

---

# Productividad, eficiencia y resultados empresariales en la industria



# APORTACIÓN DE LA INVERSIÓN EN I+D A LAS MEJORAS EN LA PRODUCTIVIDAD

**DOLORES AÑÓN HIGÓN (\*)**

Universidad de Valencia y ERI-CES.

**MIGUEL MANJÓN ANTOLÍN**

Universidad Rovira i Virgili.

Las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) son una de las principales fuentes del crecimiento de la productividad empresarial (Griliches 1980). Sin embargo, numerosos estudios empíricos reflejan una fuerte disparidad entre las empresas a la hora de beneficiarse de sus actividades innovadoras (Griliches y Mairesse 1983; Hall et al. 1993; Wakelin 2001).

Entre las causas que explican dicha disparidad la literatura empírica se ha centrado principalmente en el papel que juegan el grado de sofisticación tecnológica (Klevorick *et al.* 1995) y las condiciones de apropiabilidad (Levin *et al.* 1987).

Por el contrario, a pesar de la creciente participación de las empresas extranjeras en actividades de I+D (Narula y Zanfei 2005), se ha prestado poca atención al papel que juega la internacionalización en la relación entre I+D y productividad (Kafourous *et al.* 2008; Tsang *et al.* 2008). Este es, precisamente, el objetivo de este estudio: analizar en qué medida las ventajas de que gozan las empresas multinacionales en relación a las domésticas podría permitirles obtener mayores rendimientos sobre la I+D. En particular, el análisis se lleva a cabo empleando un panel incompleto de empresas británicas, con observaciones anuales que cubren el periodo 2002 a 2006.

Existen diversas razones por las que la internacionalización de la I+D podría aumentar la capacidad innovadora de la empresa multinacional (comparada con la de la empresa doméstica), así como mejorar su habilidad para explotar sus innovaciones y apropiarse de los rendimientos obtenidos de tales actividades. Por un lado, la capacidad innovadora de las multinacionales podría ser mayor gracias a que en un entorno global tendrían la posibilidad de disponer de más recursos (Kobrin 1991). Asimismo, la expansión geográfica podría mejorar el régimen de apropiabilidad de las innovaciones (Teece 1986).

Ambos argumentos apuntan a que los rendimientos derivados de las actividades innovadoras se beneficiarían con la internacionalización de dichos procesos. Sin embargo, la internacionalización de la I+D no está exenta de problemas, los cuales podrían afectar negativamente a los rendimientos generados por dichas actividades. Entre ellos, diversos auto-

res señalan la posible fuga de conocimientos a empresas competidoras (Fisch 2003; Sanna-Randaccio y Veugelers 2007) y los altos costes de coordinación y control asociados a una red global de laboratorios de I+D (von Zedwitz y Gassman 2002; Gersbach y Schmutzler 2006).

En este trabajo se analizan empíricamente los efectos de la internacionalización sobre los rendimientos de la I+D empleando métodos semi-paramétricos para estimar consistentemente los coeficientes asociados a los factores productivos en una función de producción Cobb Douglas (Olley y Pakes 1996, Levinsohn y Petrin 2003). Este procedimiento representa un enfoque «estructural» en el sentido de que en último término está basado en un modelo dinámico de comportamiento de las empresas (Ericson y Pakes 1995). En particular, los resultados se obtienen bajo el supuesto de que las expectativas de las empresas sobre la productividad futura dependen tanto de su productividad actual como de los gastos actuales en I+D (Doraszelski y Jaumandreu 2007; Greenstreet 2007).

Dicho supuesto nos permite obtener una estimación no-paramétrica de los rendimientos obtenidos de la I+D a partir de las estimaciones de la productividad de cada empresa individual, por lo que tomando simples medias aritméticas podemos hacer inferencias para los distintos grupos de empresas en función de su grado de internacionalización. En concreto, en este trabajo distinguimos entre empresas domésticas (sin filiales en el extranjero), multinacionales de propiedad británica y multinacionales de propiedad extranjera.

Esta forma de proceder diferencia este estudio de investigaciones análogas que, teniendo como objetivo común analizar la contribución de la I+D sobre la productividad, obtienen directamente una estimación del rendimiento privado de la I+D a partir de la estimación de los coeficientes de una función de producción (Griliches 1998). En general, la obtención directa requiere de la imposición de determinadas hipótesis sobre el proceso de ajuste que gobierna la evolución del stock de I+D. Por ejemplo, si nos basamos en el modelo clásico de acumulación de conocimiento propuesto por Griliches (1979), estaríamos asumiendo que el conocimiento se acumula linealmente a una tasa de depreciación constante. En nuestro caso, siguiendo a Doraszelski y Jaumandreu (2007) consideramos una especificación más flexible de la relación entre I+D y productividad, sin imponer hipótesis sobre el proceso de acumulación de la I+D y sin requerir de una predicción sobre las condiciones iniciales del proceso acumulativo.

Esta metodología contrasta con la empleada en los únicos estudios que, hasta donde sabemos, han

analizado empíricamente la importancia de la internacionalización en la relación entre I+D y productividad: Kafourus *et al.* (2008) y Tsang *et al.* (2008). En el primero se estima un modelo en primeras diferencias por OLS, mientras que en el segundo se estima un modelo AR(2) para datos de panel por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas (aunque los resultados no se incluyen) y por el Método Generalizado de los Momentos utilizando retardos de las variables explicativas como instrumentos. Sin embargo, ambas especificaciones de la función de producción son en gran medida construcciones *ad-hoc*. Además, los estimadores empleados podrían ser sesgados debido a la presencia de *shocks* productivos no observables en la función de producción (Griliches y Mairesse 1998). Finalmente, ambos estudios se centran exclusivamente en el análisis de empresas que operan en sectores industriales, mientras que nuestra base de datos cubre tanto empresas manufactureras como del sector servicios.

El resto del artículo se organiza como sigue. En la siguiente sección presentamos una revisión de la literatura sobre la superioridad de la empresa multinacional y la internacionalización de las actividades de I+D. Nuestra estrategia empírica se detalla en la tercera sección. En la cuarta sección se describen los datos y se presentan los resultados de la estimación del modelo. Finalmente, la quinta sección recoge las principales conclusiones del estudio.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA †

La relación entre la multinacionalidad y los rendimientos empresariales ha sido materia de consideraciones tanto teóricas como empíricas. Entre las primeras, las teorías de la internacionalización empresarial sugieren que las multinacionales poseen una serie de ventajas que les permiten compensar los altos costes que implica operar en mercados foráneos. Estas ventajas podrían surgir de la posesión de mejores activos tangibles y, especialmente, intangibles (Aitken y Harrison 1999), de su habilidad para explotar economías de escala (Dunning 1993), de los diferenciales de coste de los factores productivos y/o de la transferencia de conocimiento desde la empresa matriz a sus filiales extranjeras (Bartlett y Ghoshal 1989). En el ámbito empírico, la superioridad de las filiales de multinacionales en términos de productividad respecto a las empresas puramente domésticas ha sido ampliamente documentada (1).

No obstante, existen estudios empíricos que indican que, en determinadas circunstancias, los rendimientos obtenidos por empresas domésticas pueden superar los obtenidos por empresas extranjeras. Kim y Lyn (1990), por ejemplo, muestran que las multinacio-

nales que operan en los mercados norteamericanos alcanzan beneficios promedio menores que los de una muestra aleatoria de empresas domésticas. Análogamente, Globerman *et al.* (1994) muestran que, una vez controlados los efectos de la intensidad del uso del capital y del tamaño de la empresa, las multinacionales que operan en Canadá no son significativamente más productivas que las empresas domésticas.

Este trabajo sugiere que el rendimiento superior de las multinacionales podría deberse a la alta intensidad del uso del capital y al mayor tamaño que las caracteriza. En el Reino Unido, Griffith (1999) muestra que, una vez controlamos por la utilización de los factores, en la industria automovilística las empresas domésticas no son significativamente menos productivas que las filiales extranjeras, exceptuando aquellas de origen americano. En este sentido, Driffield y Girma (2003) muestran que las empresas foráneas en el Reino Unido pagan salarios en promedio más elevados, lo que podría contrarrestar cualquier ventaja productiva.

En cualquier caso, resulta interesante observar que estos trabajos analizan exclusivamente cómo la multinacionalidad afecta a los rendimientos productivos, sin explorar la posibilidad de que también pudiera influir en los rendimientos de otras actividades empresariales, particularmente las actividades innovadoras y de I+D. Es decir, hasta qué punto la superioridad productiva de las multinacionales se traduce también en un mayor rendimiento de sus actividades innovadoras es un aspecto que apenas ha sido investigado. Paralelamente, este hecho contrasta con el creciente proceso de internacionalización de las actividades de I+D observado a lo largo de las últimas dos décadas. Si bien la internacionalización de estas actividades sigue siendo todavía inferior en escala a las actividades de ventas, marketing o producción (Kuemmerle 1999; Le Bas y Sierra 2002), sus potenciales efectos diferenciales sobre la productividad de las empresas multinacionales sin duda deberían ser tenidos en consideración (Kafourus *et al.* 2008; Tsang *et al.* 2008).

### Beneficios y costes en la internacionalización de la I+D ↓

En la literatura se pueden hallar diversas hipótesis sobre las motivaciones que llevan a las empresas multinacionales a expandir internacionalmente sus actividades de I+D (Dunning y Narula 1995). Esencialmente, la explotación de activos originarios de la casa matriz y la adquisición o mejora de activos a través de la explotación de ventajas tecnológicas propias del país huésped, siendo estas últimas las que

parecen haber ganado mayor importancia durante la última década (Criscuolo *et al.* 2005). En el primer caso la internacionalización de la I+D respondería a un proceso de transferencia de tecnología hacia las filiales extranjeras con el fin de explotar los activos tecnológicos desarrollados en el país de origen, si bien adaptándolos y modificándolos a las características de los mercados exteriores (Bartlett y Ghoshal 1990). En el segundo caso las multinacionales buscan la adquisición de recursos únicos para capturar las externalidades creadas por las empresas e instituciones de los países de destino (Florida 1997).

No obstante, también se han identificado razones por las cuales los costes asociados a la expansión internacional de la I+D podrían contrarrestar los potenciales beneficios. Entre éstas se encuentran “la desventaja de ser extranjero” (Hymer 1976 y Zaheer 1995, por ejemplo), resultado en último término del menor conocimiento por parte de la filial extranjera del mercado local, los costes de reputación y la falta de conexiones con el entramado institucional del país huésped. Los rendimientos de la I+D obtenidos por las filiales extranjeras con respecto a las domésticas podrían verse asimismo desfavorecidos por los altos costes de coordinación y los posibles problemas de agencia derivados de una red dispersa de laboratorios de I+D. Finalmente, cabe considerar los posibles riesgos políticos y de tipo de cambio y la posibilidad de fuga de conocimientos hacia los competidores locales (von Zedtwitz y Gassmann 2002; Gersbach y Schmutzler 2006; Fisch 2003).

En consecuencia, los efectos que pueda tener la internacionalización de la I+D sobre la productividad empresarial no están a priori claramente determinados. No obstante, los dos estudios empíricos existentes sobre la cuestión, Kafourus *et al.* (2008) para el Reino Unido y Tsang *et al.* (2008) para Singapur, concluyen que el grado de internacionalización influye positivamente en la relación I+D-productividad. En concreto, Kafarous *et al.* (2008) muestran que las empresas necesitan superar un determinado umbral de internacionalización para poder beneficiarse de los rendimientos de la I+D y Tsang *et al.* (2008) que las filiales extranjeras obtienen un mayor rendimiento de sus inversiones en I+D que sus rivales domésticas.

Sin embargo, las conclusiones alcanzadas por estos trabajos son como mínimo cuestionables, puesto que es más que probable que estén afectadas por importantes sesgos de estimación (especificación *ad-hoc* de la función de producción, presencia de *shocks* productivos no observables). Además, como argumentan Doms y Jensen (1998) y Temouri *et al.* (2008: p. 33), ninguno de ellos aborda la importante distinción entre “subsidiarias de empresas extranjeras (...) y multinacionales domésticas, por un lado, y

empresas domésticas, por otro”, por lo que los efectos observados podrían estar reflejando la agregación (parcial) de estas categorías. Por el contrario, la estrategia empírica seguida en este trabajo no está sujeta a estas limitaciones.

## EL MODELO

Supongamos que las empresas producen un bien homogéneo empleando una tecnología Cobb-Douglas:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_\alpha \alpha_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \omega_{it} + e_{it} \quad [1]$$

siendo  $y_{it}$  el logaritmo neperiano del valor añadido de la empresa  $i$  en el periodo  $t$  (en nuestro caso,  $i = 1, \dots, 458$  y  $t = 1, \dots, T_i$  para  $T_i = 3, 4, 5$ ),  $\alpha_{it}$  la edad de la empresa,  $k_{it}$  el logaritmo neperiano del factor capital,  $l_{it}$  el logaritmo neperiano del factor trabajo,  $\omega_{it}$  la productividad (no observada) de la empresa y  $e_{it}$  un término de error con las propiedades habituales (media cero, varianza constante, etc.).

En principio la estimación de la expresión [1] no presenta ninguna dificultad aparente, por lo que la opción más plausible sería recurrir al método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios. Sin embargo, dado que la productividad de cada empresa puede suponerse observable por parte de la misma pero no por parte del analista, la probable correlación de  $\omega_{it}$  con el factor trabajo hace que el estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios sea sesgado e inconsistente. El estimador de Efectos Fijos permite controlar por esta correlación, pero para ello impone el supuesto poco razonable de que los shocks de productividad no presentan variación temporal. Otra alternativa sería emplear un estimador de Variables Instrumentales, pero ello exige disponer de variables que estén correlacionadas con la productividad y sean independientes del error, lo que en el contexto de la estimación de funciones de producción resulta harto difícil (Griliches y Mairesse 1998).

Estas deficiencias en los métodos de estimación más tradicionales llevaron a Olley y Pakes (1996) a proponer un método de estimación semiparamétrico que, bajo determinados supuestos, permite obtener estimaciones consistentes de los parámetros del modelo [1]. En primer lugar, se supone que el trabajo es un factor altamente variable. Esto significa que puede ser ajustado fácilmente cuando las empresas se enfrentan a fuertes shocks de productividad. Por el contrario, la edad y el capital se consideran factores fijos cuyo proceso de ajuste es costoso y no directamente ligado a los shocks de productividad. En concreto,  $\alpha_{it} = \alpha_{i,t-1} + 1$  y  $k_{it} = (1 - \delta)k_{i,t-1} + i_{i,t-1}$ , siendo  $\delta$  el factor de descuento e  $i_{it} = i(\alpha_{it}, k_{it}, \omega_{it})$  la fun-

ción de demanda de inversiones físicas que se deriva del programa dinámico de maximización de beneficios de la empresa (Ericson y Pakes 1995). Por último, la edad y el capital se asume que forman parte de los argumentos que definen la función de beneficios de la empresa (no así el factor trabajo).

Además, esta función de demanda de inversiones se supone monótonicamente creciente en  $\omega_{it}$  dadas las otras variables de estado, lo cual, bajo determinadas condiciones, la hace invertible en  $\omega_{it}$  para inversiones estrictamente positivas. De esta manera podemos definir  $\omega_{it} = \omega(\alpha_{it}, k_{it}, i_{it})$   $\varphi(\alpha_{it}, k_{it}, i_{it}) = \beta_0 + \beta_\alpha \alpha_{it} + \beta_k k_{it} + \omega(\alpha_{it}, k_{it}, i_{it})$ , con lo que la expresión [1] puede describirse como:

$$y_{it} = \beta_l l_{it} + \varphi(\alpha_{it}, k_{it}, i_{it}) + e_{it} \quad [2]$$

La ventaja de emplear el Modelo Parcialmente Lineal [2] en lugar de la expresión [1] es que el problema de la endogeneidad del factor trabajo desaparece, permitiendo así la estimación consistente de  $\beta_l$  y  $\varphi$  (véase, por ejemplo, Robinson, 1988). La desventaja de esta derivación es que no permite identificar los coeficientes de la edad y del factor trabajo. No obstante, condicional a la supervivencia de la empresa éstos pueden ser estimados a partir de la siguiente regresión:

$$y_{it} - E[y_{it} | \alpha_{it}, k_{it}, i_{it}] = \beta_l(l_{it} - E[l_{it} | \alpha_{it}, k_{it}, i_{it}]) + e_{it} \quad [3]$$

bajo el supuesto adicional de que la productividad sigue un proceso exógeno de Markov de primer orden. En concreto, para una función dada  $f(\cdot)$ ,  $\omega_{it} = E[\omega_{it,t+1} | \omega_{it,t}] + \xi_{it} = f(\omega_{it,t}) + \xi_{it}$ , siendo  $\xi_{it}$  un shock innovador (independiente con las variables de estado, pero no necesariamente con el factor trabajo).

No obstante, Levinsohn y Petrin (2003) señalan que a menudo los datos relativos a la inversión presentan un fuerte truncamiento en el valor cero, lo que puede provocar importantes pérdidas de eficiencia en la estimación. En cambio, es relativamente común disponer de datos prácticamente completos sobre factores de producción intermedios. En consecuencia, partiendo del procedimiento descrito estos autores proponen un método de estimación alternativo bajo el supuesto de que  $\varphi = \varphi(\alpha_{it}, k_{it}, m_{it})$ , siendo  $m_{it}$  el valor de los factores intermedios (energía, materiales, etc.) para la empresa  $i$  en el periodo  $t$ .

En particular, para el caso en el que la variable dependiente es una medida del valor añadido Petrin *et al.* (2004) proponen aproximar  $\varphi(\alpha_{it}, k_{it}, m_{it})$  en la primera etapa del procedimiento a partir de un polinomio de grado tres estimado por MCO ( $\hat{\varphi}_{it}$ ) y, una vez obtenida esta aproximación, estimar  $\beta_l$  por MCO a partir de [2]. Por su parte, en la segunda

etapa se minimiza la función de pérdida  $(y_{it} - \hat{\beta}_1 I_{it} - \hat{\beta}_k K_{it} - \hat{f}(\omega_{i,t-1}))^2$  respecto a  $\hat{\beta}_k^*$ , siendo  $\hat{\beta}_1$  la estimación de  $\beta_1$  obtenida en la primera etapa y  $\hat{f}(\omega_{i,t-1})$  la predicción de la regresión polinómica de grado 3 entre  $\hat{\omega}_{it}$  y sus correspondientes retardos. Finalmente, los errores estándar se obtienen empleando un *bootstrap* que tiene en cuenta la estructura longitudinal de los datos. En esencia, este es el procedimiento seguido en este trabajo (2).

En cualquier caso, el objetivo de este trabajo no es tanto el análisis de la estimación de los coeficientes de la función de producción como la valoración de la influencia de la internacionalización en la contribución de la I+D a la productividad. La forma más sencilla de llevar a cabo esta valoración es incluir en la especificación del modelo el *stock* de I+D como un factor de producción adicional y multiplicarlo por un grupo de variables ficticias que recojan el grado de internacionalización de la empresa (véase, por ejemplo, Tsang *et al.* 2008). Sin embargo, este procedimiento exige de supuestos adicionales sobre la forma en que se acumula ese *stock* de conocimientos y un método para la corrección del potencial problema de endogeneidad que conlleva (véase, por ejemplo, Hall y Mairesse 1995).

Estas dificultades han sido recientemente resueltas en los trabajos de Doraszelski y Jaumandreu (2007) y Greenstreet (2007) empleando supuestos alternativos sobre la dinámica del proceso estocástico que gobierna el comportamiento de la productividad. En concreto, en este estudio se sigue la reciente propuesta de Doraszelski y Jaumandreu (2007) y se valora el impacto de la I+D sobre la productividad a partir de la estimación de la expresión [1] bajo el supuesto de que  $\omega_{it} = E[\omega_{it} | \omega_{i,t-1}, r_{i,t-1}] + \xi_{it}$ , siendo  $r_{it} = r(\alpha_{it}, k_{it}, m_{it})$  la función de demanda de inversión en conocimientos que se deriva del programa dinámico de maximización de beneficios de la empresa. Así, este supuesto nos permite considerar la relación endógena entre I+D y productividad sin incluir el *stock* de conocimientos como una variable explicativa adicional.

En la práctica, esta propuesta es de sencilla implementación en el procedimiento de estimación previamente descrito. De hecho, se trata simplemente de emplear  $\varphi(\alpha_{it}, k_{it}, m_{it}, r_{i,t-1})$  en lugar de  $\varphi(\alpha_{it}, k_{it}, m_{it})$  en la primera etapa del procedimiento. No obstante, al no incluir la I+D en el vector de explicativas del modelo no es posible obtener directamente una estimación de su efecto parcial o marginal (la derivada parcial de la esperanza condicional del valor añadido con respecto a la I+D). En consecuencia, debemos recurrir a su cálculo a partir de la siguiente derivada parcial:

$$\frac{\partial \omega_{it}}{\partial r_{i,t-1}} = \frac{\partial \hat{f}(\omega_{it}, r_{i,t-1})}{\partial r_{i,t-1}}$$

CUADRO 1  
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	Media	Desv. Est.	Min.	Max.
Valor añadido <sup>(*)</sup>	10.14	1.94	0.56	16.7
Edad	29.12	30.38	1	123
Capital <sup>(*)</sup>	9.76	2.38	2.53	17.74
Trabajo <sup>(*)</sup>	6.45	1.81	1.79	12.67
Mat. Intermedios <sup>(*)</sup>	10.63	2.45	2.04	18.42
I+D <sup>(*)</sup>	8.14	1.56	2.74	14.91
Multinacional extranjera	0.46	0.49	0	1
Multinacional británica	0.39	0.48	0	1
Empresa doméstica	0.15	0.35	0	1

(\*) Los valores de las variables con un asterisco están en logaritmos neperianos.

FUENTE: Elaboración propia utilizando las bases de datos 2007 R&D Scoreboard y FAME.

En concreto, para obtener una estimación de la anterior expresión se emplea una aproximación numérica (de tercer orden) a la derivada (Judd 1998). De esta forma se obtiene la distribución muestral de las elasticidades (en lugar de su valor estimado medio) y se puede proceder a su descripción a partir, por ejemplo, de su media y sus principales cuartiles (Doraszelski y Jaumandreu 2007).

## RESULTADOS

La muestra inicial se construyó a partir de las empresas que figuran en el *2007 R&D Score-Board*. Se trata de un panel de 850 compañías británicas observadas anualmente desde el año 2002 hasta el año 2006, ambos inclusive, para las cuales hemos obtenido diversa información financiera a través de la base de datos FAME (*Financial Analysis Made Easy*). No obstante, el panel finalmente empleado es incompleto y sólo contiene 458 empresas debido a la presencia de observaciones perdidas y extremas en las variables empleadas. En particular, la condición que se impuso fue la de disponer de tres o más observaciones temporales consecutivas (no extremas) en las variables empleadas. El cuadro 1 ofrece los principales estadísticos descriptivos de la base de datos empleada en este estudio.

Respecto a las fuentes estadísticas, el *R&D Score-Board* se publica anualmente por el *Department for Innovation, Universities & Skills* (DIUS) y el *Department for Business, Enterprise & Regulatory Reform* (BERR) y, entre otros, proporciona los gastos de inversión en I+D de los últimos cinco años de aquellas compañías que los declaran en sus cuentas anuales. El resto de información se ha extraído de FAME. Esta es una base de datos publicada por Bureau van Dijk que contiene información financiera, del propietario último (el accionista que posee, directa o indirectamente, al menos el 25% del total de las acciones de

CUADRO 2  
ESTIMACIONES DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

	MCO	Efectos fijos	Semiparamétrico (1)	Semiparamétrico (2)
Edad	-0.0019 *** (0.0006)	0.0673 ** (0.0073)	0.0366 (0.0241)	0.0274 (0.0282)
Capital	0.1863 ** (0.0184)	0.0832 ** (0.0282)	0.2459 ** (0.0803)	0.111 (0.0762)
Trabajo	0.7431 *** (0.0244)	0.7920 *** (0.0450)	0.6006 *** (0.0596)	0.5615** (0.0608)

(\*) La variable dependiente es el log(valor añadido). Los asteriscos denotan la significación estadística de los coeficientes (tres, dos y un asterisco/s denota/n, respectivamente, significación al 1%, 5% y 10%). La primera de las estimaciones semiparamétricas corresponde al caso en el que la I+D no se emplea para la estimación de  $j$ , mientras que la segunda corresponde al caso en el que sí se incluye.

FUENTE: Elaboración propia.

la empresa) y del número de filiales en el extranjero. Finalmente, todos los valores monetarios han sido convertidos a términos reales utilizando los correspondientes índices de precios, al nivel de tres dígitos, proporcionados por la base de datos EUKLEMS.

En concreto, las variables empleadas en este trabajo se definen de la siguiente forma:

■ Output ( $y$ ): Valor Añadido, definido como (Cifra de Ventas – Coste de las Ventas) / (Índice de Precios al Productor).

■ Edad ( $a$ ): Años desde la fundación de la empresa.

■ Capital ( $k$ ): Valor de los Activos Tangibles / Índice de Precios a la Inversión.

■ Trabajo ( $l$ ): Número de empleados.

■ Materiales Intermedios ( $m$ ): Coste de las Ventas / Índices de Precios de los Factores Intermedios.

■ I+D ( $r$ ): Gastos en I+D / Índices de Precios de los Factores Intermedios.

Por último, la distinción entre empresas domésticas, multinacionales de propiedad británica y multinacionales de propiedad extranjera se realizó sobre la base de la información extraída de FAME. Así, la información relativa al propietario último de la empresa nos permitió distinguir inicialmente entre empresas domésticas y multinacionales. Por su parte, la información relativa al número de filiales en el extranjero nos permitió identificar a aquellas empresas británicas que son multinacionales.

### Estimaciones

El cuadro 2 ofrece las estimaciones de la función de producción [1] empleando diferentes métodos de

CUADRO 3  
ESTIMACIONES DE LAS ELASTICIDADES  
RESPECTO A LA I+D (\*)

	Media	Q1	Q2	Q3
Multinacional extranjera	0.18	0.04	0.09	0.19
Multinacional británica	0.21	0.03	0.09	0.20
Empresa doméstica	0.09	0.03	0.05	0.11

(\*): Q1, Q2 y Q3 denotan, respectivamente, primer, segundo (mediana) y tercer cuartil de la distribución.

FUENTE: Elaboración propia.

estimación (MCO, Efectos Fijos y las dos versiones del estimador semiparamétrico descrito en la sección anterior). Los resultados obtenidos son análogos a los ofrecidos en trabajos previos, tales como por ejemplo Olley y Pakes (1996) y Griliches y Mairesse (1998). En particular, las cifras del cuadro 2 indican que los estimadores tradicionales tienden a sobrevalorar el efecto del factor trabajo y a infravalorar el del capital (especialmente el estimador de efectos fijos). Por su parte, los efectos de la edad no son claros, con cambios de signo entre estimadores y con valores que apenas resultan numéricamente relevantes. De hecho, esta es una variable que no resulta ser estadísticamente significativa en la estimación semiparamétrica del modelo.

En cualquier caso, el principal interés de este estudio no radica en las estimaciones de los coeficientes de la función de producción, sino en las estimaciones de las elasticidades de la I+D ofrecidas en el cuadro 3. Estas cifras indican, en primer lugar, que las empresas multinacionales británicas extraen en promedio un mejor rendimiento de sus inversiones en I+D que las multinacionales extranjeras, siendo ambas en este sentido mejores que las empresas puramente domésticas. Este resultado es consistente con el obtenido por Kafourus *et al.* (2008) y Tsang *et al.* (2008) empleando métodos de estimación y especificaciones econométricas diferentes a las usadas aquí.

No obstante, la obtención de la distribución muestral (estimada) de las elasticidades permite apreciar interesantes diferencias en los cuartiles de los tres grupos de empresas. Por un lado, las empresas más ineficientes (en el primer cuartil) no parecen concentrarse en uno de los grupos considerados, sino que son comunes en toda la muestra. Por otro lado, los valores del tercer cuartil muestran que la superioridad de las multinacionales británicas se debe particularmente a su superioridad en el conjunto de las empresas más eficientes. En particular, esta superioridad de las empresas multinacionales británicas sobre sus homólogas extranjeras resulta consistente con la existencia de una «desventaja de ser extranjero» (Hymer 1976 y Zaheer 1995), aunque no es altamente significativa.

Para concluir esta sección resulta interesante observar que nuestras estimaciones presentan un mayor rango de variabilidad que las ofrecidas por Doraszelski y Jaumandreu (2007) para una muestra de empresas españolas. Así por ejemplo, el valor medio en ese estudio varía entre 0.002 y 0.028 para las diferentes industrias consideradas, mientras que en nuestro caso se sitúa en 0.18 para el conjunto de la muestra. No obstante, este elevado valor podría venir explicado por diferencias institucionales entre España y el Reino Unido. Tal y como muestra Añón Higón (2007) en su revisión de los estudios previos para el Reino Unido, los valores típicamente obtenidos para la elasticidad respecto a la I+D varían en un rango que oscila entre el 0.02 y el 0.37.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se analiza la influencia que puede tener la internacionalización de las empresas en los rendimientos extraídos de la inversión en I+D. Para ello se emplean datos relativos a empresas británicas (domésticas, multinacionales británicas y multinacionales extranjeras) y se estima el rendimiento de la I+D a partir de la estimación semiparamétrica de una función de producción Cobb-Douglas. Esta aproximación contrasta con la empleada en trabajos previos en los que los métodos de estimación y/o los supuestos sobre el comportamiento de la productividad y la acumulación del conocimiento no permitían obtener estimaciones consistentes de la contribución de la I+D a la productividad.

Los resultados indican que las multinacionales son en promedio más eficientes que las empresas domésticas en términos de la contribución de la I+D a la productividad. No obstante, esta diferencia viene explicada fundamentalmente por las empresas más eficientes. En otras palabras, es en el conjunto de empresas más productivas donde los rendi-

mientos de las empresas de origen británico sin filiales en el extranjero es marcadamente inferior al de los obtenidos por sus homólogas extranjeras. En particular, las empresas multinacionales británicas son comparativamente superiores al resto, tanto en promedio como en particular en los cuartiles superiores de la distribución de la elasticidad estimada.

**(\*) El primer autor agradece el apoyo financiero del proyecto ECO2008-04576/ECON y el segundo del proyecto SEJ2007-64605/ECON. Esta investigación, realizada mientras el primer autor trabajaba en Aston University (Birmingham, UK), se ha beneficiado de los constructivos comentarios de un evaluador anónimo.**

## NOTAS

- [1] Véase, por ejemplo, Dunning (1993), Blomström y Kokko (1998) y Temouri *et al.* (2008). En Gran Bretaña, Griffith *et al.* (2004) muestran que las multinacionales de propiedad extranjera son en promedio más productivas (en términos de valor añadido por trabajador) que las empresas domésticas y ligeramente más productivas que las multinacionales británicas. No obstante, el diferencial productivo entre multinacionales británicas y las filiales de multinacionales extranjeras es menos pronunciado en el sector servicios que en el sector manufacturero. Paralelamente, Criscuolo y Martin (2008) muestran que para el sector de las manufacturas no existen diferencias significativas entre la productividad alcanzada por las multinacionales británicas y las multinacionales foráneas de origen no americano. En cambio, las multinacionales americanas disfrutan de una pequeña ventaja productiva respecto al resto.
- [2] En el procedimiento original de Levinsohn y Petrin (2003) la estimación del parámetro asociado al factor trabajo se lleva a cabo en la primera etapa a partir de la expresión [3] y la estimación de la función de pérdida de la segunda etapa se lleva a cabo a partir de un estimador del Método Generalizado de los Momentos. Por su parte, en el procedimiento descrito en Petrin *et al.* (2004) no se incluye la edad de la empresa como variable explicativa de la función de producción (tampoco en Levinsohn y Petrin 2003; véase, en cambio, Olley y Pakes 1996), por lo que para la estimación de la segunda etapa del procedimiento se emplea un algoritmo de búsqueda del mínimo de una función de pérdida unidimensional (el programa «linemax» de Stata). En nuestro caso esa opción no es viable, por lo que en su lugar hemos empleado un algoritmo de búsqueda para la minimización de una función multidimensional (el programa «amoeba» de Stata) que se describe en Ferrall (1997).

## BIBLIOGRAFÍA

- AITKEN, B. y HARRISON, A. (1999). Do Domestic Firms Benefit from Foreign Direct Investment?: Evidence from Venezuela. *American Economic Review*, 89(3), 605-618.
- AÑÓN HIGÓN, D. (2007). The Impact of R&D Spillovers on UK Manufacturing TFP: A Dynamic Panel Approach. *Research Policy*, 36, 964-979.

- Bartlett, C.A. y Ghoshal, S. (1989). *Managing Across Borders: The Transnational Solution*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- BARTLETT, C.A. y GHOSHAL, S. (1990). Managing Innovation in the Transnational Corporation, en C. Bartlett, Y. Doz, y G. Hedlund (eds.), *Managing the Global Firm*, Routledge, London, 215-255.
- BLOMSTRÖM, M. y KOKKO, A. (1998). Multinational Corporations and Spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12 (3), 247-277.
- CRISCUOLO, C. y MARTIIN, R. (2009). Multinationals and U.S. Productivity Leadership: Evidence from Great Britain. *Review of Economics and Statistics*, 91 (2), 263-281.
- CRISCUOLO, P., NARULA, R. y VERSPAGEN, B. (2005). The Role of Home and Host Country Innovation Systems in R&D Internationalisation: a Patent Citation Analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 14, 417-433.
- DRIFFIELD, N.L. y GIRMA, S. (2003). Regional Foreign Direct Investment and Wage Spillovers: Plant Level Evidence from the UK Electronics Industry. *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*, 65(4), 453-474.
- DORASZELSKI, U. y JAUMANDREU, J. (2007). R&D and Productivity: Estimating Production Functions when Productivity is Endogenous. Working paper, Harvard University.
- DOMS, M. y JENSEN, J.B. (1998). Comparing Wages, Skills, and Productivity between Domestically and Foreign-owned Manufacturing Establishments in the United States, en Baldwin, R. et al. (eds), *Geography and Ownership as Bases for Economic Accounting*, University of Chicago Press, 235-258.
- DUNNING, J.H. (1993). *Multinational Enterprises and The Global Economy*. Addison-Wesley, New York.
- DUNNING, J.H. y NARULA, R. (1995). The R&D Activities of Foreign Firms in the United States. *International Studies of Management and Organization*, 25 (1-2), 39-73.
- ERICSON, R.E. y PAKES, A. (1995). Markov-Perfect Industry Dynamics: A Framework for Empirical Work. *Review of Economic Studies*, 62, 53-82.
- FERRALL, C. (1997). Routines to Maximize a Function. *Stata Technical Bulletin*, 38, 22-26.
- FISCH, J.H. (2003). Optimal Dispersion of R&D Activities in Multinational Corporations with a Genetic Algorithm. *Research Policy*, 32, 1381-1396.
- FLORIDA, R. (1997). The Globalisation of R&D: Results of a Survey of Foreign-affiliated R&D Laboratories in the USA. *Research Policy*, 26, 85-103.
- GERSBACH, H. y SCHMUTZLER, A. (2006). Foreign Direct Investment and R&D Offshoring. CEPR, Discussion Paper No. 5766.
- GLOBERMAN, S., RIES, J. y VERTINSKY, I. (1994). The Economic Performance of Foreign Affiliates in Canada. *Canadian Journal of Economics*, 27(1), 143-156.
- GREENSTREET, D. (2007). Exploiting Sequential Learning to Estimate Establishment-Level Productivity Dynamics and Decision Rules. Economic Series Working Papers 345, University of Oxford, Department of Economics.
- GRIFFITH, R. (1999). Productivity and Foreign Ownership in the UK Car Industry. The Institute for Fiscal Studies, Working Paper Series, No. W99/11.
- GRIFFITH, R., REDDING, S. y SIMPSON, H. (2004). Foreign Ownership and Productivity: New Evidence from the Service Sector and the R&D Lab. *Oxford Review of Economic Policy*, 20 (3), 440-456.
- GRILICHES, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.
- GRILICHES, Z. (1980). R&D and the Productivity Slowdown. *American Economic Review*, 70, 343-348.
- GRILICHES, Z. (1998). R&D and Productivity: The Econometric Evidence. University of Chicago Press, Chicago.
- GRILICHES, Z. y MAIRESSE, J. (1983). Comparing Productivity Growth: An Exploration of French and US Industrial and Firm Data. *European Economic Review*, 21, 89-119.
- GRILICHES, Z. y MAIRESSE, J. (1998). Production Functions: The Search for Identification, en S. Strom (ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press, Cambridge.
- HALL, B.H. y MAIRESSE, J. (1995). Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms. *Journal of Econometrics*, 65, 263-293.
- HALL, B.H., MANSFIELD, E. y JAFFE, A.B. (1993). Industrial Research during the 1980: Did the Rate of Return Fall? *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics*, 1993(2), 289-343.
- HYMER, S. (1976). *The International Operations of National Firms: A Study of Direct Investment*. Cambridge, MA: MIT Press.
- JUDD, K.L. (1998). *Numerical Methods in Economics*, The MIT Press, Cambridge.
- KAFOUROS, M.I.; BUCKLEY, P.J.; y SHARP, J.A. (2008). The Role of Internationalization in Explaining Innovation Performance. *Technovation*, 28, 63-74.
- KIM, W.S. y LYN, E. (1990). FDI Theories and the Performance of Foreign Multinationals Operating in the U.S.. *Journal of International Business Studies*, 21(1), 41-54.
- KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R.; y WINTER, S. (1995). On the Sources and Significance of Interindustry Differences in Technological Opportunities. *Research Policy*, 24, 185-205.
- KOBRIN, S.J. (1991). An Empirical Analysis of the Determinants of Global Integration. *Strategic Management Journal*, 12, 17-31.
- KUEMMERLE, W. (1999). Foreign Direct Investment in Industrial Research in the Pharmaceutical and Electronic Industries - Results from a Survey of Multinational Firms. *Research Policy*, 28, 179-93.
- LE BAS, C. y SIERRA, C. (2002). Location versus Country Advantages' in R&D Activities: Some Further Results on Multinationals' Locational Strategies. *Research Policy*, 31, 589-609.
- LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R.; y WINTER, S. (1987). Appropriating the Returns from Industrial R&D. *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 783-831.
- LEVINSOHN, J. y PETRIN, A. (2003). Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341.
- NARULA, R. y ZANFELI, A. (2005). Globalization of Innovation: The Role of Multinational Enterprises, in: Fagerberg, J., D. Mowery and R.R. Nelson, (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press.
- OLLEY, G.S. y PAKES, A. (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, 64(6), 1263-1297.
- PETRIN, A., POI, B.P., y LEVINSOHN, J. (2004). Production Function Estimation in Stata Using Inputs to Control for Unobservables. *Stata Journal*, 4(2), 113-123.
- ROBINSON, P.M. (1988). Root-N Consistent Semiparametric Regression. *Econometrica*, 56, 931-954.
- SANNA-RANDACCIO, F. y VEUGELERS, R. (2007). Multinational Knowledge Spillovers with Decentralised R&D: a Game-theoretic Approach. *Journal of International Business Studies*, 38, 47-63.
- TEECE, D. J. (1986). Profiting from Technological Innovations. *Research Policy*, 15(6), 285-306.
- TEMOURI, Y.; DRIFFIELD, N.L. y AÑÓN HIGÓN, D. (2008). Analysis of Productivity Differences among Foreign and Host Firms: Evidence from Germany. *Review of World Economics*, 114(1), 32-54.
- TSANG, E.W.K.; YIP, R.S.L. y HENG TOH, M., (2008). The Impact of R&D on Value Added for Domestic and Foreign Firms in a Newly Industrialized Economy. *International Business Review*, forthcoming.
- VON ZEDTWITZ, M., y GASSMANN, O. (2002). Market versus Technology Drive in R&D Internationalization: Four Different Patterns of Managing Research and Development. *Research Policy*, 31, 569-588.
- WAKELIN, K., (2001). Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms. *Research Policy*, 30, 1079-1090.
- ZAHEER, S. (1995). Overcoming the Liability of Foreignness. *Academy of Management Journal*, 38(2), 341-363.