
Análisis de los tipos de financiación para la I+D y el esfuerzo innovador: la evidencia empírica española

Miriam Mate y José Molero

Las distintas formas de financiación a la innovación son un potente instrumento de las políticas de innovación y tecnológica del Gobierno de España. El estudio de las características de las empresas que reciben ayudas a la I+D permite avanzar en el conocimiento de las prioridades que tiene que tener el Gobierno a la hora de hacer políticas de I+D. Por todo ello, el objetivo del trabajo es analizar los fondos que las empresas españolas reciben para la I+D por medio de subvenciones y ayudas, con el fin de desvelar los rasgos característicos que tienen estas empresas y hasta qué punto una empresa depende de la financiación pública para subsistir. La muestra procede de la Encuesta sobre la Innovación Tecnológica de las empresas en el año 2005 (PITEC). Se realizó una fragmentación de la base de datos en cinco grupos dependiendo del tamaño de la empresa, demostrándose que esta variable influye significativamente en el tipo de actividades innovadoras de las empresas. Posteriormente, se establecieron distintos tipos de relaciones entre las variables asociadas con los recursos que emplean las empresas y las variables que tienen que ver con el tipo de financiación que utilizan las empresas. Se observó que las empresas más innovadoras son aquellas con un número menor de trabajadores (micro y pequeñas), excepto en logística y apoyo. También se encontró en este grupo de empresas que existe una relación directa entre gastos totales en innovación, gastos internos en I+D y la procedencia de los fondos de I+D, que en los otros grupos de empresas no se observa.

Palabras clave: PITEC, innovación tecnológica, financiación I+D, políticas de I+D.

INTRODUCCIÓN

Los indicadores del nivel de la I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) española, están a la cola de Europa. En los últimos años, se están desarrollando diferentes iniciativas para la mejora de estos indicadores, como el desarrollo de productos y servicios de mayor valor añadido, entre otros.

Actualmente, España es uno de los países con mayor tasa de crecimiento del gasto en I+D debido al paulatino incremento de los fondos públicos destinados a la I+D+i. Sin embargo el sistema de ciencia-tecnología-empresa español es relativamente pequeño en relación con su posición económica en el contexto mundial, tanto en lo que respecta al porcentaje del PIB dedicado a I+D como al número de investigadores. Lo que parece claro es que la productividad es el factor clave para la convergencia real y la innovación es el motor de la productividad.

Es cierto que el éxito del complejo de innovación depende del correcto funcionamiento de un conjunto de actores, momentos y recursos, pero en muchos casos la adquisición de estos recursos demanda por parte de las empresas diferentes tipos de financiación.

En España son pocos los estudios empíricos que analizan los factores que influyen en que las empresas reciban una determinada ayuda para la I+D. En la economía actual, es interesante estudiar hasta qué punto una empresa depende de los fondos públicos y qué impacto produce la concesión de estas ayudas en la actividad de las empresas. De aquí surge la necesidad de hacer una investigación tratando de ver la relación existente entre el esfuerzo innovador¹ de una empresa (medida como gasto en I+D) y las formas de financiación de las que se nutre. Patrones de innovación de las empresas españolas fueron expuestos en los estudios realizados por Fonfría (1999).

El argumento tradicional que justifica la intervención en materia de innovación está basado en la teoría de los fallos de mercado. Esta teoría considera que el mercado falla al proveer un nivel óptimo de I+D (Arrow, 1962). La existencia de imperfecciones en los sistemas de apropiabilidad de los resultados de las innovaciones y la dificultad de controlar la difusión del conocimiento creado justificarían la presencia de cierta intervención pública (Bönte, 2004). Una determinada inversión en innovación podría no llevarse a término por falta de recursos financieros, aunque la rentabilidad del proyecto fuera superior al coste de capital (Hall, 2002).

Gran parte de los estudios que se ocupan de la relación entre la financiación pública y la actividad innovadora de las empresas se han centrado en analizar los efectos netos de las ayudas públicas sobre la I+D privada. Los resultados que se han obtenido son muy heterogéneos y no resuelven el problema de la eficacia de estos instrumentos para incentivar la innovación de las empresas. El principal objetivo de estos trabajos ha consistido en evaluar si las ayudas públicas sustituyen o se adicionan a los gastos de I+D privados. Las ayudas públicas que han recibido mayor atención son las subvenciones (Almus. y Czarnitzki, 2003; Arvanitis *et al.*, 2002; Guellec y Van Pottelsberghe, 1999; Guellec y Van Pottelsberghe, 2003; Duguet, 2004) y los incentivos fiscales a la I+D (Marra, 2004 y 2006; Hall, 1993, Hall y Van Reenen, 2000). Pese a la falta de consistencia de los resultados, lo que sí coinciden la mayoría de los académicos y políticos es que las ayudas son necesarias para fomentar la actividad innovadora de las empresas.

1. En este estudio se ha aceptado la recomendación del manual de Oslo, realizado por la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos), Eurostat (Oficina Estadística de las Comunidades Europeas) y la Comisión Europea. Es la guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Según dicho manual, el principal indicador del esfuerzo innovador es la inversión o el gasto en actividades de I+D+i.

Considerando este marco conceptual, el estudio tiene como objetivo comparar, relacionar y analizar la innovación tecnológica de las empresas encuadradas en el PITEC-año 2005 y aquellos fondos que las empresas reciben para la I+D².

El siguiente documento se estructura de una forma clásica: introducción, metodología, resultados y discusión y, por último, la conclusión. En el tercer epígrafe se expondrá la metodología seguida en los análisis, explicando la base de datos utilizada, la descripción de las variables y los análisis realizados. El epígrafe cuarto se dedica a exponer los resultados y la discusión de los tres análisis realizados, y finalmente habrá un apartado de conclusiones y propuestas de futuras líneas de investigación.

METODOLOGÍA

Base de datos

La herramienta de trabajo es el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Este es un instrumento estadístico para el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas, fruto del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Estadística (INE), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Fundación Cotec, junto con el asesoramiento de un grupo de investigadores de la universidad.

La base de datos se construye a partir de los resultados de la Encuesta sobre la Innovación Tecnológica de las empresas. Dicha encuesta facilita información sobre la estructura del proceso de innovación (I+D y otras actividades innovadoras) y permite mostrar las relaciones entre dicho proceso y la estrategia tecnológica de las empresas, los factores que influyen (o dificultan) en su capacidad para innovar y el rendimiento económico de las empresas.

En el momento del estudio, los datos de los que se disponía en el panel eran 2003, 2004 y 2005. Los análisis se realizaron en el último año del que se disponían los datos, es decir, 2005. En la actualidad existen datos hasta el año 2008, por lo que en estudios futuros se mantiene abierta la posibilidad de analizar estos últimos años.

Descripción de las variables

De todas las variables de la base de datos (PITEC, 2005), se ha realizado una clasificación en dos bloques principales:

- a. Las variables relacionadas con los fondos (tabla 1).
- b. El conjunto de variables que indican la innovación de una empresa (tabla 2).

2. El estudio es parte del trabajo realizado durante los dos primeros años del programa de doctorado en "Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica" de la Universidad Complutense de Madrid.

Aquellas variables que por distintas razones (ya sea por el tipo de variable, por la no disponibilidad en los tres años, por la escasa relación con el resto, etc.) no tenían un impacto determinante en los resultados se han desechado del estudio.

Con relación a las variables relacionadas con la financiación (tabla 1), se ha realizado una agrupación de las mismas en cinco grandes grupos. Las nuevas variables creadas son:

- F.Emp: Financiación a cargo de la propia empresa calculada en valor absoluto.
- F.OtEmEsp: Financiación procedente de otras empresas españolas (es la suma de las variables desde la F2 a F4 en su valor absoluto).
- F.Pub: Financiación Pública (es la suma de las variables desde la F5 a F8 en su valor absoluto).
- F.OtFnNa: Financiación procedente de otras fuentes nacionales (es la suma de las variables desde la F9 a F10 en su valor absoluto).
- F.Ext: Fondos procedentes del extranjero (es la suma de las variables desde la F11 a F17 en su valor absoluto).

Dentro del segundo grupo de variables, incluimos una división según la naturaleza de la misma:

- Variables relacionadas con los resultados:
En grandes rasgos, estas variables se pueden considerar como los frutos obtenidos de las actividades que las empresas en I+D realizan como, por ejemplo, la introducción de novedades (innovación de producto, de proceso, de organización, de comercialización, número de patentes, número de marcas, entre otras).
- Variables relacionadas con recursos:
Esta característica incluye las variables que se han considerado que representan que la empresa realiza un esfuerzo en I+D, incluye las variables relacionadas con el gasto total en I+D de la empresa, y por las variables relacionadas con el gasto interno en I+D de la empresa.

Por otro lado, la variable que nos indica el tamaño de la empresa es diferenciadora de los comportamientos innovadores de las empresas y además se ha relevado la diversidad de formas que adquieren los procesos de generación del conocimiento según el tamaño de la empresa (Buesa y Molero, 1998). Por esta razón, todos los análisis realizados han partido de la fragmentación de esta variable según el número de empleados de la empresa. Se han desglosado las empresas en cinco grupos. El criterio seguido es el siguiente:

- 1 > Micro \geq 10. Empresas micro.
- 10 > Pequeña \geq 50. Empresas pequeñas.
- 50 > Mediana \geq 250. Empresas medianas.

- 250 > Grande \geq 500. Empresas grandes.
- 500 > Muy grande. Empresas muy grandes.

TABLA 1.

RELACIÓN ANUAL DE VARIABLES

Año 2004 (alternancia P)*	Año 2005 (alternancia I)	Observaciones
FPRO (Fondos Propios)	F1: Fondos Propios	Se ha considerado Fondos nacionales, aquellos fondos en los que no se especifica que la procedencia de los mismos es extranjera
FEMP (Fondos de otras empresas)	F2: Fondos de otras empresas españolas del grupo F3: Fondos de otras empresas españolas públicas F4: Fondos de otras empresas españolas privadas y asociaciones de investigación	
FAP (Fondos de las AA PP)	F5: Subvenciones de la ACE F6: Contratos de la ACE F7: Subvenciones de la Administraciones autonómicas y locales F8: Contratos con las Administraciones autonómicas y locales	
FUNI (Fondos de Universidades)	F9: Fondos de las universidades nacionales	
FIPSFL (Fondos de las Instituciones Privadas sin fines de lucro)	F10: Fondos de las IPSFL nacionales	
FUE (Fondos de Programas de la UE)	F13: Fondos de programas de la UE	
FEXT (otros fondos procedentes del extranjero)	F11: Fondos de empresas extranjeras del mismo grupo F12: Fondos de otras empresas extranjeras F14: Fondos de AA PP extranjeras F15: Fondos de universidades extranjeras F16: Fondos de IPSFL extranjeras F17: Fondos de otras organizaciones internacionales	

* Las variables del año 2004 (año par) es la suma de las variables del año 2005 que están agrupadas en la fila de la variable del año 2004.

TABLA 2.

VARIABLES CONSIDERADAS DE LA BASE DEL PITEC PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PATRONES DE INNOVACIÓN

Variable	Descripción	Variable	Descripción
INNPROD	Innovación de productos (t-2) a t	USOAUTOR	Uso protección: derechos de autor
INNPROC	Innovación de proceso (t-2) a t	INORG1	Innovación organizativa: sistemas de gestión nuevos o mejorados

TABLA 2.

VARIABLES CONSIDERADAS DE LA BASE DEL PITEC PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PATRONES DE INNOVACIÓN (CONT.)

Variable	Descripción	Variable	Descripción
INNOBIEN	Innovación de bienes de (t-2) a t	INORG2	Innovación organizativa: cambios importantes en la organización del trabajo
INNOSERV	Innovación servicios de (t-2) a t	INORG3	Innovación organizativa: cambios significativos en las relaciones con otras empresas
NOVEDAD	Introducción de productos nuevos para el mercado	INCOM1	Innovación de comercialización: modificaciones significativas del diseño o envasado de un bien
NOVEDEMP	Introducción de productos nuevos solo para la empresa	INCOM2	Innovación de comercialización: métodos de ventas o distribución nuevos o modificados de manera significativa
INNFABRI	Innovación de proceso (t-2) a t: métodos de fabricación o producción	TCOR	Total gastos corrientes en I+D
INNLOGIST	Innovación de proceso (t-2) a t: sistemas logísticos	TCAP	Gastos de capital
INNAPOYO	Innovación de proceso (t-2) a t: activ. de apoyo para sus procesos	GEXTER	Total compra de servicios de I+D, I+D externa
PAT	Solicitud de patentes	GTINN	Gastos totales en innovación
USOMODEL	Uso protección: registro de modelos de utilidad	TINTID	Total de los gastos en I+D interna
USOMARCA	Uso protección: marcas de fábrica		

Análisis de datos

En una primera fase se realiza una fragmentación de la base de datos acorde con el tamaño de la empresa. Posteriormente, se realizan dos tipos de análisis, uno con las variables relacionada con resultados (variables binarias) y otros análisis relacionadas con las variables que tienen que ver con el esfuerzo innovador y con la financiación a la I+D.

En el primer análisis, y teniendo en cuenta que los datos obtenidos se distribuyen de forma binomial (0,1), se realiza la comparación de medias mediante la prueba Z considerando que dos valores medios presentan diferencias significativas para un nivel de significación del 99% cuando $Z \geq 2,58$.

En el segundo análisis se realizará una comparación de diferentes variables, teniendo como más importantes GTINN (Gastos totales en innovación) y TINTID (Gastos totales

en I+D interna), para identificar sus relaciones con las diferentes formas de financiación, y en la medida de lo posible, obtener ecuaciones de predicción. En este estudio se ha considerado la recomendación del manual de Oslo (OCDE, 1992), que considera el Gasto en I+D como indicador principal del esfuerzo innovador. Para nuestro análisis, se seleccionaron las empresas que tenían su Gasto total de innovación superior a 0 ($GTINN > 0$). Las comparaciones han sido entre:

- Gastos totales en innovación-Gastos totales en innovación interna.
- Gastos totales en innovación interna-Gastos en gastos corrientes.
- Gastos totales en I+D interna-Gastos en gastos de capital.
- Gastos totales en I+D interna-Gastos en compra de servicios de I+D externa.
- Gastos totales en I+D interna-Fondos Propios (incluidos préstamos y cuotas institucionales).
- Gastos totales en I+D interna-Financiación procedente de otras empresas españolas.
- Gastos totales en I+D interna-Financiación Pública.
- Gastos totales en I+D interna-Financiación de otras fuentes nacionales.
- Gastos totales en I+D interna-Fondos procedentes del extranjero.

Para comprobar la relación existente entre ellas, se han realizado distintas rectas de regresión, en el caso que la correlación entre las variables sea elevada (por encima $R^2 > 0,75$), se considera un ajuste aceptable, por lo que podremos hacer predicciones.

Para obtener la importancia o el peso que tienen los diferentes tipos de fondos, se han realizado ajustes lineales, en los que la variable dependiente es el Gasto total en I+D, y como variables independientes incluimos los diferentes tipos de financiación: la Financiación Propia, la Financiación procedente de otras empresas españolas, la Financiación Pública, la Financiación procedente de otras fuentes nacionales y, por último, los Fondos procedentes del extranjero. Obtenemos la siguiente expresión.

$$GTINN = \alpha * F.Emp + \beta * F.OtEmEsp + \chi * F.Pub + \delta * F.OtFnNa + \epsilon * F.Ext + \phi$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos se presentan en dos bloques, el primero hace referencia a las variables binarias y el segundo hace referencia a las variables numéricas relacionadas con las cifras de Gastos totales en I+D expresadas en euros. Los resultados que se han obtenido han partido de la premisa de que algunas variables que delimitan la estructura y los comportamientos empresariales en el colectivo innovador se encuentran estrechamente relacionados con el tamaño, esta variable se ha considerado fundamental para los análisis realizados en el estudio.

Análisis de las variables binarias

El total de empresas analizadas ha sido de 12.098. Se ha eliminado del panel aquellas empresas en las que no han contestado a la variable tamaño. La distribución del número de empresas, según la sectorización realizada por tamaños, nos proporciona 1.573 empresas consideradas como microempresas (13%), 4.442 como pequeñas (36,7%), 3.400 como medianas (28,1%), grandes un total de 1.437 (11,8%) y, por último, las muy grandes suman 1.246 (10,3%). Se puede afirmar que en todos los sectores el número de empresas es suficiente para realizar los cálculos y las predicciones que pretende este trabajo.

En la tabla 3 se muestran los valores medios de diferentes variables relacionadas con la innovación de las empresas. Las empresas grandes y muy grandes son las que menos innovan en productos, no existiendo diferencias muy significativas entre ellas. Las empresas medianas y las micro se comportan de igual manera, y las más pequeñas son las más innovadora junto con las micro. De esto se puede deducir que las empresas más innovadoras en productos son las que tienen menor número de empleados, existiendo diferencias muy significativas con respecto a las muy grandes y grandes. Autores como Díaz Martín (1996) también afirman que las empresas pequeñas cuentan con un potencial innovador respecto de su tamaño que incluso puede superar el de la gran empresa, dependiendo del sector y siempre que cumplan determinadas condiciones.

TABLA 3.

VALORES MEDIOS (%) DE LAS DIFERENTES VARIABLES (TABLA 2) EN CADA SECTOR DE EMPRESAS

INNPROD			INNOBIEN			INNOSEV		
Grande	37,02	A	Muy grande	29,45	A	Grande	17,95	A
Muy grande	37,88	A	Grande	30,83	A	Mediana	22,82	B
Mediana	54,85	B	Micro	42,47	B	Muy grande	23,52	BC
Micro	56,39	BC	Mediana	47,21	C	Pequeña	26,05	CD
Pequeña	59,00	C	Pequeña	48,56	C	Micro	27,53	D
NOVEDAD			NOVEDEMP			INNPROC		
Grande	20,04	A	Grande	30,48	A	Micro	40,18	A
Muy grande	22,79	A	Muy grande	30,05	A	Grande	45,58	B
Mediana	31,15	B	Micro	40,43	B	Muy grande	49,44	B
Micro	32,23	B	Mediana	42,59	BC	Pequeña	55,97	C
Pequeña	33,14	B	Pequeña	45,07	C	Mediana	58,79	C
INNFBARI			INNLOGIS			INNPOYO		
Grande	28,81	A	Micro	6,29	A	Micro	21,23	A
Muy grande	28,81	A	Pequeña	10,67	B	Grande	31,18	B
Micro	29,82	A	Grande	12,80	BC	Pequeña	31,79	B
Pequeña	40,79	B	Mediana	14,79	C	Mediana	35,88	C
Mediana	42,44	B	Muy grande	17,82	D	Muy grande	38,36	C

TABLA 3.

VALORES MEDIOS (%) DE LAS DIFERENTES VARIABLES (TABLA 2) EN CADA SECTOR DE EMPRESAS (CONT.)

PATENTE			USOMODEL			USOMARCA		
Grande	8,77	A	Grande	6,89	A	Grande	17,26	A
Muy grande	10,51	AB	Micro	8,07	AB	Muy grande	18,30	AB
Pequeña	11,82	B	Muy grande	8,75	AB	Micro	21,30	B
Mediana	12,85	B	Pequeña	10,24	B	Pequeña	22,11	B
Micro	14,30	B	Mediana	10,74	B	Mediana	22,47	B
USOAUTOR			INORG1			INORG2		
Grande	1,18	A	Micro	27,40	A	Micro	27,08	A
Mediana	2,03	AB	Grande	34,24	B	Grande	31,80	B
Pequeña	2,27	AB	Pequeña	36,61	BC	Pequeña	35,59	C
Micro	2,54	B	Mediana	38,76	C	Mediana	36,44	C
Muy grande	2,57	B	Muy grande	41,73	C	Muy grande	37,64	C
INORG3			INCOM1			INCOM2		
Grande	13,64	A	Grande	10,51	A	Grande	8,84	A
Mediana	14,74	AB	Muy grande	13,56	AB	Mediana	11,15	A
Pequeña	15,51	AB	Micro	15,19	B	Micro	13,80	B
Muy grande	17,58	B	Mediana	17,21	BC	Pequeña	13,85	B
Micro	17,86	B	Pequeña	18,48	C	Muy grande	14,61	B

Dentro de cada variable la columna de los números acompañados con la misma letra no presentan diferencias muy significativas para $\alpha = 0,01$

Referente a la innovación de bienes, las empresas medianas y pequeñas innovan más que las empresas muy grandes y grandes, existiendo diferencias muy significativas con respecto a las empresas grandes, muy grandes y micro, aunque si bien es cierto que las micro innovan más que las grandes, existiendo también diferencias significativas.

La empresa más innovadora en servicios es la micro empresa, existiendo diferencias muy significativas con respecto a todas las empresas, excepto con las pequeñas. Las empresas grandes tienen un porcentaje peor de innovación en servicio, existiendo diferencias muy significativas respecto al resto de empresas.

En cuanto a las innovaciones de productos nuevos en el mercado antes que los competidores, se puede observar como las empresas pequeñas, micro y mediana tienen el porcentaje más elevado en comparación con las empresas grandes y muy grandes, existiendo diferencias muy significativas entre estos dos bloques.

Sobre las innovaciones de producto introducidas para la propia empresa, se repite la misma tendencia que en la anterior variable, siendo las empresas grandes y muy grandes las que menos innovaciones introducen, a diferencia de las empresas micro, mediana y pequeña. Se han encontrado diferencias muy significativas entre estos dos sectores.

Con los resultados obtenidos, podríamos interpretar que a la hora de medir el riesgo, son muchas veces las grandes empresas las que se desprecupan de procesos de innovación que pudieran dejar caducos sus propios productos, mientras que las medianas, con procesos menos ambiciosos (menos radicales), son capaces de innovar de manera casi continuada con objetivos de supervivencia.

Es destacable como las empresas innovan más en bienes que en servicios, y como es mayor el número de innovaciones que son solo para la empresa (ya disponían de ese producto los competidores), es decir, el porcentaje es mayor cuando no son innovaciones para el mercado en el que operan. Esto puede ser debido a los riesgos que entraña la aventura de abordar nuevos mercados tanto internos como externos.

En cuanto a la implantación de procesos de producción, métodos de distribución o alguna actividad de apoyo a los bienes o servicios que son nuevos o han aportado una mejora significativa (innovaciones de proceso), también se puede observar que las empresas pequeñas superan a las grandes y muy grandes. Por el contrario, en las innovaciones de logística y apoyo, las empresas pequeñas y las micro se ven disminuidas respecto a las empresas más grandes, siendo estas las que tienen los porcentajes más altos. Esto se puede explicar porque la logística está directamente relacionada con el tamaño de la empresa.

En cuanto a la solicitud de patentes, se observa como es muy pequeño, no se llega ni al 15%, siendo las empresas grandes las que tienen el porcentaje más bajo tanto en el número de patentes como en el registro de algún dibujo o modelo industrial, alguna marca y algún reclamo de derechos de autor respecto a las empresas pequeñas. Se puede destacar el elevado número de solicitudes de marca de fábrica en comparación con el resto de variables que tienen que ver con los derechos de propiedad intelectual e industrial. Es preocupante el número tan bajo de patentes que solicitan las empresas españolas en comparación con el resto de países tanto de Europa como del mundo.

Respecto a la introducción de sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o mejorados de manera significativa, o a modificaciones importantes en la organización del trabajo, las empresas micro son las que menos innovan en comparación con el resto de empresas, en especial con las empresas muy grandes que son las que tienen el porcentaje más alto. Esta variable presenta grandes diferencias con las innovaciones que tienen que ver con la introducción de cambios nuevos o significativos en las relaciones con otras empresas, puesto que son las menos desarrolladas junto con las innovaciones de comercialización (modificaciones significativas del diseño o envasado de un bien o métodos de ventas o distribución nuevos o modificados de manera significativa). Respecto a la innovación de comercialización, las empresas grandes son las que innovan menos en comparación con las empresas micro y pequeñas.

Las innovaciones que tienen que ver con la introducción de cambios nuevos o significativos en las relaciones con otras empresas o instituciones públicas (alianzas, asociación, externalización o subcontratación), en general, se presentan porcentajes muy bajos (nunca se supera el 20%). Las empresas muy grandes y las micro se llevan los niveles más altos en comparación con las empresas grandes que representan el porcentaje más pequeño.

De esto se puede concluir que las innovaciones organizativas más solicitadas por las empresas son las que tienen que ver con los sistemas de gestión nuevos o mejorados o con cambios importantes en la organización del trabajo a diferencia de las innovaciones que tienen que ver con cambios significativos en las relaciones con otras empresas.

Con los resultados expuestos anteriormente, se pone de manifiesto que el tamaño de la empresa influye significativamente en el tipo de actividades innovadoras predominantes en la misma.

Análisis de las relaciones lineales univariadas

Para la exposición de los resultados de las variables numéricas, al igual que en los otros análisis, se procede a diferenciar los estratos de tamaño de las empresas: empresas micro, pequeñas, medianas, grandes y muy grandes, posteriormente se van a relacionar las variables consideradas como las más relevantes dentro de los gastos de innovación de una empresa.

En todos los casos, se ha intentado ajustar las variables objeto de estudio a una recta en la que se observa el grado de relación entre ellas. En la tabla 4 se muestran los resultados de todas las relaciones analizadas.

TABLA 4.

RESUMEN DE LAS RECTAS DE REGRESIÓN RELACIONADAS CON LAS VARIABLES DE INNOVACIÓN

Variable	Tipo de empresa				
	1 > Micro > = 10	10 > Pequeñas > = 50	50 > Medianas > = 250	250 > Grande > = 500	500 > Muy grande
GTINN (x) – TINTID (y)	y = 0,70x + 0,01 ¹ R ² = 0,81	y = 0,76x – 0,01 ¹ R ² = 0,85	y = 0,48x + 0,13 R ² = 0,54	y = 0,32x + 0,37 R ² = 0,42	y = 0,24x + 1,20 R ² = 0,34
TINTID (x) – TCOR (y)	y = 0,47x + 0,03 R ² = 0,62	y = 0,56x + 0,05 R ² = 0,64	y = 0,63x + 0,09 ¹ R ² = 0,79	y = 0,90x – 0,02 ¹ R ² = 0,98	y = 0,93x – 0,17 ¹ R ² = 0,97
TINTID (x) – TCAP (y)	y = 0,53x – 0,03 R ² = 0,67	y = 0,44x – 0,05 R ² = 0,52	y = 0,37x – 0,09 R ² = 0,58	y = 0,10x + 0,02 R ² = 0,35	y = 0,07x + 0,17 R ² = 0,18
TINTID (x) – GEXTER (y)	y = 0,03x + 0,00 R ² = 0,08	y = 0,04x + 0,01 R ² = 0,21	y = 0,06x + 0,01 R ² = 0,29	y = 0,07x + 0,06 R ² = 0,32	y = 0,07x + 0,16 R ² = 0,19
TINTID (x) – F.Emp (y)	y = 0,473x + 0,021 R ² = 0,467	y = 0,745x – 0,001 ¹ R ² = 0,838	y = 0,615x + 0,118 ¹ R ² = 0,708	y = 0,405x + 0,353 ¹ R ² = 0,690	y = 0,751x + 0,099 ¹ R ² = 0,766
TINTID (x) – FOtEmEsp (y)	y = 0,030x + 0,001 R ² = 0,035	y = 0,066x – 0,002 R ² = 0,074	y = 0,001x + 0,004 R ² = 0,001	y = 0,135x – 0,090 R ² = 0,324	y = 0,104x – 0,159 R ² = 0,165
TINTID (x) – F.Pub (y)	y = 0,477x – 0,023 R ² = 0,484	y = 0,131x + 0,009 R ² = 0,222	y = 0,352x – 0,120 R ² = 0,444	y = 0,178x + 0,073 ¹ R ² = 0,750	y = 0,742x + 0,104 R ² = 0,081

TABLA 4.

RESUMEN DE LAS RECTAS DE REGRESIÓN RELACIONADAS CON LAS VARIABLES DE INNOVACIÓN (CONT.)

Variable	Tipo de empresa				
	1 > Micro > = 10	10 > Pequeñas > = 50	50 > Medianas > = 250	250 > Grande > = 500	500 > Muy grande
TINTID (x) – F.OtFnNa (y)	$y = 0,004x + 0,000$ $R^2 = 0,006$	$y = 0,001x + 0,000$ $R^2 = 0,003$	$y = 0,016x - 0,004$ $R^2 = 0,054$	$y = 0,001x + 0,001$ $R^2 = 0,006$	$y = 0,050x - 0,095$ $R^2 = 0,108$
TINTID (x) – F.Ext (y)	$y = 0,015x + 0,000$ $R^2 = 0,039$	$y = 0,058x - 0,006$ $R^2 = 0,184$	$y = 0,016x + 0,001$ $R^2 = 0,018$	$y = 0,282x - 0,191$ $R^2 = 0,570$	$y = 0,053x + 0,050$ $R^2 = 0,086$
TINTID (x) – F.NoProp (y)	$y = -0,011x + 0,037$ $R^2 = 0,000$	$y = 0,125x + 0,035$ $R^2 = 0,060$	$y = 0,151x + 0,016$ $R^2 = 0,040$	$y = 0,703x - 0,244$ $R^2 = 0,275$	$y = 0,019x + 0,676$ $R^2 = 0,001$

¹ Ecuaciones en que el ajuste se puede considerar para la predicción de las variables.

Con respecto a las empresas micro, se puede decir que las únicas variables relacionadas linealmente son gasto total en innovación (GTINN) y Gasto interno en I+D (TINTID) ($R^2 = 0,81$). En ella se puede observar que el TINTID es el 70% del GTINN.

Buscando una explicación a esta relación, se puede decir que la mayor parte del Gasto total en innovación se produce debido a los trabajos creativos llevados a cabo dentro de la empresa. En concordancia con esto, se observa como también no existe prácticamente ninguna relación entre el Gasto interno en I+D (TINTID) y la adquisición de I+D externa (GEXTER).

Aunque se observa que el ajuste R^2 es inferior a 0,75, las pendientes de los ajustes de los Fondos Propios (F.Emp) y Fondos Públicos (F.Pub) indican que son ellos los que más influyen en la financiación de este tipo de empresas. Las pendientes de los otros tipos de fondos nos indican que no son relevantes en este tipo de empresas, confirmando lo expuesto anteriormente donde se citaba que la mayor parte de la innovación se lleva a cabo dentro de la propia empresa.

Al igual que en las empresas micro, en las empresas pequeñas ($10 > = 50$) se puede afirmar que Gasto total en innovación (GTINN) y el Gasto interno en I+D (TINTID) están relacionadas linealmente, el $R^2 = 0,85$. Además se puede apreciar que el Gasto interno en I+D es el 76% del Gasto total en innovación, con un término independiente prácticamente 0.

Estos resultados apoyarían las teorías de la importancia en el fortalecimiento de las capacidades internas de las empresas pequeñas, puesto que la mayor parte del Gasto total en innovación de las empresas micro y pequeñas se produce debido a los trabajos creativos llevados a cabo dentro de la empresa que se emprenden de modo sistemático para aumentar el volumen de conocimientos nuevos y su empleo, para idear productos y procesos nuevos o mejorados (I+D interna).

Con relación a Fondos Propios, (TINTID-F.Emp), podemos comprobar que en este caso sí existe una relación clara con los Gastos de I+D interna. El R^2 es 0,83, por lo que se confirma que el ajuste es muy bueno. A la vista de los resultados, se puede afirmar que el 74,5% del total de los Gastos de I+D interna de las empresas pequeñas es financiado por

la propia empresa a través de Fondos Propios (incluidos los préstamos y cuotas de carácter institucional). Esto nos permite predecir los Fondos Propios de una empresa a partir del Gasto de I+D interna o viceversa.

En cuanto a las empresas medianas, ($50 > = 250$), se ha observado que existe una relación lineal entre las variables de Gastos corrientes (TCOR) y el total de Gastos de I+D interna (TINTID), obteniéndose un $R^2 = 0,79$. Se observa que la relación existente entre estas dos variables es directamente proporcional y se puede afirmar que el Gasto corriente representa el 63% del Gasto en I+D interna, siendo el valor de la constante de 0,09.

El 63% del Gasto interno en I+D de una empresa mediana corresponde a los gastos que tienen que ver con las retribuciones a investigadores (incluyendo la retribución de los becarios), las retribuciones a técnicos y auxiliares y también otros Gastos corrientes (sin IVA ni amortizaciones). Sin embargo, los gastos de capital (equipos e instrumentos, terrenos y edificios y adquisición de software específico para la I+D) tienen un peso muy limitado en el conjunto de los Gastos internos de I+D.

En relación a los Fondos Propios (F.Emp), se observa una relación con el Gasto de I+D interna, siendo el $R^2 = 0,7$, se puede apreciar que los Fondos Propios son el 61% de los Gastos de I+D interna, lo que viene a decirnos que la propia empresa se financia el 61% de los Gastos de I+D internos.

Estos resultados apoyarían las teorías de la importancia en el fortalecimiento de las capacidades internas de las empresas de menor tamaño.

Respecto a los resultados obtenidos en las empresas grandes, en nuestros análisis de relación, se puede observar, al igual que en las empresas medianas, una relación entre los Gastos corrientes (TCOR) y los Gastos de I+D interna (TINTID), siendo el $R^2 = 0,98$. Con este resultado, se puede decir que el 90% de los Gastos de I+D interna de las empresas grandes pertenecen a Gastos corrientes.

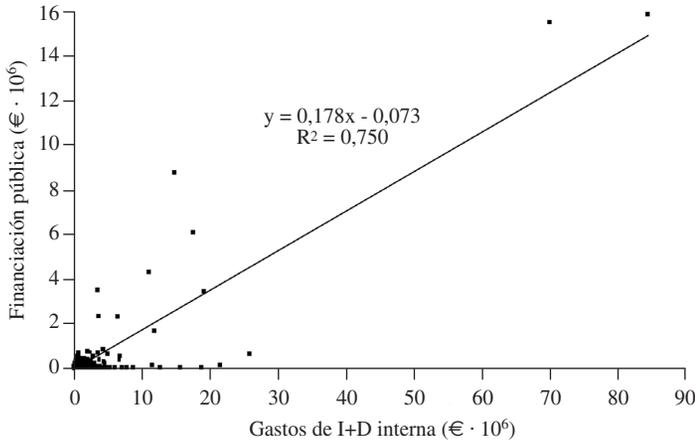
También, aunque no tan buena como el anterior, se ha encontrado una relación entre los Gastos de I+D interna (TINTID) y la financiación con Fondos Propios (F.Emp) con $R^2 = 0,69$. Al ser inferior al 0,70, la relación no es tan buena como se daba en las anteriores, pero es interesante destacarla. Los Fondos Propios son el 40% de los Gastos de I+D interna, la constante 0,35. Se ha encontrado una relación mejor entre la Financiación Pública (F.Pub) y los Gastos de I+D interna (TINTID), con un R^2 de 0,75. Esto quiere decir que el 17% de los Gastos de I+D interna se financia públicamente (gráfico 1).

En las empresas muy grandes (> 500 trabajadores), al igual que en los casos de las empresas grandes y medianas, se ha encontrado una relación directamente proporcional entre las variables de Gastos de I+D interna (TINTID) y Gastos corrientes (TCOR), $R^2 = 0,97$. Además, el TCOR representa el 93% del TINTID en este tipo de empresas.

Por otro lado, se ha encontrado otra relación entre las variables Fondos Propios (F.Emp) y Gastos de I+D internos (TINTID), $R^2 = 0,76$. Se pone de manifiesto que los Fondos Propios (financiación a cargo de la propia empresa), son el 75% de los gastos de I+D interna, es decir que el 75% de los Gastos de I+D interna se financian por la propia empresa (incluidos préstamos y cuotas de carácter institucional).

GRÁFICO 1.

RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LAS VARIABLES GASTOS DE I+D INTERNOS (TINTID) Y FINANCIACIÓN PÚBLICA (F.PUB) EN LAS EMPRESAS GRANDES (250 > EMPLEADOS ≥ 500) OBTENIENDO LA RECTA DE REGRESIÓN Y SU AJUSTE



Análisis de las relaciones lineales multivariantes

Como se ha comentado en la metodología, se buscará un algoritmo que pretenda obtener relaciones entre el Gasto total en I+D y las variables que tienen que ver con la financiación de los fondos.

Al igual que los casos anteriores y realizando estos análisis para los diferentes grupos de sectores de empresas se obtienen las expresiones correspondientes para cada sector. El resultado se muestra en la tabla 5.

TABLA 5.

AJUSTES LINEALES OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES SECTORES DE EMPRESAS. VARIABLES EXPRESADAS EN MILLONES DE EUROS

Empresa	Algoritmo
Micro	$GTINN = 1,19 * F.Emp + 0,98 * F.OtEmEsp + 1,22 * F.Pub + 1,31 * F.OtFnNa + 1,32 * F.Ext + 0,014$ ($R^2 = 0,932$)
Pequeña	$GTINN = 1,10 * F.Emp + 1,10 * F.OtEmEsp + 1,16 * F.Pub + 2,40 * F.OtFnNa + 1,3 * F.Ext + 0,062$ ($R^2 = 0,849$)
Mediana	$GTINN = 2,67 * F.Emp + 2,99 * F.OtEmEsp + 0,58 * F.Pub - 3,35 * F.OtFnNa + 0,53 * F.Ext - 0,265$ ($R^2 = 0,535$)
Grande	$GTINN = 1,42 * F.Emp + 1,59 * F.OtEmEsp + 1,08 * F.Pub - 1,47 * F.OtFnNa + 1,14 * F.Ext + 0,849$ ($R^2 = 0,424$)
Muy grande	$GTINN = 1,41 * F.Emp + 1,26 * F.OtEmEsp + 2,18 * F.Pub + 0,58 * F.OtFnNa + 1,25 * F.Ext + 3,96$ ($R^2 = 0,341$)

Como se puede observar en la tabla 5, a medida que la empresa es más pequeña en tamaño el ajuste de las curvas es mucho mejor, existiendo un ajuste muy bueno para las micro y pequeñas empresas. Se observa también que el R^2 disminuye con el tamaño, lo que indica que la relación de la fuente original de los fondos recibidos para la I+D con los gastos de innovación en las empresas muy grandes, grandes o medianas es inexistente, o bien no todas las empresas responden a unos mismos comportamientos o patrones.

Estas curvas muestran una relación directa con el ajuste simplificado de Gastos totales de innovación y Gastos de I+D internos. Los ajustes de estas ecuaciones coinciden en gran medida con los obtenidos anteriormente, aunque estas expresiones aportan el valor añadido de identificar cada uno de los fondos por separado para explicar mejor el comportamiento de las empresas con cada una de las variables.

Es importante resaltar que el efecto de disminución del ajuste R^2 a medida que aumenta el tamaño de la empresa tiene una relación directa en la heterogeneidad de la obtención de fondos dentro del mismo grupo de empresas.

CONCLUSIONES

Con relación a los análisis de las variables relacionadas con la innovación (variables binarias), se puede decir que una empresa grande o muy grande llega un momento en que la inercia de la propia empresa no necesita la innovación para seguir con su actividad, si bien es cierto que la innovación se produce pero con movimientos muy lentos y quizás más direccionados y dirigidos y con un mayor éxito. Por el contrario, la dinámica de innovación en las empresas pequeñas es más rápida, con mayor porcentaje de innovación. Se puede afirmar que las empresas con un menor número de empleados son las que más introducen en el mercado bienes o servicios nuevos o mejorados de manera significativa con respecto a características básicas, especificaciones técnicas, software incorporado u otros componentes intangibles, finalidades deseadas o prestaciones.

Con otras palabras, las empresas con menos trabajadores cuentan con una capacidad innovadora respecto de su tamaño que incluso puede superar el de la gran empresa. Nos atreveríamos a poner en duda el concepto de que las Pymes no innovan, incluso podemos interpretar que a la hora de medir el riesgo, son muchas veces las grandes empresas las que renuncian a procesos de innovación que pudieran dejar obsoletos sus propios productos, mientras que las empresas micro, pequeñas y medianas, al tener procesos menos ambiciosos, son capaces de innovar de manera casi continuada con objetivos de supervivencia.

Con relación a las tendencias lineales de los Gastos totales de innovación y los Gastos de I+D interna se puede concluir que en las empresas micro y pequeñas existe una relación directamente proporcional. Además el Gasto interno en I+D es igual o más del 70% del Gasto total en innovación.

A medida que la empresa tiene más trabajadores, la relación entre los Gastos totales de innovación y los Gastos internos de I+D desaparece y se establece otra relación entre los

Gastos internos de I+D y los Gastos corrientes que crece a medida que aumenta el número de empleados. Con esto se puede afirmar que la suma de retribuciones a investigadores, incluyendo la retribución de los becarios, las retribuciones a técnicos y auxiliares de una empresa mediana, grande y muy grande representan más del 75% de sus Gastos en I+D interna. Además, podríamos predecir el Gasto corriente conociendo únicamente el Gasto interno de I+D de este tipo de empresas. Es destacable como en las empresas muy grandes los Gastos corrientes representan el 93% de los Gastos de I+D interna.

También se puede afirmar que existe una relación directamente proporcional entre el Gasto de I+D interno de las empresas pequeñas, medianas, grandes y muy grandes y la financiación por parte de la propia empresa. En el caso de las empresas pequeñas y muy grandes esta financiación supera el 70%.

Respecto a la Financiación Pública de los Gastos internos de I+D, se ha observado que existe una relación entre estas dos variables en las empresas grandes. El 17% de los gastos de I+D interna de las empresas grandes, se financian públicamente. Dentro de la Financiación Pública se han incluido tanto las subvenciones y contratos con la Administración central del Estado como las de las Administraciones autonómicas y locales.

Las variables relacionadas con el origen de la financiación de los gastos en I+D interna no son unas variables acertadas para predecir el Gasto total en I+D de las empresas de más de 50 trabajadores.

Se observa, que las empresas micro y pequeñas son las que más innovan en producto, y además su porcentaje de Gasto interno en I+D en relación al Gasto total es más elevado que en otro tipo de empresas. Se podría considerar que el desarrollo de nuevos productos es un proceso que se constituye a partir de las capacidades internas de las empresas.

En estudios futuros, como continuación de los estudios de doctorado, se realizarán estudios que contemplen varias series temporales (actualmente se disponen de datos hasta el 2008), de manera que permita conocer la evolución de las variables analizadas de la I+D (fondos y eficacia) y si cambian con el tiempo.

Con los resultados expuestos en las páginas anteriores, se ha intentado dar un primer paso en el análisis de las relaciones entre los tipos de financiación a la I+D y el esfuerzo innovador de las empresas españolas. Partiendo de estos resultados, se persigue seguir con los estudios de doctorado y hacer una evaluación de la eficacia de los fondos recibidos para la I+D, evaluando los resultados de la I+D de las empresas que están recibiendo Fondos Públicos. De esta forma, podremos saber si las programas de incentivos a la I+D están cumpliendo su objetivo.

Puesto que actualmente se dispone de información hasta el año 2008, se podrá conocer también los intervalos de tiempo que van desde que una empresa recibe incentivos a la I+D, hasta que estos incentivos se ven reflejados en su actividad empresarial. Por ejemplo, el incremento en los fondos de la empresa en el 2005 puede fomentar el resultado de la innovación en el 2008. En un futuro, las investigaciones planteadas se deberán orientar a analizar si funcionan los instrumentos de la política económica y si estos instrumentos están cumpliendo el objetivo de producir un efecto positivo en la economía española.

Referencias

- Almus, M. y Czarnitzki, D. 2003. "The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of eastern Germany", *Journal of Business and Economic Statistics*, 21: 226-236.
- Arrow, K. 1962. "Economic welfare and the allocation of resources for inventions", en R. Nelson (ed.), *The rate and direction of incentive activity*. Princeton University Press.
- Arvanitis, S.; Hollestein, H. y Lenz, S. 2002. "The effectiveness of government promotion of advanced manufacturing technologies (AMT): an economic analysis based on Swiss microdata", *Small Business Economics*, 19: 321-340.
- Bönte, W. 2004. "Spillovers from publicly financed business R&D: some empirical evidence from Germany", *Research Policy*, 33: 1635-1655.
- Buesa, M. y Molero, J. 1998. "Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española", *Información Comercial Española*, 773: 155-173.
- Díaz Martín. 1996. "Factores determinantes de la innovación tecnológica para las empresas pequeñas", *Cuadernos de Estudios Empresariales*, 6: 145-154.
- Duguet, E. 2004. "Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D?", *Review d'Economie Politique*, 114: 245-274.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. 1999. "Does government support stimulate private R&D", *OECD Economic Studies*, 29, 1997/II. Disponible en www.oecd.org
- Guellec, D. y Van Pottlesberghe, B. 2003. "The impact of public R&D expenditures on Business R&D", *Economics of Innovation and New Technologie*, 1: 225-244.
- Hall, B. 1993. "R&D tax policy turing the 1980s: success or failure", *Tax Policy and the Economy*, 7: 1-35.
- Hall, H. 2002. "The Financing of research and development". *Oxford Review of Economic Policy*, 18: 35-51.
- Hall, H. y Van Reenen, J. 2000. "How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence", *Research Policy*, 29: 449-469.
- Marra, M. A. 2004. "Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas, 1991-1996", *Hacienda Pública Española*, 170: 9-35.
- Marra, M. A. 2006. "Efectos de las subvenciones públicas sobre la inversión en I+D de las empresas manufactureras españolas", *Revista Galega de Economía*, 15: 1-20.
- OCDE .1992. "Manual de Oslo". Disponible en www.oecd.org
- PITEC. 2005. Panel de Innovación Tecnológica. Análisis de las actividades de innovación tecnológica en el año 2003. Ministerio de Economía y Competitividad. Disponible en www.mineco.gob.es
- Fonfría, A. 1999. Patrones de Innovación y Política tecnológica. *Documentos de trabajo del Instituto de Análisis Industrial y Financiero*, 14.

Presentado para su publicación: 1 de septiembre de 2011

Aceptado para su publicación: 8 de abril de 2012

MIRIAM MATE LORDÉN, Universidad Complutense de Madrid

miriam.mate@madrid.org

Licenciada en Ciencias Políticas y de la Administración y diplomada en Gestión y Administración Pública por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente se encuentra realizando doctorando en Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica por Universidad Complutense de Madrid. La actividad profesional la desempeña en el Departamento de Control de Gestión de Informática y Comunicaciones de la Comunidad de Madrid. Paralelamente desempeña labores de consultorías con temas relacionados sobre la gestión de proyectos de investigación como profesional libre. Ha participado en diferentes proyectos nacionales e internacionales fruto de los cuales ha realizado diferentes periodos de estancia en la Universidad de California (EE UU).

JOSÉ MOLERO, Universidad Complutense de Madrid

jose_molero@ccee.ucm.es

Catedrático de Economía Aplicada en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UCM. Director del Grupo de Investigación en Economía y Política de la Innovación (GRINEI) de la UCM. Coordinador del Máster y Doctorado Oficial Interuniversitario en Economía y Gestión de la Innovación. Miembro del Comité de Innovación del Parque Científico de Madrid. Anteriormente ha sido vicerrector de Tercer Ciclo y Formación Continua, director del Instituto Complutense de Estudios Internacionales, director del Instituto de Análisis Industrial y Financiero y director del Departamento de Economía Aplicada II en la UCM.