

XI Encuentro de Economía Pública

Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas, 1991-1999.

MARÍA ÁNGELES MARRA DOMÍNGUEZ

Universidad de Vigo

Facultad de CC. Económicas y Empresariales, 36200 Vigo (Pontevedra)

Teléfono 986 812534; Fax 986 812401; E-mail amarra@uvigo.es

Resumen

El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar los efectos que los incentivos fiscales a la inversión en actividades de I+D tienen sobre la estructura de costes y la demanda de capital de I+D privado utilizando una muestra de empresas manufactureras españolas clasificada según tamaño en dos grupos: Pymes (≤ 200 trabajadores) y Grandes Empresas (>200 trabajadores) durante el periodo 1991-1999. Los resultados del estudio muestran que los incentivos fiscales a la I+D, amortización inmediata fiscalmente permitida y crédito fiscal a la I+D, tienen un efecto positivo significativo para estimular la demanda de inversión en capital de I+D privado, observándose que en media estos mecanismos contribuyen en mayor medida a estimular la demanda de capital de I+D privado en las Grandes Empresas que en las Pymes.

Palabras claves: Actividades de I+D, Incentivos fiscales a la inversión en I+D, Coste del capital de I+D privado, Función de costes Cobb-Douglas.

Clasificación J.E.L.: H20, H25, O30, O32.

Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas, 1991-1999.

1. Introducción.

Los incentivos fiscales a la inversión en actividades de I+D se han convertido en uno de los instrumentos clásicos utilizados por los gobiernos nacionales para estimular la realización de actividades de I+D en el seno de las empresas, habida cuenta de la importancia que estas actividades tienen para incrementar la productividad y competitividad empresarial contribuyendo a consolidar un crecimiento sostenido a largo plazo de la economía nacional. Las razones que tradicionalmente han justificado la intervención económica de la Administración Pública en actividades de I+D se han establecido sobre la base de la corrección de fallos o distorsiones de mercado relacionadas con el carácter de bien público del resultado de la I+D, con los costes y riesgos inherentes a todo proceso de innovación que hacen que el esfuerzo en I+D realizado por las empresas no sea óptimo en economías de mercado¹.

Existe una abundante literatura que se ha ocupado de analizar la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D empresarial, a través de la provisión de diferentes métodos de análisis desde estudios de experimentación social a partir de la utilización de encuestas hasta estimaciones econométricas y para los que la diversidad de resultados obtenidos ha conducido a una visión escéptica sobre la eficacia de los mismos para estimular el gasto adicional en actividades de I+D. Así, entre los primeros estudios que aportan evidencia de valores pequeños para la elasticidad precio de la I+D estimada cabe señalar Eisner, Albert y Sullivan (1984), Mansfield (1986), Bernstein y Nadiri (1989) y Wozny (1989). No obstante,

¹ Como Arrow (1962) planteó, el resultado de la Investigación y Desarrollo (I+D) es fundamentalmente información y tiene, por tanto, muchas características de un bien público, esto es, un bien no rival y no excluible por lo que la utilización por un agente de la información no perjudica que otros agentes hagan igualmente uso de ella. En este sentido, la existencia de diferencias entre las tasas de rendimiento social y privado de la I+D, provee una de las principales justificaciones para que los gobiernos nacionales subsidien las actividades de I+D.

recientemente trabajos realizados para la economía de EE.UU. por Hall (1993), Hines (1991) y (1994), Baily y Lawrence (1992), Mamuneas y Nadiri (1996) y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002), han mostrado evidencia de que estos mecanismos son un instrumento efectivo para estimular el gasto en I+D adicional, con una elasticidad precio de la I+D estimada próxima a la unidad².

Para el caso de la economía española no existen estudios que cuantifiquen el grado de eficacia de los incentivos fiscales a la I+D empresarial y eso a pesar de que se dispone de uno de los mecanismos más generosos y antiguos para estimular dichas actividades³. En la actualidad estos instrumentos constituye un elemento central del Sistema fiscal español, por cuanto la Administración pública está haciendo un especial hincapié en su utilización para estimular las actividades de I+D+I empresarial. La reciente reforma de la Ley del Impuesto de Sociedades, Ley 55/1999, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y de orden social asociada al Anteproyecto de Ley de Presupuesto Generales del Estado para el año 2000, ha supuesto un cambio normativo importante en el tratamiento fiscal de las actividades de I+D y de Innovación Tecnológica (I+D+I)⁴. Las fundamentales modificaciones introducidas frente a la Ley 43/1995 se producen en los porcentajes de deducción en cuota íntegra por actividades de I+D que se elevan de un 20% a un 30% y del 40% al 50% aplicable al exceso respecto de la media de los dos años anteriores, así como en el establecimiento de deducciones sobre otros gastos como gastos de personal adscrito a actividades de I+D, gastos

² Los estudios que analizan la eficacia de estos mecanismos en otros países industrializados, excluyendo a Estados Unidos, son menos abundantes. Cabe citar, por ejemplo, los trabajos de Bernstein (1986) y (1998), Shah (1995) y Dagenais, Mohnen y Therrien (1997) para Canadá, Asmussen y Berriot (1993) para Francia, los cuáles no difieren en gran medida de los resultados obtenidos para la economía de Estados Unidos. Véase para una revisión en detalle de esta literatura el trabajo de Hall y Van Reenen (2000).

³ Respecto a la literatura teórica y aplicada que analiza la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en activos fijos, ésta es más amplia si bien los resultados obtenidos son también poco concluyentes con una posición escéptica sobre la eficacia de los mismos. Véase para una revisión sistemática de los diferentes enfoques metodológicos utilizados para evaluar la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión y, en particular, a la inversión en I+D el trabajo de López y Romero (2001).

⁴ Las modificaciones realizadas cambian incluso la denominación tradicional de la deducción que pasa de ser deducción por la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D) a denominarse deducción por actividades de investigación científica y de innovación tecnológica (I+D+I). Véase apartado 2 y 3 del artículo 33 de la LIS.

en proyectos de I+D contratados con universidades, organismos públicos de investigación o bien centros de innovación tecnológica⁵.

Este trabajo se propone evaluar los efectos que los incentivos fiscales a la inversión en actividades de I+D tienen sobre la estructura de costes y la demanda de inversión en capital de I+D privado de una muestra de empresas manufactureras españolas durante el periodo 1991-1999. El análisis se realiza a partir de la estimación de una función de costes correspondiente a una tecnología Cobb-Douglas, la cuál incorpora como argumentos además del nivel de output de la empresa, los precios efectivos después de impuestos de los factores productivos privados: trabajo, inputs intermedios, capital físico y stock de capital de I+D privado. Los dos tipos de incentivos fiscales a la I+D que se analizan, libertad de amortización por inversiones realizadas en I+D y crédito fiscal a la inversión en actividades de I+D, forman parte del precio efectivo del capital de I+D privado, el cuál está incorporado explícitamente en la función de costes a estimar, lo que permite evaluar cómo estos mecanismos afectan a la estructura de costes y a la demanda de inversión en capital de I+D privado. Además, teniendo en cuenta que es posible que existan diferencias por dimensión empresarial en el análisis de la eficacia de estos mecanismos se ha procedido a realizar una desagregación de la muestra de empresas según su tamaño definido por el personal total ocupado en dos grupos: menor o igual a 200 trabajadores (Pymes) y superior a 200 trabajadores (Grandes Empresas). En este sentido, cabe esperar un efecto positivo del tamaño en la eficacia de los incentivos fiscales, por cuanto las Grandes Empresas presentan una menor probabilidad de enfrentarse a restricciones financieras, mayor capacidad de autofinanciación, menor riesgo asociado al proceso de I+D,

⁵ Además, la ampliación del concepto de desarrollo y la introducción del concepto de innovación tecnológica permiten la aplicación de deducción sobre los gastos correspondientes a proyectos de investigación encargados a universidades, organismos públicos de investigación o centros de innovación y tecnología (15%); diseños industrial e ingeniería de procesos de producción (10%); adquisición de tecnología avanzada en forma de patentes, licencias, *know-how* y diseños (10%); adquisición de certificado de cumplimiento de las normas de aseguramiento de la calidad de la serie ISO 9000 y similares (10%).

superiores economías de escala, mayor división del trabajo, especialización y aprovechamiento de equipos especiales al proceso de innovación⁶.

En resumen, el interés principal del trabajo se centra no sólo en evaluar la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D sino también en determinar si existe evidencia de comportamientos diferenciados entre Pequeñas y medianas empresas (Pymes) y Grandes Empresas en la eficacia de dichos mecanismos de incentivo a la I+D para la muestra de empresas manufactureras analizada.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el epígrafe segundo se especifica el modelo teórico y se estima mediante estructura de datos de panel, la cuál se aplica al grupo de Pequeñas y medianas Empresas (Pymes) y Grandes Empresas durante el periodo 1991-1999. En el epígrafe tercero se presentan los resultados de la estimación y se aporta evidencia de diferencias significativas sobre la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D para los dos grupos de tamaño analizados. Por último, el trabajo finaliza con un epígrafe en el que se recogen las conclusiones más destacadas.

2. Especificación del modelo y estimación.

El modelo teórico que se plantea parte de considerar una función de producción neoclásica estándar ampliada correspondiente a una tecnología Cobb-Douglas. Esta función de producción permite obtener un único output (y) utilizando cuatro factores productivos

⁶ *A priori*, la dimensión empresarial puede jugar un papel destacado en la decisión de la empresa para emprender proyectos de I+D. Desde las primeras aproximaciones al análisis de los determinantes de la actividad innovadora desarrollado por Schumpeter (1983), se establece que las grandes empresas son proporcionalmente más innovadoras que las empresas de pequeña dimensión. Varios son los argumentos que se han ofrecido para justificar el efecto positivo del tamaño de la empresa sobre la actividad innovadora: las empresas de gran tamaño tienen una mayor capacidad financiera y de autofinanciación para emprender proyectos de I+D; presentan mayores economías de escala en la tecnología de I+D que se justifican sobre la base de interrelaciones entre investigadores y personal empleado, facilidad de intercambio de conocimiento científico, mayor división del trabajo, especialización y aprovechamiento de equipo especiales al proceso de innovación, menor riesgo asociado al proceso de I+D, etc. Véanse, por ejemplo, para un mayor desarrollo los trabajos de Cohen y Levin (1989) y Scherer y Ross (1990).

privados, trabajo (L), inputs intermedios (I), capital físico (K) y stock de capital de I+D privado (C):

$$y = AL^{\alpha_L} I^{\alpha_I} K^{\alpha_K} C^{\alpha_C} = A \prod_{j=1}^4 X_j^{\alpha_j} \quad [1]$$

donde A es un constante que mide la escala de producción, los parámetros α_L , α_I , α_K , α_C miden la respuesta de la cantidad de producción a las variaciones de los factores productivos privados, trabajo, inputs intermedios, capital físico y stock de capital de I+D privado respectivamente y donde $\alpha_L + \alpha_I + \alpha_K + \alpha_C = r$ recoge el término de rendimientos a escala de la función de producción.

La resolución de un problema de minimización costes restringido permite derivar la función de costes a largo plazo correspondiente a dicha tecnología Cobb-Douglas. Esta función de costes a largo plazo después de impuestos viene dada por la siguiente expresión⁷:

$$CT(y, \mathbf{P}) = \beta y^{\frac{1}{r}} P_L^{\frac{\alpha_L}{r}} P_I^{\frac{\alpha_I}{r}} P_K^{\frac{\alpha_K}{r}} P_C^{\frac{\alpha_C}{r}} \quad [2]$$

siendo

$$\beta = r \left[A \alpha_L^{\alpha_L} \alpha_I^{\alpha_I} \alpha_K^{\alpha_K} \alpha_C^{\alpha_C} \right]^{\frac{1}{r}}$$

donde y es el nivel de output de la empresa, P_L , P_I , P_K , P_C son los precios efectivos después de impuestos correspondientes a los factores productivos privados, trabajo, inputs intermedios, capital físico y stock de capital de I+D privado respectivamente⁸.

⁷ Véase Varian (2001) para un mayor desarrollo en la resolución de este problema.

⁸ La función de costes presenta ciertas propiedades que se derivan directamente de su definición:

- No decreciente en precios de los factores. Si $\mathbf{P}' \geq \mathbf{P}$ entonces $CT(y, \mathbf{P}') \geq CT(y, \mathbf{P})$;
- Homogénea de grado 1 en precios de los inputs, esto es, $CT(y, t\mathbf{P}) = t CT(y, \mathbf{P})$ si $t > 0$;
- Cóncava en precios de los factores, esto es, $CT(y, t\mathbf{P} + (1-t)\mathbf{P}') \geq t CT(y, \mathbf{P}) + (1-t) CT(y, \mathbf{P}')$ si $0 \leq t \leq 1$;
- Continua en los precios de los factores cuando $\mathbf{P} \geq 0$.

Además, las demandas condicionadas de factores minimizadoras de costes se obtienen aplicando el Lema de Shephard (1970), según el cuál si $C(y, \mathbf{P})$ es una función de costes diferenciable en (y, \mathbf{P}) que determina el mínimo coste total de producción, entonces la demanda condicionada del factor productivo i , $X_i(y, \mathbf{P})$ con $P_i > 0$ siendo $i = 1, \dots, M$, vendrá dada por $X_i = \frac{\partial CT(y, \mathbf{P})}{\partial P_i} \geq 0$. Véase para una formulación más elaborada Diewert

(1974) y (1982).

Como se expuso anteriormente, los incentivos fiscales a la inversión en I+D están incorporados en el precio efectivo del capital de I+D, por lo que para estimar cómo éstos afectan a la estructura de costes de las empresas es necesario previamente cuantificar en que medida dichos mecanismos reducen el coste del capital de I+D privado, incentivando así la realización de gasto en I+D adicional por parte de la empresa⁹.

Debido a que la función de costes [2] a estimar resulta ser no lineal, se realiza una transformación logarítmica que resulte compatible con las técnicas de regresión lineal¹⁰,

$$\ln CT = \ln \beta + (1/r) \ln y + \left(\frac{\alpha_L}{r}\right) \ln P_L + \left(\frac{\alpha_I}{r}\right) \ln P_I + \left(\frac{\alpha_K}{r}\right) \ln P_K + \left(\frac{\alpha_C}{r}\right) \ln P_C \quad [3]$$

Además, para que dicha función de costes tenga un buen comportamiento es necesario suponer homogeneidad de grado uno en el precio de los inputs independientemente de las economías de escala presentes en el proceso. La homogeneidad de grado uno o lineal en el precio de los factores se traduce en términos de restricciones sobre los coeficientes¹¹. Si esta restricción se incorpora en el modelo se obtiene la siguiente ecuación:

$$\ln CT - \ln P_I = \ln \beta + (1/r) \ln y + \left(\frac{\alpha_L}{r}\right) (\ln P_L - \ln P_I) + \left(\frac{\alpha_K}{r}\right) (\ln P_K - \ln P_I) + \left(\frac{\alpha_C}{r}\right) (\ln P_C - \ln P_I) \quad [4]$$

⁹ Para analizar la sensibilidad de la demanda de inversión en un factor productivo con respecto a su propio precio efectivo debe tenerse en cuenta el grado de sustituibilidad entre los factores productivos que, a su vez, está estrechamente relacionada con la tecnología utilizada en la función de producción. Para el caso de una tecnología Cobb-Douglas, la elasticidad de sustitución es constante e igual a la unidad, hipótesis que se asume en el planteamiento de este modelo. A nivel internacional la evidencia disponible es ambigua sobre la existencia de complementariedad o sustituibilidad. Véase, para una revisión de esta literatura el trabajo de Shah (1995).

¹⁰ Bajo esta especificación si se diferencia logarítmicamente la función de costes y se aplica el Lema de Shephard se obtienen las participaciones de los costes totales correspondientes a cada factor productivo i , $s_i = \frac{\partial \ln CT(y, P)}{\partial \ln P_i} = \frac{X_i P_i}{CT}$, las cuáles serán calculadas en este trabajo a partir del modelo estimado.

¹¹ A partir de esta restricción se obtiene que $\frac{\alpha_I}{r} = 1 - \frac{\alpha_L}{r} - \frac{\alpha_K}{r} - \frac{\alpha_C}{r}$, que sustituyéndola en la función de costes [3] se obtiene la ecuación [4].

En síntesis, para la formulación del modelo econométrico se especifica la forma funcional de una función de costes correspondiente a una tecnología Cobb-Douglas utilizando la siguiente expresión¹²:

$$\ln CTPI_{it} = \alpha_i + \beta_y \ln y_{it} + \beta_L \ln WL_{it} + \beta_K \ln WK_{it} + \beta_C \ln WC_{it} + \beta_t t + u_{it} \quad [5]$$

donde i denota empresas y t periodo temporal años, α_i es un término constante y específico para cada empresa, $\beta_y = 1/r$, $\beta_L = \alpha_L/r$, $\beta_K = \alpha_K/r$, $\beta_C = \alpha_C/r$, β_t es el cambio tecnológico exógeno y siendo $\ln CTPI_{it} = \ln CT_{it} - \ln P_{Lit}$, $\ln WL_{it} = \ln P_{Lit} - \ln P_{Lit}$, $\ln WK_{it} = \ln P_{Kit} - \ln P_{Lit}$, $\ln WC_{it} = \ln P_{Cit} - \ln P_{Lit}$ y u_{it} el término de perturbación aleatoria.

La base de datos utilizada para la estimación del modelo proviene de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) realizada por el Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública, cuya población de referencia son las empresas con diez o más trabajadores de la industria manufacturera española¹³. La muestra utilizada en este trabajo está formada por un panel de 189 empresas manufactureras españolas que realizan actividades de I+D de forma estable y sistemática durante el periodo 1990-1999¹⁴. Para la obtención de este panel se parte de las 2188 empresas existentes en la muestra en el año 1990 y se eliminan 1207 empresas, las cuáles no están presentes en la muestra en algún momento del periodo

¹² Se estima una función de costes correspondiente a una tecnología Cobb- Douglas en lugar de una función de costes translogarítmica en la cuál se impone un menor número de restricciones, debido al elevado grado de multicolinealidad existente entre los regresores bajo esta última especificación.

¹³ Las unidades encuestadas son las empresas manufactureras que actúan en el ámbito geográfico nacional (divisiones 2, 3 y 4 de la clasificación nacional de actividades económicas de 1974, CNAE-74, excluidas las actividades extractivas) a partir de 10 o más trabajadores, y todas las variables medidas tienen una referencia temporal anual. Las empresas con número de trabajadores comprendido entre 10 y 200 trabajadores se seleccionan mediante muestreo estratificado, proporcional con restricciones y sistemático con arranque aleatorio, mientras que las empresas de más de 200 trabajadores se requiere su participación exhaustivamente.

¹⁴ La ESEE provee información sobre actividades de I+D que pueden ser realizadas dentro de la propia empresa, o bien contratadas en laboratorios externos a las empresas o en centros de investigación. Estas actividades de I+D que las empresas llevan a cabo de forma simultánea se las denomina actividades de I+D internas y externas.

analizado. Este filtro da lugar a un panel formado por 981 empresas observadas para el periodo 1990-1999. A continuación, se eliminan de esta muestra aquellas empresas que durante todo el periodo analizado no realizan gasto de inversión en actividades de I+D. Dicha eliminación responde a que una empresa puede hacer uso del incentivo fiscal si previamente efectúa gasto de inversión en I+D, de ahí que el estudio se circunscribe a aquellas empresas que realizan actividades de I+D de forma estable y sistemática durante el periodo 1990-1999.

Esta muestra se ha clasificado por tamaño empresarial en dos grupos según el volumen de empleo medio de la empresa: Pequeñas y medianas empresas (Pymes) con empleo comprendido entre 10 y 200 trabajadores y Grandes Empresas con más de 200 trabajadores¹⁵. El Cuadro 1 muestra la distribución de empresas por intervalos de tamaño en porcentaje del total de empresas analizadas durante el periodo 1990-1999¹⁶.

(Insertar Cuadro 1)

Como puede observarse, las Grandes empresas (> 200 trabajadores) representan el mayor porcentaje de empresas innovadoras, superior al 71% para todo el periodo, mientras que para las Pequeñas y medianas empresas (\leq 200 trabajadores) dicho porcentaje se reduce notablemente no superando el 28,04% en este periodo. Este resultado sugiere que el tamaño de la empresa es positivo y significativo como determinante de la decisión de las empresas de llevar a cabo inversión en actividades de I+D. En el apéndice se presenta una descripción detallada de los datos y la construcción de variables utilizadas para la estimación del modelo.

¹⁵ Dicha clasificación responde al número reducido de empresas que se sitúan en los tramos iniciales de tamaño, lo que nos ha obligado a no considerar los seis intervalos de mayor desagregación posible que proporciona la base de datos utilizada. De hecho, una mayor desagregación de la muestra supondría insuficientes observaciones en los intervalos de tamaño iniciales para llevar a cabo la estimación del modelo con datos de panel.

¹⁶ Asimismo, el Cuadro A.1 del Apéndice muestra la distribución de las empresas por sectores de actividad, en porcentaje medio de empresas para el periodo 1990-1999. Como puede observarse, los sectores productos químicos (3), material y accesorios eléctricos (7), vehículos automóviles y motores (8) recogen las ramas de actividad donde la proporción de empresas que realizan actividades de I+D de forma estable y sistemática es mayor, con un porcentaje de empresas innovadoras superior a la media.

Respecto a la técnica de estimación, la ecuación [5] se estima utilizando el análisis econométrico de datos de panel que se aplica a las dos grupos de empresas durante el periodo 1991-1999¹⁷. El panel de Pequeñas y medianas empresas (Pymes) está formado por 432 observaciones correspondiente a una muestra de 48 empresas observadas a lo largo del periodo 1991-1999. Por su parte, la muestra de Grandes empresas contiene 1269 observaciones de una muestra de 141 empresas analizadas durante el mismo periodo¹⁸.

Hay que señalar que en la especificación general del modelo econométrico, tanto para el grupo de Pymes como de Grandes Empresas se considera la existencia de un término constante específico para cada empresa y constante a lo largo del tiempo que recoge la heterogeneidad inobservable¹⁹. Para determinar si los efectos fijos de empresa están correlacionados o no con las variables observables del lado derecho de la ecuación [5], se aplica el contraste de Hausman que permite verificar si es el modelo de efectos fijos o de efectos aleatorios el que mejor se ajusta a los datos. Los estadísticos de contraste resultantes de aplicar el test de Hausman toman el valor de $(\chi^2(4) = 27,05)$ y $(\chi^2(4) = 48,02)$ respectivamente para el modelo estimado con Pymes y Grandes Empresas, observándose que son superiores a los valores críticos al 5% de la distribución de probabilidad Chi-cuadrado con cuatro grados de libertad, por lo que no se acepta la hipótesis nula de ausencia de correlación entre las variables observables del lado derecho de la ecuación [5] y α_i . Además, en la estimación intragrupos del modelo para el grupo de Pequeñas y medianas empresas (Pymes) y Grandes Empresas se admite la presencia de heterocedasticidad y correlación de

¹⁷ El periodo de estudio considerado para la estimación del modelo empírico es 1991-1999, debido a que algunas de las variables utilizadas para la estimación del modelo no están disponibles para el año 1990.

¹⁸ Cabe señalar que algunas empresas próximas a la delimitación del tramo de tamaño oscilan entre los dos grupos de tamaño debido, al menos en parte, a la coyuntura económica del periodo analizado, por lo que se ha utilizado para desagregar la muestra entre Pequeñas y medianas empresas (Pymes) y Grandes Empresas la distribución existente en el año 1995.

¹⁹ El contraste de significatividad de los efectos de empresa se realiza mediante un contraste F de Snedecor. El ratio F utilizado en el contraste toma el valor $F(47, 380) = 6.247$ y $F(140, 1123) = 21.672$ respectivamente para Pymes y Grandes Empresas, valores que son claramente superiores al valor crítico al 5% y al 1% por lo que la hipótesis de que los efectos de las empresas son iguales se rechaza, eligiéndose el modelo con efectos fijos de empresa distintos incorporados en el término independiente para cada una de las submuestras analizadas.

sección cruzada, por lo cual se utilizan estimaciones robustas de la matriz de covarianzas corregidas para el panel²⁰.

Los Cuadros 2 y 4 recogen los resultados de la estimación para el grupo de Pequeñas y medianas empresas (Pymes) y Grandes Empresas, respectivamente:

(Insertar Cuadro 2)

(Insertar Cuadro 3)

Como puede observarse, tanto para el grupo de Pymes como de Grandes Empresas la bondad de ajuste es significativamente alta. Los errores estándar de los coeficientes de las variables explicativas son pequeños, lo que aporta evidencia de que los coeficientes de regresión correspondientes a las variables $\ln y$, $\ln WL$, $\ln WK$, $\ln WC$ son significativos. Además, el contraste de significación conjunta de las *dummies* de empresa corrobora el modelo planteado, lo que pone de manifiesto la existencia de diferencias interempresa en tecnología²¹.

3. Los resultados.

3.1. Principales resultados de la estimación.

Los resultados de la estimación con datos de panel de la ecuación [5] muestran la existencia de comportamientos diferenciados por dimensión empresarial en la explicación de

²⁰ Los errores estándar obtenidos en la estimación del modelo de efectos fijos para Pymes y Grandes Empresas son ajustados para heterocedasticidad y correlación de sección cruzada (panel corrected standar errors). El método de estimación utilizado es el descrito en Beck y Katz (1995) y Greene (2000). En la estimación del modelo de efectos fijos para Pymes y Grandes Empresas se obtiene que el estadístico del multiplicador de Lagrange para heterocedasticidad de sección cruzada toma el valor de $LM=2991,6$ y $LM= 5545,8$ respectivamente para Pymes y Grandes Empresas, mientras que el contraste del multiplicador de Lagrange desarrollado por Breusch y Pagan (1980) para matriz de covarianzas diagonal alcanza el valor de $\lambda_{LM} = 1670,4$ y $\lambda_{LM} = 15306$ respectivamente para Pymes y Grandes Empresas, observándose que en ambos casos son altamente significativos. Además, los resultados de la estimación para la muestra de Grandes Empresas se obtienen tras haber corregido por un proceso AR(1) e imponiendo el mismo coeficiente autorregresivo para todas las unidades *cross-section*.

²¹ Estos coeficientes no son reportados por limitaciones de espacio, aunque están a disposición de los lectores previa petición de los mismos. Además, cabe señalar que el valor obtenido en el estadístico F permite rechazar la hipótesis nula de no significatividad conjunta de los regresores en el modelo.

la estructura de costes de la muestra de empresas manufactureras analizada. Como puede observarse en los Cuadros 2 y 3, dos de los coeficientes más significativos y relevantes para explicar la estructura de costes de las Pequeñas y Medianas empresas son los correspondientes al nivel de output real y al precio efectivo del capital de I+D privado, mientras que para las Grandes Empresas han sido los correspondientes al precio efectivo del capital físico y al nivel de output real. Así, un incremento del 1% en el precio efectivo del capital de I+D privado supone un crecimiento de los costes de producción de 0,38% para el grupo de Pymes frente al 0,20% de las Grandes Empresas. En cuanto al resto de variables explicativas todas resultan ser significativas y presentan los signos esperados, contribuyendo también de forma significativa a aumentar los costes de producción de las empresas analizadas.

Para el modelo especificado, las economías de escala vienen dadas por $r = 1/\beta_y$, observándose que toman los valores de 1,3169 y 1,696 respectivamente para el grupo de Pymes y de Grandes Empresas, lo que aporta evidencia de que existen rendimientos crecientes a escala en la función de producción para ambas submuestras. Además, se observa que la magnitud de las economías de escala ha sido mayor para las Grandes Empresas que para las Pymes, lo que puede deberse a que un aumento de la escala de operaciones permite aprovechar las ventajas derivadas de la división del trabajo y de los equipos más complejos y especializados, siendo por tanto mayores los rendimientos a escala cuanto más grandes son las empresas de la industria. Además, otro resultado destacado es que los rendimientos a escala no pueden variar con el nivel de output de la empresa, por lo que la curva de coste medio es continuamente decreciente, siendo la magnitud de las economías a escala superior en las Grandes Empresas que para las Pymes.

De acuerdo con la expresión [5], si se diferencia logarítmicamente la función de costes con respecto al precio efectivo de los factores productivos y se aplica el Lema de Shephard (1970) se obtendrán las participaciones en el coste total asignada a cada uno de los factores

productivos. La participación en el coste total asignada al factor capital de I+D privado vendrá dada por la expresión $\beta_C = \frac{\partial \ln CTPI}{\partial \ln WC} = \frac{P_C C}{CT}$. Se observa que el coeficiente estimado para el precio efectivo del capital de I+D privado es 0,389 y 0,205 respectivamente para el grupo de Pymes y Grandes Empresas, lo que indica que las Pequeñas y medianas empresas presentan una elasticidad coste con respecto a cambios en el precio efectivo del capital de I+D de 18,39 puntos porcentuales superior a las Grandes Empresas.

A continuación, se determinan para el modelo estimado la sensibilidad de la demanda de inversión en capital de I+D privado con respecto a cambios en su propio precio efectivo, obteniéndose un valor de $\varepsilon_{PC} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_C} = -0,6107$ y $\varepsilon_{PC} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_C} = -0,7946$ respectivamente para el grupo de Pymes y Grandes Empresas. Como puede observarse, existen diferencias significativas en las elasticidades calculadas para los dos grupos de tamaño, por cuanto un crecimiento del 1% en el precio efectivo del capital de I+D privado reduce la demanda de capital de I+D privado en 0,794% para las Grandes Empresas frente al 0,61% de las Pymes. Estos resultados aportan evidencia de que la demanda de capital de I+D privado de las Grandes Empresas es más sensible a cambios en su propio precio efectivo que en el caso de Pequeñas y medianas empresas (Pymes), por lo que cabe esperar que los incentivos fiscales a la I+D sean menos eficaces para este último grupo de empresas.

Las elasticidades obtenidas en este trabajo son claramente superiores a las detectadas en los primeros trabajos realizados a nivel internacional durante la década de los ochenta, cuyas elasticidades estimadas no superaban el valor de -0,5, aunque si las comparamos con los resultados de trabajos econométricos más recientes, como por ejemplo Hall (1993), Hines (1994), Mamuneas y Nadiri (1996) y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) con unas elasticidades cercanas a la unidad, nuestras estimaciones son inferiores.

En síntesis, los resultados obtenidos parecen sugerir la idea de que los incentivos fiscales a la I+D establecidos en el Impuesto de Sociedades español son un instrumento eficaz para estimular la demanda de inversión en capital de I+D privado, por cuanto dicha demanda de inversión es notablemente sensible a cambios en el precio efectivo del capital de I+D privado, si bien se detecta que estos mecanismos son menos eficaces cuando se trata de empresas de pequeña y mediana dimensión (Pymes).

3.2. Efectos de los incentivos fiscales a la I+D sobre la estructura de costes y la demanda de capital de I+D privado.

Una vez analizados los principales resultados de la estimación de la ecuación [5] para las dos clases de tamaño, se efectúa ahora un estudio de los efectos que la política fiscal a la inversión en actividades de I+D tienen para incidir sobre la estructura de costes de producción y estimular la demanda de capital de I+D privado. Como se expuso anteriormente, los incentivos fiscales actúan reduciendo el coste de capital de I+D privado y estimulando así la demanda de inversión en capital de I+D privado. Por lo tanto, para analizar la eficacia de estos mecanismos se hace necesario previamente cuantificar los efectos que los incentivos fiscales tienen para reducir el precio efectivo del capital de I+D privado.

Este trabajo cuantifica el coste del capital de I+D privado para la muestra de empresas analizadas, desagregando entre Pymes y Grandes Empresas durante el periodo 1991-1999. Siguiendo a Hall y Jorgenson (1967), el coste de uso del capital viene definido por la igualdad entre el coste de adquisición después de impuestos y el valor presente de las rentas futuras esperadas. De acuerdo con esta formulación, la ecuación del precio efectivo del capital de I+D privado después de impuestos se calcula para cada empresa i y año t :

$$P_{Cit} = p_{Cit} (d_t + \delta_C - \pi_t) (1 - \lambda_{it} u_t - \xi_{it} v_{it}) \quad [6]$$

donde d_t es el tipo nominal de descuento de la empresa, π_t la tasa de inflación, δ_C la tasa de depreciación económica de los activos de I+D, $u_t \lambda_{it}$ valor actual del ahorro fiscal por amortización de las inversiones realizadas en actividades de I+D y $\xi_{it} v_{it}$ el ahorro efectivo por crédito fiscal a la inversión en actividades de I+D.

En la determinación del coste del capital de I+D privado intervienen tres factores: un factor de descuento, un factor impositivo y un índice de precios específico de los activos de I+D²².

El factor de descuento está formado, a su vez, por tres elementos: el tipo nominal de descuento (d_t), la tasa de inflación (π_t) y la tasa de depreciación económica de los activos de I+D (δ_C). El tipo nominal de descuento depende de la forma en que la empresa financie su inversión marginal. Las tres fuentes principales de financiación utilizadas por las empresas son deuda, ampliación de capital y beneficios no distribuidos. Para la financiación con deuda los pagos nominales de intereses son deducibles en el Impuesto de Sociedades español, por lo que el tipo nominal de descuento se obtiene como $d_t = i_t (1 - u_t)$, donde i_t es el tipo de interés nominal y u_t el tipo de gravamen general del Impuesto de Sociedades. En esta investigación se establece el supuesto de que la empresa acude al endeudamiento como única fuente de financiación y que el tipo de interés nominal utilizado es el de las Letras del Tesoro a un año por tratarse de un activo libre de riesgo, por lo que no ha sido necesario incluir en su determinación la correspondiente prima por el riesgo²³. Por último, hemos supuesto que la

²² El cálculo de este índice de precios específico se presenta en el apéndice cuando se hace referencia a la construcción de la variable stock de capital de I+D privado.

²³ Para el periodo 1991-1999, el tipo de interés nominal de las Letras del Tesoro a un año toma los valores de: 12,4%; 12,4%; 10,5%; 8,1%; 9,7%; 7,2%; 5,0%; 3,7% y 3 %, respectivamente. En cuanto a los datos relativos a la tasa de inflación, éstos se obtienen del Informe anual del Banco de España que para el periodo 1991-1999 toman los valores 5,9%; 5,9%; 4,6%; 4,7%; 4,7%; 3,6%; 1,9%; 1,8% y 2%, respectivamente.

tasa de depreciación económica de los activos de I+D es constante e igual al 15% en el periodo analizado²⁴.

Por otra parte, el factor impositivo está determinado por el tipo de gravamen del Impuesto de Sociedades (u_t), el valor actual de los ahorros fiscales por libertad de amortización en actividades de I+D ($u_t\lambda_{it}$) y el ahorro fiscal por crédito a la inversión en actividades de I+D ($v_{it}\xi_{it}$).

De acuerdo con la legislación en vigor en el periodo 1990-1999, el valor actual del ahorro fiscal por amortización coincide con el tipo de gravamen general del Impuesto de Sociedades español (u_t) durante el periodo 1991-1999, por lo que el parámetro λ_{it} tomará el valor de 1 en el caso de que la empresa realice una amortización inmediata de la totalidad de las inversiones efectuadas en I+D²⁵.

En cuanto al ahorro fiscal por crédito a la inversión en actividades de I+D, la base de deducción (v_{it}) está constituida por el importe del gasto en I+D efectuado durante el ejercicio impositivo para el año 1991 y minorada en el 65% de las subvenciones obtenidas que se computan como ingreso en el mismo ejercicio impositivo para el periodo 1992-1999²⁶.

²⁴ Para la economía española no existen estudios que estimen la tasa de depreciación económica de los activos de I+D. Los primeros estudios en esta línea para Estados Unidos han utilizado una tasa de depreciación del 25% siguiendo el trabajo de Pakes y Schankerman (1984). Sin embargo, estudios más recientes consideran una tasa de depreciación comprendida entre 10% y 15%. Véanse, entre otros, los trabajos de Bernstein y Nadiri (1990), Nadiri y Prucha (1997) y Mamuneas y Nadiri (1996). Siguiendo estos trabajos, en esta investigación se asume una tasa de depreciación del 15%. Además, en esta misma línea trabajos realizados para la economía española que construyen series de stock de capital de I+D utilizando la muestra de la ESEE, por ejemplo Beneito (1997) y (2001), también suponen una tasa de depreciación del 15%, aunque afirman que los resultados obtenidos muestran escasa sensibilidad a la tasa elegida.

²⁵ La Ley del Impuesto sobre Sociedades español permite aplicar libertad de amortización por inversiones en actividades de I+D, pudiendo la empresa optar por amortizar el bien en su totalidad durante el primer año. Para 1991 y hasta 1995 son aplicables las normas sobre libertad de amortización contenidas en la regulación de la promoción de la innovación tecnológica (Ley 27/1984, art. 35). Posteriormente, con la entrada en vigor de la Ley 43/1995 del Impuesto de Sociedades, en su art.11 se desarrolla la nueva redacción de la norma en relación con libertad de amortización, la cuál se mantiene con un similar carácter incentivador hasta finales de la década de los noventa.

²⁶ La ESEE provee información sobre la financiación pública recibida por las empresas para la realización de actividades de I+D en cada año, la cuál proviene principalmente de tres organismos: Administración Central, Comunidades Autónomas y a nivel comunitario, básicamente a través del Programa Marco de I+D. Para la muestra de empresas seleccionada en este estudio, se observa que es reducido el número de empresas que se ha beneficiado del apoyo público directo en la forma de subvenciones siendo, además, las empresas de mayor tamaño (>200 trabajadores) las que acaparan el mayor porcentaje de subvenciones públicas recibidas,

Respecto a los porcentajes de deducción legalmente permitidos (ξ_{it}), éstos han variado a lo largo del periodo analizado dependiendo del tipo de gasto (gasto en intangibles y activos fijos) y según sea el valor de los gastos del periodo impositivo en comparación con el valor medio de los efectuados en los dos ejercicios anteriores. El Cuadro 4 recoge los porcentajes de deducción en la cuota por la realización de actividades de I+D vigentes durante 1991-1999.

(Insertar Cuadro 4)

La información que procede de la ESEE relativa a los gastos en I+D no permite distinguir entre gastos en intangibles y activos fijos. Para el calculo de estos porcentajes se ha utilizado la información que suministra el Instituto Nacional de Estadística sobre gastos internos en I+D por años y clase de gastos para el sector empresas. Para el periodo 1990-1999, el total de gastos corrientes representa en promedio el 85% del total, mientras que el total de gastos de capital representa el 15% restante. De acuerdo con este resultado, se adopta el supuesto de que el 85% de los gastos en I+D que vienen recogidos en la ESEE son gastos en intangibles, mientras que el 15% restante son en activos fijos²⁷. Además, en esta investigación se establecen las siguientes hipótesis que caracterizan a una empresa tipo²⁸: en primer lugar, la empresa obtiene beneficios positivos en cada periodo; en segundo lugar, el importe de dichos beneficios es tal que permite aplicar la totalidad de la deducción en cuota en ese ejercicio t ; por último, el coeficiente límite de deducción por inversión en actividades

comprendido entre un 26,46% y un 33,86% durante el periodo 1990-1999, no superando para las empresas de pequeño y mediano tamaño (≤ 200 trabajadores) el 7,41% en dicho periodo.

²⁷ Esta proporción es similar a la obtenida en trabajos realizados a nivel internacional, como por ejemplo OCDE (1991) y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002), los cuáles suponen que el 90% son gastos corrientes y el 10% restante gastos en activos fijos, esto es, 3,6 % en edificios y otras construcciones y 6,4% en maquinaria y equipos. Por su parte, el trabajo de Warda (1996) asume que la I+D se compone de las siguientes proporciones: 60% trabajo, 30% otros costes corrientes, 5% maquinaria y 5% edificios.

²⁸ Véase, por ejemplo el trabajo de Mamuneas y Nadiri (1996), quienes ante la ausencia de información establecen unas hipótesis similares para evaluar la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D utilizando una muestra de industrias manufactureras de EE.UU..

de I+D no llega a actuar, por lo que la cuantía de deducción no está condicionada por este segundo límite.

El Cuadro 5 muestra la estadística descriptiva (media, mediana, desviación típica, máximo y mínimo) del ahorro fiscal por crédito a la inversión en actividades de I+D y del coste del capital de I+D privado para los dos grupos de tamaño durante el periodo 1991-1999.

(Insertar Cuadro 5)

Como puede observarse, las Grandes Empresas obtienen un ahorro fiscal por crédito a la inversión en I+D superior a las Pequeñas y medianas empresas (Pymes). En promedio, la deducción fiscal por crédito a la I+D ha sido de 19,77% para el grupo de Pymes frente al 20,18% de las Grandes Empresas. Además, se detecta que el coste de capital de I+D privado también experimenta diferencias notables para los dos grupos de tamaño. Así, el coste de capital de I+D privado ha sido superior para las Pequeñas y medianas empresas (≤ 200 trabajadores) que para las Grandes Empresas (>200 trabajadores), al obtenerse un valor medio de 10,17% y 9,62% respectivamente para Pymes y Grandes Empresas. Este resultado indica que las empresas más pequeñas tienen que hacer frente a un coste del capital de I+D privado más elevado a la hora de acometer sus proyectos de inversión en actividades de I+D, alcanzando una diferencia media de 0,55 puntos porcentuales por encima del valor obtenido para las Grandes Empresas.

Para completar el estudio, desarrollamos un análisis de sensibilidad del precio efectivo del capital de I+D privado respecto a cambios en los parámetros fiscales a la I+D. La elasticidad del precio efectivo del capital de I+D privado respecto a un cambio en la tasa de amortización fiscalmente se determinará a partir de la siguiente expresión:

$$\varepsilon_{P_C\lambda} = \frac{\partial P_C}{\partial \lambda} \frac{\lambda}{P_C} = -\frac{u\lambda}{1-u\lambda-\xi\nu} < 0 \quad [7]$$

mientras que la sensibilidad del precio efectivo del capital de I+D privado con respecto a cambios en el crédito fiscal a la inversión en I+D se calculará:

$$\varepsilon_{P_C\xi} = \frac{\partial P_C}{\partial \xi} \frac{\xi}{P_C} = -\frac{\xi\nu}{1-u\lambda-\xi\nu} < 0 \quad [8]$$

Estas elasticidades son computadas para el panel de empresas desagregando entre Pymes y Grandes Empresas durante el periodo 1991-1999. El Cuadro 6 muestra los estadísticos descriptivos de la elasticidad del precio efectivo del capital de I+D privado ante modificaciones en la amortización fiscal ($\varepsilon_{P_C\lambda}$), ante cambios en el crédito fiscal a la I+D ($\varepsilon_{P_C\xi}$) y, por último, ante modificaciones en los incentivos fiscales a la I+D ($\varepsilon_{P_{CT}}$), siendo $\varepsilon_{P_{CT}} = \varepsilon_{P_C\lambda} + \varepsilon_{P_C\xi}$ para los dos grupos de tamaño durante el periodo analizado.

(Insertar Cuadro 6)

Como puede observarse, la elasticidad precio efectivo del capital de I+D privado respecto a cambios en los incentivos fiscales, tanto amortización fiscal como crédito a la inversión en I+D, ha sido superior en las Grandes Empresas que en las Pequeñas y medianas empresas (Pymes). En promedio, un aumento del 1% en los incentivos fiscales a la I+D conduce a una reducción en el precio efectivo del capital de I+D privado del 1,264% en las Grandes Empresas frente al 1,248% de las Pymes.

Hay que señalar además que los efectos sobre el coste del capital de I+D son mayores para cambios en la amortización fiscal que para el crédito fiscal a la I+D, resultado que se evidencia para ambos grupos de tamaño. En promedio, un aumento del 1% en el crédito fiscal a la I+D reduce el coste del capital de I+D privado 0,461% y 0,472% respectivamente para Pymes y Grandes Empresas, mientras que si la tasa de amortización fiscalmente permitida crece un 1% el precio efectivo de la I+D disminuye en 0,786% y 0,792% en el grupo de Pymes y Grandes Empresas, respectivamente. Estos resultados aportan evidencia de que el valor actual del ahorro fiscal por amortización inmediata representa en torno al 60%-76% de la reducción en el coste del capital de I+D privado para el grupo de Pymes y Grandes Empresas, respectivamente, mientras que el ahorro efectivo por crédito fiscal a la I+D supone el resto²⁹.

En síntesis, los incentivos fiscales a la I+D tienen un impacto altamente significativo y relevante para reducir el coste del capital de I+D privado, al detectarse que la elasticidad del precio efectivo del capital de I+D privado respecto a cambios en los incentivos fiscales supera el valor de la unidad para ambos grupos de tamaño. No obstante, también se evidencia que existen importantes comportamientos diferenciados entre Pymes y Grande Empresas, al observarse que el coste de capital de I+D de las Grandes Empresas es 1,65 puntos porcentuales medios más sensible a cambios en los incentivos fiscales a la I+D que para el grupo de Pequeñas y medianas empresas.

Por último, para completar el análisis de la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D se cuantifican los efectos que la política fiscal a la inversión en I+D tienen sobre la estructura de costes y la demanda de capital de I+D privado. Para ello, se calcula la elasticidad del coste

²⁹ Este resultado apunta en la línea de los realizados a nivel internacional, pese a evidenciarse en esta investigación que la proporción asignada al ahorro fiscal por crédito a la inversión en I+D es sensiblemente superior en una comparativa con los resultados obtenidos a nivel internacional. Véase, por ejemplo, los trabajos de Mamuneas y Nadiri (1996) y Rajagopal y Shah (1995).

de producción con respecto a cambios en los incentivos fiscales a la I+D, amortización fiscalmente permitida y crédito fiscal a la inversión en I+D, utilizando la siguiente ecuación:

$$\eta_{CT} = \beta_C (\varepsilon_{P_C\lambda} + \varepsilon_{P_C\xi}) \quad [9]$$

y, posteriormente, se determina la sensibilidad de la demanda de inversión en capital de I+D privado respecto a cambios en dichos parámetros fiscales:

$$\eta_C = \varepsilon_{P_C} (\varepsilon_{P_C\lambda} + \varepsilon_{P_C\xi}) \quad [10]$$

donde ε_{P_C} mide la elasticidad de la demanda de capital de I+D privado respecto a cambios en su propio precio efectivo; $\varepsilon_{P_C\lambda}$ es la elasticidad del precio efectivo del capital de I+D ante modificaciones en la tasa de amortización fiscalmente permitida y $\varepsilon_{P_C\xi}$ es la elasticidad del precio efectivo del capital de I+D ante modificaciones en el crédito fiscal a la I+D.

Estas elasticidades son calculadas para el panel de empresas clasificadas entre las dos clases de tamaño para el periodo 1991-1999. Los Cuadros 7 y 8 muestran los estadísticos descriptivos de las elasticidades apuntadas (η_{CT}) y (η_C) para el grupo de Pequeñas y medianas empresas (Pymes) y Grandes Empresas, respectivamente.

(Insertar Cuadro 7)

(Insertar Cuadro 8)

Como se aprecia en el Cuadro 7, existen efectos diferenciados para los dos tramos de tamaño sobre la incidencia de los incentivos fiscales para afectar a la estructura de costes de la muestra de empresas manufactureras analizada. En promedio, se confirma la idea de que la elasticidad coste de producción con respecto a cambios en los incentivos fiscales ha sido superior en la muestra de Pequeñas y medianas empresas que en las Grandes Empresas. Entre los dos grupos analizados se observa una diferencia media de 14,35 puntos porcentuales en la

elasticidad coste de producción con respecto a cambios en la amortización fiscal y de 8,26 puntos porcentuales para el caso del crédito fiscal a la I+D. Este resultado puede atribuirse, al menos en parte, a que las proporciones de los costes totales correspondientes al factor capital de I+D privado han sido mayores, casi el doble, para el grupo de Pymes que en las Grandes Empresas. Además, también es destacable la mayor importancia cuantitativa de los efectos de la amortización fiscal que del crédito fiscal a la I+D para afectar a la estructura de costes de la muestra de empresas analizada, alcanzando una diferencia de 12,67 y 6,58 puntos porcentuales medios respectivamente para Pymes y Grandes Empresas.

Por su parte, el Cuadro 8 también refleja diferencias notables por tamaño sobre los efectos de los incentivos fiscales en el estímulo de la demanda de capital de I+D privado. En promedio, un incremento del 1% en los incentivos fiscales a la I+D conduce a un crecimiento de la demanda de inversión en bienes de capital de I+D privado de 0,762% en las Pequeñas y medianas empresas frente al 1% de las Grandes Empresas. Los valores obtenidos no muy diferentes de la unidad para el caso de las Pymes e igual a la unidad para las Grandes Empresas resultan consistentes con trabajos afines realizados a nivel internacional en la década de los noventa, para los que se concluye que los incentivos fiscales a la I+D son un instrumento eficaz para estimular la demanda de capital de I+D privado³⁰.

Por último, también se observa que en media una modificación en la tasa de amortización fiscalmente permitida tiene un efecto mayor que un cambio en el crédito fiscal a la I+D para estimular la demanda de inversión en capital de I+D privado, resultado que se detecta tanto para el grupo de Grandes Empresas como Pequeñas y medianas empresas. En promedio, la elasticidad de la demanda de inversión en capital de I+D privado con respecto a un cambio en el crédito fiscal a la I+D se sitúa en torno a 0,281 y 0,375 respectivamente para

³⁰ Véase Hall y Van Reenen (2000) para un revisión de los principales trabajos realizados sobre esta literatura.

Pymes y Grandes Empresas, mientras que ante modificaciones en la tasa de amortización ha sido de 0,48 y 0,629 para el grupo de Pymes y Grandes Empresas, respectivamente.

En síntesis, los resultados obtenidos parecen confirmar la idea de que los incentivos fiscales a la I+D tienen un efecto positivo relevante en el estímulo de la demanda de capital de I+D privado, si bien hay evidencia de que existen diferencias importantes para los dos grupos de tamaño analizados. En líneas generales, se observan tres hechos destacados:

En primer lugar, las Grandes Empresas se benefician de un ahorro fiscal medio debido al crédito a la inversión en I+D más elevado, al tiempo que hacen frente a un menor coste del capital de I+D privado. Este resultado sugiere la existencia de un sesgo fiscal favorable hacia las Grandes Empresas que soportan un precio efectivo del capital de I+D privado más reducido a la hora de acometer los proyectos de inversión en actividades de I+D. En segundo lugar, las Grandes Empresas presentan una mayor elasticidad del precio efectivo del capital de I+D privado con respecto a cambios en los incentivos fiscales a la I+D que las Pequeñas y medianas empresas, si bien se aporta evidencia de que estos mecanismos tienen un impacto significativo y relevante para reducir el coste de capital de I+D privado en ambos grupos de tamaño. Por último, las Pequeñas y medianas empresas muestran una elasticidad coste de producción con respecto a cambios en los incentivos fiscales superior a las Grandes Empresas, mientras que la demanda de capital de I+D privado de las Grandes Empresas es más sensible a cambios en los incentivos fiscales a la I+D que en la muestra de Pequeñas y medianas empresas (Pymes).

Estos resultados sugieren la idea de que el tamaño de la empresa juega un papel destacado en el análisis de la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D, aportando evidencia de que estos mecanismos tienen una mayor importancia cuantitativa cuando se trata con Grandes Empresas que en el caso de Pequeñas y medianas empresas.

4. Conclusiones.

En este trabajo se analizan los efectos que los incentivos fiscales a la inversión en actividades de I+D, amortización inmediata fiscalmente permitida y crédito fiscal a la I+D, tienen para afectar a la estructura de costes y estimular la demanda de capital de I+D privado. Para ello se estima mediante la estructura de panel una función de costes correspondiente a una tecnología Cobb-Douglas ampliada, utilizando una muestra de empresas manufactureras españolas que realizan actividades de I+D de forma estable y sistemática desagregada según su tamaño en Pequeñas y medianas empresas (≤ 200 trabajadores) y Grandes Empresas (> 200 trabajadores) para el periodo 1991-1999.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto, en primer lugar, que los incentivos fiscales a la I+D tienen un efecto positivo significativo para estimular la demanda de capital de I+D privado de la muestra de empresas analizada, al obtenerse que la elasticidad de la demanda de capital de I+D privado con respecto a cambios en los incentivos fiscales toma un valor medio de la unidad o cercano a la unidad para el grupo de Grandes Empresa y Pymes respectivamente. No obstante, entre las dos clases de tamaño hay una diferencia media de 24,27 puntos porcentuales favorables a las Grandes Empresas, lo que indica que estos instrumentos contribuyen en mayor medida a estimular la demanda de capital de I+D privado de las Grandes Empresas que en las Empresas de Pequeña y mediana dimensión.

En segundo lugar, hay evidencia de una mayor importancia cuantitativa de los incentivos fiscales para incidir sobre la estructura de costes de producción de las Pequeñas y medianas empresas que en las Grandes empresas, debido principalmente a que la participación en el coste total de producción asignada al factor productivo capital de I+D privado ha sido superior, en casi el doble, para el grupo de Pymes que para las Grandes Empresas.

En tercer lugar, se observa que la elasticidad del precio efectivo del capital de I+D privado con respecto a cambios en los incentivos fiscales a la I+D supera, en media, el valor de la unidad para ambos tramos de tamaño, lo que pone de manifiesto que estos mecanismos son un instrumento eficaz para reducir el coste de capital de I+D privado. Sin embargo, la diferencia detectada 1,65 puntos porcentuales medios superior para las Grandes Empresas con respecto a las Pymes, sugiere la existencia de un sesgo favorable hacia las Grandes Empresas en el tratamiento fiscal de la inversión por actividades de I+D. Además, hay evidencia de que las Grandes Empresas se benefician de un mayor ahorro fiscal en cuota por inversión en I+D y hacen frente a un coste de capital de I+D privado más reducido a la hora de acometer sus proyectos de inversión en actividades de I+D que las Pequeñas y medianas empresas, lo que parece contribuir a explicar las diferencias por tamaño señaladas.

En síntesis, estos hechos indican que existen diferencias significativas en la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D para los dos grupos de tamaño analizados, las cuáles se confirman no sólo en la estimación de panel de la función de costes sino también en el análisis de la variable coste de capital de I+D privado de la que forman parte dichos incentivos fiscales. Se concluye por tanto que los incentivos fiscales a la I+D han sido un instrumento más eficaz cuando se trata con Grandes Empresas que para las Empresas de pequeña y mediana dimensión.

Por último, tanto para el grupo de Pymes como de Grandes Empresas se aporta evidencia de que los efectos de la amortización fiscalmente permitida son superiores a los del crédito fiscal a la I+D para afectar al coste de capital de I+D privado y, en definitiva, para incidir sobre la estructura de costes de producción y estimular la demanda de inversión en capital de I+D privado de la muestra de empresas analizada.

Referencias bibliográficas

- Arrow, K.J. (1962), "Economic welfare and the allocation sources to invention", en R. Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton Univ. Press, 609-625.
- Asmussen, E. y Berriot, C. (1993), "Le credit d'impôt recherche, cout et effet incitatif", Ministère de l'Economie et des Finances, Paris, Mimeo.
- Baily, M. y Lawrence, R. (1992), "Tax incentives for R&D: What do data tell US", Study Commissioned by the Council on Research and Technology, Washington, D.C..
- Banco de España, Informe Anual (varios años).
- Beck, N. y Katz, J., (1995), "What to do (and not to do) with Time-Series-Cross-Section data in comparative politics", *American Political Science Review*, 89, 634-647.
- Beneito, P. (1997), "The productivity of R&D in Spanish firms: Exploring simultaneity with GMM Methods", *Documento de trabajo 97/14*, Universidad de Valencia.
- Beneito, P. (2001), "R&D Productivity and Spillovers at the firm level: Evidence from Spanish panel data", *Investigaciones Económicas*, XXV (2), 289-313.
- Bernstein, J. (1986), "The effect of direct and indirect tax incentives on Canadian industrial R&D expenditures" *Canadian Public Policy*, 12, 438-448.
- Bernstein, J. (1998), "The Canadian corporate tax structure and the effects on manufacturing production, cost and efficiency", Carleton University, Mimeo.
- Bernstein, J. y Nadiri, I. (1989), "Rates of return on phisycal and R&D capital and structure of production process", en Raj, B (ed.), *Advances in Econometric and modelling*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Press, 169-187.
- Bernstein, J. y Nadiri, I. (1990), "A dynamic model of product demand, cost of production and interindustry R&D spillovers", *Economic Research Reports*, 90/53, New York University.

Bloom, N., Griffith, R. y Van Reenen, J. (2002), "Do R&D tax credits work? Evidence from a panel of countries 1979-1997", *Journal of Public Economics*, 85, 1-31.

Cohen, W. y Levin, R.C. (1989), "Empirical studies of innovation and market structure", en Schmalensee, R. y Willig, R. (eds), *Handbook of Industrial Organization*, 11, North-Holland, Amsterdam.

Dagenais, M., Mohnen, P. y Therrien, P. (1997), "Do Canadian firms respond to fiscal incentives to Research and Development", Tilburg University, Holland, Mimeo.

Diewert, W.E. (1974), "Applications of duality theory", en Intriligator y Kendrick (Eds.), *Frontiers of Quantitative Economics*, Vol. II. North-Holland, New York, 106-199.

Diewert, W.E. (1982), "Duality approaches to microeconomic theory", en K.J. Arrow y M. D. Intriligator, (eds.), *Handbook of Mathematical Economics*, 2, North-Holland, Amsterdam.

Eisner, R., Albert, S. N. y Sullivan, M. A. (1984), "The New Incremental Tax Credit for R&D: Incentive or Disincentive", *National Tax Journal*, 37, 171-183.

Espitia, M., Huerta, E., Lecha, G. y Salas, V. (1989), "La Eficacia de los estímulos fiscales a la inversión en España", *Moneda y Crédito*, 188, 105-175.

Grandón, V. y Rodríguez Romero, L. (1991), "Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española (1975-1981)", *Documento de Trabajo* 91/01, Departamento de Economía, Universidad Carlos III de Madrid.

Greene, W. H., (2000), *Econometric Analysis*, Fourth Edition, Prentice-Hall.

Hall, B. (1993), "R&D tax policy during the 1980's: Success or Failure?", *Tax Policy and the Economy*, 7, 1-35.

Hall, B. y Jorgenson, D. (1967), "Tax policy and investment behaviour", *The American Economic Review*, 57 (3), 391-414.

Hall, B. y Mairesse, J. (1995), "Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms", *Journal of Econometrics*, 65, 263-293.

Hall, B. y van Reenen, J. (2000), “How effective are fiscal incentives for R&D?. A review of the evidence”, *Research Policy*, 29, 449-469.

Hines, J. (1991), “On the sensitivity of R&D to delicate tax changes: The behaviour of U.S. multinationals in the 1980s”, NBER, Working Paper 3930.

Hines, J. (1994), “No place like home: Tax incentives and the location of R&D by American multinationals”, *Tax Policy and Economy*, 8, 65-104.

López Laborda, J. y Romero Jordán, D. (2001), “Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión: aspectos teóricos y aplicados”, *Hacienda Pública Española*. Monografía 2001, 207-250.

Mamuneas, T. (1999), “Spillovers from publicly financed R&D capital in High-Tech industries”, *International Journal of Industrial Organization*, 17, 215-239.

Mamuneas, T. y Nadiri, M. (1996), “Public R&D policies and cost behaviour of the US manufacturing industries”, *Journal of Public Economics*, 63, 57-81.

Mansfield, E. (1986), “The R&D Tax Credit and other Technology Policy Issues”, *The American Economic Review*, 76(1), 190-194.

Martín Marcos, A. (1990), “Estimación del stock de capital para los sectores de la EI”, Documento Interno, 4, Programa de Investigaciones Económicas, Fundación Empresa Pública (FEP).

Martín, A. y Suárez, C. (1997), “El stock de capital para las empresas de la encuesta sobre estrategias empresariales”, Documento de Interno, 13, Programa de Investigaciones Económicas, FEP.

Nadiri, I. y Prucha, I. R. (1997), “Estimation of the depreciation rate of physical and R&D capital in the U.S. total manufacturing sector”, NBER, Working Paper N° 4591.

OCDE (1991), “*Taxing profits in a global economy: Domestic and international issues*”, Paris, OCDE.

Pakes, P. y Sankerman, M. (1984), “The rate of obsolescence of patents, research gestation lags and the private research rate of return to research resources”, en Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patents and Productivity*, NBER Conference Report, University of Chicago Press, 73-88.

Giner, E. y Salas, V. (1994), “Análisis económico de los estímulos fiscales a la inversión en la empresa española”, *Información Comercial Española*, 730, 33-43.

Rajagopal, J. y Shah, A. (1995), “Tax incentives, market power and corporate investment”, en Shah, A. (ed.), *Fiscal Incentives for Investment and Innovation*, Nueva York, Oxford University Press, 545-615.

Rodríguez Romero, L. (1993), “Actividad económica y actividad tecnológica: Un análisis simultáneo de datos de panel”, en Dolado, J., Martín, C. y Rodríguez, L. (eds), *La Industria y el Comportamiento de las Empresas*, Ensayos en homenaje a Gonzalo Mato, Alianza, Madrid.

Schankerman, M. (1981), The effects of double-counting and expensing on the measured returns of R&D”, *Review of Economics and Statistics*, 63, 454-458.

Scherer, F.M. y Ross, D. (1990), *Industrial Market Structure and Economic Performance*”, 3º Edition, Houghton Mifflin Company, Boston.

Shah, A. (1995), “Research and Development investment, industrial structure, economic performance and tax policies”, en Shah, A. (ed.), *Fiscal Incentives for Investment and Innovation*, Nueva York, Oxford University Press, , 231-288.

Schumpeter, J. A. (1983), *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Orbis, Barcelona.

Varián, Hal. R. (2001), *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual*, Barcelona, Antoni Bosch (5ª ed.).

Warda, J. (1996), “Measuring the value of R&D tax provisions”, en OCDE (1996), *Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation*, OECD/DG(96)165, Paris.

Wozny, J. A. (1989), “Research Tax Credit: New Evidence on its Effects”, en Proceeding of Eighty-Second Annual Conference, National Tax Association, 223-228.

Cuadro 1

Distribución de empresas por tamaño (en % 189 Empresas)

Años	Pymes (≤ 200)	Grandes Empresas (>200)
1990	22,751	77,249
1991	22,222	77,778
1992	25,397	74,603
1993	28,042	71,958
1994	25,926	74,074
1995	25,397	74,603
1996	25,926	74,074
1997	21,164	78,836
1998	21,164	78,836
1999	23,280	76,720
Total	241,27	758,73

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Cuadro 2

Resultados estimación del modelo para Pymes^a (48 empresas, 1991-1999)

Parámetro estimado		Std. Error	t Student
β_Y	0,75931	0,3290E-01	23,08
β_L	0,22109	0,5926E-01	3,731
β_K	0,22291	0,8473E-01	2,631
β_C	0,38928	0,7652E-01	5,087
β_t	-0,6891E-02	0,5535E-02	-1,245

R-SQUARE = 0.9693
LM TEST FOR CROSS-SECTION HETEROSKEDASTICITY = 2991.6
BREUSCH-PAGAN LM TEST FOR DIAGONAL COVARIANCE MATRIX = 1670.4
TEST DE HAUSMAN = 27.05
DURBIN-WATSON = 1.9876 RHO= -0.03835

^a Parámetros de las variables *dummies* no son reportados

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3

Resultados estimación del modelo para Grandes Empresas^a (141 empresas, 1991-1999)

Parámetro estimado		Std. Error	t Student
β_y	0.58947	0.2898E-01	20.34
β_L	0.15443	0.2904E-01	5.319
β_K	0.74091	0.8860E-01	8.363
β_C	0.20536	0.5383E-01	3.815
β_t	-0.13979E-01	0.6616E-02	-2.113

R-SQUARE = 0.9843
 LM TEST FOR CROSS-SECTION HETEROSKEDASTICITY = 5545.8
 BREUSCH-PAGAN LM TEST FOR DIAGONAL COVARIANCE MATRIX = 15306
 TEST DE HAUSMAN = 48.02
 DURBIN-WATSON = 1.6128 RHO= 0.10751

^a Parámetros de las variables *dummies* no son reportados

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4

Porcentajes de deducción en cuota por actividades de I+D, 1991-1999*

Modalidad	1991	1992-1995	1996-1999
I+D	15/30	15/30	20/40
		30/45	

*Para 1991 el 15% se aplica a los gastos en intangibles y el 30% a los gastos en activos fijos. A partir de 1992 y hasta 1995, para los excesos de inversión rigen los tipos del 30% y del 45%, respectivamente para gastos en intangibles y activos fijos. Desde 1996 hasta 1999, el 20% se aplica a los gastos en I+D del ejercicio y el 40% para los excesos de gastos, eliminándose la distinción entre activos fijos e intangibles.

Cuadro 5

Estadística descriptiva ahorro fiscal por crédito a la I+D ($v\xi$) y coste de capital de I+D privado (P_C) para grupo de Pymes y Grandes Empresas (48 Pymes, 141 Grandes Empresas, 1991-1999)

Pymes ($\leq 200 L$)	$v\xi$	P_C	Grandes Empresas ($> 200 L$)	$v\xi$	P_C
Media	0,1977	0,1017	Media	0,2018	0,0962
Mediana	0,2083	0,1014	Mediana	0,2143	0,0957
Desviación estándar	0,0208	0,0117	Desviación estándar	0,0242	0,0104
Mínimo	0,2283	0,0789	Mínimo	0,1651	0,0650
Máximo	0,1655	0,1346	Máximo	0,2299	0,1502

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6

Estadística descriptiva ($\epsilon_{PC\lambda}$), ($\epsilon_{PC\xi}$) y (ϵ_{PCT}) para el grupo de Pymes y Grandes Empresas (48 Pymes, 141 Grandes Empresas, 1991-1999)

Pymes ($\leq 200 L$)	$\epsilon_{PC\xi}$	$\epsilon_{PC\lambda}$	ϵ_{PCT}	Grandes Empresas ($> 200 L$)	$\epsilon_{PC\xi}$	$\epsilon_{PC\lambda}$	ϵ_{PCT}
Media	-0,4614	-0,7869	-1,2483	Media	-0,4721	-0,7926	-1,2648
Mediana	-0,4997	-0,8075	-1,3073	Mediana	-0,5170	-0,8168	-1,3338
Desviación estándar	0,0757	0,0407	0,1165	Desviación estándar	0,0853	0,0459	0,1312
Mínimo	-0,5670	-0,8438	-1,4108	Mínimo	-0,5714	-0,8461	-1,4175
Máximo	-0,3432	-0,7232	-1,0665	Máximo	-0,3424	-0,7228	-1,0652

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7

Estadística descriptiva elasticidad coste de producción con respecto cambios incentivos fiscales a la I+D para Pymes y Grandes Empresas (48 Pymes, 141 Grandes Empresas, 1991-1999)

Pymes ($\leq 200 L$)	η_{CT} (crédito fiscal)	η_{CT} (amortización fiscal)	Grandes Empresas ($>200 L$)	η_{CT} (crédito fiscal)	η_{CT} (amortización fiscal)
Media	-0,1796	-0,3063	Media	-0,0969	-0,1627
Mediana	-0,1945	-0,3143	Mediana	-0,1061	-0,1677
Desviación estándar	0,0294	0,0158	Desviación estándar	0,0175	0,0094
Mínimo	-0,2207	-0,3284	Mínimo	-0,1173	-0,1737
Máximo	-0,1336	-0,2815	Máximo	-0,0703	-0,1484

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8

Estadística descriptiva elasticidad demanda de capital de I+D privado respecto cambios incentivos fiscales a la I+D para el grupo de Pymes y Grandes Empresas (48 Pymes, 141 Grandes Empresas, 1991-1999)

Pymes ($\leq 200 L$)	η_c (crédito fiscal)	η_c (amortización fiscal)	η_c (incentivos fiscales)	Grandes Empresas ($>200 L$)	η_c (crédito fiscal)	η_c (amortización fiscal)	η_c (incentivos fiscales)
Media	0,2818	0,4805	0,7624	Media	0,3751	0,6299	1,0051
Mediana	0,3052	0,4931	0,7984	Mediana	0,4108	0,6491	1,0599
Desviación estándar	0,0462	0,0249	0,0711	Desviación estándar	0,0678	0,0365	0,1043
Mínimo	0,2096	0,4417	0,6513	Mínimo	0,2720	0,5743	0,8464
Máximo	0,3463	0,5153	0,8616	Máximo	0,4540	0,6723	1,1264

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1

Distribución de empresas por sector de actividad (189 Empresas, 1990-1999)

Código	Sectores	Porcentaje
1	Metales férreos y no férreos	3,704
2	Productos minerales no metálicos	4,762
3	Productos químicos	17,99
4	Productos metálicos	5,82
5	Máquinas agrícolas e industriales	8,466
6	Máquinas oficina, proceso de datos, etc	1,587
7	Material y accesorios eléctricos	17,99
8	Vehículos automóviles y motores	11,64
9	Otro material de transporte	3,175
10	Carne, preparados y conservas de carne	2,116
11	Productos alimenticios y tabaco	5,291
12	Bebidas	1,587
13	Textiles y vestido	4,762
14	Cuero, piel y calzado	1,058
15	Madera y muebles de madera	0,529
16	Papel, artículos de papel, impresión	2,646
17	Productos de caucho y plástico	6,085
18	Otros productos manufacturados	0,794

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE, utilizando porcentaje medio de empresas para el periodo 1990-1999 según la clasificación sectorial *NACE CLIO R44* modificada y sus equivalencias por sector de actividad de la *CNAE-74*.

Cuadro A.2

Estadística descriptiva de $\ln CT$, $\ln y$ (en miles de Euros constantes 1990) y de los precios efectivos de los factores productivos para el grupo de Pymes (48 Empresas, 1991-1999)

Pymes ($\leq 200 L$)	$\ln CT$	$\ln y$	P_L	P_I	P_K	P_C
Media	8,5686	9,0275	1,2963	0,8048	0,1582	0,1017
Mediana	8,7657	9,1707	1,2260	0,7799	0,1515	0,1014
Desviación estándar	1,0841	1,1481	0,4530	0,1123	0,0383	0,0117
Mínimo	6,3617	6,4202	0,5627	0,6328	0,0732	0,0789
Máximo	10,8017	11,4313	2,2615	1,4030	0,2240	0,1346

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3

Estadística descriptiva de $\ln CT$, $\ln y$ (en miles de Euros constantes 1990) y de los precios efectivos de los factores productivos para el grupo de Grandes Empresas

(141 Empresas, 1991-1999)

Grandes Empresas ($>200 L$)	$\ln CT$	$\ln y$	P_L	P_I	P_K	P_C
Media	10,6804	11,1530	1,7220	0,7498	0,1550	0,0962
Mediana	10,5468	11,0016	1,6079	0,7445	0,1535	0,0957
Desviación estándar	1,1038	1,1024	0,7711	0,0930	0,0293	0,0104
Mínimo	8,5288	8,9913	0,6507	0,5447	0,0864	0,0650
Máximo	14,6710	14,9863	8,0814	1,1954	0,2240	0,1501

Fuente: Elaboración propia.