

# LAS RELACIONES ENTRE I+D EXTERNA E INTERNA, INVERSIONES DE CAPITAL Y RENTABILIDAD: EL CASO DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA<sup>1</sup>

---

SILVERIO ALARCÓN<sup>2</sup>

*Universidad Politécnica de Madrid*

MERCEDES SANCHEZ<sup>3</sup>

*Universidad Pública de Navarra*

## RESUMEN

Este trabajo profundiza en las relaciones dinámicas de los gastos externos e internos en investigación y desarrollo y de las inversiones de capital sobre la rentabilidad de las empresas industriales agroalimentarias. Se ha usado una muestra de datos de la Encuesta de Estrategias Empresariales que incluye información de más de 400 empresas en el periodo 2000-2008. El análisis econométrico emplea regresiones por cuantiles para afrontar la gran asimetría de las variables y para identificar relaciones no lineales.

Los resultados revelan nuevos e interesantes hallazgos sobre las repercusiones de I+D en la industria agroalimentaria. La relación más evidente, aunque no inmediata, corresponde a los efectos positivos de los gastos externos en I+D sobre la rentabilidad. La influencia de los gastos internos en I+D es indirecta a través de la inversión en bienes de equipo. No se encuentra apoyo para las relaciones inversas, es decir, las empresas más rentables no son las que dedican más recursos a I+D. Se constata que tener cierto nivel de rentabilidad o ser empresa grande es necesario para que la I+D externa tenga repercusiones en los resultados. Esta mayor efectividad de la I+D externa sobre la interna parece lógica en un contexto de gran competitividad en investigación y desarrollo. Otra conclusión es que I+D externa e inversiones en bienes de equipo son complementarias para niveles de inversión bajos y sustitutivas para niveles altos.

**PALABRAS CLAVE:** Rentabilidad empresarial, Encuesta sobre Estrategias Empresariales, regresiones por cuantiles, Industria Agroalimentaria, I+D externa e interna

**CLASIFICACIÓN JEL:** L20, L66, O32

---

<sup>1</sup> Este trabajo forma parte de los resultados del Proyecto AGL2009-13303-C02-01 del Ministerio de Economía y Competitividad

<sup>2</sup> [silverio.alarcon@upm.es](mailto:silverio.alarcon@upm.es), Tel. +3491336369, FAX +3491336579

<sup>3</sup> [mersan@unavarra.es](mailto:mersan@unavarra.es)

## **1. Introducción**

La investigación empírica sobre las relaciones entre innovación y rentabilidad contribuye a identificar acciones y políticas encaminadas a mejorar la posición competitiva de las empresas. En esta línea, de Jong y Vermeulen (2006) señalan que muchos trabajos empíricos mezclan empresas de sectores distintos y esto conduce a no detectar los efectos de la I+D. Estos autores insisten en la necesidad de un análisis diferenciado para revelar estrategias sectoriales, especialmente en pequeñas empresas.

Otros trabajos inciden en la conveniencia de profundizar en sectores de baja intensidad tecnológica como es la industria agroalimentaria debido a sus características específicas o a su impacto social, i.e. capacidad de generar empleo o implantación territorial. Así, Traill y Meulenberg (2002) argumentan que la revolución biotecnológica y la creciente demanda de productos de calidad, ecológicos y funcionales está incrementando la investigación en esta industria. De Noronha et al. (2006) destacan su importancia en la economía de zonas rurales e identifican varias tipologías de empresas, según su comportamiento innovador, con grandes interacciones con el entorno en el que operan; Furtan y Sauer (2008) ponen el énfasis en la influencia de la orientación dominante (producto, proceso o mercado) sobre el valor añadido, así como del capital humano. Brickau et al. (1994) aconsejan implementar orientaciones estratégicas a largo plazo y alianzas con otros competidores para mejorar los resultados de las pymes agroalimentarias. Fortuin y Omta (2009) señalan que la industria agroalimentaria debería gestionar sus innovaciones con criterios similares a los usados por los sectores de alta tecnología con el fin de aumentar la comunicación entre departamentos de I+D y marketing. Karantininis et al. (2010) consideran que la integración vertical es uno de los principales factores determinantes del comportamiento innovador en la industria agroalimentaria danesa debido a un mayor grado de apropiabilidad de las innovaciones en este país.

Esta literatura proporciona gran información sobre el comportamiento innovador del sistema agroalimentario pero no explora en profundidad cómo se integra la I+D en las empresas agroalimentarias y cuáles son sus efectos a lo largo del tiempo en la obtención de resultados. El objetivo de este trabajo es estudiar estas relaciones que pueden darse entre rentabilidad y gastos en I + D en la industria agrolimentaria. Mediante el uso de modelos dinámicos numerosas investigaciones

han aportado evidencia sobre las relaciones bidireccionales entre gastos en I+D y variables como rentabilidad, productividad o inversiones en bienes de equipo (Branch, 1974; Mairesse y Hall, 1996; entre otros). Este trabajo se centra en explorar las relaciones directas en ambas direcciones entre rentabilidad e I+D, considerando por separado la I+D realizada internamente de la adquirida externamente a otras empresas. No se analiza en profundidad qué otros factores, conjuntamente con la I+D, afectan positivamente a la rentabilidad, ni tampoco se examinan relaciones indirectas, esto es, el efecto de variables mediadoras (output de la I+D) como la innovación en proceso, número de innovaciones en producto o número de patentes. Estos aspectos son sin duda de gran importancia, pero también existe interés en estudiar la estructura dinámica y los efectos entre I+D externa e interna y rentabilidad siendo éste el objetivo diferenciador de este artículo por su relativa novedad e implicaciones posibles en la decisiones de I+D de las empresas. En este sentido, pocos han sido los estudios que muestran a las empresas el tipo de I+D más efectivo sobre la rentabilidad o la posible complementariedad o sustitución entre I+D y la inversión en capital físico. Según Lokshin et al. (2008), el hecho de que el acceso a ciertas fuentes externas de conocimiento se haya acelerado y sus costes de adquisición hayan disminuido en los últimos años, unido a la desaparición de los departamentos internos de I+D de muchas empresas, lleva a un interés creciente por explorar los efectos de ambos tipos de I+D. Por tanto, la investigación empírica derivada de esta línea de trabajo permitiría estudiar en qué casos es más conveniente externalizar o producir internamente, así como sus interacciones. Una vez más la forma de afrontar la I+D externa e interna dependen de la intensidad tecnológica de cada industria y del tamaño de las empresas (Audretsch et al., 1996; Veugelers y Cassiman, 1999; Lokshin et al., 2008).

Estos objetivos más novedosos se combinan con el estudio más clásico de análisis del tiempo que tarda la I+D en influir en la rentabilidad de la empresa, o la sensibilidad de esta relación en función del tamaño de la organización o del grado de rentabilidad alcanzado. Asimismo, se explora la posibilidad de que la rentabilidad tenga un papel promotor y generador de la I+D, y las relaciones de ésta sobre las inversiones en bienes de capital. Estas cuestiones se tratarán de responder en esta investigación para una muestra de empresas agroalimentarias.

La fuente de datos utilizada ha sido la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) de la Fundación SEPI. Esta base de datos presenta la ventaja, frente a la información contable de los Registros Mercantiles, de que proporciona mayor detalle en las actividades de investigación. Por ejemplo, proporciona de forma desglosada los gastos externos e internos en investigación y desarrollo. En otras palabras, ESEE ofrece información más detallada sobre los resultados obtenidos de los gastos en I + D y sobre cómo se realizaron estas actividades, lo que constituye material adicional para profundizar en el objetivo del presente trabajo. La ventaja de disponer de información con una dimensión temporal (periodo 2000-2008) y otra de corte transversal (449 empresas) es la posibilidad de explorar y discriminar entre las posibles relaciones bidireccionales mencionadas en el párrafo anterior.

Esta investigación contribuye a la literatura empírica con aportaciones tanto en la información empleada como en las técnicas: (1) se usa información de la ESEE que ha sido poco empleada para el sector agroalimentario pero que es una fuente de crucial importancia para estudiar el comportamiento de esta industria en los últimos 20 años; (2) se tratan por separado la I+D externa y la interna, lo que permite identificar sus efectos diferenciales y la posibilidad de que sean complementarias o sustitutivas entre ellas; (3) se usan métodos econométricos robustos y esto conduce a poder explorar con más detalle dinámicas, interacciones y efectos en diferentes situaciones de las variables.

El resto de las secciones se estructuran así: a continuación se resume brevemente el enfoque y tratamiento de estudios microeconómicos que abordan los efectos de I+D con especial énfasis en la industria agroalimentaria pero también en contribuciones que usan una estructura temporal, datos de panel y regresiones por cuantiles. La sección 3 describe la fuente de datos y las variables usadas. A partir de estos conocimientos en la sección 4 se detallan las especificaciones y las técnicas econométricas empleadas. La sección 5 presenta y comenta los resultados y, por último, la sección 6 responde a las preguntas planteadas en esta introducción e intenta extraer implicaciones prácticas.

## **2. Antecedentes, hipótesis y expectativas**

### **2.1. Marco teórico**

El modelo neoclásico de Solow (1.957) muestra cómo el progreso técnico es el factor clave para alcanzar el crecimiento económico junto con la inversión en mano de obra y en capital. Con este modelo, Solow estimó que cuatro quintas partes del crecimiento norteamericano eran atribuibles al progreso técnico. De esta forma, Solow explica cómo en los países avanzados la innovación tecnológica contrarresta los rendimientos decrecientes, obteniendo más producción, aún con la misma cantidad de capital y trabajo. Sin embargo, no solamente las tasas de inversión en capital y en mano de obra afectan al progreso tecnológico, sino que hay una amplia variedad de factores que influyen sobre la difusión y adopción de innovaciones (Nelson, 1981), y diversos autores han aportado teorías y evidencias sobre ellos.

Así, la teoría evolutiva del cambio económico (Nelson y Winter, 1982) pone el énfasis en el carácter dinámico, evolutivo y acumulativo de la tecnología, así como en las particularidades intrínsecas de cada sector y empresa (Pavitt, 1984). La capacidad de apropiación de las rentas generadas por la innovación es función de factores dependientes de la estructura de cada industria, de la naturaleza de la tecnología y del régimen de protección (Teece, 1986, 2006).

Desde un enfoque de gestión de empresas (business management) también se han abordado las relaciones entre innovación y resultados. Así, la Teoría de Recursos y Capacidades (Resource-based view, RBV) (Penrose, 1959; Wernerfelt, 1984; Barney, 1991; entre otros) profundiza sobre cómo las empresas alcanzan ventajas competitivas mediante estrategias que promueven el desarrollo de recursos y capacidades, y se contrapone a la visión más tradicional de analizar las debilidades y fortalezas de los productos ofrecidos por la empresa. Estos recursos engloban activos, capacidades, atributos, información, conocimientos, organización de procesos, etc. que permiten que la empresa formule e implemente sus estrategias. Estos recursos, además, deben reunir ciertas características para evitar que sean copiados por los competidores. Es decir, deben ser valiosos, escasos, inimitables y no sustituibles. Las repercusiones de los recursos de las empresas sobre sus resultados dependen de la intensidad de estas características. Entre las distintas categorías de recursos investigados están, evidentemente, los relacionados con la innovación y con los gastos en investigación y desarrollo.

Este trabajo se centra precisamente en estudiar estas conexiones, y en concreto las relaciones dinámicas de los gastos de la I + D externa e interna sobre la rentabilidad de la empresa, así como las posibles interacciones con el capital físico.

## **2.2. Hipótesis y expectativas**

Algunos autores (por ejemplo, Brown, 1974; Griliches, 1979) sugieren que la innovación en I+D provoca un aumento de rentabilidad y crecimiento de la empresa, pero es necesario un periodo de maduración y puesta a punto y consecuentemente se retrasarán en el tiempo sus efectos. Basada en esta idea se plantea la primera hipótesis que se formula estableciendo la posibilidad de que los efectos de la I + D no sean inmediatos sino que presenten cierto desfase en el tiempo hasta que alcancen su madurez y repercutan sobre los resultados.

Hipótesis 1a: Los gastos externos y/o internos en investigación y desarrollo tienen un efecto positivo sobre los resultados empresariales a medio plazo.

La rentabilidad constituye a la postre una fuente de financiación y es susceptible de ser usada para I+D. Dado que este tipo de proyectos son más arriesgados que otros y tardan más tiempo en consolidarse es usual que surjan dificultades para obtener fondos de fuera de la empresa, tanto dinero prestado como ampliaciones de capital (Brown, 1974). La financiación de la I+D por la vía de beneficios no repartidos es una alternativa más barata que las anteriores. Presenta el inconveniente de que probablemente no todas las empresas ni todos los socios serán partidarios de renunciar al reparto de beneficios. Pero es probable que muchas sí y que estén dispuestas a aprovechar parte sus resultados para promover proyectos de I+D. Por tanto, cabría esperar una relación positiva de rentabilidad hacia I+D. Con el fin de discriminar sobre cuál es el sentido de la relación se plantea adicionalmente:

Hipótesis 1b: Las empresas más rentables invierten más en I+D externa y/o interna.

También sería plausible la existencia simultánea de ambas relaciones, reforzándose mutuamente y generando un modelo de comportamiento más sostenible y exitoso. Usando datos de panel de empresas Rouvinen (2002) y Frazen (2003) concluyen que I+D causa aumentos de productividad pero no viceversa. Por su parte, Brown (1974) y Mairesse y Hall (1996) encuentran evidencia de la relación en ambos sentidos.

En la industria agroalimentaria, la mayor parte de las que permanecen en el sector lo consiguen como consecuencia de que progresivamente (1) modernizan sus procesos incorporando tecnologías más eficientes y/o (2) adecuan sus ofertas de productos a las tendencias del mercado. Estas acciones implican la adquisición de bienes de equipo y son la base para reducir costes de producción o para ganar (o no perder) cuota de mercado, y en definitiva para asegurar la rentabilidad. Esta idea se expresa de forma más concisa mediante:

Hipótesis 2a: Las inversiones en bienes de equipo contribuyen a mantener o mejorar los resultados empresariales.

Esta hipótesis ha sido confirmada por numerosos trabajos empíricos (Griliches, 1998; Sutton, 1998; entre otros) y se espera poder constatar sin problemas un efecto positivo en este estudio. El interés en este trabajo está en poder medir el impacto diferenciado del capital en las pymes y en las grandes empresas, así como para distintos niveles de rentabilidad.

La interacción entre inversiones en capital y gastos en I+D ha sido tratada también en numerosas investigaciones y se ha llegado a conclusiones diversas: una relación positiva y bidireccional (Chiao, 2002), ninguna conexión a corto pero sí a largo (Mairesse y Siu, 1984; de Jong, 2007), I+D causa inversiones en capital pero no viceversa (Lach y Rob, 1996); ninguna relación consistente (Löf, 2008). En cualquier caso, estos trabajos inciden en que la I+D puede tener un efecto indirecto en el éxito empresarial a través de las inversiones en capital. Asimismo, se podrían también encontrar relaciones de sustitución. La última hipótesis se plantea de esta forma más amplia dónde se espera encontrar algún tipo de interacción entre I+D y capital:

Hipótesis 2b: Los gastos externos y/o internos en investigación y desarrollo tienen repercusiones sobre las inversiones en bienes de equipo.

### **3. Caracterización de la muestra de datos**

Se han utilizado datos de la ESEE para el periodo 2000 a 2008, ambos incluidos, y correspondientes a las actividades productivas de Industria cárnica (sector 1 en la clasificación ESEE-20 y 151 en la clasificación CNAE-93), Productos alimenticios y tabaco (2 ESEE-20, 152 a 158 y 160 CNAE-93) y

Bebidas (3 ESEE-20, 159 CNAE-93). Elaborada por la Fundación SEPI (<http://www.funep.es/>), la ESEE proporciona información anual sobre estrategias para mejorar la competitividad de un panel de empresas (de más de 10 trabajadores) representativas del sector industrial. El cuestionario recoge preguntas relacionadas con costes, empleo, relaciones con clientes y proveedores, mercados, comercio exterior, actividades tecnológicas, además de datos contables.

La muestra inicial extraída es un panel incompleto formado por 449 empresas diferentes con información en alguno de los años de 2000 a 2008. En total son 2225 observaciones de las que aproximadamente el 66% pertenecen a Productos alimenticios y tabaco, 20% a Industria cárnica y 14% a Bebidas. Los datos en cada año varían de 186 en 2003 y 2004<sup>4</sup> a 304 en 2008. Sin embargo, dado que se usan modelos con variables retardadas, el panel operativo es menor, i.e. 341 empresas con datos en 3 o más años, 252 empresas con datos en 4 o más años.

Las variables seleccionadas para la aplicación empírica se comentan a continuación, conjuntamente con la información estadística básica que se muestra de forma separada para pymes (200 trabajadores o menos) y para las grandes (más de 200 trabajadores) en la Tabla 1.

Se ha tomado el ratio ROA (return on total assets) como medida de rentabilidad por su disponibilidad para todas las empresas de la muestra y por ser ampliamente usado en estudios empíricos (Geroski, 1990; Roberts, 1999; Bayona y García-Marco, 2010). ROA se ha obtenido como cociente entre *EBITDA* (ingresos menos costes totales por compras, gastos de personal y servicios exteriores, incluyendo variación de existencias) y activo total. No se han descontado gastos de amortización ni se han tenido en cuenta ingresos y gastos financieros con el objetivo de que sea una rentabilidad que recoja exclusivamente la actividad productiva sin interferencias de las vías de financiación ni de las prácticas de amortización de la empresa. Esto explicaría los elevados valores centrales que se obtienen alrededor del 10%.

---

<sup>4</sup> La disminución del número de empresas en estos años se debe a una paralización de la encuesta que se subsanó en 2006 (Rodríguez, 2009).

TABLA 1  
Resumen estadístico de las variables

	1 <sup>er</sup> cuartil	Mediana	Media	3 <sup>er</sup> cuartil	Desv. Típica	Proporción	Coficiente de asimetría
<b><i>pymes</i></b>							
ROA	0.0302	0.0982	0.1212	0.1806	0.2150		2.2955
GEIDV	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0057		19.5077
GEIDV>0	0.0006	0.0017	0.0062	0.0041	0.0166	0.1044	6.6419
GIIDV	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0050		8.7277
GIIDV>0	0.0011	0.0035	0.0078	0.0081	0.0123	0.1180	2.9392
INBEA	0.0719	0.1958	0.2472	0.3538	0.2222		1.4533
PTP	17.00	30.00	62.21	73.00	74.41		2.3217
<b><i>grandes</i></b>							
ROA	0.0293	0.0831	0.1050	0.1598	0.1464		5.6790
GEIDV	0.0000	0.0000	0.0011	0.0005	0.0055		19.5701
GEIDV>0	0.0004	0.0010	0.0031	0.0032	0.0087	0.3679	13.8343
GIIDV	0.0000	0.0004	0.0023	0.0028	0.0051		7.3742
GIIDV>0	0.0012	0.0024	0.0041	0.0048	0.0063	0.5557	6.3740
INBEA	0.0831	0.1504	0.1887	0.2494	0.1519		1.8591
PTP	263.80	409.50	633.10	626.50	727.73		3.2143

ROA (return on assets), GEIDV (gastos externos en I+D sobre ventas), GIIDV (gastos internos en I+D sobre ventas).

La investigación y desarrollo se trata por separado en función de si se adquiere a otras empresas o si se realiza en la misma empresa. Se usan ratios de gastos de investigación y desarrollo sobre ventas (la medida tradicional de la intensidad de la I+D según Traill y Meulenbergh (2002)), *GEIDV* y *GIIDV* respectivamente. La mayoría de las empresas no realizan estas actividades. Por este motivo, en la Tabla 1 se muestran los estadísticos para el conjunto de empresas y debajo para aquellas que realizan I+D (*GEIDV*>0 y *GIIDV*>0). Así, solamente el 19% compran I+D externa y solo el 26,34% acometen I+D interna en la industria agroalimentaria pero el tamaño influye sobre las decisiones de invertir en I+D, de forma que los porcentajes anteriores son muy inferiores para pymes (menos de 200 trabajadores): solamente el 10% y el 12% presentan, respectivamente, *GEIDV* y *GIIDV* positivos en el periodo estudiado frente a un 37% y 56% en las grandes. Traill y Meulenbergh (2002) también muestran para el sector agroalimentario europeo que las grandes son más intensivas en I+D. Sin embargo, estos ratios no son muy elevados en relación con otros sectores de la ESEE. Así, los porcentajes de I+D (externa e interna) sobre ventas en 2008 para la Industria cárnica son de 0,1% (pymes) y 0,2% (grandes), 0,1% (pymes) y 0,4% (grandes) para Productos alimenticios y tabaco, y

0,7% (pymes) y 0,4% (grandes) para Bebidas, por debajo de proporciones entre el 1,5% y el 4,5% que se registran en sectores de maquinaria industrial y de oficina (Rodríguez, 2009).

Las inversiones en bienes de equipo acumuladas se han tomado como indicador del stock de capital físico de las empresas (Löf, 2008). Esta variable se ha construido a partir de la información anual de ESEE: primero se ha deflactado y luego se ha acumulado según el método del inventario permanente con una depreciación del 15% (Löf, 2008), y finalmente se ha dividido por el activo total para obtener el ratio INBEA (inversiones en bienes de equipo sobre activo total). La variable de personal total medio (*PTP*) se ha usado para recoger el tamaño de la empresa. Todas las variables presentan una elevada asimetría como se muestra en la última columna de la Tabla 1. Teniendo en cuenta que el coeficiente de asimetría tomaría un valor de cero para una distribución simétrica, destacan los elevados niveles de todas las variables, pero especialmente los ratios de gastos externos e internos sobre I+D, en consonancia con lo que señalan otros trabajos empíricos (Nahm, 2001; Coad y Rao, 2008)

#### 4. Metodología

Para contrastar los efectos de I+D externa e interna sobre rentabilidad se especifican modelos de regresión dinámicos con variable dependiente *ROA* y regresores *ROA*, *GEIDV* y *GIIDV*, desfasadas 1 y 2 años, *INBEA* y *PTP*. También se ha controlado la actividad productiva ( $G_2$ ,  $G_3$ ) y los efectos temporales invariantes entre empresas ( $\lambda_t$ ) mediante variables artificiales:

$$ROA_{it} = \beta_1 ROA_{it-1} + \beta_2 ROA_{it-2} + \beta_{E1} GEIDV_{it-1} + \beta_{E2} GEIDV_{it-2} + \beta_{I1} GIIDV_{it-1} + \beta_{I2} GIIDV_{it-2} + \beta_{INBEA} INBEA_{it} + \beta_{PTP} PTP_{it} + G_2 + G_3 + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

La inclusión de la variable dependiente desfasada permite investigar la persistencia en el tiempo de la rentabilidad de las empresas (Branch, 1974; Mairesse y Hall, 1996; Löf, 2008; Bayona y García-Marco, 2010; entre otros). La misma especificación con las mismas variables explicativas pero cambiando la variable dependiente por *GEIDV*<sub>it</sub> y *GIIDV*<sub>it</sub> se usa para estudiar las relaciones inversas, es decir, los efectos de la rentabilidad sobre los gastos externos o internos en I+D, y también permite explorar complementariedades entre una y otra, y con el capital físico. Un modelo muy similar se usa para estudiar los efectos de I+D sobre la inversión en bienes de equipo:

$$\begin{aligned}
INBEA_{it} = & \beta_1 ROA_{it-1} + \beta_2 ROA_{it-2} + \beta_{E1} GEIDV_{it-1} + \beta_{E2} GEIDV_{it-2} \\
& + \beta_{I1} GIIDV_{it-1} + \beta_{I2} GIIDV_{it-2} + \beta_{PTP} PTP_{it} + G_2 + G_3 + \lambda_t + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{2}$$

Estos modelos dinámicos son capaces de capturar los efectos de las variables a lo largo del tiempo. Son una forma de tener en cuenta que los cambios en las variables no afectan instantáneamente sino que tienen un periodo de ajuste. Si la dimensión temporal es corta (como es el caso de la muestra) la estimación mediante modelos de datos de panel de efectos fijos (within) o aleatorios es inconsistente debido a que la variable dependiente desfasada está correlacionada con el término de error. Una opción eficiente y no sesgada es utilizar variables instrumentales y el método generalizado de momentos (GMM) (Arellano y Bond, 1991, Arellano y Bover, 1995, entre otros). Dada la dificultad de encontrar instrumentos que estén correlacionados con los regresores originales pero no con el término de error, estos autores proponen usar como instrumentos las mismas variables originales pero desfasadas. Además, la estimación por GMM se realiza en dos etapas, empleando la segunda una matriz de ponderaciones que se construye con los residuos de la primera etapa. El procedimiento seguido en este trabajo consiste en regresar conjuntamente el sistema de ecuaciones en primeras diferencias y en niveles (GMM-SYS) para reducir la debilidad de los instrumentos (Arellano y Bover, 1995, Blundell y Bond, 1998). Adicionalmente, es necesario aplicar un test para contrastar ausencia de autocorrelación de segundo orden pues el estimador GMM se basa en este supuesto, así como un test de Sargan de sobreidentificación para validar la idoneidad de los instrumentos.

Con el fin de profundizar aún más sobre estas relaciones, los modelos (1) y (2) se han estimado también mediante regresiones por cuantiles (Koenker y Basset, 1978). En situaciones de distribuciones asimétricas y con presencia de datos atípicos, como es el caso de las variables de este trabajo, es conveniente utilizar procedimientos de estimación que no tengan hipótesis básicas restrictivas. Son numerosas las propuestas de estimadores robustos pero la regresión por cuantiles es una alternativa sencilla y, adicionalmente, permite identificar tasas de respuesta para diferentes niveles de rentabilidad, es decir, modeliza los efectos de las variables independientes sobre toda la distribución de la variable dependiente. Esta técnica es adecuada en el caso de relaciones complejas, por ejemplo cuando la influencia de determinados factores solamente se da a partir de determinados niveles de la

variable dependiente. Destaca, además, por su robustez en casos de muestras con heterocedasticidad, interacciones entre los determinantes o distribuciones no normales de los errores.

La estimación mediante regresiones por cuantiles es una herramienta con creciente aceptación dentro de la economía aplicada. Así, es frecuente su uso en estudios de economía del trabajo, de la educación, de la salud, análisis de demanda, productividad, etc. Nahm (2001) y Coad y Rao (2006; 2008) subrayan la necesidad de emplear regresiones por cuantiles para modelizar distribuciones asimétricas de I+D o innovación en relación con ventas o crecimiento de la empresa. Justifican esta elección ante la posibilidad de obtener resultados equivocados con estimaciones basadas en la empresa media.

El procedimiento de estimación consiste en minimizar mediante programación lineal la suma ponderada de las desviaciones absolutas de los residuos. Simplificando el modelo (1) ( $\sum_j \beta_j \cdot x_{ji} =$  parte derecha de regresores) los coeficientes  $\beta_j$  se obtienen al resolver el programa lineal:

$$\text{Min } FO = \tau \cdot \sum_t \sum_i p_{it} + (1 - \tau) \cdot \sum_t \sum_i n_{it} \quad (3)$$

sujeta a :

$$ROA_{it} - \sum_j \beta_j \cdot x_{jit} = p_{it} - n_{it} \quad \forall i, t \quad (4)$$

$$p_{it}, n_{it} \geq 0 \quad \forall i, t \quad (5)$$

El error  $\varepsilon_{it}$  en cada observación  $it$  se trata ahora considerando su signo positivo,  $p_{it}$ , o negativo,  $n_{it}$ . El parámetro  $\tau$  pondera la suma de estas desviaciones, de forma que para cada valor de  $\tau$  se obtiene una estimación. Así,  $\tau = 0,5$ , da la regresión condicionada a la mediana,  $\tau = 0,25$  la regresión correspondiente al primer cuartil, etc. Una vez hallados los coeficientes, es posible obtener sus desviaciones típicas y realizar inferencia. Para este fin, la matriz de covarianzas de los coeficientes se aproxima mediante métodos asintóticos o usando varios procedimientos de *bootstrap* (Koenker, 2005).

## 5. Resultados

En una primera aproximación, los modelos propuestos se han estimado mediante GMM-SYS para las pymes (200 trabajadores o menos) y para las grandes (más de 200 trabajadores). Los resultados se muestran en la Tabla 2. En las estimaciones se incluyeron variables artificiales para los años y los

subsectores para controlar shocks temporales y efectos específicos de cada industria, pero no se muestran sus resultados.

En todos los casos se satisfacen las hipótesis del estimador. Esto es, el test de Sargan valida las variables retardadas como instrumentos dado que no se rechaza el supuesto de que están incorreladas con el término de error (por ejemplo para variable dependiente ROA  $p = 0.953$  para la regresión de Pymes y  $p = 0.737$  para Grandes). Los tests AR(2) indican que no hay problemas de autocorrelación de segundo orden.

Las variables independientes empleadas son significativas en conjunto (excepto para ROA para Grandes) como muestran los test de Wald (conjunto), que rechaza, en todos los casos, la hipótesis nula de insignificancia conjunta de los regresores. Los efectos temporales y sectoriales, sin embargo, no parece que tengan influencia sobre las variables dependientes pues los tests Wald (ficticias y temporales) no rechazan en la mayoría de los casos la insignificancia de las variables ficticias anuales a un nivel del 5 %.

En cuanto a las hipótesis formuladas, solamente se encuentra evidencia estadística para la Hipótesis 1a, principalmente para las Pymes y para los gastos externos en I+D: en las regresiones con variable dependiente  $ROA$ , la variable  $ROA_{t-2}$  toma el valor 5,721 y es significativa al 1%; para las empresas grandes el coeficiente es mucho menor 0,579 y solamente significativo al 10%.

Las regresiones por cuantiles, que se comentan a continuación, permiten explorar de forma más detallada el impacto de las variables explicativas.

### **5.1. Efectos de I+D y capital sobre rentabilidad**

Las regresiones por cuantiles se han realizado considerando 5 valores de  $\tau$ , esto es, para los cuantiles 10%, 25%, 50%, 75% y 90%. La Tabla 3 presenta los resultados que ofrecen la respuesta de las variables explicativas en distintos puntos de la distribución condicionada del ratio ROA. Las variables temporales y sectoriales se han incluido en todas las regresiones, y son significativas pero se omiten para abreviar.

La variable dependiente desfasada un año,  $ROA_{t-1}$ , es siempre significativa y positiva, lo que refleja la persistencia de la rentabilidad de las empresas. En esta línea, varios trabajos empíricos confirman esta hipótesis: Geroski y Jacquemin (1988) para empresas manufactureras de varios sectores de Francia, Alemania y Reino Unido; Odagiri y Yamawaki (1990) para empresas manufactureras japonesas; Bentzen et al. (2005) para agregados sectoriales de Dinamarca. El uso en este trabajo de regresiones por cuantiles permite, adicionalmente, constatar como el coeficiente de  $ROA_{t-1}$  es creciente. Por tanto, la rentabilidad no solamente afecta positivamente de un año al siguiente, además este proceso es cada vez más importante según aumenta la rentabilidad de la empresa. En las pymes esta persistencia tiene quizá un impacto algo más elevado y más estable: el coeficiente de  $ROA_{t-1}$  se mantiene estable, en torno a 0,33, en las tres primeras regresiones y luego aumenta a 0,38 y 0,55 en las dos últimas. En las grandes crece desde 0,197 (cuantil 25%) a 0,443 (cuantil 90%).

Sorprende aún más que la variable dependiente desfasada dos años,  $ROA_{t-2}$ , es también significativa y positiva. En las grandes es así en las 5 regresiones y el coeficiente es, además, creciente hasta el cuantil 0,75. En las pymes también es significativo y positivo a partir de la regresión de la mediana. Una vía interesante de profundizar en estos aspectos es estudiar los factores que explican la persistencia de la rentabilidad. En este sentido, Waring (1996) en una muestra amplia de empresas americanas concluye que la intensidad de la I+D es, entre otras, una de las variables con mayor impacto sobre la permanencia en el tiempo de niveles altos de beneficios. Maruyama y Odagiri (2002), sin embargo, relacionan la persistencia de los resultados con el poder de mercado.

En relación con los gastos externos en I+D, se detecta que retardada 2 años  $GEIDV_{t-2}$  influye positivamente sobre la rentabilidad, pero con efectos diferentes en función de si se trata de pymes o grandes y de la situación en la parte baja o alta de la distribución. Por ejemplo, en las pymes  $GEIDV_{t-2}$  es significativa en la parte superior, a partir del cuantil 0,50, y los coeficientes son elevados. En las empresas grandes, los valores son mucho más pequeños y  $GEIDV_{t-2}$  es significativa solo en la parte baja de la distribución, pero los efectos de la I+D externa repercuten antes en la rentabilidad, y así  $GEIDV_{t-1}$  presenta un comportamiento significativo y positivo, aunque ligeramente decreciente, sobre la rentabilidad. Por tanto, las únicas empresas en las que no se confirma la Hipótesis 1a para I+D

externa son las pymes de baja rentabilidad. Estos resultados están en consonancia con los de Bönte (2003) que muestra a nivel sectorial una relación claramente positiva entre la I+D externa y productividad en las industrias manufactureras alemanas.

En relación con la I+D interna apenas se encuentra evidencia de sus efectos sobre la rentabilidad. Solamente en las pymes se detectan repercusiones positivas en las empresas menos rentables: cuantil 0,10  $GIIDV_{t-2}$  es significativa ( $p=0,012$ ) y cuantil 0,25 ( $p=0,073$ ). La Hipótesis 1a para I+D interna se rechaza en consonancia con otros autores (Christensen, Rama, Von Tulzeman, 1996; Rama, 1996; Pavitt, 1984) que llegan incluso a afirmar que la industria agroalimentaria no posee su propia I+D sino que la adquiere de fuera en forma de biotecnología, procesos de ingeniería o tecnologías de la información.

En cualquier caso, en ningún cuantil se han encontrado ambas I+Ds, interna y externa, significativas y positivas. Esto se podría explicar porque estas empresas solamente tienen capacidad para afrontar un tipo de I+D (tal como argumentan Veugelers y Cassiman (1999) para empresas belgas). Sin embargo, este carácter sustitutivo de I+D externa e interna podría ser común a otras industrias de baja tecnología (Audretsch et al., 1996) o a la baja intensidad de la I+D interna (Lokshin et al., 2008).

Sin embargo también cabría la posibilidad de que la I+D interna tenga una influencia indirecta sobre los resultados a través de su papel relevante en la asimilación de nuevos equipos y tecnologías (Griffith et al., 2004) y en la formación de capital humano. En relación con esta variable, se puede ver que es significativa y positiva en prácticamente todas las regresiones. En las pymes los coeficientes de  $INBEA$  son crecientes hasta el cuantil 0,75%. Su impacto muestra, por tanto, forma de U invertida, siendo creciente en la mayor parte de la distribución. En las empresas grandes el efecto sobre la rentabilidad es de mayor cuantía pero decreciente. Se acepta la Hipótesis 2a: las inversiones en bienes de equipo contribuyen a mantener o mejorar los resultados empresariales.

### **5.2. La rentabilidad como factor impulsor de I+D**

La Tabla 4 incluye los resultados de algunas regresiones que toman los gastos externos e internos en I+D como variables dependientes. Solo se muestran las correspondientes a empresas grandes y para la parte superior de la distribución, cuantiles 0,75 y 0,90. Como se puede apreciar la significatividad se

da exclusivamente para la variable dependiente desfasada. Se descarta, por tanto, que las empresas más rentables inviertan en mayor medida en I+D externa y/o interna (Hipótesis 1b). Por lo tanto, la inversión en I+D puede estar motivada también por otros objetivos empresariales de crecimiento, competitividad (Verhees et al., 2004; Blesa y Ripollés, 2005; Olavarrieta y Friedman, 2008), o por motivos externos o del entorno empresarial (de Noronha et al., 2006; Gellynck et al., 2007).

### **5.3. Repercusiones de I+D externa e interna sobre las inversiones en capital**

La Tabla 5 presenta las regresiones por cuantiles que toman como variable dependiente la inversión acumulada en bienes de equipo. No se descarta la Hipótesis 2b de repercusión de los gastos internos y externos sobre la inversión en bienes de equipo, pero dicho efecto es desigual sobre las inversiones de capital.

Así, en la parte baja de la distribución parece que la I+D externa influye positivamente: en las pymes es significativo  $GEIDV_{t-1}$  en el cuantil 0,10 y  $GEIDV_{t-2}$  en el 0,25 mientras que en las grandes son significativas ambas  $GEIDV_{t-1}$  y  $GEIDV_{t-2}$  en el cuantil 0,10. Sin embargo, en la parte alta de la distribución se encuentran algunos valores negativos y significativos:  $GEIDV_{t-1}$  en el cuantil 0,75, y  $GEIDV_{t-1}$  y  $GEIDV_{t-2}$  en el cuantil 0,90 para las pymes;  $GEIDV_{t-2}$  en las grandes cuantil 0,90. Esto estaría apuntando a que I+D externa e inversiones en bienes de equipo son complementarios para niveles de inversión bajos y sustitutivos cuando esta última alcanza ciertas cotas.

La I+D interna también influye positivamente sobre el capital pero es principalmente en las empresas grandes y en la parte media de la distribución:  $GIIDV_{t-1}$  es significativo en los cuantiles 0,50 y 0,75; en menor medida  $GIIDV_{t-2}$  en las pymes cuantil 0,90. No se descarta, por tanto, que la I+D interna tenga un efecto indirecto sobre la rentabilidad a través del capital físico.

Estos resultados están en la línea de los de Lach y Schankerman (1989) y Lach y Rob (1996) que contrastan que la I+D afecta positivamente a inversiones en capital (pero no viceversa). Sin embargo, Traill y Meulenberg (2002), para empresas agroalimentarias europeas, concluyen que hay ausencia de correlación. Esto no estaría en contradicción con lo obtenido en este trabajo, pues las regresiones a la media pueden esconder diferentes tipos de relaciones que se ponen de manifiesto con el uso de las regresiones por cuantiles y al desglosar la I+D.

**Tabla 2**

Regresiones método generalizado de momentos GMM-SYS (2<sup>a</sup> etapa)

	<b>Pymes</b>		<b>Grandes</b>	
VARIABLE DEPENDIENTE: $ROA_t$				
	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>
$ROA_{t-1}$	0.360	0.068 **	-0.036	0.097
$ROA_{t-2}$	-0.024	0.057	0.012	0.071
$GEIDV_{t-1}$	-1.471	0.273 **	0.843	0.373*
$GEIDV_{t-2}$	5.721	0.236 **	0.579	0.319+
$GIIDV_{t-1}$	0.042	0.762	-2.773	1.753
$GIIDV_{t-2}$	0.596	0.980	-0.393	1.042
$INBEA$	0.089	0.154	0.430	0.249+
$PTP$	0.001	0.000	0.000	0.000
<b>Tests</b>	<b>valor</b>	<b>prob</b>	<b>valor</b>	<b>Prob</b>
Wald (conjunto): $\chi^2_8 =$	896.8	0.000 **	16.11	0.041 *
Wald (ficticias): $\chi^2_9 =$	19.91	0.018 *	11.65	0.234
Wald (temporales): $\chi^2_7 =$	15.23	0.033 *	4.631	0.705
Sargan: $\chi^2_{76} =$	56.57	0.953	67.83	0.737
AR(2) : N(0,1)	-0.3895	0.697	0.4319	0.666
VARIABLE DEPENDIENTE: $GEIDV_t$				
	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>
$GEIDV_{t-1}$	0.062	0.089	0.005	0.014
$GEIDV_{t-2}$	0.002	0.013	-0.062	0.019**
$ROA_{t-1}$	0.000	0.001	-0.003	0.003
$ROA_{t-2}$	-0.002	0.001	-0.001	0.003
$GIIDV_{t-1}$	0.180	0.134	0.210	0.134
$GIIDV_{t-2}$	0.109	0.150	0.106	0.093
$INBEA$	-0.001	0.004	0.006	0.011
$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Tests</b>	<b>valor</b>	<b>prob</b>	<b>valor</b>	<b>Prob</b>
Wald (conjunto): $\chi^2_8 =$	27.97	0.000 **	174.5	0.000**
Wald (ficticias): $\chi^2_9 =$	4.328	0.889	10.61	0.303
Wald (temporales): $\chi^2_7 =$	4.259	0.749	9.411	0.224
Sargan: $\chi^2_{76} =$	74.89	0.515	75.4	0.498
AR(2) : N(0,1)	0.3425	0.732	-1.012	0.311

**Tabla 2 (continuación)**

Regresiones método generalizado de momentos GMM-SYS (2<sup>a</sup> etapa)

	<b>Pymes</b>		<b>Grandes</b>	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: <math>GIIDV_t</math></b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>
$GIIDV_{t-1}$	0.237	0.101*	0.274	0.077**
$GIIDV_{t-2}$	0.013	0.071	0.011	0.043
$ROA_{t-1}$	0.001	0.001	-0.004	0.003
$ROA_{t-2}$	0.000	0.001	-0.005	0.004
$GEIDV_{t-1}$	0.027	0.041	-0.044	0.035
$GEIDV_{t-2}$	0.005	0.006	-0.023	0.021
$INBEA$	0.003	0.003	0.002	0.010
$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000**
<b>Tests</b>	<b>valor</b>	<b>prob</b>	<b>valor</b>	<b>Prob</b>
Wald (conjunto): $\chi^2_8 =$	28.5	0.000**	232	0.000**
Wald (ficticias): $\chi^2_9 =$	7.899	0.544	6.137	0.726
Wald (temporales): $\chi^2_7 =$	6.933	0.436	4.2	0.756
Sargan: $\chi^2_{76} =$	74.65	0.522	60.94	0.896
AR(2) : N(0,1)	-0.9571	0.339	0.1239	0.901
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: <math>INBEA_t</math></b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>desv. std</b>
$ROA_{t-1}$	0.033	0.082	-0.025	0.060
$ROA_{t-2}$	-0.048	0.050	-0.095	0.089
$GEIDV_{t-1}$	-0.187	0.359	0.209	0.456
$GEIDV_{t-2}$	-0.661	0.345+	0.274	0.653
$GIIDV_{t-1}$	-0.372	0.852	2.580	1.740
$GIIDV_{t-2}$	2.209	2.746	1.744	0.927+
$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Tests</b>	<b>valor</b>	<b>prob</b>	<b>valor</b>	<b>Prob</b>
Wald (conjunto): $\chi^2_7 =$	50.58	0**	30.78	0**
Wald (ficticias): $\chi^2_9 =$	99.37	0**	35.32	0**
Wald (temporales): $\chi^2_7 =$	71.21	0**	33.36	0**
Sargan: $\chi^2_{77} =$	61.79	0.897	65.07	0.832
AR(2) : N(0,1)	1.047	0.295	0.3894	0.697

Estos resultados se obtuvieron usando el programa Ox 5.10 (Doornik 2007) conjuntamente con el paquete DPD (Doornik et al., 2006).

Todas las estimaciones incluyen variable artificiales para cada año y subsector (3 dígitos, CNAE-93).

Los asteriscos indican significatividad al 10% (+), 5% (\*) y 1% (\*\*).

TABLA 3

Regresiones por cuantiles. Variable dependiente  $ROA_t$

Cuantil	Variable	Pymes		Grandes	
		Coefficiente	desv. std	Coefficiente	desv. std
0.1	$ROA_{t-1}$	0.338	0.035 **	-0.002	0.061
	$ROA_{t-2}$	-0.012	0.048	0.129	0.042 **
	$GEIDV_{t-1}$	-1.497	4.778	1.588	0.288 **
	$GEIDV_{t-2}$	2.970	5.990	1.814	0.301 **
	$GIIDV_{t-1}$	1.288	0.960	-0.167	0.543
	$GIIDV_{t-2}$	1.947	0.774 *	-0.729	1.123
	$INBEA$	-0.008	0.038	0.196	0.048 **
	$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000 **
0.25	$ROA_{t-1}$	0.326	0.031 **	0.197	0.076 **
	$ROA_{t-2}$	0.069	0.044	0.134	0.054 *
	$GEIDV_{t-1}$	-1.463	0.303 **	1.478	0.344 **
	$GEIDV_{t-2}$	1.799	4.064	1.274	0.367 **
	$GIIDV_{t-1}$	0.442	0.941	-0.268	0.607
	$GIIDV_{t-2}$	1.372	0.765 +	-0.159	0.712
	$INBEA$	0.058	0.026 *	0.207	0.043 **
	$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000 **
0.5	$ROA_{t-1}$	0.331	0.027 **	0.343	0.107 **
	$ROA_{t-2}$	0.134	0.040 **	0.202	0.086 *
	$GEIDV_{t-1}$	-1.719	0.326 **	1.275	0.385 **
	$GEIDV_{t-2}$	5.693	0.331 **	0.901	0.420 *
	$GIIDV_{t-1}$	-0.753	0.554	-0.333	0.643
	$GIIDV_{t-2}$	0.562	0.710	-0.194	0.745
	$INBEA$	0.095	0.023 **	0.189	0.041 **
	$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000
0.75	$ROA_{t-1}$	0.384	0.052 **	0.398	0.103 **
	$ROA_{t-2}$	0.129	0.047 **	0.325	0.097 **
	$GEIDV_{t-1}$	-2.084	0.277 **	1.047	0.334 **
	$GEIDV_{t-2}$	5.351	0.283 **	0.600	0.367
	$GIIDV_{t-1}$	-1.130	0.522 *	-0.422	0.606
	$GIIDV_{t-2}$	-0.005	0.589	-0.209	0.635
	$INBEA$	0.125	0.025 **	0.150	0.037 **
	$PTP$	0.000	0.000 **	0.000	0.000 *
0.9	$ROA_{t-1}$	0.550	0.112 **	0.443	0.079 **
	$ROA_{t-2}$	0.069	0.041 +	0.247	0.087 **
	$GEIDV_{t-1}$	-2.403	0.310 **	0.832	0.272 **
	$GEIDV_{t-2}$	5.236	0.287 **	0.302	0.288
	$GIIDV_{t-1}$	-0.396	1.362	-0.646	0.534
	$GIIDV_{t-2}$	-2.240	0.624 **	2.243	2.675
	$INBEA$	0.065	0.036 +	0.161	0.051 **
	$PTP$	0.000	0.000 **	0.000	0.000 **

Las regresiones se realizaron con el programa R (R Dev. Core Team , 2008) y el paquete quantreg (Koenker, 2008).

Los asteriscos indican significatividad al 10% (+), 5% (\*) y 1% (\*\*).

TABLA 4

**Regresiones por cuantiles. Variables dependientes  $GEIDV_t$  y  $GIIDV_t$**

Cuantil	Variable	Grandes		Grandes	
		Coefficiente	desv. std	Coefficiente	desv. std
		$GEIDV_t$		$GIIDV_t$	
0.75	$ROA_{t-1}$	0.000	0.000	0.000	0.000
	$ROA_{t-2}$	0.000	0.000	0.000	0.000
	$GEIDV_{t-1}$	0.715	0.107 **	-0.002	0.002
	$GEIDV_{t-2}$	0.286	0.158 +	0.007	0.048
	$GIIDV_{t-1}$	0.018	0.038	0.885	0.033 **
	$GIIDV_{t-2}$	-0.003	0.034	0.134	0.051 **
	$INBEA$	0.000	0.000	0.000	0.000
	$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000
0.9	$ROA_{t-1}$	0.000	0.000	0.000	0.001
	$ROA_{t-2}$	0.001	0.001 *	0.000	0.001
	$GEIDV_{t-1}$	0.624	0.211 **	-0.004	0.005
	$GEIDV_{t-2}$	0.694	0.252 **	0.202	0.398
	$GIIDV_{t-1}$	0.257	0.248	0.882	0.072 **
	$GIIDV_{t-2}$	-0.060	0.102	0.234	0.199
	$INBEA$	0.000	0.000	0.000	0.001
	$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000

TABLA 5

**Regresiones por cuantiles. Variable dependiente  $INBEA_t$**

Cuantil	Variable	Pymes		Grandes	
		Coefficiente	desv. std	Coefficiente	desv. std
0.1	$ROA_{t-1}$	0.010	0.043	0.030	0.047
	$ROA_{t-2}$	0.009	0.040	0.047	0.044
	$GEIDV_{t-1}$	1.331	0.444 **	1.156	0.378 **
	$GEIDV_{t-2}$	-1.026	14.067	0.968	0.384 *
	$GIIDV_{t-1}$	0.454	3.896	1.720	4.151
	$GIIDV_{t-2}$	-0.509	1.400	-2.604	4.176
	$PTP$	0.000	0.000 **	0.000	0.000
0.25	$ROA_{t-1}$	-0.020	0.049	0.077	0.055
	$ROA_{t-2}$	0.036	0.039	0.066	0.056
	$GEIDV_{t-1}$	0.685	0.561	0.293	1.107
	$GEIDV_{t-2}$	1.303	0.567 *	0.699	0.554
	$GIIDV_{t-1}$	0.758	1.350	1.124	5.595
	$GIIDV_{t-2}$	-0.416	1.670	-3.262	5.579
	$PTP$	0.000	0.000	0.000	0.000
0.5	$ROA_{t-1}$	0.057	0.067	0.198	0.080 *
	$ROA_{t-2}$	0.044	0.044	0.160	0.074 *
	$GEIDV_{t-1}$	0.075	0.737	0.533	0.724
	$GEIDV_{t-2}$	0.788	0.766	0.255	0.726
	$GIIDV_{t-1}$	0.915	1.797	4.117	1.221 **
	$GIIDV_{t-2}$	1.194	2.256	-2.071	5.281
	$PTP$	0.000	0.000 +	0.000	0.000
0.75	$ROA_{t-1}$	0.023	0.058	0.251	0.160
	$ROA_{t-2}$	0.124	0.070 +	0.257	0.170
	$GEIDV_{t-1}$	-1.054	0.593 +	-0.056	0.617
	$GEIDV_{t-2}$	-0.238	0.633	-0.409	0.627
	$GIIDV_{t-1}$	-0.518	1.517	3.089	0.959 **
	$GIIDV_{t-2}$	1.512	2.111	4.325	5.794
	$PTP$	0.000	0.000 *	0.000	0.000 **
0.9	$ROA_{t-1}$	0.047	0.068	0.497	0.236 *
	$ROA_{t-2}$	0.106	0.110	0.445	0.209 *
	$GEIDV_{t-1}$	-1.914	0.498 **	-0.400	0.557
	$GEIDV_{t-2}$	-1.092	0.469 *	-1.156	0.629 +
	$GIIDV_{t-1}$	-2.640	1.726	1.404	0.940
	$GIIDV_{t-2}$	11.256	6.603 +	7.931	6.782
	$PTP$	-0.001	0.000 **	0.000	0.000 **

## **6. Conclusiones**

Se ha realizado una investigación empírica sobre las relaciones entre I+D externa e interna y rentabilidad para un conjunto de más de 400 empresas agroalimentarias españolas en el periodo 2000-2008 a partir de datos de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales. Dada la asimetría de las variables, la metodología ha consistido en usar regresión por cuantiles que es más apropiada en casos de no normalidad. Además, esta técnica ofrece la posibilidad de cuantificar el efecto de los regresos en diferentes puntos del dominio de la variable dependiente.

Se ha comprobado que la variable ROA es persistente en el tiempo y una vez que se consigue un determinado nivel de rentabilidad, este produce un efecto de permanencia al año siguiente. Una interesante vía de investigación futura sería analizar los factores que llevan a esta persistencia de la rentabilidad.

Se ha encontrado evidencia estadística de que los gastos externos en I+D afectan positivamente a la rentabilidad, no de forma inmediata pero sí con un desfase de hasta dos años. En las grandes empresas, la I+D externa, desfasada uno o dos años, siempre presenta impacto positivo y significativo, aunque decreciente según aumenta la rentabilidad. En las pymes la I+D externa es significativa en la parte media y superior de la distribución condicionada de ROA. Por tanto, parece necesario tener cierto nivel de rentabilidad o ser empresa grande para que la I+D externa tenga repercusiones en los resultados. La implicación práctica de esta conclusión sería: incentivar, promover y fomentar la I+D externa en las empresas agroalimentarias es especialmente crítico pues repercute positivamente en el medio plazo, pero debe hacerse a partir de una situación inicial de rentabilidad superior a la media del sector o para tamaños superiores a 200 empleados. Hacer I+D en la propia empresa es caro y la mayoría de las empresas no tienen capacidad para realizarla. Por este motivo es frecuente que opten por la externalización de este tipo de tarea. Los resultados empíricos de este trabajo sustentan esta idea, y muestran una mayor efectividad de la I+D externa.

No se ha encontrado evidencia de un efecto directo de los gastos internos en I+D en la línea de otros trabajos (Christensen, Rama, Von Tulzeman, 1996; Rama, 1996; Pavitt, 1984) que concluyen que el sector agroalimentario se apoya más en la innovación de otros sectores que en su propia innovación

tecnológica. No se descarta, sin embargo, una repercusión indirecta a través de las inversiones en bienes de equipo. En muy pocas de las regresiones realizadas se ha encontrado que las variables de I+D externa e interna sean ambas significativas. Esto puede deberse a la gran competitividad de la investigación y desarrollo en biotecnología o ingeniería de procesos. Tampoco se han visto elementos que indiquen como ciertas las relaciones en el sentido de que la rentabilidad causa I+D. Se rechaza, por tanto, que mayor rentabilidad de las empresas conduzca a invertir más en I+D externa o interna.

Las inversiones en bienes de equipo mejoran los resultados empresariales: en las pymes el impacto es creciente según aumenta la rentabilidad; en las grandes empresas es más significativo y de mayor cuantía pero decreciente. Por tanto, la modernización de los procesos productivos sigue siendo una importante vía para aumentar la competitividad. Esto explicaría la baja proporción de empresas que realizan I+D: las empresas perciben que existe todavía recorrido para mejorar vía adquisiciones de capital con impactos más directos sobre la rentabilidad, además de más baratos y seguros.

Por último, a nivel operativo se constata que el uso de regresiones por cuantiles y el tratamiento desglosado de la I+D externa e interna permite obtener estimaciones más robustas, al tiempo que proporciona una visión más amplia de las relaciones complejas que se dan entre I+D, rentabilidad e inversiones en capital.

## Referencias bibliográficas

- Alfranca, O., Rama, R., von Tutzemann, N. (2004). Innovation spells in the multinational agri-food sector. *Technovation* 24, 599-614.
- Arellano M., Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *Review of Economic Studies*, 58, 277-297.
- Arellano M., Bover, O. (1995). Another Look at the Instrumental-Variable Estimation of Error-Components Models. *Journal of Econometrics*, 68, 29-51.
- Audretsch, D.B., Menkveld, A.J., Thurik, A.R. (1996). The decision between internal and external R&D. NEUHUY-RESEARCH INSTITUTE.
- Barney, J.B. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17 (1), 99-120.
- Bayona, C.; García-Marco, T. (2010). Assessing the effectiveness of the Eureka Program. *Research Policy*, 39, 1375-1386.
- Bentzen, J., Madsen, E.S., Smith, V., Dilling-Hansen, M. (2005). Persistence in corporate performance? empirical evidence from panel unit root tests. *Empirica*, 32 (2), 217-230.
- Blesa, A., Ripollés, M. (2005). Relación entre la orientación al mercado y la orientación emprendedora: su influencia en el rendimiento de la empresa. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 14 (3), 165-180.
- Blundell R., Bond, S. (1998). Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, 87, 115-144.

- Branch, M. (1974). Research and Development Activity and Profitability: A Distributed Lag Analysis. *The Journal of Political Economy*, 82 (5), 999-1011.
- Brickau, R., Chaston, I., Mangles, T. (1994). Factors influencing the performance of SME food processing companies within the single European Market. *International Business Review*, 3 (2), 165-178.
- Bönte, W. (2003). R&D and productivity: Internal vs. external R&D-evidence from west german manufacturing industries. *Economics of Innovation and New Technology*, 12(4), 343-360.
- Chiao, C. (2002). The relationship between R&D and physical investment of firms in science-based industries. *Applied Financial Economics*, 12 (2), 105-21.
- Christensen, J.L., Rama, R., von Tunzelmann, G.N. (dir) (1996). Innovation in the European food products and beverages industry. European Commission.
- Coad, A., Rao, R. (2006). Innovation and market value: a quantile regression analysis. *Economics Bulletin*, 15 (13), 1–10.
- Coad, A., Rao, R. (2008). Innovation and firm growth in high-tech sectors: a quantile regression approach. *Research Policy*, 37, 633–648.
- de Jong, J.P.J, Vermeulen, P.A. (2006). Determinants of product innovations in Small firms. A comparison across industries. *International Small Business Journal*, 24 (6), 587-609.
- de Jong, P. J. (2007). The relationship between capital investment and R&D spending: a panel cointegration analysis. *Applied Financial Economics*, 17 (11), 871-880.
- de Noronha, M.T., Cesário, M., Fernandes, S. (2006). Interaction between innovation in small firms and their environments: an exploratory study. *European Planning Studies*, 14 (1), 95-117.
- Doornik, J.A. (2007), *Object-Oriented Matrix Programming Using Ox*, 3rd ed. London: Timberlake Consultants Press and Oxford: www.doornik.com.
- Doornik, J.A., Arellano, M., Bond, S. (2006). Panel data estimation using DPD for Ox. www.doornik.com
- Fortuin, F.T.J.M., Omta, S. (2007). Innovation drivers and barriers in food processing. *International Food and Agribusiness Marketing Review*, 10 (4), 1-24.
- Fortuin, F.T.J.M., Omta, S. (2009). Innovation drivers and barriers in food processing. *British Food Journal*, 111 (8), 839-851.
- Franzen, D. (2003). The causality between R&D and productivity in manufacturing a international disaggregate panel data study. *International Review of Applied Economics*, 17(2), 125-46.
- Furtan, W.H., Sauer, J. (2008). Determinants of food industry performance: survey data and regressions for Denmark. *Journal of Agricultural Economics*, 59, 555–573.
- Gellynck, X., B. Vermeire and J. Viaene. (2007). Innovation in food firms: contribution of regional networks within the international business context. *Entrepreneurship & Regional Development*, 19 (3), 209-226.
- Geroski, P. (1990). 'Modeling persistent profitability'. In D. Mueller (ed.), *The Dynamics of Company Profits*. Cambridge University Press, Cambridge, MA
- Geroski, P., Jacquemin, A. (1988). The persistence of profits: a European comparison. *The Economic Journal*, 98 ( 391), 375-389.
- Griffith, R., Redding, S., Reenen, J. (2004). Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. *Review of Economics and Statistics*, 86 (4), 883-895.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10 (1), 92-116.
- Griliches, Z. (1998). *R&D and productivity: The Econometric Evidence*. The University of Chicago Press.
- Grunert, K.G., Jensen, B.B., Sonne, A.M., Brunso, K., Byrne, D.V., Clausen, C., Friis, A., Holm, L., Hyldig, G., Kristensen, N.H., Lettl, C., Scholderer, J. (2008). User oriented innovation in the food sector: relevant streams of research and agenda for future work. *Trends in Food Science and Technology*, 19, 590-602.
- Karantininis, K., Sauer, J., Hartley, W., (2010). Innovation and integration in the agri-food industry. *Food Policy*, 35 (2), 112-120.
- Klette, T.J., Kortum, s. (2004). Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of Political Economy*, 112., 896-1018.
- Koenker. R. (2005). *Quantile Regression*. Cambridge University Press.
- Koenker, R. (2008). *quantreg: Quantile Regression*. R package version 4.24. <http://www.r-project.org>
- Koenker. R., Basset. G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*. 46 (1).. 33–50.
- Lach, S., Schankerman, M. (1989). Dynamics of R&D and Investment in the Scientific Sector. *The Journal of Political Economy*, 97 (4), 880-904.

- Lach, S., Rob, R. (1996). R&D investment and industry dynamics. *Journal of Economics and Management Strategy* (5), 217-49.
- Lööf, H. (2008). The dynamics of firm growth. A re-examination. CESIS, electronic working paper series, 30 pgs.
- Lokshin, B., Belderbos, R., Carree, M.A. (2008). The productivity effects of internal and external R&D: evidence from a dynamic panel data model. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70 (3), 399-413.
- Mairesse, J., Hall, B.J. (1996). Estimating the productivity of research and development in French and United States manufacturing firms: an exploration of simultaneity issues with GMM, en van Ark, B., Wagner, K. (eds), *International Productivity Differences, Measurement, and Explanations*. Elsevier North-Holland.
- Mairesse, J., Siu, A.K. (1984). An extended accelerator model of R&D and physical investment, in *R&D, Patents and Productivity* (ed, Griliches, Z.). University of Chicago Press.
- Mamaqui, X., González, M.A., Albisu, L.M. (2009). La relación entre ventajas competitivas y resultados empresariales en la industria agroalimentaria aragonesa. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 9 (2), 79-104.
- Maruyama, N. , Odagiri, H. (2002). Does the persistence of profits' persist?: a study of company profits in Japan, 1964-97. *International Journal of Industrial Organization*, 20 (10), 1513-1533.
- Nahm, J.W. (2001). Nonparametric quantile regression analysis of R&D-sales relationship for Korean firms. *Empirical Economics*, 26 (1), 259-270.
- Nelson, R. (1981). Research on productivity growth and productivity differences: dead ends and new departures. *Journal of Economy Literature*, 19, 343-373.
- Nelson, R.R., Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Odagiri, H., Yamawaki, H. (1990). The persistence of profits in Japan. In D. Mueller (ed.), *The Dynamics of Company Profits*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Olavarrieta, S., Friedmann, R. (2008). Market orientation, knowledge-related resources and firm performance. *Journal of Business Research*, 61 (6), 623-630.
- Paladino, A. (2008). "Analyzing the Effects of Market and Resource Orientations on Innovative Outcomes in Times of Turbulence", *Journal of Product Innovation Management*, 25(6), 577.
- Penrose, E. T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. John Wiley, New York.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral pattern of technological change: towards a taxonomy and theory. *Research Theory* 13(6), 343-373.
- Rama, R. (1996). Empirical study on sources of innovation in international food and beverage industry. *Agribusiness*, 12 (2), 123-134.
- Rama, R., Alfranca, O. (2003). Introduction: innovation in the food industry and biotechnology. *International Journal of Biotechnology* 5, 213-221.
- Roberts, P.W. (1999). Product innovation, product-market competition and persistent profitability in the US pharmaceutical industry. *Strategic Management Journal*, 20(7), 655-670.
- Rodríguez, D. (2009). *Las empresas industriales en 2008. Encuesta sobre Estrategias Empresariales*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 276 pgs.
- Rouvinen, P. (2002). R&D-productivity dynamics: Causality, lags and 'dry holes'. *Journal of Applied Economics*, V(I), pgs. 123-156.
- Sutton J. (1998). *Market structure and technology*. MIT Press.
- Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15 (6), 285-305.
- Teece, D.J. (2006). Profiting Reflections on" Profiting from innovation". *Research Policy*, 35 (8), 1131-1146.
- Traill, W.B., Meulenber, M. (2002). Innovation in the food industry. *Agribusiness*, 18 (1), 1-21.
- Veugelers, R., Cassiman, B. (1999). Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms. *Research Policy*, 28 (1), 63-80.
- Verhees, F.J.H.M.; Meulenber, M.T.G. (2004) Market Orientation, Innovativeness, Product Innovation, and Performance .in Small Firms.*Journal of Small Business Management* 42,134 - 154.
- Waring, G.F. (1996). Industry differences in the persistence of firm-specific returns. *The American Economic Review*, 86 (5), 1253-1265.
- Wernerfelt, B. (1984). The Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 5, (2), 171-180.