

## **INTENSIDAD EN I+D Y DESEMPEÑO EMPRESARIAL EN LAS PYMES: UN ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL**

María Isabel González Bravo (Universidad de Salamanca) y Luís Alberto Pargas Carmona (Universidad de Salamanca)

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es caracterizar la actuación de un conjunto de pymes estadounidenses que desarrollan actividades de I+D en el período 1999-2003, para determinar si existen diferencias según su intensidad en I+D (Investigación y Desarrollo). El estudio fue realizado por medio del Análisis Factorial Múltiple (AFM) para analizar el desempeño desde una perspectiva multidimensional, al tiempo que se incorporan las posibles variaciones temporales. El resultado es un mapa de consenso de las pymes en ese período, que permite evidenciar diferencias de desempeño que podrían relacionarse a la intensidad en I+D. En este sentido, se encontraron diferencias principalmente en el *cash flow* de operaciones y en los resultados obtenidos en la actividad en relación con trabajadores y gastos de I+D. Se verificó que estas diferencias eran desfavorables para las empresas altamente intensivas en I+D, lo que es un indicio de la existencia de un punto crítico de inversión en I+D en el cual su retribución comienza a descender. Los resultados son un punto de partida importante para estudios de tipo causal que analicen la forma funcional de esta relación y, por otro lado, despiertan el interés hacia futuros trabajos que incorporen al análisis el desplazamiento de las fronteras tecnológicas y la evaluación de los efectos *spillover*.

Palabras Clave: Investigación y Desarrollo, I+D y Desempeño empresarial, PYME, Análisis Factorial Múltiple.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Schumpeter (1934) ya manifestó que las empresas buscan la obtención de rentas a través de la innovación puesto que ésta genera algún tipo de ventaja para el innovador. El Manual de Oslo (1997) recoge algunos de los efectos positivos que los procesos de investigación e innovación pueden generar a las empresas: desarrollo y mejoras en productos que pueden incidir directamente en su poder en el mercado; o mejora o eficiencia en los costes soportados en los procesos productivos. Por estas razones, cabe esperar que el efecto de la inversión en I+D resulte detectable en la empresa, al menos en variables como el beneficio que pueda derivarse del incremento de sus ventas, o reducción de costes, o en la mejora de la productividad derivada de la aplicación de sus procesos. En definitiva, mejoras en la ventaja competitiva de la empresa (Chiesa, 2001).

La investigación orientada a evaluar los efectos que la inversión en I+D tiene en los resultados empresariales se ha basado principalmente en, por una parte, estudio de casos y, por otra, estimación econométrica de funciones de producción incluyendo una variable de I+D (Griliches, 1979). El estudio de casos es un valioso instrumento para la generación de hipótesis, pero la generalización de sus resultados es cuestionable. Por su parte, el enfoque econométrico se ha orientado básicamente a evidenciar la existencia de una relación positiva entre la inversión en I+D de la empresa y su rentabilidad y productividad, medida a través de diferentes variables. El objetivo básico es poder valorar el retorno de la inversión en I+D, si es que éste puede derivarse de forma directa; en qué período dicho retorno o rentabilidad se produce; durante cuánto tiempo se produce y si existen variables que

podieran afectar a los niveles de rentabilidad de la inversión en I+D obtenidos por las empresas (Griliches y Mairesse, 1984; Lichtenberg y Siegel, 1991; Sougiannis, 1994; Griliches 1995; Hall y Mairesse, 1995; Co y Chew, 1997; Guangzhou, 2001; Wakelin, 2001). El análisis de la relación entre I+D y rendimiento empresarial a través de la estimación de funciones de producción o a través del establecimiento de modelos multivariantes, presupone la existencia de esa relación entre unidad monetaria invertida y retorno de la inversión, la cual intenta ser ajustada de forma que puedan alcanzarse conclusiones significativas respecto a las variables con mayor peso en el modelo y con mayor poder explicativo. Sin embargo, diversos trabajos apuntan a que la relación entre I+D y productividad no puede ser generalizada sino que ha de ser analizada dentro de un contexto de tamaño empresarial y de nivel tecnológico del sector en el que la empresa desarrolla la actividad (Odagiri e Iwata, 1986; Luh y Chang, 1997; Beneito, 2001). En consecuencia, cabría esperar que los resultados alcanzados por las empresas en distintas dimensiones como productividad, rentabilidad o eficiencia, fueran diferentes dependiendo de las variables antes mencionadas. Es en este contexto donde se plantea el presente trabajo. El objetivo es evidenciar la existencia de diferencias en el rendimiento de una muestra de pequeñas y medianas empresas vinculadas al nivel de la inversión en I+D de las mismas, detectando al mismo tiempo la influencia que el factor sector ejerce sobre ellas.

A diferencia de los trabajos realizados en esta área, y que se analizarán en una sección posterior, el presente trabajo se centra en el análisis de las similitudes existentes entre las empresas que cumplen determinadas características ligadas a la intensidad en I+D, a través de los posicionamientos alcanzados de acuerdo a su estructura de rendimiento empresarial. Esta estructura de rendimiento se construye a través de distintos ratios extraídos de los estados financieros, y vinculados a medidas de productividad, rentabilidad o margen, analizados durante el período 1999-2003. Se ha optado por una técnica de reducción de información basada en Análisis de Componentes Principales (ACP) (Pearson, 1901; Hotelling, 1933). Puesto que se han querido ofrecer resultados robustos ante las variaciones temporales, se emplea el Análisis Factorial Múltiple (AFM) (Escofier y Pages, 1985), que permite integrar varias matrices de datos en un espacio de consenso. El trabajo no parte de una asociación directa entre I+D y rendimiento empresarial, sino que pretende evidenciar la existencia de ese posible vínculo a través del análisis de los posicionamientos de las empresas de acuerdo a su estructura de rendimiento y en función del nivel de I+D. Si el nivel de intensidad en I+D efectivamente influye en el desempeño de la empresa, cabe esperar que en la representación obtenida queden perfectamente diferenciados grupos de empresas en función de dicho nivel de intensidad.

El trabajo presenta una serie de novedades en relación con la mayor parte de los planteamientos seguidos en los trabajos centrados en la relación entre la intensidad en I+D y el desempeño empresarial. En primer lugar, la medición del desempeño no se limita a un único indicador, sino que es entendido como una variable multidimensional en la que tienen cabida varios indicadores analizados por medio de una técnica de interdependencia que pondrá en evidencia dónde ocurren las diferencias entre las empresas según su intensidad en I+D, permitiendo mejorar la formulación de modelos estadísticos sobre la retribución de la I+D. En segundo lugar, el tratamiento de las variables tamaño y sector evita que los resultados del análisis pudieran estar influenciados por una inadecuada clasificación a priori de las empresas. Hay que tener en cuenta que la clasificación según la intensidad en I+D es realizada en relación a las empresas similares en tamaño e intensidad tecnológica de su sector.

## **2. RELACIÓN ENTRE INTENSIDAD EN I+D Y DESEMPEÑO**

La investigación en torno a la relación positiva entre inversión en I+D y productividad empresarial sigue abierta intentando concluir cómo la inversión en estos activos intangibles

puede condicionar la actuación de la empresa en términos de productividad. Un amplio conjunto de trabajos han evidenciado la existencia de una relación positiva y significativa entre inversión en I+D y productividad empresarial (Grabowski y Mueller, 1978; Ravenscroft y Scherer, 1982; Griliches y Mairesse, 1984; Griliches, 1984 y 1986; Sougiannis, 1994; Hall y Mairesse, 1995; Griliches, 1998; Guanzhou, 2001). Sin embargo, esta posible asociación parece no ser directa en el sentido de que variables como el tamaño empresarial (Bean, 1995; Cohen y Keppeler, 1996; Tsai y Wang, 2005; Kafouros, 2008) o el sector (Wakelin, 2001; Beneito, 2001; Wang y Tsai, 2003; Chia-Hung, 2004; Kafouros, 2008) pueden afectar al efecto real de la inversión en I+D sobre los resultados empresariales futuros. En líneas generales, si bien no puede hablarse de un consenso en los resultados obtenidos por las distintas investigaciones, en la mayor parte de los trabajos puede encontrarse evidencia sobre:

- i) la existencia de una relación positiva entre la productividad y los gastos de I+D de una empresa (Griliches, 1995; Hall y Mairesse, 1995; Guanzhou, 2001);
- ii) el impacto a largo plazo que tiene la inversión en I+D en los beneficios y en el valor de la empresa (Sougiannis, 1994);
- iii) la existencia de una relación significativa entre el valor de mercado de una empresa y su capital intangible medido a través de variables proxy como los gastos pasados en I+D y el número de patentes (Griliches, 1981);
- iv) el efecto que la variable tamaño de la empresa tiene sobre el impacto que la inversión en I+D puede tener sobre la productividad y rentabilidad de la misma (Cohen y Klepper, 1996; Tsai y Wang, 2005).

En la mayor parte de los trabajos destaca principalmente un enfoque econométrico basado en la estimación de funciones de producción incluyendo una variable de I+D (Griliches, 1979). Funciones de producción clásicas, y con una variable dependiente ligada a la Productividad Total de los Factores (TFP) dentro del contexto macroeconómico (Engelbrecht, 1997; Sakurai y Papaconstantinou, 1997; Frantzen, 1998; Bayoumi *et al.*, 1999; Hanel, 2000), constituyen una orientación de partida para los estudios de carácter microeconómico orientados a identificar las variables explicativas y diferenciadoras de los niveles de eficiencia relativos a las actividades de I+D (Griliches, 1980 y 1995; Sougiannis, 1994; Bean, 1995; Whiteley *et al.*, 1998; Guanzhou, 2001). Estos últimos comparten, en muchos casos, planteamientos comunes con el enfoque macroeconómico, al partir de la estimación de funciones de producción y seguir ligados, en ocasiones, al concepto de Productividad Total de los Factores. Griliches (1995) realiza una revisión sobre diversos trabajos que a nivel microeconómico han relacionado la productividad de las empresas con variables explicativas del gasto en I+D. Para este autor, una de las principales limitaciones de estos enfoques es que las medidas de rendimiento empresarial utilizadas no reflejan de manera adecuada el resultado de la I+D.

A este respecto, entre las variables asociadas a la medición del efecto predomina el enfoque basado en la *Total Factor Productivity* (TFP). No obstante, algunos de los primeros trabajos incluían variables ligadas directamente al resultado de la actividad, como es el caso de Odagiri (1983) al utilizar las ventas de la empresa. Posteriormente se han ido incluyendo otras como variables ligadas al valor añadido del output de la empresa o variables contables ligadas a la rentabilidad, beneficio e, incluso, valor de mercado. El trabajo de Sougiannis (1994), en el cual las variables de medición están asociadas a indicadores obtenidos de los estados financieros, plantea la posibilidad de que los beneficios empresariales reflejasen los beneficios de la I+D. Whiteley *et al.* (1997) plantean la utilización del denominado *New Sales Ratio* (NRS) para medir la contribución de nuevos productos en el crecimiento de rentabilidad de la empresa. En los últimos años, se han vinculado los efectos de la I+D

empresarial a la eficiencia de la misma a través de trabajos que utilizan estimación de funciones con metodologías no paramétricas como el *Data Envelopment Analysis* (DEA), siendo el *score* de eficiencia obtenido, el utilizado como variable de medición del rendimiento (Thore *et al.*, 1996; Co y Chew, 1997; Sengupta, 1999).

Como variables explicativas de la actividad de I+D se han utilizado principalmente gastos de I+D, personal y activos ligados a la actividad (Thore *et al.*, 1996; Co y Chew, 1997), gastos de I+D en años anteriores, y patentes (Griliches, 1981). En algunos casos, incluso se ha intentado analizar la influencia que la financiación pública a la I+D, respecto de la inversión privada, puede tener en la productividad (Guangzhou, 2001). Sin embargo, sigue existiendo un debate abierto respecto de los indicadores más apropiados para la medición del nivel de I+D de una empresa, así como respecto de las medidas representativas del beneficio reportado por dicha inversión (Werner y Souder; 1997 a y b). Debido a esto, la investigación orientada a recoger las relaciones entre I+D y productividad empresarial se verá afectada por estas cuestiones.

Entre los resultados alcanzados por estos estudios, Grabowski y Mueller (1978), Ravenscroft y Scherer (1982), Griliches y Mairesse (1984) y Griliches (1986), encuentran relaciones positivas y significativas entre inversión en I+D y desempeño, que se han ido afirmando a lo largo de trabajos posteriores como los de Griliches (1984) -influencia del capital intangible medido por gastos pasados en I+D y número de patentes sobre valor de mercado-; Sougiannis (1994) -influencia en beneficios y valor de la empresa-; Luh y Chang (1997), que introdujeron la variable de I+D junto con otras indicativas de activos y trabajadores, así como los de Hall y Mairesse (1995), Griliches (1998), Guanzhou (2001). Bean (1995) por su parte, afirma que la influencia no es directa, sino que la I+D contribuye a través de las ganancias que una empresa experimenta en productos y procesos. Por su parte, Becker y Speltz (1983) llaman la atención sobre un fenómeno que denominan “retornos decrecientes de la I+D”, es decir, la existencia de un punto crítico donde la retribución de la I+D comienza a descender, y del cual Huang y Liu (2005) ofrecen evidencia empírica al encontrar una relación de tipo “U” invertida entre intensidad en I+D y desempeño.

Frente a la teoría de existencia de una relación positiva entre I+D y productividad diversos autores han matizado dicha relación evidenciando que el tamaño de la empresa puede afectar a la misma. Cohen y Keppler (1996) encuentran una relación directa entre los resultados positivos por esfuerzos en I+D y el tamaño, de forma que la relación es prácticamente perfecta para aquellas empresas de gran tamaño. También se han ofrecido argumentos a favor de una relación negativa entre el tamaño de la empresa y la retribución de la I+D. Principalmente se afirma que cuando la empresa aumenta de tamaño, se mina la eficiencia de la I+D por el excesivo control burocrático (Scherer y Ross, 1990). Algunos autores como Acs y Audretsch (1990) argumentaron que los sistemas de producción flexibles que se asocian al cambio tecnológico en muchas actividades promueven la viabilidad de las pequeñas y medianas empresas e impulsan su dinamismo. Por otra parte, los resultados empíricos de Tsai y Wang (2005) describen la relación entre el desempeño de la I+D y el tamaño de la empresa como de tipo “U”, es decir, la productividad de la I+D es mayor en empresas grandes y pequeñas que en las empresas de tamaño medio.

Es de destacar, en relación con el tamaño que Griliches (1980) no encontró evidencia significativa de incremento de retornos por tamaño de la empresa excepto en los sectores petrolero y químico. Estos resultados son coherentes con otra serie de trabajos que han investigado cómo el sector de actividad de la empresa puede influir en el impacto final de la inversión en I+D sobre la productividad. Las posibles diferencias entre la productividad de las empresas dependiendo de si son firmas pertenecientes a sectores tecnológicamente intensivos o no intensivos también fue mencionado por Bean (1995), Beneito (2001), Wang y

Tsai (2003) o Chia-Hung (2004) sugiriendo la intensidad tecnológica del entorno más inmediato de la empresa como un factor determinante de la productividad empresarial.

Los resultados en este sentido tampoco son concluyentes. Wakelin (2001) afirma también la existencia de una relación positiva y significativa entre gasto en I+D y aumento de la productividad, pero con un retorno superior en las empresas innovadoras. Por su parte, Kafouros (2008) detectó diferencias a favor de las empresas de baja tecnología al presentar mejores rendimientos en I+D. Esto podía ser explicado porque en aquellos sectores con una alta competencia tecnológica, aquellas empresas más dinámicas en I+D tienen que competir también con el efecto de la imitación. En este sentido, el análisis de la relación entre innovación y desempeño obvia en ocasiones a la imitación como otra vía para la creación de mejoras. La transferencia tecnológica como resultado de la investigación, no sólo depende del entorno de la empresa sino de sus características internas, puesto que es difícil adquirir cierto conocimiento sin la preparación previa. Por tanto, la inversión en I+D no sólo mejora el desempeño por medio de la producción de innovaciones sino también por la adquisición de conocimiento que permitiría asimilar innovaciones ajenas. Jaffe (1986) indicó que la productividad de las empresas estadounidenses con alta I+D se beneficia principalmente del conjunto de conocimientos producidos por terceros. De igual manera, Odagiri e Iwata (1986) encontraron una importante contribución de la actividad de I+D en las empresas japonesas, pero también detectaron una presencia del efecto aprendizaje en dicha influencia. En este sentido, la influencia del efecto *spillover* sobre el crecimiento empresarial ha sido también ampliamente investigado (Luh y Chang, 1997; Beneito, 2001; Engelbrecht, 1997; Bayoumi *et al.*, 1999).

En consonancia con lo recogido en a lo largo del presente apartado, y teniendo en cuenta que la metodología utilizada en el presente trabajo no parte de la presunción de relaciones causales, sino que permite poder realizar las mismas de acuerdo a los resultados obtenidos en el mapa de consenso, se espera que los posicionamientos alcanzados por las empresas analizadas puedan evidenciar, entre otras:

- i) *Existen diferencias de desempeño entre las empresas intensivas en I+D y las empresas no intensivas en I+D.* Si la inversión en I+D y el rendimiento empresarial están relacionadas, es de esperar que las empresas más intensivas en I+D se posicionen (respecto a sus indicadores de rendimiento) diferenciadas de las de aquellas empresas menos intensivas en I+d.
- ii) *Existen diferencias de desempeño entre las empresas intensivas en I+D y las no intensivas, en función del sector al que pertenezcan.* Si la intensidad tecnológica del sector es un factor que afecta al efecto que la inversión en I+D tiene sobre el resultado empresarial, es de esperar que las empresas más intensivas en I+D se posicionen (respecto a sus indicadores de rendimiento) diferenciadas en función de la intensidad del sector al que pertenezcan.

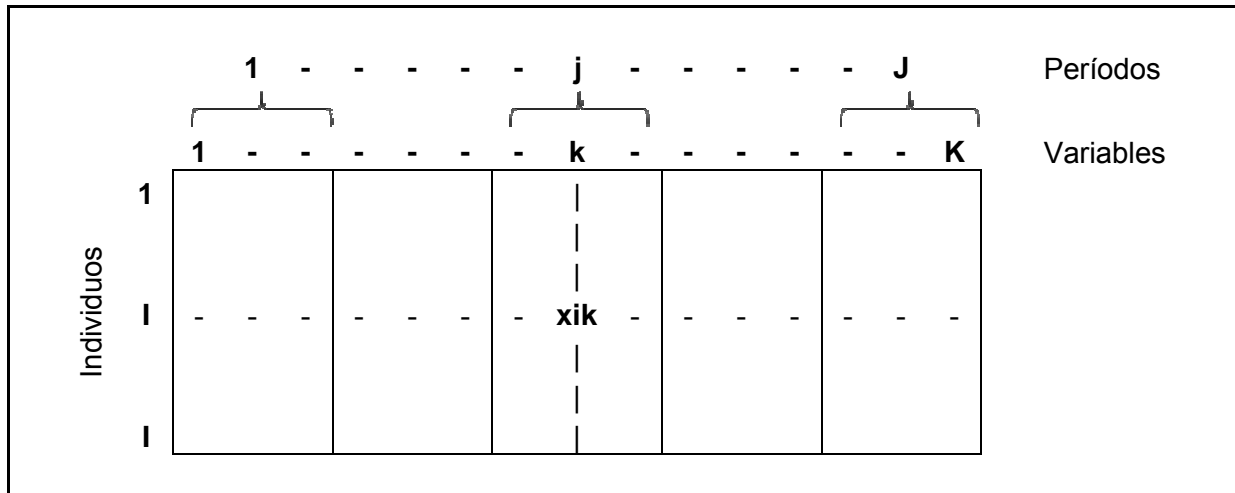
### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA: ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE**

El AFM fue propuesto por Escofier y Pagès (1985) con el propósito de analizar varias matrices de datos resultantes de la observación de varios grupos de variables. Lo que se persigue es la representación simultánea de todas las matrices de datos en un sistema de ejes común. Estas matrices de datos pueden representar mediciones de distintas variables sobre los mismos individuos o mediciones de las mismas variables en distintos períodos. La

representación final obtenida por medio de un AFM de los distintos individuos está en un espacio de consenso. El AFM trabaja con datos de tres vías (observaciones x variables x grupos de variables). En este estudio, son las mismas variables medidas sobre las mismas empresas en diferentes períodos. El tratamiento se realiza de acuerdo al esquema de la Figura 1.

**FIGURA 1. ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE**



Fuente: Adaptado de Escofier y Pagès (1985).

De esta forma, dado un conjunto de matrices de datos cuantitativos (si bien, también podrían utilizarse datos cualitativos), el AFM genera una matriz de consenso que podrá ser representada en un mapa una vez que los datos han sido procesados a través de dos etapas: i) un ACP realizado sobre cada una de las matrices de datos; y ii) una ponderación realizada por la inversa de la raíz cuadrada del primer autovalor respectivo obtenido de ese análisis. Finalmente, los factores globales, representativos de las estructuras de datos originales se obtienen utilizando todas las matrices yuxtapuestas, previamente ponderadas de la siguiente forma:

$$X = \left[ \frac{1}{\sqrt{\lambda_1^{(1)}}} X_1 \dots \frac{1}{\sqrt{\lambda_1^{(j)}}} X_j \dots \frac{1}{\sqrt{\lambda_1^{(J)}}} X_J \right] \quad [1]$$

Donde  $\lambda_1^{(j)}$  es el primer autovalor de la matriz  $j$ .

El AFM también permite generar gráficos de los individuos representados por las variables de cada matriz en los mismos planos factoriales. La representación que se obtiene es un mapa de consenso en el que se puede observar la existencia de similitudes en los niveles de las variables utilizadas en el análisis entre dos individuos. De esta forma, si dos individuos aparecen próximos, es porque comparten magnitudes similares de las variables recogidas por los factores seleccionados. La interpretación ofrece un punto de partida válido para un análisis explicativo sobre las posibles diferencias generadas por los niveles de intensidad en I+D de las empresas. La posible interdependencia observada entre las variables analizadas es considerada generalmente como una base para la formulación de posibles hipótesis sobre las relaciones de causalidad.

El AFM permite aportar un análisis más sólido, en el sentido de estabilidad ante los cambios de estructura entre períodos. Las representaciones obtenidas a través de técnicas de reducción de datos como el ACP, no ofrecen información sobre la estabilidad de las relaciones entre las variables dentro del grupo de individuos que describen. El objetivo básico es analizar si la estructura de las distintas matrices de datos es la misma o se producen alteraciones. En este sentido, el AFM es un valioso instrumento para medir la estabilidad de los resultados de un ACP (Abascal y Landaluce, 2002).

Enfoques similares pueden encontrarse en técnicas como el INDSCAL (*Individual Differences SCALing*) propuesto por Carroll y Chang (1970), o el STATIS (*Structuration des Tableaux A Trois Índices de la Statistique*), propuesto por L'Hermier des Plantes (1976) y desarrollado por Lavit (1988). Todas ellas permiten obtener *mapas de consenso* donde la cercanía entre individuos manifiesta estructuras de variables similares, las diferencias entre ellas responden a cuestiones técnicas dependiendo de cuestiones como los criterios para la obtención de la matriz de compromiso o conceder más importancia a las interrelaciones entre variables o a las distancias entre los individuos.

### 3.2 DATOS

Los datos utilizados en este estudio corresponden a un conjunto de empresas manufactureras estadounidenses en el período 1999-2003, clasificadas como pymes, y que fueron obtenidas de la base de datos Datastream®. La utilización de distintos períodos se valoró como necesaria por cuanto el AFM se planteó no sólo como una técnica para el análisis de la relación entre I+D y desempeño, sino también para ofrecer robustez ante las variaciones temporales y poder concluir sobre la estabilidad de las representaciones y resultados alcanzados. Del mismo modo, el hecho de partir de la no existencia de un efecto inmediato entre inversión en I+D y desempeño, obligaba, en cierta medida, a considerar más de un período.

Una empresa entrará a formar parte del análisis si tiene datos económicos y financieros para todos los años analizados, de forma que puedan obtenerse los valores de las distintas variables en todos ellos. Del conjunto de empresas contenidas en la base se trabajó únicamente con empresas manufactureras, y fueron obviadas aquellas empresas para las que no había datos en la variable "Gastos de I+D", puesto que este ítem sería el utilizado para definir la intensidad de la inversión en I+D. También fueron eliminadas aquellas empresas que no aportaban datos sobre empleados por condicionar su clasificación de tamaño. Esto último resulta vital puesto que el estudio está centrado en aquellas empresas que fueron clasificadas como pymes de acuerdo a los criterios que se exponen más adelante. De la base depurada (592 empresas), 343 (57,94%) fueron clasificadas como pymes constituyendo un total de 1.715 observaciones.

La clasificación del tamaño de la empresa no se hizo depender directamente, como ocurre generalmente, de determinados valores asociados al número de empleados o a los activos. Puesto que cada sector tiene sus particularidades, se consideraron injustas las típicas clasificaciones que ofrecen medidas generales. Se creyó conveniente utilizar una clasificación que los evaluara individualmente. Por esa razón, se empleó la clasificación propuesta por la SBA (*U.S. Small Business Administration*, 2008) en la tabla de tamaños estándares de pequeñas empresas vinculada al sistema de códigos norteamericanos de clasificación industrial (NAICS). La SBA establece valores numéricos de clasificación por tamaño (*size standards*) que fijan un límite a partir del cual una empresa será considerada como "grande" por dicho organismo, así como a efectos de los programas federales de contratación en Estados Unidos. La metodología seguida por la SBA parte de un principio fundamental de considerar que los criterios para la definición de los tamaños empresariales

deberían tener en cuenta las características de cada uno de los sectores industriales en los que una empresa opera. Para la fijación de los estándares son analizadas las características estructurales (tamaño medio de la empresa, grado de competitividad dentro del sector, distribución de empresas por tamaño,...) de cada uno de los sectores industriales para evaluar las diferencias y el grado de competitividad de dicho sector así como de las empresas que en él operan. Los criterios de tamaño se definen, dependiendo de la industria, de acuerdo a la facturación media anual o al número medio de empleados. En el caso del sector manufacturero es el número medio de empleados el utilizado para la clasificación como pequeña/grande empresa, estableciéndose por parte de la SBA 500 empleados como un límite adecuado en este sector. No obstante, este límite no es considerado como el *tamaño mínimo de clasificación* sino un *punto de referencia* pudiendo encontrar como criterios límites 500, 750 o 1.000 empleados dependiendo del subsector específico en el que la empresa se encuentre clasificada de acuerdo a su código NAICS (North American Industry Classification System).

Para investigar la relación entre intensidad en I+D y el desempeño sobre distintos sectores, varios autores han dividido a los sectores de acuerdo a su intensidad tecnológica. Griliches y Mairesse (1984) clasificaron a las empresas en “científicas” y “otras”. Así mismo, Odagiri e Iwata (1986) separaron a los sectores en “innovadores” y “no innovadores”. Wakelin (2001) prefirió una clasificación basada en la producción neta de innovaciones: sectores que usan más innovaciones de las que producen, y sectores que producen más innovaciones de las que usan. En este trabajo, se clasificaron los sectores en “alta tecnología” y “baja tecnología” con base en el estudio conducido por Hadlock *et al.* (1991), en el cual se realizó esa distinción utilizando un ratio de empleados de I+D sobre personal total.

Después de realizar un análisis previo de los datos para detectar y corregir (o excluir) casos con valores extremos y valores ausentes, se formaron dos grupos de acuerdo al nivel tecnológico del sector de pertenencia: alta tecnología y baja tecnología. En cada uno de esos grupos se diferenciaron las empresas atendiendo a la intensidad en I+D, de forma que fueran identificadas las empresas intensivas y no intensivas en I+D. Para dicha diferenciación se utilizó una variable recurrente en otros trabajos (Beneito, 2001; Zhan *et al.*, 2003): Gastos de I+D sobre ventas. La catalogación de una empresa como intensiva/no intensiva se hizo teniendo en cuenta las particularidades de los sectores a los cuales pertenecen, utilizando como punto de corte la mediana de la variable Gastos I+D/Ventas en cada grupo, la cual presenta la ventaja adicional de ser una medida más robusta de centralidad por no verse afectada por valores extremos.

La Tabla 1 muestra la cantidad de empresas que conforman cada uno de los grupos de clasificación.

**TABLA 1. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

<b>Sector</b>	<b>Muestra</b>
Alta tecnología	250 (72,89%)
Baja tecnología	93 (27,11%)

### **3.3 VARIABLES**

Como variables representativas del desempeño se seleccionaron 11 ratios obtenidos de los estados financieros y vinculados de forma generalizada al rendimiento y productividad empresarial (Tabla 2). La selección tiene la ventaja de utilizar un enfoque multidimensional



sobre el rendimiento de la empresa mejorando otros planteamientos donde únicamente se toma una variable de referencia para la medición de la productividad.

**TABLA 2. DEFINICIÓN DE LOS RATIOS CONTABLES**

<b>Variable</b>	<b>Ratios</b>	<b>Definición del ratio</b>
R1	Resultado explotación/Ventas	Margen Bruto explotación
R2	Ventas/Empleado	Ingresos Ventas por empleado
R3	Resultado explotación/Empleado	Resultado por empleado
R4	Ventas/Activo Total	Rotación activo
R5	BAII/Activo Total	Rentabilidad económica
R6	Cash-flow operaciones/Activo Total	Fondos de operaciones sobre activos totales
R7	Resultado explotación/Gastos I+D	Resultado sobre gastos de I+D
R8	Cash-Flow operaciones/Gastos I+D	Fondos de operaciones sobre gastos de I+D
R9	Resultado Neto/Fondos propios	Rentabilidad financiera
R10	Resultado neto/Gastos I+D	Beneficio neto sobre gastos I+D
R11	Inversiones Activo no corrientes/Activo Total	Tasa renovación estructura fija

Las variables escogidas están relacionadas con medidas de resultados empresariales como: rentabilidad, margen, productividad o generación de fondos. Para conseguir una representación que recogiese la mayor parte de la información correspondiente al desempeño de la empresa, se consideró necesario el incluir el mayor número de variables medidoras de rendimiento. Contrariamente a lo que se exige en muchas técnicas de dependencia, en el ACP, por tratarse de un análisis de interdependencia, no es necesario que las variables sean independientes. De hecho, es conveniente que existan correlaciones altas entre ellas para que la información pueda ser resumida por unos pocos factores.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Realizado el AFM se obtienen los factores condensadores de la información de partida introducida a través de las 11 variables indicadas anteriormente en los 5 años analizados. La Tabla 3 recoge la varianza explicada de los cuatro primeros factores representativos de la estructura de cada matriz de datos por año. Los factores extraídos y presentados en esa tabla tienen un autovalor mayor que uno en todos los años, y se presentan para cada uno de los grupos de empresas estudiados (alta tecnología y baja tecnología). Estos cuatro factores serán, en principio, los que permitirán evaluar las diferencias y/o similitudes entre los grupos de empresas analizados en función del posicionamiento que cada uno de ellos tenga con respecto a dichos factores en cada una de las representaciones gráficas correspondientes.

**TABLA 3. AUTOVALORES Y VARIANZA EXPLICADA POR CADA MATRIZ DE DATOS**

		1999		2000		2001		2002		2003	
Factor		Autov.	Porcent.	Autov.	Porcent.	Autov.	Porcent.	Autov.	Porcent.	Autov.	Porcent.
Alta tecnología	1	2,7468	24,9705	3,2281	29,3462	2,8664	26,0583	3,1030	28,2093	3,1627	28,7517
	2	1,7218	15,6531	1,5878	14,4343	1,4750	13,4095	1,4036	12,7598	1,8216	16,5600
	3	1,3837	12,5790	1,2597	11,4520	1,1155	10,1407	1,3607	12,3696	1,0978	9,9801
	4	1,0650	9,6821	1,1108	10,0984	1,0658	9,6887	1,0331	9,3922	1,0378	9,4348
Baja tecnología	1	3,8245	34,7685	3,4175	31,0680	3,2296	29,3598	3,6085	32,8043	3,0495	27,7228
	2	2,2801	20,7283	1,5962	14,5109	1,8153	16,5023	1,7393	15,8116	1,9595	17,8132
	3	1,1165	10,1501	1,3510	12,2819	1,3133	11,9394	1,1631	10,5738	1,5472	14,0654
	4	1,0076	9,1603	1,1643	10,5843	1,0858	9,8709	1,0955	9,9593	1,2234	11,1222

Es importante valorar en qué medida las distintas variables presentan una estructura similar para cada uno de los años analizados. Esta estabilidad de la estructura de las variables puede ser detectada a través del coeficiente de correlación entre las variables canónicas y los factores del análisis global. Este coeficiente de correlación permite analizar la existencia de factores comunes a lo largo de los años analizados, de forma que valores altos en correlación implican la existencia de un factor común en todos los períodos analizados. Lo contrario, implicaría que la estructura de las empresas, recogida a través de la información económico-financiera, se ha visto alterada o modificada a lo largo del período de análisis. En la Tabla 4 se recogen dichas correlaciones para cada uno de los grupos de empresas analizados. En general, los factores 1 y 2 presentan correlaciones razonablemente altas para el período 1999-2003 en ambos grupos. No obstante, podrían destacarse los valores relativamente bajos alcanzados en el año 1999. Esas cifras evidencian que en ese año la estructura de la información económica y financiera de las empresas estudiadas no está muy bien reflejada por la estructura factorial obtenida.

**TABLA 4. CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES CANÓNICAS Y LOS FACTORES DEL ANÁLISIS GLOBAL**

Factor		1999	2000	2001	2002	2003
Alta tecnología	1	0,7646	0,8262	0,8257	0,8418	0,6813
	2	0,5260	0,8197	0,8652	0,8486	0,6704
	3	0,4650	0,5105	0,4147	0,5240	0,7440
	4	0,4877	0,6695	0,6830	0,6841	0,5747
Baja tecnología	1	0,8405	0,9036	0,8959	0,9034	0,7631
	2	0,4336	0,8654	0,5668	0,8250	0,8165
	3	0,6863	0,8520	0,8775	0,7178	0,5439
	4	0,4604	0,4968	0,6518	0,8664	0,8124

Recordemos que el objetivo principal del presente trabajo es obtener una representación global de las diferentes matrices analizadas, que pueda evidenciar la existencia o no de diferencias entre el nivel de inversión en I+D y el desempeño de las empresas, y que los resultados sean robustos al haber introducido la variable temporal. Por esta razón, es importante evaluar en qué medida cada matriz-año está representada por la matriz de consenso. En este sentido, y junto con las correlaciones analizadas anteriormente (Tabla 4), el Coeficiente *RV* (Escoufier, 1973; Robert y Escoufier, 1976) puede ser utilizado como una medida de integración de la información disponible en las matrices individuales en la matriz de consenso global.

El valor del Coeficiente *RV* varía de 0 a 1, de forma que valores cercanos a 0 indican una relación débil entre los períodos considerados, y valores cercanos a 1 indican una estructura interna similar. En la Tabla 5, se muestran los valores del Coeficiente *RV* para los dos grupos de empresas analizadas. Puede observarse que la información contenida en los datos de 1999 y 2003 tienen una representación más débil, con valores del coeficiente que no alcanzan el 0,70. Así mismo, el grupo de empresas de alta tecnología es el que tiene una peor representación en la matriz de consenso. Las correlaciones de la Tabla 4 y los coeficientes de la Tabla 5 ponen en evidencia variaciones temporales de la estructura de las variables. En este sentido, la variabilidad que parece subyacer en las estructuras de los indicadores de rendimiento y desempeño de las empresas que han sido clasificadas en sectores de alta tecnología podría estar evidenciando el hecho de que en estos sectores las empresas más intensivas obtienen rendimientos a muy corto plazo, debiendo enfrentarse también al factor "imitación". En algunos casos puede resultar más rentable asimilar innovaciones ajenas que la propia inversión directa en I+D.

**TABLA 5. COEFICIENTE RV DE RELACIÓN ENTRE LAS MATRICES DE CADA AÑO Y LA MATRIZ DE CONSENSO**

	1999	2000	2001	2002	2003	Global
<b>Alta tecnología - Global</b>	0,5602	0,647	0,6437	0,6619	0,5458	1
<b>Baja tecnología - Global</b>	0,64	0,7715	0,7292	0,7783	0,6506	1

Utilizando los factores obtenidos puede ser representada la nube de puntos-observaciones. En este estudio se muestran las representaciones correspondientes a cada uno de los grupos en el primer plano factorial por ser el que mejor evidencia las diferencias entre las empresas según su intensidad en I+D, además de que obviamente es el que explica la mayor varianza. La posible existencia de diferencias entre las empresas de acuerdo a los niveles de intensidad de la I+D debería reflejarse por una diferenciación de los correspondientes puntos representados para cada uno de los grupos: intensivas/no intensivas en I+D; es decir, no proximidad inter grupos. Del mismo modo, una estabilidad de estas diferencias, si las hubiera, a lo largo del tiempo y, por lo tanto, una estabilidad de la representación, debería reflejarse por una proximidad de los centroides correspondientes a cada uno de los grupos; es decir, proximidad intra grupo. En los Gráficos 1 y 2, puede observarse que existen diferencias posicionales, respecto a los factores utilizados para la representación, dependiendo de la intensidad en I+D de las empresas en ambos sectores (alta tecnología y baja tecnología, respectivamente). Las empresas de ambos sectores se diferencian principalmente en el primer factor que, como se verá más adelante, en los dos casos reúne la misma información. Por su parte, las empresas pertenecientes a sectores de baja tecnología presentan una ligera diferenciación en el segundo factor.

Para poder comprender la información recogida en los ejes de los gráficos, en la Tabla 6 se muestra la contribución de cada variable a la formación de los mismos. Puede observarse

que el eje 1 de las empresas de alta tecnología agrupa los *fondos operativos* y los *resultados* obtenidos en la actividad en relación con dos de los factores básicos de explotación: trabajadores y gastos de I+D, mientras que el eje 2 está relacionado con componentes de la *rentabilidad económica*. Por su parte, en el grupo de empresas de baja tecnología el eje 1 está relacionado con los fondos operativos, mientras que el eje 2 es más difícil de interpretar, puesto que combina parte de la información explicada por el eje 1, y además combina ventas por empleado con resultado de la I+D.

**TABLA 6. SUMA DE LAS CONTRIBUCIONES DE LAS VARIABLES EN LOS DOS PRIMEROS EJES FACTORIALES**

Variables		Alta tecnología		Baja tecnología	
		Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
<b>R1</b>	Margen Bruto explotación	5,89	38,79	7,08	9,60
<b>R2</b>	Ingresos Ventas por empleado	11,96	9,76	5,44	15,96
<b>R3</b>	Resultado por empleado	21,19	4,09	19,08	7,47
<b>R4</b>	Rotación activo	2,98	12,72	1,32	3,36
<b>R5</b>	Rentabilidad económica	4,74	1,18	4,73	3,46
<b>R6</b>	Fondos de operaciones sobre activos totales	5,18	0,33	4,28	2,83
<b>R7</b>	Resultado sobre gastos de I+D	19,28	12,10	19,06	18,75
<b>R8</b>	Fondos de operaciones de operaciones sobre gastos de I+D	12,40	10,78	19,35	14,73
<b>R9</b>	Rentabilidad financiera	2,67	0,26	2,36	0,73
<b>R10</b>	Beneficio neto sobre gastos I+D	13,33	9,26	16,26	22,57
<b>R11</b>	Tasa renovación estructura fija	0,39	0,73	1,04	0,54

Los resultados parecen indicar que las pymes comparten como factor diferenciador según la intensidad en I+D, aquel que recoge información correspondiente a los resultados obtenidos por mano de obra o por unidad monetaria destinada a la I+D, los cuales son factores productivos que afectan directamente a la actividad y al resultado de explotación. En ningún caso la rentabilidad económica parece constituirse como una variable diferenciadora de forma clara. No obstante, la descomposición de la misma a través de sus dos componentes básicos, *rotación de los activos* y *margen*, sí constituye un factor que refleja las proximidades o diferencias entre las empresas de sectores de alta tecnología.

En este mismo tipo de sector, si bien la diferenciación no es lo suficientemente clara, puesto que existen empresas pertenecientes a ambos grupos de clasificación en función de la intensidad en I+D que comparten una “zona común”, las empresas no intensivas tienden a posicionarse hacia la derecha del Eje 1. Este posicionamiento permitiría considerar la existencia de mejores rendimientos por unidad invertida en I+D y por mano de obra utilizada, en las empresas que menos invierten en la actividad investigadora. Efectivamente, las empresas más intensivas soportan más Gastos en I+D y quizá también cuenten con una mano de obra más especializada lo que en principio perjudicaría sus valores en los denominadores de ambos ratios. Sin embargo, el hecho de no encontrar una diferenciación clara a su favor permitiría no considerar una posible hipótesis de relación directa entre inversión en I+D y rendimiento, al menos medido a través de dichas variables. Sí es de destacar que en relación con el Eje 2, que condensa información indirecta de la rentabilidad económica (Rotación de activos y Margen), las empresas intensivas están “mejor” posicionadas que las no intensivas. La existencia de un efecto “imitación” o utilización de

logros alcanzados por los que invierten directamente en actividades de I+D pudiera estar detrás de las estructuras de rendimiento detectadas en los sectores altamente tecnológicos.

En los sectores de baja tecnología, la información contenida por los ejes que constituyen el mapa de consenso no está tan diferenciada como en el caso anterior, como puede observarse por las contribuciones de las variables que tienen en su denominador los Gastos de I+D del período. En estos sectores, no sólo la rentabilidad económica no es un elemento diferenciador del posicionamiento de las empresas, sino que tampoco lo son los componentes de la misma, constituyendo una clara diferencia con los perfiles evidenciados en los sectores altamente tecnológicos. Es de destacar que el Eje 2, que recogería principalmente información relacionada con la productividad de empleados en ventas y con el beneficio obtenido por unidad invertida en I+D, las empresas intensivas parecen ofrecer mejores resultados.

Teniendo en cuenta lo recogido al inicio del trabajo, si la inversión en I+D y la productividad empresarial mantenían una relación directa, era de esperar que las empresas más intensivas en I+D se posicionaran (respecto a sus indicadores de rendimiento) diferenciadas de las de aquellas empresas menos intensivas. Sin embargo, a pesar de que parece existir una diferencia entre ambos grupos, lo cierto es que existe una “zona gris” con posicionamientos comunes independientemente de la intensidad investigadora. En este sentido, los resultados parecen indicar la existencia de un punto óptimo de inversión en I+D donde los resultados positivos de la misma pueden comenzar a descender.

Por otra parte, también se había indicado que si la intensidad tecnológica del sector fuera un factor que afectara al efecto que la inversión en I+D tiene sobre el resultado empresarial, era de esperar que las empresas más intensivas se posicionaran (respecto a sus indicadores de rendimiento) diferenciadas en función de la intensidad del sector al que pertenezcan. Las variables representativas de los posicionamientos de las empresas en los sectores de Alta/Baja tecnología son diferentes. Algunas variables relacionadas con los rendimientos por empleado o Cash Flow y Beneficio por unidad invertida en I+D parecen ser significativos de los perfiles de las empresas intensivas y no intensivas independientemente del sector en el que operen. Sin embargo, mientras que en los sectores altamente tecnológicos las empresas más intensivas obtienen rendimientos asociados a la rentabilidad económica, en los no intensivos estas variables ni siquiera son significativas y son sustituidas por otras. En este sentido, los resultados parecen también indicar que el análisis de la relación inversión I+D/desempeño debería considerar el sector en el que la empresa opera. Es importante recordar que la interpretación de los resultados obtenidos debe servir como un punto de partida para la generación de hipótesis a ser contrastadas en un posible estudio causal posterior.

## 5. CONCLUSIONES

En este estudio se exploraron las estructuras de las variables de desempeño en unos grupos de pymes de acuerdo su intensidad en I+D, teniendo en cuenta la intensidad tecnológica del sector al que pertenecían. Este análisis puso en evidencia la existencia de diferencias de desempeño entre las empresas intensivas en I+D y las no intensivas en I+D en los dos grupos formados de acuerdo a las características tecnológicas del sector, y permitió identificar en qué variables ocurre esa diferenciación.

La principal diferencia entre las empresas de acuerdo a su intensidad en I+D se encuentra en el *cash flow* de operaciones y en los resultados obtenidos en la actividad en relación con trabajadores y gastos de I+D. Asimismo, en las empresas pertenecientes a sectores de baja

tecnología, se aprecian diferencias en una dimensión que combina las ventas por empleado con el resultado de la I+D.

Los resultados evidencian que el retorno de la inversión en I+D es observable en más de una variable asociada al rendimiento y desempeño empresarial de las pymes y que además estas variables están asociadas a la intensidad investigadora de la empresa y al sector en el que opera. La consideración de un enfoque multidimensional del rendimiento empresarial sería aconsejable a la hora de analizar la productividad de la I+D de acuerdo a los resultados evidenciados en el mapa de consenso donde las empresas se han posicionado.

Se verificó que las diferencias encontradas eran desfavorables para las empresas altamente intensivas en I+D, lo que es un indicio de lo que Becker y Speltz (1983) denominan “retornos decrecientes de la I+D”, es decir, la existencia de un punto crítico donde la retribución de la I+D comienza a descender. Huang y Liu (2005) ofrecen evidencia empírica en este sentido cuando encuentran una relación de “U” invertida entre la intensidad en I+D y el desempeño, medido por medio del retorno sobre ventas (ROS) y el retorno sobre activos (ROA).

Es necesario resaltar que la técnica utilizada no evalúa el impacto real de la I+D en los resultados, principalmente porque no se trata de un análisis causal. Sin embargo, estos resultados sí son válidos como punto de partida para futuros estudios de carácter explicativo, proporcionando una comprensión inicial del papel del sector en la relación de la I+D con el desempeño empresarial. Parecen confirmarse algunas de las ideas encontradas en trabajos previos sobre los efectos directos que la inversión en I+D puede tener sobre el desempeño de la misma. Los resultados de este trabajo confirman la necesidad de introducir la variable “sector” en estudios que vinculen la I+D con el desempeño empresarial. Del mismo modo, es importante destacar que, puesto que la referencia utilizada para clasificar las empresas por su tamaño puede ser una importante fuente de variación entre los resultados, es también necesario en este tipo de investigaciones ser cuidadoso con la selección del criterio de clasificación.

Adicionalmente, la poca estabilidad de la estructura de las variables, detectada por medio del AFM, junto al hecho de que el estudio de una relación causal de este tipo exige un análisis longitudinal, hace atractivo un estudio que incorpore al análisis el desplazamiento de las fronteras tecnológicas y la evaluación de los efectos *spillover*. El período temporal elegido se considera suficiente para analizar la estabilidad de los resultados en una metodología como el AFM, así como para analizar los efectos de la inversión en I+D (algunos estudios consideran un período de 3-5 años en los que una empresa se beneficia de su innovación antes de ser “copiada”). No obstante, pudiera resultar conveniente verificar la estabilidad del comportamiento en una serie temporal más amplia. Al mismo tiempo, esto permitiría introducir mediciones temporales diferentes para el momento en el que se realiza la inversión en I+D y la influencia de la misma en resultados producidos por la misma posteriores.

De la misma forma, teniendo en cuenta que el análisis se ha realizado en pymes del sector manufacturero de USA, sería apropiada su aplicación a muestras de pymes pertenecientes a otros países y/o en otros sectores lo que permitiría evidenciar diferencias asociadas al entorno en el que la empresa opera. Asimismo podría detectarse la posible influencia que la normativa contable asociada a los procesos de I+D puede tener sobre la evaluación del rendimiento empresarial. En este sentido, es preciso recordar que mientras en algunos países los Gastos de I+D pueden ser activados y, por lo tanto suponen una inversión directa que se recogerá en la estructura de inversión de la empresa, en otros son considerado gasto del ejercicio.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ABASCAL, E. Y LANDALUCE, M.I. (2002): "Análisis factorial múltiple como técnica de estudio de la estabilidad de los resultados de un análisis de componentes principales", *Questiio*, 1-2, pp. 109-122.
- ACS, Z.J. Y AUDRETSCH, D. (1990): "Small firms in the 1990's" en: Acs, Z.J. y Audretsch, D., *The Economics of Small Firms: A European Challenge*, Kluwer Academic Pub., Boston.
- BAYOUMI, T., COE, D. Y HELPMAN, E. (1999): "R&D spillovers and global growth", *Journal of International Economics*, 47, pp. 399-428.
- BEAN, A. (1995): "Why some R&D organizations are more productive than others", *Research Technology Management*, 1, pp.25-30.
- BECKER, H. Y SPELTZ, L. (1983): "Putting the S-curve concept to work", *Research Management*, 26, 5, pp. 31-3.
- BENEITO, P. (2001): "R&D productivity and spillovers at the firm level: evidence from Spanish panel data", *Investigaciones Económicas*, 2, pp.289-313.
- CARROLL, J.D. Y CHANG, J.J (1970): "Analysis of individual differences in multidimensional scaling via an n-way generalization of "Eckart-Young" decomposition". *Psychometrika*, 35, 283-319.
- CHIA-HUNG, S. (2004): "Decomposing productivity growth in Taiwan's manufacturing, 1981-1999", *Journal of Asian Economics*, 15, pp. 759-776.
- CHIESA, V. (2001): *R&D Strategy and Organization, Managing Technical Change in Dynamic Contexts*, Imperial College Press, London.
- CO, H.C. Y CHEW, K.S. (1997): "Performance and R&D expenditures in U.S. and Japanese manufacturing firms", *International Journal of Production Research*, 12, pp. 3333-3348.
- COHEN, W.M. Y KLEPPER, S. (1996): "A reprise if size and R&D". *The Economic Journal*, July, pp. 925-951.
- ENGELBRECHT, H. (1997): "International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: An empirical investigation", *European Economic Review*, 41, pp. 1479-1488.
- ESCOFIER, B. Y PAGÈS, J., (1985): *Mise en oeuvre de L'Analyse Factorielle Multiple pour des Tableaux Numériques, Qualitatif, ou Mixtes*. Rapports de Recherche N° 429. Centre de Rennes, IRISA. France.
- ESCOUFIER, Y. (1973): "Le traitement des variables vectorielles", *Biometrics*, 29, pp. 751-760.
- FRANTZEN, D. (1998): "R&D, international technical diffusion and total factor productivity", *Kyklos*, 51, pp. 489-508.
- GRABOWSKI, H. Y MUELLER, D. (1978): "Industrial research and development, intangible capital stocks, and firm profit rates", *Bell Journal of Economics*, 9, pp. 328-343.
- GRILICHES, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth", *Bell Journal of Economics*, 10, pp. 92-116.
- GRILICHES, Z. (1980): "Returns to research and development expenditures in the private sector" en: Kendrick, J. y Vaccara, B., *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, University of Chicago Press., Chicago.
- GRILICHES, Z. (1981): "Market Value, R&D and Patents", *Economic Letters*, 7, pp. 183-187.
- GRILICHES, Z. (1984): *R&D, Patents, and Productivity*. University of Chicago Press., Chicago.
- GRILICHES, Z. (1986): "Productivity, R&D, and the basic research at the firm level in the 1970s" at the firm level", *American Economic Review*, 76, pp. 141-154.
- GRILICHES, Z (1995): "R&D productivity: econometric results and measurement issues" en: *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford.

- GRILICHES, Z. (1998): *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press., Chicago.
- GRILICHES, Z. Y MAIRESSE, J. (1984): "Productivity and R&D at the firm level" en: Griliches, Z., *R&D, Patents and Productivity*. University of Chicago Press, Chicago.
- GUANGZHOU HU, A. (2001): "Ownership, government R&D, private R&D, and productivity in Chinese industry", *Journal of Comparative Economics*, 29, pp. 136-157.
- HADLOCK, P., HECKER D. Y GANNON, J. (1991): "High technology employment: another view", *Monthly Labor Review* 114, pp. 26-30.
- HALL, B. Y MAIRESSE, J. (1995): "Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms", *Journal of Econometrics*, 65, pp. 263-293.
- HANEL, P. (2000): "R&D, interindustry and international technology spillovers and the total factor productivity growth of manufacturing industries in Canada, 1974-1989", *Economic Systems Research*, 3, pp. 345-361.
- HOTELLING, H. (1933): "Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components", *Journal of Educational Psychology*, 24, pp. 417-441, 498-520.
- HUANG, C.J. Y LIU, C.J. (2005): "Exploration for the relationship between innovation, IT and performance", *Journal of Intellectual Capital*, 6, 2, pp. 237-252.
- JAFFE, A. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value", *American Economic Review*, 75, pp. 984-1002.
- KAFOUROS, M.I. (2008): "Economic returns to industrial research", *Journal of Business Research*, 61, pp. 868-876.
- LAVIT, CH. (1988): *Analyse Conjointe de Tableaux Quantitatifs*, Masson, Paris.
- L'HERMIER DES PLANTES (1976): "Structuration des tableaux a trois indices de la statistique: Théorie et application d'une méthode d'analyse conjointe", *Tesis Doctoral*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc (USTL), Montpellier.
- LICHTENBERG, F.R. Y SIEGEL, D. (1991): "The impact of R&D investment on productivity: New evidence using linked R&D-LRD data", *Economic Inquiry*, 29, pp. 203-228.
- LUH, Y.H. Y CHANG, S.K. (1997): "Building the dynamic linkages between R&D and productivity growth", *Journal of Asian Economics*, 4, pp. 525-545.
- OCDE, (1997): *The measurement of scientific and Technological Activities. Proposed guidelines for collecting and Interpreting Technological innovation data. Oslo Manual 1996.*
- ODAGIRI, H. (1983): "R&D expenditures, royalty payments and sales growth in Japanese manufacturing corporations", *The Journal of Industrial Economics*, 32, pp. 61-71.
- ODAGIRI, H., E IWATA, H. (1986): "the impact of R&D on productivity increase in japanese manufacturing companies", *Research Policy*, 15, pp. 13-19.
- PEARSON, K., (1901): "On lines and planes of closest fit to systems of points in space", *Philosophical Magazine*, 2, pp. 559-572.
- RAVENS-CROFT, D. Y SCHERER, F.M. (1982): "The lag structure of returns to research and development", *Applied Economics*, 14, pp. 603-620.
- ROBERT, P. Y ESCOUFIER, Y. (1976): "A unifying tool for linear multivariate statistical methods: the RV-coefficient", *Applied Statistics*, 25, pp. 257-265.
- SAKURAI, N. Y PAPA-CONSTANTINOU, G. (1997): "Impact of R&D and technology difusión on productivity growth: empirical evidence for 10 OECD countries", *Economic Systems Research*, 1, pp. 81-110.
- SCHERER, F.M, AND ROSS, D. (1990): *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Houghton and Mifflin, Boston.
- SCHUMPETER, J.A. (1934): *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- SENGUPTA, J.K. (1999): "Efficiency measurements with R&D inputs and learning by doing", *Applied Economics Letters*, 6, pp. 629-632.
- SOUGIANNIS, T. (1994): "The accounting based valuation of corporate R&D", *The Accounting Review*, 1, pp. 44-68.



- THORE, S., PHILLIPS, F., RUEFLI, T.W. Y YUE, P. (1996): "DEA and the management of the product cycle: The U.S. computer industry", *Computer Operations Research*, 4, pp. 341-356.
- TSAI, K.H., Y WANG, J.C. (2005): "Does R&D performance decline with firm size? A re-examination in terms of elasticity", *Research Policy*, 34, pp. 966-976.
- U.S. SMALL BUSINESS ADMINISTRATION (2008): *Table of Small Business Size Standards Matched to North American Industry Classification System Codes*.
- WAKELIN K. (2001): "Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms", *Research Policy*, 30, pp. 1079-1090.
- WANG, J. Y TSAI, K. (2003): "Productivity growth and R&D expenditure in Taiwan's manufacturing firms", NBER Working Paper 9724. National Bureau of Economic Research.
- WERNER, B. Y SOUDER, W. (1997a): "Measuring R&D performance: state of the art", *Research Technology Management*, 2, pp. 34-42.
- WERNER, B Y SOUDER, W. (1997b): "Measuring R&D performance: U.S. and German practices", *Research Technology Management*, 3, pp. 28-32.
- WHITELEY, R., PARISH, T., DRESSLER, R. Y NICHOLSON, G. (1998): "Evaluating R&D performance using the new sales ratio", *Research-Technology Management*, Sep-Oct, pp. 20-22.
- ZHANG, A., ZHANG, Y. Y ZHAO, R. (2003): "A study of the R&D efficiency and productivity of Chinese firms", *Journal of Comparative Economics*, 31, pp. 444-464.

GRÁFICO 1. EMPRESAS DE ALTA TECNOLOGÍA (PLANO FACTORIAL 1-2)

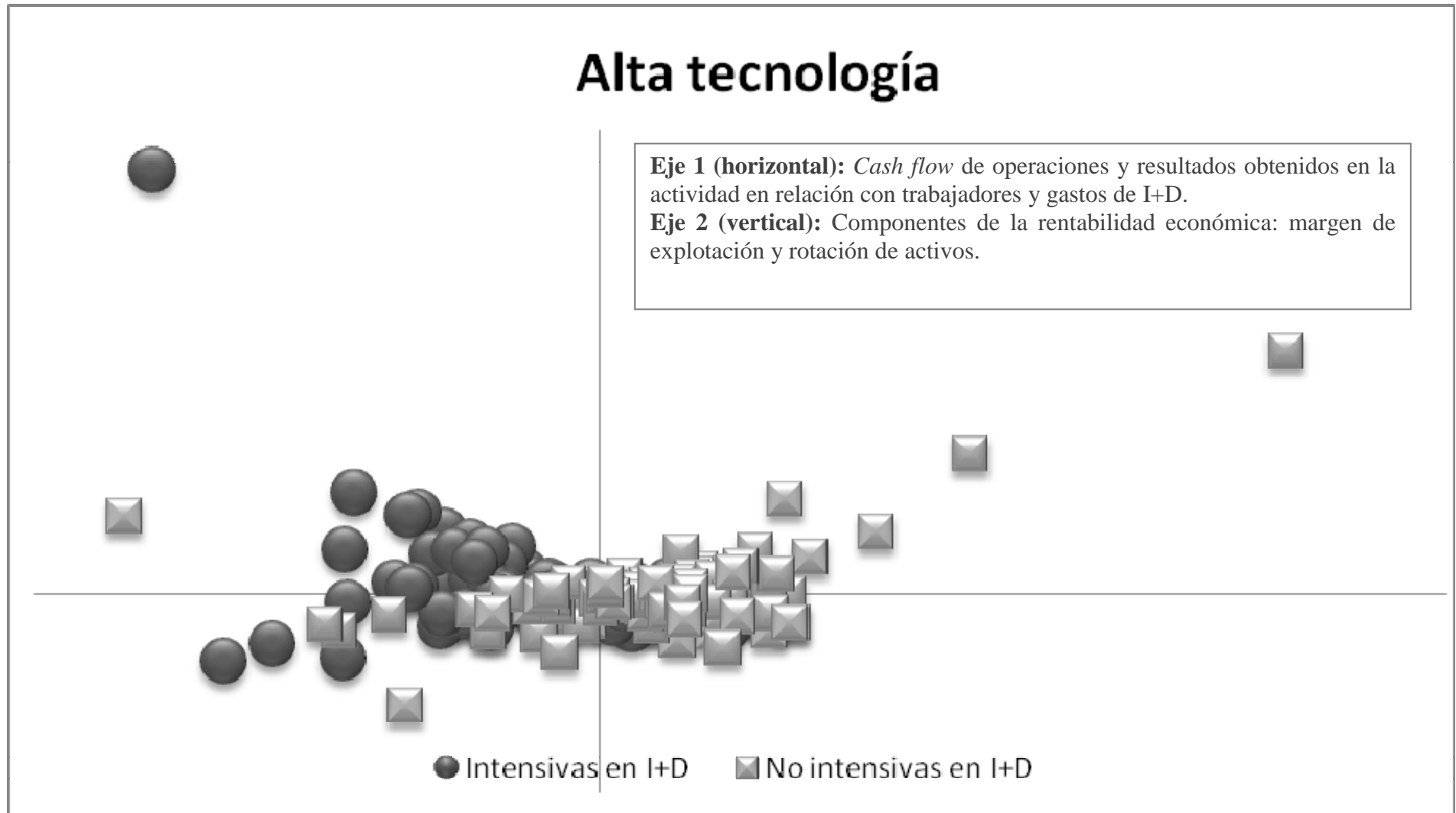


GRÁFICO 2. EMPRESAS DE BAJA TECNOLOGÍA (PLANO FACTORIAL 1-2)

