

«I+D y apalancamiento financiero en las empresas manufactureras españolas»

En este trabajo presentamos, en primer lugar, un modelo teórico en el que una empresa con un determinado grado de especialización en I+D y de fondos propios, pretende llevar a cabo un proyecto que requiere un determinado volumen de inversiones específicas. La resolución del modelo nos permite concluir que el apalancamiento financiero de esta empresa es decreciente con su volumen de inversiones específicas, con lo especializada que esté en la realización de actividades de I+D, y con la cantidad de recursos propios que tenga. Además, obtenemos una serie de resultados acerca de las inversiones en I+D en función de las distintas formas de financiar dichas actividades como la proporción de deuda a largo plazo o el montante de fondos propios. En la segunda parte del trabajo contrastamos empíricamente los resultados del modelo teórico, utilizando datos de las empresas manufactureras españolas en la década de los 90, y comparamos el apalancamiento financiero que presentan empresas manufactureras que realizan gastos en I+D y que pertenecen a sectores intensivos en I+D, con el de empresas en sectores menos intensivos, teniendo en cuenta, además, el grado de consolidación de las mismas, así como el volumen de reservas que han ido acumulando. Estos resultados, junto con los referidos a los determinantes de los gastos en I+D, van en la línea de lo establecido en nuestro modelo teórico.

Azterlan honetan, lehenengo eta behin, eredu teoriko bat aurkeztu dugu, zeinetan I+G esparruan nolabaiteko espezializazio maila duen eta funts berekiak dituen enpresa batek berariazko inbertsio kopuru jakin bat behar duen egitasmoari ekin nahi baitio. Ereduaren emaitzak bide ematen digu baieztatzeko enpresa horren palanka efektu finantzaria beherakorra dela berariazko inbertsioen bolumenarekiko, I+G jardueren espezializazioarekiko eta dituen funts berekiekiko. Halaber, zenbait emaitza lortu dira I+G jardueretan eginiko inbertsioei buruz, jarduera horiek finantzatzeko era ez-berdinen arabera, hala nola epe luzerako zorraren ehuneko edo funts berekien kopurua. Azterlanaren bigarren zatian, eredu teorikoaren emaitzak enpirikoki egiaztatu nahi ditugu, horretarako 90etako hamarkadako lehen erdiko datuak Espainiako enpresa manufakturagilekoak erabiliz. Alderatu egiten da palanka efektu finantzaria, alde batetik, I+G programetan gastatzen duten eta I+G ekintzetan erabilera intentsiboa egiten duten sektorekoak diren enpresa manufakturagileetan eta, beste aldetik, hain intentsiboak ez diren sektoreko enpresetan, kontuan hartuz, halaber, euren finkatze maila eta baita metatu duten erreserben bolumena ere. Emaitza hauek eta I+G ekintzetan eginiko gastuak baldintzatzen dituzten alderdiei buruzkoak, gure eredu teorikoan ezarritako bide beretik doaz.

In this work we introduce, first, a theoretical model in which a company with a given degree of specialisation in R+D and with its own funding, intends to carry out a project that requires a given volume of specific investments. The resolution of this model brings us to the conclusion that the financial leverage of this company diminishes depending on its volume of specific investments, on the degree of specialisation it has in R+D, and in the amount of resources it has. Furthermore, we obtain a series of results on the investments in R+D depending on the different forms of financing such activities, like the proportion of long-term debt or amount of self-funding. In the second part of the work we empirically contrast the results of the theoretical model, using data from Spanish manufacturing companies in the nineties, and we compare the financial leverage experienced in manufacturing companies that carry out R+D and that belong to intensive R+D sectors, with the leverage of companies in less intense sectors, while also taking into account their degree of consolidation, as well as the volume of reserves that they have accumulated. These results, together with those that refer to the determinant factors in R+D expenses, follow the line established in our theoretical model.

1. Introducción
2. Fundamentación teórica de las hipótesis empíricas
3. Análisis empírico
4. Resultados y discusión
5. Conclusiones Referencias bibliográficas

Palabras clave: *I+D, inversión, financiación de la innovación.*

Clasificación JEL: *G3, O3*

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades de investigación y desarrollo (*I+D*) están sujetas a un elevado riesgo, fruto de la impredecibilidad en los retornos que éstas generan. Este hecho dificulta la financiación externa de tales actividades, y, en especial, la financiación en base a deuda, habida cuenta que las garantías que puede ofrecer la compañía lo son en activos altamente específicos e intangibles. Esto es confirmado por estudios empíricos [Bradley, Jarrell y Han Kim (1984), Long y Malitz (1985) y Board, Delargy y Tonks (1991)], donde se observa una correlación negativa entre endeudamiento e inversiones en *I+D*. Además, cuanto más centrada esté la empresa en la realización de actividades de *I+D* (menor sea su diversificación en actividades no relacionadas), menor

deberá ser, a su vez, su *ratio* de deuda-fondos propios. Los análisis empíricos parecen confirmar también esta hipótesis. Goodacre, A. y Tonks, I. (1995) y Hall (1992) utilizan empresas jóvenes intensivas en *I+D* y verifican que, efectivamente, dichos *ratios* son significativamente inferiores al de las empresas pertenecientes a sectores menos intensivos en *I+D*, y, especialmente, si estas últimas están suficientemente consolidadas (alta diversificación).

* Los autores agradecen los comentarios recibidos de Sandro Brusco, Ratel Crespi, Clara E. García, Maite Martínez y Jaime Ortega. Este trabajo se ha presentado en el Workshop de Economía Industrial de la Universidad Carlos III, en el II Encuentro de Economía Aplicada en Zaragoza, en IX congreso ACEDE y el I congreso Iberoamericano de la Academy of Management. Hacen extensivo este agradecimiento al *Ministerio de Industria y Energía* por la provisión de los datos sobre la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales. Por último, este papel se ha beneficiado de los fondos de los proyectos *PB97-0185-C03-01* y *PB97-0089 (DGSIC)*.

Estos estudios son, además, consistentes con otros similares realizados para el caso americano de la relevancia de la financiación interna o externa para el desarrollo de actividades de *I+D*, así como de la valoración que realiza el mercado ante anuncios de inversiones en *I+D*. En esta línea, los mercados valoran negativamente anuncios de incrementos en *I+D* por parte de empresas fuertemente endeudadas y que pertenezcan a sectores intensivos en *I+D* [Lumme, A. (1993)]. En este sentido, empresas que invierten de una forma significativa en actividades de *I+D*, se financian básicamente de forma interna [Himmelberg y Petersen (1994)] o bien mediante las aportaciones de fondos especializados por parte de sociedades de capital riesgo, las cuales recuperan sus inversiones a medio plazo mediante la emisión de acciones en el mercado primario [Lerner (1995), Black y Gilson (1998)]. Vemos, así, que la financiación menos adecuada para estas empresas es aquella que utiliza exclusivamente contratos de deuda [Hall (1992)]. Además, estos contratos imponen unas rigideces de pagos fijos que resultan difíciles de satisfacer, especialmente, en períodos recesivos [Opler y Titman (1994)], para aquellas empresas que, siendo intensivas en *I+D*, no están diversificadas.

El objetivo del trabajo es doble. Por una parte, se presenta un modelo teórico de dos períodos basado en dos hipótesis básicas. La primera, la no verificabilidad de los retornos de las inversiones en *I+D* y del cash-flow de las empresas. La segunda, el superior ritmo de asimilación de los retornos asociadas a las

inversiones en *I+D* por parte de empresas especializadas en tales actividades frente a empresas que no tienen el desarrollo de proyectos de *I+D* como su actividad fundamental. El modelo propuesto tiene una cierta similitud formal con el de Bolton y Scharfstein (1996), aunque se aborda una cuestión diferente. Ellos se plantean calcular el número óptimo de acreedores con objeto de prevenir el comportamiento oportunista por parte de un empresario cuando el cash-flow que genera su empresa es no verificable. En nuestro caso, intentamos analizar la validez y la duración de la deuda como instrumento de financiación de actividades de *I+D* cuando existen eventuales problemas de comportamiento oportunista por parte del empresario fruto de la no verificabilidad de los retornos que generan estas actividades de *I+D*.

Los resultados del modelo teórico son de dos tipos. En primer lugar, la ratio de deuda capital decrece con la intensidad de las inversiones en *I+D*, con la especialización de la empresa que realiza tales inversiones, y con la cantidad de recursos propios que tiene esta empresa. En segundo lugar, se deducen una serie de factores que incentivan las inversiones en *I+D*. En concreto, la proporción de deuda a largo plazo, el montante de fondos propios, así como la intensidad de los retornos de estas inversiones. Sin embargo, la especialización de una empresa en tales actividades, debido a un problema de posible comportamiento oportunista *ex-post*, puede desincentivar la financiación y, por tanto, los gastos en *I+D*.

La validación del modelo teórico,

centrándonos en empresas manufactureras españolas, configura la segunda parte de nuestra investigación. Así, con la base de datos "Encuesta Sobre Estrategias Empresariales" (ESEE) para el período 1990-94, comparamos el apalancamiento financiero, que presentan empresas manufactureras que invierten en I+D y que pertenecen a sectores más intensivos en I+D, con el de empresas en sectores menos intensivos, teniendo en cuenta, además, el grado de especialización de las mismas, así como el volumen de reservas que han ido acumulando. Los resultados más importantes parecen confirmar que las empresas que, por una parte, se encuentran en sectores altamente intensivos en I+D, y que por otra, son especialistas en tales actividades, tienen una *ratio* deuda-capital menor que las empresas menos intensivas en I+D.

En un segundo análisis respecto de los factores determinantes de los gastos de I+D, comprobamos, en la línea de Himmelberg y Petersen (1994), Hall (1992), que la acumulación de fondos propios es la forma predominante de financiación de proyectos tecnológicos; y además, que entre la financiación ajena, la deuda a largo plazo incentiva las inversiones en I+D. Por último, la mayor diversificación de una empresa que pertenece a un sector intensivo en I+D, paradójicamente, desincentiva los gastos en estas actividades, lo cual no contradice las predicciones del modelo teórico.

El papel se estructura en cinco secciones. En la segunda se presenta el modelo teórico y se discuten las principales hipótesis. En la tercera sección se realiza el análisis empírico y

la explicación de la metodología utilizada. En una cuarta sección se sintetizan y discuten los principales resultados. Finalmente, en la sección cinco se concluye el trabajo.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LAS HIPÓTESIS EMPÍRICAS

Planteamos un modelo de dos períodos, formalmente desarrollado por los autores en el Working paper #99 (39) de la Universidad Carlos III, donde una empresa neutral al riesgo precisa de unos fondos I que obtiene en un mercado competitivo para financiar un proyecto que requiere $I = I_E + d$ unidades de capital, siendo d el capital interno de la empresa. Si este valor es grande, decimos que una empresa ha llevado a cabo una política de *deep pocket* acumulando en los años previos a la realización del proyecto un volumen significativo de reservas.

El proyecto dura dos períodos e implica unas determinadas inversiones en I+D. Éste genera dos tipos de retornos no verificables; un cash-flow, Y , al final del primer período, con una probabilidad p . El otro retorno, E , lo relacionamos específicamente con la inversión en intangibles (I+D). Básicamente, éstos, serían retornos derivados de las inversiones en capital humano, así como las mejoras en el aparato productivo de la empresa realizadas con el desarrollo del proyecto. Estos retornos, E , se distribuyen en una proporción βE al final del primer período, y $(1 - \beta)E$ al final del segundo. Así, este parámetro, β , mediría la rapidez con que la organización ha asimilado las inversiones específicas realizadas, de tal forma que a

corto plazo (un período) ya empiezan a generar retornos. Relacionaremos, por tanto, este parámetro β con lo especializada que esté la organización en la realización de actividades innovadoras.

El tipo de contrato que contemplamos establece una obligación de retorno R por parte del empresario al final del primer período. En caso de incumplimiento, el financiador tiene potestad para liquidar el proyecto con una probabilidad α , la cual será determinada ex-ante por el financiador¹. Como que el contrato no puede especificar pagos en el segundo período, dada la no verificabilidad de E y el empresario no dispone de recursos propios una vez ha realizado la inversión en el proyecto, una posible renegociación ex-post entre el financiador y el empresario no tiene sentido. Notar, por último, que, si se ha producido una liquidación de los activos, el empresario, tal como hemos establecido anteriormente, logra retener una proporción β de los retornos específicos, E , que esperaba obtener si el proyecto permaneciese vivo durante dos períodos.

Teniendo en cuenta la especificación del modelo, el financiador definirá un contrato óptimo $\{\alpha, R\}$, haciendo un balance entre los costes asociadas al aumentar α , e incrementar así la probabilidad de una liquidación (que es ineficiente $L < (1 - \beta)E$), con los beneficios que se derivan de prevenir la

simulación oportunista por parte del empresario de que no se haya generado el cash-flow Y aún cuando el proyecto ha sido exitoso. En concreto:

- Los beneficios de la simulación estratégica son los pagos que se evitan, R .

- Los costes de realizar esta simulación son iguales a la probabilidad α de que el financiador liquide el proyecto por los retornos derivados de las actividades en I+D en el segundo período ($\alpha(1 - \beta)E$).

De acuerdo con nuestra modelización, cuanto más especializada esté una empresa en la realización de actividades de I+D (mayor sea la β), mayores son los incentivos del empresario a mentir cuando el proyecto ha generado cash-flow. El financiador para prevenir este hecho, reduce parte de los beneficios de mentir (reduce los pagos de la deuda R) e incrementa el coste de la simulación (aumenta α). Así, definiendo la ratio de endeudamiento sobre capital propio ($DE=R/\pi$ siendo % los beneficios ligados al proyecto), podemos plantear la siguiente hipótesis:

Hipótesis 1. *La ratio de deuda /capital debe ser menor en empresas especializadas en actividades de I+D que en empresas que realicen I+D como actividad añadida.*

Por otra parte, cuanto mayor sean los retornos generados por las inversiones en I+D (E), menores serán los incentivos a simular por parte del empresario. Esto llevará al financiador a no tener que fijar una alta α (no es necesario un bajo plazo en la deuda). Además, como que los beneficios del proyecto dependen directamente de E , e inversamente de α ,

¹ Un contrato de estas características sería implementable ex-post, si, por ejemplo, se designa a una tercera parte (árbitro) la ejecución de la acción de liquidación de forma contingente a la probabilidad α establecida ex-ante en el contrato.

podemos asegurar que la ratio deudacapital es decreciente con E . Esto nos permite enunciar la siguiente hipótesis:

Hipótesis 2. *La ratio de deuda /capital debe ser menor en aquellas empresas que realicen altas inversiones en I+D.*

Por último, cuanto mayor sea el montante de fondos internos (d) y por tanto menores sean los fondos externos I_E necesarios, menores serán las obligaciones de pago (R) y menores, por tanto, los incentivos del empresario a comportarse de forma oportunista. Este hecho lleva consigo una menor probabilidad (α) de ejecutar una liquidación ineficiente (mayor plazo de endeudamiento), lo que incrementa los beneficios que genera el proyecto (π). Ambos hechos (reducción de R , e incremento de π) generan una reducción de la ratio de deuda-capital. Por tanto nuestra tercera hipótesis es:

Hipótesis 3. *La ratio de deuda/capital en empresas que realicen I+D será menor en aquellas que hayan seguido una política de deep pocket en los años anteriores a la intensificación de sus inversiones en I+D.*

De la modelización anterior también podemos extraer un segundo tipo de resultados que muestran una causalidad inversa a la de los anteriores. Así, nos planteamos cómo la estructura financiera puede afectar la financiación, y, por tanto, a la realización de inversiones en I+D. En principio, en la medida que las empresas se autofinancien y, que en caso de utilizar financiación externa utilicen deuda a largo plazo (baja α),

menor será la presión de liquidez que sufran y por tanto menores los incentivos a comportarse de forma oportunista.

Por otra parte, cuanto más especializadas estén estas empresas en realizar actividades de I+D, (mayor sea β), mayores serán los incentivos del empresario a simular estratégicamente, y por tanto, mayores las dificultades en encontrar financiación para tales actividades. Obviamente, este efecto negativo puede ser compensado por un efecto positivo ligado a que tales empresas presentan una mayor calidad en sus proyectos (medida ésta por la probabilidad p , y los retornos Y y E), que facilita la financiación de los mismos. Esto configura nuestra hipótesis 4:

Hipótesis 4. *Los gastos para actividades de I+D deben ser crecientes con el montante de fondos propios (realización de una política de deep pocket) y con la proporción de deuda a largo plazo, pero presenta un signo ambiguo respecto del grado de especialización en actividades de I+D que tiene la empresa.*

3. ANÁLISIS EMPÍRICO

3.1. Datos

La base de datos utilizada para realizar este estudio es la ESEE para el período 1990-1994 proporcionada por la Subdirección de Estudios de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria y Energía. Dicha base de datos es representativa del sector manufacturero español puesto que se ha tenido en cuenta la composición del tejido empresarial tanto en actividad productiva como en tamaño.

La Encuesta consta de 2500 empresas por año teniendo en cuenta la posible entrada y salida de empresas a lo largo del período. La muestra con la que nosotros trabajamos es un panel de datos prácticamente completo ya que disponemos de información continuada de aproximadamente 743 empresas a lo largo de todo el periodo.²

Los primeros resultados descriptivos apuntan en la dirección esperada, es decir observamos que el apalancamiento

financiero (AF), definido como el cociente entre la deuda a largo plazo y los fondos propios, es menor para aquellas empresas que pertenecen a sectores altamente intensivos en I+D, donde es de esperar que las empresas no sólo realicen mayores gastos de I+D, sino que estén más especializadas en tales actividades. Ello queda ilustrado en el siguiente cuadro, donde la medida de la intensidad innovadora de los sectores ha sido tomada de Segura et al. (1989).

Cuadro n.º 1. Descriptivos del Apalancamiento Financiero según la intensidad innovadora del sector^{1,2}

| | ALTA | MEDIA | BAJA |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| AF | 1,00 (13,70) | 1,62 (20,10) | 3,47 (64,29) |

¹ El Apalancamiento Financiero (AF) se define como el logaritmo de la deuda a largo plazo entre los fondos propios.

² Entre paréntesis mostramos la desviación estándar.

Por otra parte, también esperamos que en sectores más intensivos en I + D las empresas tienen más oportunidades de realizar innovaciones de producto y

de proceso. Sin embargo, no necesariamente las empresas más grandes están situadas en sectores altamente intensivos en I+D.

² La muestra empleada ha sido obtenida después de quitar valores no coherentes (gastos en I+D negativos, fondos propios negativos o nulos y diversificación nula)

Cuadro n.º 2. **Medias de Innovación de Producto y Proceso según la intensidad de I+D de los sectores**¹

| | ALTA | MEDIA | BAJA |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Innovación de Producto | 0,39 (0,49) | 0,28 (0,45) | 0,26 (0,44) |
| Innovación de Proceso | 0,42 (0,49) | 0,36 (0,48) | 0,33 (0,47) |
| Empleo | 393 (528,17) | 511 (1.465,18) | 443 (936,34) |

¹. Entre paréntesis mostramos la desviación estándar

La diferenciación del resultado de una innovación en producto de otra en proceso permite resaltar que la actividad innovadora de las empresas no es homogénea y, que según sean las oportunidades tecnológicas del sector, más facilidad e incentivos tienen las empresas para seguir generando innovaciones.

Además, por lo que se desprende del cuadro anterior, en los tres grados de intensidad, la innovación en proceso siempre es mayor, lo que implica que la oportunidad tecnológica del sector es muy positiva para aquellas empresas que deciden introducir innovaciones (mejoras o cambios) en sus sistemas productivos.

Para completar este análisis descriptivo inicial e incorporar aspectos recogidos en nuestra hipótesis 4, mostramos un cuadro resumen de las diferentes variables de empresa objeto

de estudio, considerando separadamente las empresas que realizan gastos de I+D de las que no los realizan.

En la primera columna, se presentan descriptivos para toda la muestra (743 empresas a lo largo de los 5 años), mientras que, en las dos siguientes se distinguen las empresas innovadoras (que han realizado gastos de I+D) de las no innovadoras (sin gastos de I+D). La estadística descriptiva indica que los niveles de mayor apalancamiento financiero se dan en empresas que no realizan actividad innovadora. Además, estas empresas presentan menor diversificación, a pesar de ser más jóvenes, y tener más volumen de fondos propios. Por último, comprobamos que las empresas innovadoras son en promedio mayores, cotizan en bolsa, y se constituyen mayoritariamente como sociedades anónimas.

Cuadro n.º 3. **Medición y descriptivos de las variables**

| | Descripción | Todas (2429) Media (Desv.Est.) | Innovadoras (1124) Media (Desv.Est.) | No innovadoras (1305) Media (Desv.Est.) |
|--------------------------|--|---|---|---|
| LGID | Log (Gastos totales en I+D) | 4,85 (5,42) | 10,47 (2,14) | 0 |
| AF | Cociente entre la deuda a largo plazo y el capital propio. | 1,99 (37,85) | 0,74 (7,48) | 3,07 (51,15) |
| DLDT | Ratio de la deuda a largo plazo respecto de la deuda total | 0,17 (0,22) | 0,17 (0,21) | 0,17 (0,24) |
| HIGH | Si la empresa está en un sector. altamente intensivo en I+D. | 0,27 (0,44) | 0,38 (0,49) | 0,17 (0,37) |
| HIME | Si la empresa está en un sector de medio-alta intensidad en I+D | 0,70 (0,45) | 0,77 (0,42) | 0,66 (0,47) |
| RECENT (X100) | Variable ficticia con valor 1 si la empresa ha sido creada hace menos de 10 años. | 1,44 (11,91) | 1,42 (11,85) | 1,46 (11,98) |
| DIVER | Ratio entre la suma de las cuotas de cada producto al cuadrado y la suma de las cuotas dividido por 100 y restándole 1 | 0,32 (0,24) | 0,34 (0,24) | 0,31 (0,24) |
| CONSOL | Producto de DIVER y el complementario de RECENT. | 0,32 (0,24) | 0,33 (0,25) | 0,31 (0,24) |
| HIMECON | Producto de HIME y CONSOL | 0,23 (0,25) | 0,26 (0,26) | 0,20 (0,24) |
| COTIZ | Variable ficticia toma valor 1 si la empresa cotiza en bolsa | 0,06 (0,25) | 0,10 (0,30) | 0,03 (0,18) |
| SA | Variable ficticia que toma valor 1 si es una sociedad anónima | 0,81 (0,39) | 0,94 (0,23) | 0,70 (0,46) |
| LDEEP | Producto de (1-COTIZ) y log. De los fondos propios. | 12,09 (3,92) | 12,69 (4,59) | 11,57 (3,15) |
| LEMP | Log (Número de trabajadores) | 4,88 (1,66) | 5,78 (1,33) | 4,10 (1,52) |

3.2. Metodología

La realización del análisis empírico se lleva a cabo en dos etapas. En la primera, únicamente nos interesa saber cuál es el efecto de determinadas variables (intensidad de I+D en el sector, especialización, etc.) en la *ratio* Deuda-Capital para aquellas empresas que tienen un comportamiento innovador³. Esto trataría de responder a las hipótesis 1,2, y 3 planteadas anteriormente. Aunque, en principio, uno esperaría que la estructura financiera de la empresa es una decisión a gestionar por la organización porque la inversión de un proyecto de I+D requiere un mínimo de inversión, se observa, sin embargo, que dicha *ratio* difícilmente puede tener valores cercanos a 0 puesto que la empresa no sería viable. Ante esta circunstancia y la disponibilidad de tener datos de panel, se ha planteado un análisis teniendo en cuenta la existencia de efectos fijos individuales no observables. Himmelberg y Petersen (1994) enfatizaron en su trabajo la gran importancia de controlar por los efectos de empresa no observables ya que dichos efectos pueden estar positivamente correlacionados con la realización de actividades tecnológicas. Una fuente posible de correlación es que las empresas difieran con respecto a las habilidades del gestor y que los buenos gestores generen buenos resultados a consecuencia de la introducción de I+D y, por lo tanto, busquen en los mercados oportunidades que les proporcionen ventajas competitivas con respecto a sus rivales.

³ Entendiendo como innovadoras aquellas que declaran tener gastos en I+D positivos.

Para solventar este problema, se utiliza el método de within groups donde se eliminan los efectos no observables proporcionando estimadores consistentes. La ecuación a estimar es la siguiente:

$$LAF_{it} = \alpha_1 + \phi_1 HIME_{it} + \phi_2 HIMECON_{it} + \phi_3 LDEEP_{it} + \phi_{1it} \quad [1]$$

donde el logaritmo del apalancamiento financiero (LAF)⁴ viene determinado por la pertenencia a un sector de medio-alta intensidad en I+D (HIME), el grado de consolidación de las empresas que pertenecen a sectores intensivos en I+D (HIMECON) y el nivel de financiación interna (LDEEP). Notar que con la primera variable explicativa estamos modelizando el output (E) de nuestro modelo teórico que generan las inversiones en I+D, el cual, en principio, debe ser mayor en empresas que pertenecen a sectores más intensivos en I+D. Por otra parte, con HIMECON pretendemos modelizar el grado de diversificación, y por tanto, de menor especialización en las actividades de innovación por parte de aquellas empresas que pertenecen a sectores intensivos en I + D. En principio, esperaríamos que aquellas empresas que pertenecen a sectores de alta-media intensidad en I+D (HIME) y que desarrollan diversas actividades, estén menos especializadas que aquellas que desarrollan un único tipo de actividad que es intensiva en I+D, lo que les permita asimilar a un alto ritmo los resultados de sus inversiones en I+D (alta β de nuestro modelo teórico). Por su parte LDEEP directamente recoge, a través del

⁴ Para ser coherentes con la modelización de las variables, tomamos el apalancamiento financiero en logaritmos.

logaritmo de los fondos propios, la posible realización de una política de *deep pocket* por parte de la empresa. Por último el término de error ϕ_{it} consta de un efecto fijo η_i y de un término e_{it} que suponemos se distribuye como una normal de media cero y varianza constante.

La segunda fase del análisis, se centra en la contrastación de la hipótesis 4. Lo que se pretende es averiguar si la estructura financiera de una empresa así como el hecho de operar en sectores intensivos en I+D y con un determinado grado de especialización, afecta al esfuerzo innovador de las empresas una vez controlado por variables intrínsecas de la empresa. El análisis econométrico que se lleva a cabo es la estimación, utilizando un modelo *Tobit*, de la ecuación de gastos en I+D. Ello responde a que las empresas cuando van a realizar actividades de I+D incorporan una decisión que se traslada al siguiente planteamiento: No decido gastar en I+D, o decido gastar una cantidad positiva en dicha actividad.

En términos econométricos la estimación de esta especificación utilizando un modelo *Tobit* se traduce en lo siguiente:

$$Y_{it}^* = \beta X_{it}^* + \phi_{it} \text{ siendo } \phi_{it} := N(0, \sigma^2)$$

Siendo Y_{it}^* la variable dependiente latente obtenida de la siguiente regla de observabilidad:

$$Y_{it}^* = \begin{cases} Y_{it} & .si Y_{it}^* > 0 \\ 0 & .si Y_{it}^* \leq 0 \end{cases} \quad [2]$$

La especificación para este tipo de decisión teniendo en cuenta lo enunciado en la hipótesis 4 es:

$$LGID_{it} = \alpha_2 LDLDT_{it} + \beta_2 HIGH_{it} + \beta_3 HIMECON_{it} + \beta_4 LDEEP_{it} + \beta_5 LDEEPL1_{it} + \beta_6 COTIZ_{it} + \beta_7 SA_{it} + \beta_8 LEMP_{it} + \phi_{2it} \quad [3]$$

donde los gastos en I+D (LGID) son función del logaritmo de la proporción de deuda a largo plazo (LDLDT), de cuán intensivo en I+D es el sector donde participa la empresa (HIGH), de la variable con la que medimos la menor especialización en actividades de I+D por parte de las empresa que pertenecen a sectores intensivos en I+D (HIMECON), de si ha realizado alguna política de *deep-pocket* en este año (LDEEP) y en el año anterior (LDEEPL1), de si cotiza en bolsa (COTIZ), de si es una sociedad anónima (SA), así como de una variable de control del tamaño (LEMP). Suponemos que el término de error en este modelo sigue una distribución normal de media cero y varianza constante.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para responder a las hipótesis planteadas presentamos los resultados en dos apartados distintos atendiendo a los dos tipos de metodología empleada. En el primero, intentamos dar respuesta a las hipótesis 1,2 y 3 mediante la estimación de la *ratio* de apalancamiento financiero para las empresas innovadoras incluyendo como variables explicativas las ya mencionadas anteriormente, es decir, la pertenencia a un sector de medio-alta intensidad en I+D (HIME), el grado de diversificación en las empresas que operan en sectores intensivos en I + D (HIMECON), y el logaritmo de los fondos propios contemporáneos (LDEEP). La estimación se realiza

controlando por efectos fijos. Los resultados de dicho estudio son los que se presentan en el cuadro nº 4.

Respecto a la oportunidad tecnológica que las empresas pueden tener y cómo eso influye en el efecto apalancamiento de las mismas, obtenemos unos resultados que van en la dirección adecuada. Así, para las empresas que realizan gastos en I+D, se observa la existencia de una relación inversa entre el apalancamiento financiero y la intensidad de sus inversiones en I+D, medidas éstas por la pertenencia a un sector intensivo en I+D. Este resultado concuerda con nuestra hipótesis 2. Por otra parte, la variable que mide la menor especialización (mayor diversificación) de las empresas en sectores intensivos en I+D, resulta ser positiva y significativa al 99% tal como predice la hipótesis 1. Finalmente, de los resultados obtenidos se observa que las empresas que desarrollan políticas de *deep-pocket* tienen un apalancamiento financiero menor que aquellas que no provisionan antes de plantearse cualquier inversión relacionada con la I+D, aunque la significatividad es sólo del 80%.

El segundo apartado del análisis empírico, cuyo objeto es contrastar la

hipótesis 4, informa de la relación existente entre por una parte las decisiones que las empresas pueden tomar con respecto a políticas de gasto en I+D y por otra la estructura financiera de la misma así como la pertenencia a un sector intensivo en I+D así como la especialización que tenga la empresa en el desarrollo de actividades innovadoras. En el cuadro nº 5 se presentan los resultados de dicho análisis: en las columnas 1 y 2, los coeficientes están estandarizados. Las estimaciones incluyen dummies temporales y sectoriales.

Los resultados obtenidos en general son consistentes con lo enunciado en nuestra hipótesis 4.

En primer lugar, podemos observar que la proporción de deuda a largo plazo es positiva y muy significativa para explicar las inversiones en I+D. Razonábamos este hecho en términos de la menor presión de liquidez que tiene el empresario cuando se financia con deuda a largo plazo, lo que le desincentiva a comportarse de forma oportunista, y por tanto, le habilita para obtener más financiación para gastar en I+D precisamente en forma de deuda a largo plazo.

Cuadro n.º 4. **Determinación del Apalancamiento Financiero para las empresas innovadoras**

| Variable dependiente: AF | |
|--------------------------|-------------|
| Constante | -1.18(0.65) |
| HIME | -4.03(1.89) |
| HIMECON | 1.91 (3.41) |
| LDEEP | -0.07(1.11) |

Entre paréntesis t-ratios.

Cuadro n.º 5. Gastos en I+D y Estructura Financiera

| | Modelo 1 | Modelo 2 |
|-----------------------------------|----------------|---------------|
| Variable dependiente: LGID | | |
| Constante | -3.541 (11.05) | -3.591 (9.43) |
| LDLDT | 0.045 (2.86) | 0.058(3.11) |
| HIGH | 0.669 (2.48) | 0.637 (2.05) |
| HIMECON | -0.287(1.91) | -0.318(1.61) |
| COTIZ | 1.392(3.26) | 1.227(2.49) |
| SA | 0.420 (3.78) | 0.333 (2.54) |
| LOGEMP | 0.380(10.63) | 0.405 (9.83) |
| LDEEP | 0.085(3.145) | 0.061 (1.82) |
| LDEEPL1 | | 0.015(0.81) |

Entre paréntesis t-ratios.

Los coeficientes están tipificados.

En segundo lugar, los fondos propios en el año contemporáneo (LDEEP) contribuyen de forma significativa al 99% a explicar la intensidad de los gastos en I+D. Esto, sin embargo, no se mantiene respecto a los fondos del año anterior (LDEEPL1), tal y como se aprecia en el modelo 2 de la tabla 5. Podemos así pensar que la acumulación de fondos propios para realizar inversiones en I+D no va más allá de un período.

En tercer lugar, la pertenencia a un sector suficientemente intensivo en I+D (HIGH), también es un factor determinante (al 95%) para explicar los gastos de I+D de una empresa.

En cuarto lugar, comprobamos que la variable inversamente relacionada con el grado de especialización de la empresa

en realizar actividades de I+D, contribuye negativamente a explicar los gastos de I+D. Es decir, que las empresas no diversificadas que realizan actividades de I+D invierten más que aquellas empresas diversificadas. Comprobamos, por tanto, que el efecto negativo presentado en la sección teórica ligado al oportunismo empresarial en estas empresas, es menos importante que el efecto positivo de la superior calidad de los proyectos que, en principio, desarrollan estas empresas especialistas. Este último resultado, por otra parte, es consistente con otros estudios para el caso español (Martínez-Ros (2000))⁵, que inciden en la importancia del efecto imitación en tales

⁵ En este trabajo, la actividad innovadora se mide con las innovaciones de producto y/o proceso, y no a través de los gastos en I+D.

sectores intensivos. Este hecho lleva a que las empresas más consolidadas pierdan motivación en su esfuerzo innovador.

Notar, por último, que el tamaño y el hecho que una empresa cotice en bolsa (y por tanto sea SA) inciden de una manera positiva y muy significativa en la realización de inversiones de I+D. De hecho esto indica, en la línea de los estudios referidos en la introducción, la importancia de la utilización del mercado para financiar inversiones en I+D. Ello nos estaría indicando que las empresas con una mayor flexibilidad y dispersión del riesgo tienen unos superiores incentivos en llevar a cabo proyectos con un mayor riesgo (por ejemplo que involucren altas inversiones en I+D).

5. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos realizado, en primer lugar, un estudio comparativo de la *ratio* deuda-capital que presentan las empresas manufactureras españolas, según inviertan en I+D, pertenezcan a sectores más o menos intensivos en I+D, tengan un determinado grado de especialización en tales actividades innovadoras y hayan seguido una particular política de acumulación de fondos propios (*deep pocket policy*). Un segundo aspecto contemplado en el trabajo, que extiende el anterior en una visión ortogonal, ha consistido en tratar de encontrar variables explicativas de los gastos en I+D que llevan a cabo las empresas poniendo especial énfasis en su política de financiación, así como en su grado de especialización en el desarrollo de actividades de I+D.

Para motivar nuestro análisis empírico, hemos esbozado un modelo teórico del que concluimos dos tipos de resultados. En primer lugar, el apalancamiento financiero de las empresas debe ser decreciente con sus inversiones en intangibles (*I+D*), su especialización en tales actividades, y su volumen de fondos propios. En segundo lugar, también podemos deducir que las inversiones en *I+D* deben ser crecientes con los fondos propios de la empresa, la pertenencia a un sector intensivo en *I+D*, y con la proporción de endeudamiento a largo plazo que tengan las empresas; quedando el grado de especialización de las empresas en actividades de I+D con un signo ambiguo.

El estudio empírico realizado para los años 1990-1994, utilizando la ESEE confirma la mayor parte de los resultados obtenidos en el modelo teórico. Así, las empresas manufactureras que invierten en I+D y lo hacen en sectores intensivos en I+D tienen una menor *ratio* deuda-capital. Además, aquellas empresas que resultan estar especializadas en tales actividades (menos diversificadas) están menos apalancadas financieramente. Por último, también se observa que la autofinanciación detrae la utilización de fondos ajenos y, por tanto, reduce la *ratio* de deuda capital de las empresas. Respecto de los gastos en *I+D*, observamos que, efectivamente, el contar con una proporción significativa de deuda a largo plazo o de fondos propios estimula los gastos en I+D por parte de las empresas, así como la existencia de una especialización en tales actividades innovadoras.

Una primera extensión del trabajo realizado, consistiría en utilizar los mercados financieros como instrumento de valoración de nuestras hipótesis [Hall (1993)]. De forma consistente con nuestros resultados, deberíamos encontrar en aquellas empresas que coticen en bolsa y anuncien un incremento en sus esfuerzos destinados a actividades de *I+D*, una reacción positiva en sus acciones si: a) Son empresas maduras, altamente diversificadas y tienen una alta proporción de deuda a largo plazo; b) Son empresas jóvenes pertenecientes a sectores intensivos en *I+D*, y tienen un bajo endeudamiento; c) Son empresas que han seguido una política de *deep pocket* en los años anteriores a este anuncio. Una segunda extensión consistiría en realizar un análisis en términos, no de las inversiones en *I+D*, sino del output que generan estas inversiones (patentes, innovaciones de

producto y proceso). Este estudio, no solo se ajustaría mejor al espíritu del modelo teórico, sino que enriquecería los resultados respecto al verdadero impacto de la estructura financiera de la empresa en su política de *I+D*. Por último, señalar la conveniencia de plantearse una estimación conjunta de las dos ecuaciones presentadas en el trabajo. Por una parte, la que describe la estructura financiera (apalancamiento financiero) en términos de la política de *I+D* de la empresa, y por otra parte, aquella otra que explica los gastos en *I+D* en función de la estructura financiera y de otras variables intrínsecas de la empresa. En principio ambas decisiones (financiación y política de *I+D*) son endógenas, y como tales, deberían de tener el correspondiente tratamiento econométrico. Esta será materia para investigaciones futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARELLANO, M. y BOVER, O. (1995), Another Look at the Instrumental-Variable Estimation of Error Components Models". *Journal of Econometrics* 68,29-51.
- BLACK, B. S. & GILSON, R. J. (1998), Venture Capital and the Structure of Capital Markets: Banks versus Stock Markets. *Journal of Financial Economics* 47; 243-277.
- BOARD, J.; DELARGY, P.J.R. & TONKS, I. (1990), Firm Financing and R&D Intensity: A Post-SSAP 13 US-UK Comparison. *Mimeo*.
- BOLTON, P. & SCHARFSTEIN, D. (1996), Optimal Debt Structure and the Number of Creditors. *Journal of Political Economy* 104 (1); 1-25
- BRADLEY, M. ; JARRELL, G. & HAN KIN, E. (1984), On the Existence of an Optimal Capital Structure. *Journal of Finance* 39; 857-78
- GOODACRE, A. & TONKS, I. (1995), Finance and Technological Change in the *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Stoneman, P. (ed.)
- HALL, B. (1992), Investment and Research and Development at the Firm Level: Does the Source of Financing Matter? *National Bureau of Economic Research Working Paper: 4096*.
- HALL, B. (1993), The Stock Market's Valuation of R&D Investment during the 1980's. *American-Economic-Review*; 83(2); 259-64
- HIMMELBERG, C. P.; PETERSEN, B. C. (1994), R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries. *Review of Economics and Statistics*; 76(1); 38
- JOHNSON, L. D. & PAZDERKA, B. (1993), Firm Value and Investment in R&D. *Managerial and Decision Economics*; 14(1); 15-24.
- LERNER, J. (1995), "Venture Capital and the Decision to go Public". *Journal of Financial Economics* 35; 293-316.
- LONG, M. & MALITZ, I. (1985), The Investment-Financing Nexus: Some Empirical Evidence. *Midland Corporate Finance Journal* 3; 53-9.
- LUMME, A. (1993), New Technology-Based Companies in Cambridge in an International Perspective. *University of Cambridge Small Business Research Centre Working Papers: 35*
- MARTÍNEZ-ROS, Ester. (2000) "Explaining the decisions to carry out product and process innovations: The Spanish case". *Journal of High Technology Management Research*. (en prensa).
- MARTÍNEZ-ROS, E. & TRIBÓ, J. A. (1999) "R&D and Debt Financing". *Working Paper #99 (49) de la Universidad Carlos III. Business Serie*
- OPLER, T. y TITMAN, S. (1994), Financial Distress and Corporate Performance. *Journal of Finance*; 49(3); 1015-40.
- SEGURA et al. (1989), La industria española en la crisis 1970/1984. *Alianza Editorial*
- ZANTOUT, Z. (1997), A Test of the Debt-Monitoring Hypothesis: The Case of Corporate R&D Expenditures. *Financial-Review*; 32(1); 21-48.