rama 8 de la CNAE (variable C7) prestan servicios a otras empresas (código CNAE 84). Dentro de la industria transformadora de metales (C3) destacan las pertenecientes a la industria química (25) y, en mucha menor medida, a la industria de productos minerales no metálicos (24). Tal y como detectan González Ayuso et al. (1993), en la categoría de resto de sectores (C6) existe un número muy importante de empresas del sector de comercio al por mayor (61), que realmente reúne a filiales de grandes empresas del sector de la informática o del automóvil.

b) Variables relativas al proyecto.

Las variables que describen cada proyecto hacen referencia tanto a su presupuesto total como al destino del mismo, tal y como se detalla en el cuadro 3. El presupuesto se desglosa en adquisición de equipamiento, materiales y otros gastos en la empresa y en los centros públicos de investigación que pueden participar en el proyecto, así como a los gastos de personal en la empresa y en los centros de investigación públicos. También se tiene en cuenta la duración del proyecto medida en meses (variable DU).

Cuadro 3: Componentes del presupuesto del proyecto*.

PRESUP	Presupuesto total del proyecto.
IAFLAB	Inversión en equipos de laboratorio para la empresa.
IAFOTROS	Inversión en otros activos fijos para la empresa.
IMANO	Gasto en mano de obra en la empresa.
IMATE	Gasto en materiales ejecutado por la empresa.
CINOTROS	Otros costes ejecutados por la empresa.
COSTVARE	Presupuesto ejecutado por la empresa no dedicado a inversión. IMANO+IMATE+CINOTROS.
EQUI	Inversión en equipos para los centros públicos de investigación (CPI).
MANO	Gasto en mano de obra en los CPI.
MATE	Gasto en materiales ejecutado por CPI.
OTROSB	Otros gastos ejecutados en los CPI.
COSVCPI	Presupuesto ejecutado por los CPI no dedicado a inversión en equipamiento. MANO+MATE+OTROSB.
CINDOPI	Coste de la colaboración de CPI. EQUI+MANO+MATE+OTROSB.
COSV	Presupuesto no dedicado a inversión. COSTVARE+COSVCPI.

* Todas las variables están medidas en millones de pesetas.

Puesto que uno de los objetivos de los proyectos concertados es estimular la colaboración entre empresas y CPI, es interesante conocer si la financiación pública se ha dirigido especialmente a los proyectos que cuentan con más colaboración de los CPI. Para recoger este efecto en el modelo, se ha tenido en cuenta los resultados de un trabajo en el que se analizan las características de los proyectos concertados del periodo 1988-91 (Acosta y Modrego, 1998). En dicho documento se pone de manifiesto que la participación de la empresa en el proyecto depende más del grado en que se involucra en tareas de I+D que de la relación entre la dimensión de su departamento de I+D y la magnitud del proyecto. Es decir, la evidencia apunta a que la colaboración de los CPI se

orienta más a complementar la labor investigadora de la empresa que a descargar de trabajo al departamento de I+D. Este resultado está en consonancia con los trabajos que han detectado que las posibilidades que tiene una empresa para beneficiarse de las aportaciones ajenas dependen de su propia capacidad de investigación (Mowery, 1983; Arora y Gambardella, 1991; Mowery y Rosenberg, 1989; Cohen y Levinthal, 1989, 1990 y 1994; Veugelers, 1997).

La consecuencia de esta conclusión es que para explicar la participación de los investigadores públicos en los proyectos concertados es preciso analizar en detalle las capacidades de las empresas y los CPI, así como las actitudes de ambos agentes hacia la realización conjunta de actividades de I+D. Aunque no se cuenta con variables suficientes para analizar en detalle las causas de la colaboración, se dispone de un indicador -variable COLAB- obtenido por Acosta y Modrego (1998) que recoge el grado en que los CPI se involucran en un proyecto concertado o, alternativamente, el reparto de las tareas de investigación entre la empresa y las universidades y OPI. En cualquier caso, este indicador no sólo mide la importancia de la colaboración de los CPI, sino que también refleja que existe relación entre el grado en que la empresa se encuentra volcada hacia las tareas de I+D y la intervención de investigadores del sector público en el proyecto.

c) Variables relativas a la actuación pública.

Se han introducido variables ficticias referidas al año en el que se aprobó el proyecto concertado, así las variables CON1, CON2 y CON3 se refieren, respectivamente, al efecto diferencial en relación a 1991 de las convocatorias de 1988, 1989 ó 1990. Junto a ellas, se han considerado otras ayudas concedidas por el sector público al mismo proyecto, siendo OTRPUB la suma de todas ellas.

Por último, se ha incluido una variable ficticia para cada una de las 15 áreas temáticas o Programas Nacionales en las que puede encuadrarse el proyecto, tal y como se expone en el cuadro 4. Estas variables no sólo recogen la variabilidad en la actuación pública según los objetivos tecnológicos de los proyectos concertados sino que también caracterizan a los proyectos, ya que recogen las diferencias entre tecnologías.

Cuadro 4: Programas Nacionales.

ROB	Automatización Avanzada y Robótica
BIO	Biotecnología
AGR	Investigación agrícola
FAR	Investigación y Desarrollo Farmacéutico
GAN	Investigación y Desarrollo Ganadero
ESP	Investigación Espacial
MIC	Microelectrónica
MAT	Nuevos Materiales
NAT	Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental
GEO	Recursos Geológicos
MAR	Recursos Marinos y Acuicultura
SAL	Salud
FOR	Sistemas y Recursos Forestales
ALI	I+D en Tecnología de Alimentos
TIC	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

4. Resultados de la estimación.

La estimación de los parámetros del modelo (6) se ha obtenido de forma conjunta aplicando el método de la máxima verosimilitud. En los cuadros 5 y 6 se muestran los resultados de la estimación del modelo para tres especificaciones, que tienen las mismas variables independientes en la ecuación de participación, pero que se diferencian por las variables incluidas en la ecuación de financiación.

4.1. Ecuación de participación.

En el cuadro 5, se muestran los resultados de la estimación del modelo incluyendo como regresores las variables relativas a la empresa y las variables ficticias que indican la pertenencia de cada una de las empresas a un determinado sector de actividad (variables C1 a C7). Todas estas variables son significativas tanto individual como conjuntamente y la capacidad predictiva de la ecuación de participación es buena, ya que en torno al 78% de las observaciones son adecuadamente clasificadas por el modelo.

El indicador de dimensión de la empresa (TAMA) no resulta significativo por lo que se ha eliminado en las especificaciones definitivas. Este es un resultado importante, pues permite afirmar que el tamaño de la empresa no ha tenido incidencia en la participación en el programa de proyectos concertados, aunque indirectamente otras

características que en parte pueden estar relacionadas con el tamaño, como la capacidad de investigación, sí han tenido incidencia.

Cuadro 5: Ecuación de participación.

VARIABLE	Especificación 1		Especificación 2		Especificación 3	
	Parámetro	t-student*	Parámetro	t-student*	Parámetro	t-student*
ORID	1,3034	11,41	1,2997	11,53	1,2972	11,57
CAPID	1,1127	7,59	1,1138	7,74	1,1112	7,75
OTROS	0,8406	6,41	0,8438	6,45	0,8441	6,47
PROXI	1,4528	8,70	1,4464	8,76	1,4492	8,84
C1	-0,9956	-3,28	-0,9947	-3,30	-0,9944	-3,30
C2	-0,7963	-3,43	-0,7741	-3,43	-0,7658	-3,41
C3	-0,7150	-6,92	-0,7078	-7,00	-0,7092	-7,01
C4	-0,9232	-11,63	-0,9329	-11,86	-0,9306	-11,85
C5	-0,4221	-3,20	-0,4208	-3,26	-0,4274	-3,31
C6	-1,1272	-5,99	-1,1236	-5,97	-1,1246	-5,99
C7	-0,9341	-5,44	-0,9175	-5,60	-0,9142	-5,63

* Los estadísticos t de student son robustos a la presencia de heterocedasticidad (White, 1980).

Los parámetros que acompañan a las variables ORID, CAPID y OTROS indican que las empresas más intensivas en actividades de I+D y con más capacidad para llevarlas a cabo son las más propensas a disfrutar un proyecto concertado. También la necesidad o interés por el apoyo público, medidos por la variable PROXI, afectan a la probabilidad de emprender este tipo de proyectos de investigación.

4.2. Ecuación de financiación.

La financiación otorgada se ha hecho depender del desglose de los costes del proyecto, de su duración y de la financiación proporcionada por otros organismos de la administración central o autonómica. También se ha considerado relevante la introducción de variables ficticias para recoger el efecto sobre la financiación de cada una de las cuatro convocatorias de proyectos concertados, aunque en la práctica sólo es significativo el efecto de la convocatoria de 1988, primer año de funcionamiento de los proyectos concertados, cuando la financiación otorgada fue excepcionalmente elevada.

Además, después de plantear múltiples alternativas y realizar contrastes de hipótesis, se decidió incluir la variable que mide la colaboración de CPI (COLAB), las variables que caracterizan a las empresas y las variables ficticias de Programa Nacional,

dejando fuera las de sector de actividad⁸. En las distintas especificaciones estimadas, el eje factorial que recoge la dimensión de la empresa (TAMA) no tiene efecto significativo sobre la financiación, por lo que se ha eliminado, quedando como regresores sólo los otros cuatro factores.

En la especificación 1 del cuadro 6, se aprecia que la aportación del Plan Nacional, comparada con las otras fuentes de gasto, es más reducida cuando los fondos del proyecto se destinan a la adquisición de activos fijos para la empresa, sobre todo si no están relacionados con la actividad de investigación en sentido estricto. Es decir, se tiende, lógicamente, a financiar los costes más directamente relacionados con el proyecto sobre todo si son específicos al mismo y no se extienden a otros trabajos de investigación de la empresa. El resultado anterior contrasta con el hecho de que los costes en equipamiento destinado a los centros públicos de investigación son financiados en su totalidad (no es posible rechazar la hipótesis de que el parámetro correspondiente sea igual a uno). Esta forma de actuar también parece razonable en la medida que las adquisiciones de equipos para los CPI permiten a éstos aumentar su infraestructura, lo que mejorará su capacidad futura para realizar investigación y actividades de colaboración con otras empresas.

En síntesis, la agencia pública financia aproximadamente el 100% de la adquisición de equipos para los CPI. Sin embargo, es más estricto a la hora de aportar fondos destinados a la adquisición de activos fijos destinados a la empresa, sobre todo si no están directamente relacionados con actividades de investigación. La parte financiada del resto de los costes se encuentra a medio camino de ambas.

En el cuadro 6 se aprecia que los coeficientes que acompañan a las variables que recogen los costes de los proyectos que no se destinan a inversión en la empresa (IMANO, IMATE, CINOTROS) y el CPI (MANO, MATE, OTROSB) son bastante similares. En la segunda especificación del cuadro 6, se ha impuesto que los parámetros referentes a estos costes ejecutados en empresa y CPI sean iguales (cuatro restricciones) y, en consecuencia, estas variables han sido sustituidas por COSTVARE y COSVCPI. Los resultados son cualitativamente iguales a los comentados para la primera especificación, y no es posible rechazar la hipótesis de que empresas y CPI reciben la misma financiación para los gastos que no se destinan a inversión, independientemente de si se van a dedicar a mano de obra, materiales o a otros gastos.

Cuadro 6: Ecuación de financiación.

VARIABLE	Especificación 1		Especificación 2		Especificación 3	
	Parámetro	t-student ^a	Parámetro	t-student ^a	Parámetro	t-student ^a
IAFLAB	0,3996	41,48	0,3987	49,61	0,3998	50,14
IAFOTROS	0,3022	10,56	0,3001	10,93	0,3006	11,20
EQUI	1,0617	10,03	1,0662	9,43	1,0818	10,15
IMANO	0,4708	24,24				
IMATE	0,4425	12,82				
CINOTROS	0,4668	25,46				
COSTVARE			0,4630	40,59		
MANO	0,4510	11,25				
MATE	0,6093	7,47				
OTROSB	0,4856	7,67				
COSVCPI			0,4824	16,67		
COSV					0,4658	42,56
DU	0,157	3,01	0,159	3,23	0,160	3,25
CON1	8,690	5,89	8,594	5,87	8,559	5,83
OTR PUB	-0,3386	-13,13	-0,3344	-13,90	-0,3331	-13,98
ORID	-9,747	-5,56	-9,823	-5,94	-9,861	-5,95
CAPID	-8,111	-3,95	-8,443	-4,53	-8,384	-4,52
OTROS	-7,721	-3,93	-7,637	-3,90	-7,746	-4,16
PROXI	-11,071	-4,64	-11,187	-4,70	-11,312	-5,00
COLAB	-2,036	-1,79	-2,119	-1,94	-1,825	-2,29
ROB	1,682	0,75	1,026	0,50	1,236	0,61
BIO	-6,025	-1,94	-5,591	-1,71	-5,599	-1,76
AGR	-4,411	-1,09	-4,814	-1,18	-4,646	-1,14
FAR	-7,876	-3,16	-6,708	-3,21	-6,580	-3,16
GAN	-3,595	-0,62	-2,981	-0,46	-2,691	-0,43
ESP	3,570	1,57	3,814	1,80	3,964	1,86
MIC	7,511	2,31	7,362	2,27	7,372	2,26
NAT	-1,072	-0,26	-1,133	-0,27	-1,179	-0,28
GEO	-7,731	-0,13	-8,051	-0,24	-7,966	-0,25
MAR	0,507	0,06	0,609	0,07	0,761	0,08
SAL	-3,001	-0,53	-2,717	-0,47	-2,455	-0,42
FOR	-5,020	-1,08	-5,249	-1,10	-5,074	-1,08
ALI	-1,670	-0,74	-1,775	-0,79	-1,701	-0,75
TIC	6,959	3,19	6,744	3,34	6,856	3,39
Constante	12,914	6,11	12,934	6,37	12,904	6,47
ρ_{σ_F}	-9,755	22,98 ^b	-9,704	24,2 ^b	-9,729	24,6 ^b

^a Los estadísticos t son robustos a la presencia de heterocedasticidad (White, 1980).

^b El contraste de nulidad de ρ_{σ_F} utiliza un estadístico χ^2 con un grado de libertad.

⁸ De hecho, es más razonable introducir las variables de Programa Nacional porque son un atributo del proyecto que se financia, mientras que el sector de actividad caracteriza a la empresa.

Nuevamente, el parecido entre los coeficientes de los costes variables de empresa y CPI (COSTVARE y COSVCPI) llevó a plantear la hipótesis de que se financia de la misma forma estos costes con independencia de si son ejecutados por la empresa o por los CPI. En la tercera especificación del cuadro 6, COSTVARE y COSVCPI se han fundido en una única variable que reúne todos los costes del proyecto que no se destinan a inversión (COSV). Esta restricción resulta estadísticamente aceptable, obteniéndose resultados que no alteran de forma importante ninguno de los otros coeficientes.

El resto de las variables tiene una incidencia similar en cualquiera de las tres especificaciones del modelo:

- Las características de la empresa resumidas por los cinco ejes factoriales son significativas a excepción de TAMA, que mide la dimensión empresarial. Esto significa que los atributos de las empresas que explican que hayan desarrollado o no un proyecto concertado (ORID, CAPID, OTROS y PROXI) son tomados en consideración cuando se determina la financiación otorgada. El hecho de que los signos de todas estas variables sean contrarios a los de la ecuación de selección parece indicar que las características de las empresas que explican que una empresa tenga proyecto concertado influyen negativamente en la cantidad recibida. En otras palabras, las empresas más orientadas hacia las actividades de I+D y con más capacidad para realizarlas, así como las más interesadas por los proyectos concertados tienen más probabilidad de obtener estas ayudas, pero la magnitud del crédito tiende a ser menor.

- La aportación tiende a crecer con la duración prevista del proyecto a un ritmo de 160.000 pesetas por cada mes.

- El efecto de la variable COLAB es negativo, indicando que los proyectos que cuentan con más colaboración tienden a recibir menor financiación⁹. Este resultado parece contradictorio con el objetivo de integración del sistema de ciencia y tecnología propio de los proyectos concertados, ya que supone un peor tratamiento para los proyectos que cuentan con más colaboración de CPI. Una explicación alternativa, que indica un comportamiento más favorable a los proyectos desarrollados con mayor colaboración, consiste en suponer que se ha facilitado el acceso a un proyecto concertado a aquellas empresas que, no contando con cualidades que las hicieran

⁹ El factor que no se está tomando en cuenta es si realizar investigación en los CPI resulta más barato que hacerlo en las empresas, esto es, si el simple hecho de colaborar con investigadores del sector público está suponiendo una subvención a la empresa. Si es así, el requisito de que los CPI participen en el proyecto puede estar sirviendo para hacer ver a las empresas el interés de establecer vínculos con las universidades y organismos públicos de investigación.

claramente merecedoras de este tipo de ayudas, han presentado propuestas en las que recaban la colaboración de CPI. De este modo, la menor financiación a estos proyectos sugeriría que se ha equilibrado la aprobación de la propuesta con una financiación del proyecto ligeramente inferior.

En apoyo de esta segunda interpretación está el hecho de que la variable COLAB está correlada negativamente con los residuos de la ecuación de participación; es decir, cuanto menor es la estimación de I^* , los proyectos que tienen proyecto aprobado tienden a tener un mayor grado de colaboración de CPI. En cualquier caso, este es un resultado tentativo ya que se desconoce el grado de colaboración de los CPI en las propuestas que fueron rechazadas y, por tanto, no es posible determinar si ha sido un factor relevante para la aprobación de proyectos a empresas con peores cualidades para el desarrollo de investigación de tipo precompetitivo.

- El parámetro que acompaña a la variable otra financiación pública (OTRPUB) indica que los fondos aportados por el Plan Nacional se reducen cuando otra institución pública cofinancia el proyecto. Sin embargo, la sustitución es sólo parcial, ya que por cada peseta adicional de financiación procedente del sector público, el Plan Nacional sólo reduce 0,33 pesetas su aportación. De esta forma, aunque se toma en consideración el resto de créditos privilegiados y subvenciones que el sector público concede a la empresa, al ser el parámetro bastante menor que la unidad, las empresas están incentivadas a buscar esta cofinanciación.

- La actuación pública presenta diferencias significativas entre 1988 y el resto del periodo considerado. El año 1988 fue un año peculiar en la financiación de los proyectos concertados puesto que, en promedio, los proyectos recibieron 7,2 millones de pesetas adicionales. Este hecho puede explicarse porque, al ser el primer año de funcionamiento de los proyectos concertados, se aprobaron relativamente pocos proyectos, lo que permitió concederles un trato más favorable.

- Atendiendo a los Programas Nacionales, las tecnologías que en promedio reciben más financiación en relación al programa de Nuevos materiales, cuya variable ficticia se ha excluido, son las de los Programas Nacionales de Tecnologías de la información y las telecomunicaciones, de Microelectrónica y de Investigación espacial. Por el contrario, los proyectos integrados en los programas de Biotecnología, Investigación agrícola, Investigación y desarrollo farmacéuticos y Sistemas y recursos forestales tienden a recibir un crédito menor. El resto de los programas tienden a recibir un trato similar al de Nuevos materiales

- Siguiendo con los resultados de la estimación, el contraste del sesgo de selección realizado (Dhrymes, 1986, pp. 1625-1626), rechaza siempre la hipótesis de que

$\rho\sigma_F$ es nulo, indicando que se requiere plantear el modelo con autoselección. Así, la estimación conjunta de ambas ecuaciones es necesaria para obtener estimaciones consistentes sobre la importancia que tienen las características de los proyectos elegidos para determinar la cuantía de la financiación que proporciona.

El signo negativo de $\rho\sigma_F$ sugiere la presencia de características no medidas que actúan de forma inversa en las ecuaciones de participación y financiación, lo que implica que entre empresas y proyectos con idénticos atributos medidos, aquellas empresas con mayores posibilidades de tener proyecto tienden a recibir ayudas de menor cuantía. Una posible interpretación de esta correlación negativa es que existen proyectos cuya aprobación no está claramente justificada de acuerdo a sus características observadas, que reciben una financiación ligeramente menor de lo que les correspondería de acuerdo al presupuesto del proyecto y al resto de sus características.

Para terminar, cabe señalar que, en las tres especificaciones descritas, se rechaza claramente la hipótesis de nulidad conjunta de todos los parámetros y, si se mide la bondad de ajuste del modelo por el valor del R^2 de la ecuación de financiación¹⁰, está por encima de 0,85. Además, como las estimaciones que se obtienen por máxima verosimilitud son muy sensibles a las desviaciones de las distribuciones de los errores respecto de la normal; se ha aplicado el contraste de normalidad propuesto por Pagan y Vella (1989) para los modelos con autoselección¹¹. En ninguna de las tres especificaciones se rechaza la hipótesis de normalidad, pues el valor del estadístico (que sigue una distribución χ^2 con tres grados de libertad) es 2,38; 2,3 y 2,2, respectivamente.

4.3. Determinantes de la financiación del Plan Nacional de I+D.

Para tener una idea de la incidencia de cada variable en la cuantía del crédito concedido, se ha calculado la financiación estimada para el proyecto representativo, cuyas variables toman el valor medio de los proyectos concedidos. Teniendo en cuenta la existencia de sesgo de selección, para estimar la financiación concedida a dicho proyecto se debe utilizar la expresión (7), en la que los parámetros utilizados son los estimados en la segunda especificación del cuadro 6 (denotados por un circunflejo). El último sumando de esta expresión recoge el efecto del sesgo de selección sobre la financiación otorgada a un proyecto presentado por una empresa con características x_1 , siendo la expresión $\lambda(x_1, \hat{\beta}_1)$ el inverso del ratio de Mills.

$$(\hat{F} / I = 1) = x_F \hat{\beta}_F + z_F \hat{\gamma}_F + w_F \hat{\theta}_F + \hat{\rho} \hat{\sigma}_F \lambda(x_1, \hat{\beta}_1) \quad (7)$$

El proyecto con características medias tiene una probabilidad de llegar a convertirse en proyecto concertado de 0,60 y su financiación estimada es de 53,3 millones de pesetas, frente a los 53,1 millones reales. Puesto que el proyecto representativo tiene un presupuesto de 120,5 millones de pesetas, el Plan Nacional financia el 44,2% del presupuesto, mientras que el modelo predice un 44%.

En el cuadro 7 se refleja el efecto que cada una de las variables tiene en la determinación de la cuantía del crédito concedido al proyecto medio. Atendiendo sólo al desglose del presupuesto del proyecto, se obtiene una aproximación que supera ligeramente a la financiación otorgada (54,6 millones de pesetas), suponiendo el resto de las variables un efecto de sólo -1,3 millones de pesetas.

Cuadro 7: Contribución de las variables a la financiación del Plan Nacional (proyecto con características medias)

Variable	Efecto total*
IAFLAB	11,867
IAFOTROS	1,042
COSTVARE	32,045
EQUI	1,669
COSVCPI	7,976
DU	4,496
CON1	1,299
OTRPUB	-5,681
ORID	-3,918
CAPID	-1,703
OTROS	-1,430
PROXI	-1,333
COLAB	0,000
TIPOS DE PROYECTO Y CONSTANTE	13,232
SESGO DE SELECCIÓN	-6,235

* En millones de pesetas.

Esto, sin embargo, no debe ser interpretado como que el resto de las variables no incidan en la financiación recibida, lo que ocurre es que sus efectos se compensan. Así, la constante más el efecto de las variables ficticias que recogen la pertenencia de los proyectos a los distintos Programas Nacionales supone 13,2 millones y si se le añade que el proyecto medio recibe 4,5 millones a causa de su duración (28 meses) y que la mayor

¹⁰ El R^2 se ha calculado a través de los residuos de la ecuación de financiación del modelo estimado por máxima verosimilitud.

¹¹ Una breve descripción de este test se puede encontrar en Maddala (1993, p. 204).

financiación del año 1988 aporta 1,3 millones se suman 19 millones al crédito, sin embargo, las otras variables reducen la financiación en 14 millones y el sesgo de selección en 6,3 millones. Entrando un poco más en detalle, se pone de manifiesto el reducido impacto (casi nulo en el proyecto medio) de la variable COLAB. Por el contrario, las variables de la empresa en conjunto suponen una reducción de 8,3 millones.

Los resultados que se obtienen para el proyecto con características medias no son un caso especial, puesto que se manifiestan de forma bastante general, si bien el efecto de algunas variables, como COLAB, puede llegar a ser algo más importante. De igual modo, el sesgo de selección crece cuando consideramos proyectos cuya aprobación no se explica con facilidad a partir de las características observadas de la empresa que lo desarrolla.

5. Conclusiones.

La estimación del modelo planteado permite concluir que existen factores inobservados que influyen tanto en la participación de las empresas en los proyectos concertados como en la financiación que reciben del Plan Nacional de I+D, por lo que es necesaria la consideración conjunta de ambas decisiones, tal y como se ha hecho en este trabajo. Además, los resultados que se desprenden del modelo permiten hacer algunos comentarios de interés sobre la actuación pública en los proyectos concertados durante la primera fase del Plan Nacional de I+D:

- Las características observadas de la empresa así como los factores inobservados que afectan positivamente la participación en los proyectos concertados implican que las empresas que tienen más posibilidades de solicitar y obtener proyecto son las que reciben menores créditos. Aunque el modelo no permite diferenciar si se trata de las empresas más propensas a solicitarlos o de aquellas para las que la concesión resulta más fácil, en ambos casos la actuación pública parece adecuada. Así, en la medida que estas variables o los factores inobservables recojan la facilidad de una empresa para que su propuesta sea aprobada, el hecho de que la financiación sea menor puede ser razonable si se debe a que la agencia pública reduce las ayudas a las empresas que cuentan con suficiente capacidad de investigación y que no necesitan los créditos para llevar a cabo más I+D. Por otro lado, en la parte que estas variables sintetizan la propensión de las empresas a presentarse a las convocatorias de proyectos concertados, la menor financiación se justifica porque ya no es necesario incentivarlas para que participen.

- El tamaño de la empresa, que es el principal factor que diferencia entre sí a las empresas que realizan actividades de I+D (Acosta y Modrego, 1997), no influye ni en la probabilidad de desarrollar un proyecto concertado ni en la cuantía de la financiación recibida. Esto supone que la participación y la financiación dependen de otras características de la empresa, como su capacidad para desarrollar actividades tecnológicas o su orientación hacia las mismas, sin que el tamaño incida por sí mismo.

Este resultado, que indica que no se discrimina a las empresas en función de su tamaño, puede no ser lo más adecuado para lograr los objetivos de fomento de las actividades de I+D y de la colaboración entre empresas y centros públicos de investigación (CPI). Para las empresas pequeñas, el proyecto concertado puede servir como un primer contacto con los CPI que fructifique posteriormente en el establecimiento de vínculos duraderos de carácter formal e informal, y no hay que olvidar que son las empresas pequeñas las que más se benefician de este tipo de relaciones (Link y Rees (1990)). Además, las empresas de menor dimensión son las que se enfrentan a mayores dificultades para captar financiación externa, por lo que es muy probable que los créditos concedidos sirvan para hacer posible el inicio de otros proyectos de investigación.

Por el contrario, la participación de las empresas de mayor tamaño no puede ser tan fácilmente justificada, ya que por su dimensión pueden acceder con mucha más facilidad a la financiación externa, por lo que posiblemente no tienen demasiados problemas de tipo económico para emprender proyectos de investigación. Por ello, no está claro que los proyectos concertados concedidos a estas empresas hayan servido para generar más actividad de I+D. Por otra parte, determinar el efecto sobre la colaboración con CPI requeriría análisis más detallados, aunque en vista de los resultados obtenidos por Link y Rees (1990) y Buesa y Molero (1992), las empresas con grandes departamentos de I+D suelen colaborar con más frecuencia con los CPI. En ese sentido, la colaboración que se establece en los proyectos concertados no es probablemente nueva sino que procede de vínculos previamente establecidos.

- La financiación otorgada a los proyectos se reduce ligeramente a medida que crece la participación de los centros públicos de investigación. Este resultado que, en principio, puede parecer contradictorio con el objetivo de integración del sistema de ciencia y tecnología que es propio de los proyectos concertados, podría ser interpretado de una forma que suponga un tratamiento más favorable hacia la colaboración con CPI. Consiste en que la actuación pública ha facilitado el acceso a un proyecto concertado a aquellas empresas que, no contando con características que las hicieran claramente merecedoras de este tipo de proyectos, han presentado propuestas en las que se recaba la

colaboración con CPI. De este modo, la menor financiación proporcionada a estos proyectos sugiere que se ha compensado la aprobación de la propuesta con una financiación del proyecto ligeramente inferior a la que le correspondería en función del destino de los costes del proyecto.

- El modelo estimado indica que el presupuesto del proyecto y el destino del mismo son los factores de mayor importancia para explicar la financiación recibida, ya que la agencia pública aplica un mismo porcentaje de financiación a cada uno de los tipos de gasto presentes en los proyectos. Así, la máxima financiación se recibe cuando se adquieren equipos para los CPI participantes, lo que es razonable si se tiene en cuenta que podrán ser utilizados posteriormente por los CPI para sus propias investigaciones. Por el contrario, es mucho menor cuando se trata de incorporar activos fijos para la empresa. El resto de los gastos que originan los proyectos son tratados de forma intermedia.

- El crédito concedido depende negativamente de la cuantía de las otras ayudas públicas concedidas al mismo proyecto. Sin embargo, existen incentivos para que las empresas busquen más de una ayuda pública para el mismo proyecto, ya que por cada peseta que un proyecto recibe de otras fuentes, el crédito del Plan Nacional de I+D se reduce sólo en 0,3 pesetas.

En suma, los resultados obtenidos parecen indicar que la actuación pública ha consistido en la aplicación de criterios bastante generales a todos los proyectos que se presentaban, sin que se haya favorecido a aquellos que, a priori, por sus características se encontraban más próximos a los objetivos de fomento de las actividades de I+D y estímulo de la cooperación entre centros públicos de investigación y empresas. Transcurridos 10 años desde que los proyectos concertados comenzaran su andadura, parece que es el momento de que se identifiquen los rasgos de los proyectos y las empresas que han sido más favorables a la consecución de estos objetivos, de forma que sea posible un replanteamiento de la actuación pública futura.

Referencias bibliográficas:

- ABOWD, J.M. y FARBER, H.S. (1982): "Job queues and the union status of workers", *Industrial & Labor Relations Review*, vol. 35, pp. 354-367.
- ACOSTA, J. y MODREGO, A. (1997): "La colaboración entre empresas y centros públicos de investigación españoles a través de los proyectos concertados del Plan Nacional de I+D", *Memorias del VII Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*, pp. 271-288.
- ACOSTA, J. y MODREGO, A. (1998): *La actuación pública en los proyectos concertados del Plan Nacional de I+D*, Documento de Trabajo de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, nº 97/98-8, Universidad de La Laguna.
- ACS, Z.J.; AUDRETSCH, D.B. y FELDMAN, M.P. (1992): "Real effects of academic research: comment", *American Economic Review*, vol. 82, pp. 363-367.
- ACS, Z.J.; AUDRETSCH, D.B. y FELDMAN, M.P. (1994): "R&D spillovers and recipient firm size", *Review of Economics and Statistics*, vol. 76, pp. 336-340.
- AMEMIYA, T. (1984): "Tobit models: a survey", *Journal of Econometrics*, vol. 24, pp. 3-61.
- ARORA, A. y GAMBARELLA, A. (1991): *Evaluating technological information and utilizing it*, Working Paper nº 91-40, Carnegie Mellon University.
- AZÁROFF, L.V. (1982): "Industry-university collaboration: how to make it work", *Research Management*, vol. 3, pp. 31-34.
- BAILETTI, A.J. y CALLAHAN, J.R. (1992): "Assessing the impact of university interactions on an R&D organization", *R&D Management*, vol. 22, pp. 145-156.
- BANIA, N, CALKINS, L.N. y DALENBERG, D.R. (1992): "The effects of regional science and technology policy on the geographic distribution of industrial R&D laboratories", *Journal of Regional Science*, vol. 32, pp. 209-228.
- BANIA, N, RANDALL, W.E. y FOGARTY, M.S. (1993): "Universities and the startup of new companies: can we generalize from route 128 and Silicon Valley?", *Review of Economics and Statistics*, vol. LXXV, pp. 761-766.
- BERMAN, E.M. (1990): "The economic impact of industry-funded university R&D", *Research Policy*, vol. 19, pp. 349-355.
- BONACORSI, A. Y PICCALUGA, A. (1994): "A theoretical framework for the evaluation of university-industry relationships", *Research Management*, vol. 24, pp. 229-247.

BROOKS, H. (1994): "The relationship between science and technology", *Research Policy*, vol. 23, pp. 477-486.

BUESA, M. y MOLERO, J. (1992): *Patrones del cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*, Ed. Civitas e IMADE, Madrid.

BUSOM, I. (1991): *Innovación tecnológica e intervención pública: panorama y evidencia empírica*, Tesis doctoral no publicada, Universidad Autónoma de Barcelona.

BUSOM, I. (1993): "Los proyectos de I+D de las empresas: un análisis empírico de algunas de sus características", *Revista Española de Economía*, monográfico: "Investigación y Desarrollo", pp. 39-65.

COHEN, W.M. y LEVINTHAL, D.A. (1989): "Innovation and learning: the two faces of R&D", *Economic Journal*, vol.99, pp.569-596.

COHEN, W.M. y LEVINTHAL, D.A. (1990): "The implications of spillovers for R&D investment and welfare", en Link, A. y Smith, K. (eds.): *Advances in Applied Micro-Economics, vol.5: The factors affecting technological change*, J.A.I. Press, Greenwich, Conn.

COHEN, W.M. y LEVINTHAL, D.A. (1994): "Fortune favors the prepared firm", *Management Science*, vol. 40, pp. 227-251.

DASGUPTA, P. y DAVID, P.A. (1987): *Information disclosure and the economics of science and technology*, en FEIWELL, J.R (ed.): *Arrow and the ascent of modern economic theory*, New York University Press, New York, pp. 519-542.

DASGUPTA, P. y DAVID, P.A. (1994): "A new economics of science", *Research Policy*, vol. 23, pp. 487-521.

DEAN, C.W. (1981): "A study of university/small business interaction for technology transfer", *Technovation*, vol.1, pp. 109-123.

DHRYMES, P.J. (1986): "Limited Dependent Variables", en Griliches,Z y Intriligator, M.D. (eds.): *Handbook of econometrics*, vol. 3, North-Holland, Amsterdam, pp. 1567-1631.

FAULKNER, W. (1994): "Conceptualizing knowledge used in innovation: a second look at the science-technology distinction and industrial innovation", *Science, Technology, & Human Values*, vol. 19, pp. 425-458.

FAULKNER, W. y SENKER, J. (1994): "Making sense of diversity: public-private sector research linkage in three technologies", *Research Policy*, vol. 23, pp. 673-695.

FONTELA, E.; PULIDO, A.; SANCHEZ, M.P. y VICENS, J. (1992): *Evaluación de la actuación del CDTI en apoyo a la I+D*, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, Madrid.

FOWLER, D.R. (1984): "University-industry research relationships", *Research Management*, vol. 1, pp.35-41.

GIBBONS, M. y JOHNSTON, R. (1974): "The roles of science in technological innovation", *Research Policy*, vol. 3, pp. 220-242.

GONZÁLEZ AYUSO, J.; COMESAÑA, J.; CRIADO, E.; ARAGÓN, J. y DURÁN, A. (1993): "Actividades de I+D y transferencia de tecnología en la empresa española", *Economía Industrial*, nº289, pp.103-134.

GREENE, W.H. (1991): *Econometric Analysis*, MacMillan Publishing Company, Nueva York.

GRILICHES, Z. (1995): "R&D and productivity: econometric results and measurement issues" en Stoneman, P. (ed.) *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Blackwell, Oxford, pp. 52-89.

HAM, R.M. y MOWERY, D.C. (1998): "Improving the effectiveness of public-private R&D collaboration: case studies at a US weapons laboratory", *Research Policy*, vol 26, pp. 661-675.

HÖGLUND, L. y PERSSON, O. (1987): "Communication within a national R&D-system: A study of iron and steel in Sweden", *Research Policy*, vol 16, nº 1, pp.29-37.

JAFFE, A.B. (1989): "Real Effects of Academic Research", *American Economic Review*, vol. 79, pp. 957-970.

KRUGMAN, P. (1995): "Technological change in international trade" en Stoneman, P. (ed.) *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Blackwell, Oxford, pp. 342-365.

LEE, Y.S. (1996): "Technology transfer' and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration", *Research Policy*, vol. 25, pp.843-863.

LINK, A.N. y REES, J. (1990): "Firm size, university based research, and the returns to R&D", *Small Business Economics*, vol.2, pp.25-31.

MADDALA, G.S. (1983): *Limited dependent and qualitative variables in econometrics*, Cambridge University Press, Cambridge.

MADDALA, G.S. (1986): "Disequilibrium, self-selection, and switching models", en Griliches, Z y Intriligator, M.D. (ed.): *Handbook of econometrics*, vol. 3, North-Holland, Amsterdam, pp. 1633-1688.

MADDALA, G.S. (1993): "Contrastes de especificación en modelos de variable dependiente limitada", *Cuadernos económicos de I.C.E.*, nº55, pp.185-223.

MANSFIELD, E. (1991): "Academic research and industrial innovation", *Research Policy*, vol. 20, pp. 1-12.

MANSFIELD, E. (1992): "Academic research and industrial innovation: A further note", *Research Policy*, vol. 21, pp. 295-296.

MANSKI, C. y WISE, D. (1983): *College Choice in America*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.).

MODREGO, A. (dir.) (1995): *Evaluación de los Proyectos Concertados del Plan Nacional de I+D*, informe entregado al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.

MOLERO, J. y BUESA, M. (dir.) (1997): *La innovación tecnológica en la empresa española. Resultados de la encuesta IAIF-CDTI (1995)*, Documento de trabajo nº 5, Instituto de Análisis Industrial y Financiero.

MOWERY, D.C. (1983): "The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing, 1900-1940", *Explorations in Economic History*, vol. 20, pp. 351-374.

MOWERY, D.C. y ROSENBERG, N. (1989): *Technology and the pursuit of economic growth*, Cambridge University Press, Cambridge.

NARIN, F.; HAMILTON, K.S. y OLIVASTRO, D. (1997): "The increasing linkage between U.S. technology and public science", *Research Policy*, vol. 26, pp. 317-330.

NELSON, R.R. (1986): "Institutions Supporting Technical Advance in Industry", *American Economic Review*, vol. 76, pp. 186-189.

PAGAN, A.R. y VELLA, F. (1989): "Diagnostic tests for models based on unit record data: a survey", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 4, pp. S29-S59.

PAVITT, K. (1987): "The objectives of technology policy", *Science and Public Policy*, vol. 14, pp. 182-188.

PAVITT, K. (1991): "What makes basic research economically useful?", *Research Policy*, vol. 20, pp. 109-119.

POIRIER, D.J. (1980): "Partial observability in bivariate probit models", *Journal of Econometrics*, vol 12, pp. 209-217.

ROSENBERG, N. (1991): "Critical issues in science policy research", *Science and Public Policy*, vol. 18, pp.335-346. Ha sido reimpresso en Rosenberg, N. (1994): *Exploring the black box: technology, economics and history*, Cambridge University Press, Cambridge. Existe traducción al castellano en Rosenberg, N. (1993): "Investigación y política científica: algunas cuestiones esenciales", *Economía Industrial*, nº 289, pp. 23-36.

ROSENBERG, N. (1992): "Scientific instrumentation and university research", *Research Policy*, vol. 21, pp. 381-390. Ha sido reimpresso en Rosenberg, N. (1994): *Exploring the black box: technology, economics and history*, Cambridge University Press, Cambridge.

ROSENBERG, N. y NELSON, R.R. (1994): "American universities and technical advance in industry", *Research Policy*, vol. 23, pp. 323-348.

SENKER, J. y FAULKNER, W. (1992): "Industrial use of public sector research in advanced technologies: a comparison of biotechnology and ceramics", *R&D Management*, vol. 22, pp.157-175.

SHEEN, M.R. (1992): "Barriers to scientific and technological knowledge acquisition in industrial R&D", *R&D Management*, vol. 22, pp.135-143.

STEPHAN, P.E. (1996): "The economics of science", *Journal of Economic Literature*, vol. 39, pp.1199-1235.

VAN DIERDONK, R.V., DEBACKERE, K. y ENGELEN, B. (1990): "University-industry relationships: How does the Belgian academic community feel about it?", *Research Policy*, vol. 19, pp. 551-566.

VEUGELERS, R. (1997): "Internal R&D expenditures and external technology sourcing", *Research Policy*, vol. 26, pp. 303-315.

WHITE, H. (1980): "A heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroscedasticity", *Econometrica*, vol 48, pp. 817-838.