

## **La eficiencia de las actividades de I+D desde el punto de vista de las patentes registradas en los países de la Unión Europea**

QUINDÓS MORÁN, M<sup>a</sup> P.; VICENTE CUERVO, M<sup>a</sup> R. y RUBIERA MOROLLÓN, F.

*Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Oviedo.*

E-mail: quindosmaria@uniovi.es, mrosalia@uniovi.es, frubiera@uniovi.es

### RESUMEN

En el Consejo Europeo de Lisboa (2000) los Jefes de Estado y de Gobierno de la Unión Europea fijaron como objetivo conseguir que la economía europea se convirtiese en la más competitiva y dinámica del mundo para el año 2010. De este modo las actividades de investigación y desarrollo (I+D) se convierten en uno de los principales instrumentos para la consecución de dicho objetivo. En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en realizar una aproximación a la eficiencia de las actividades de I+D desarrolladas por los Estados Miembros (UE-15), Islandia y Noruega, utilizando como indicador del output de I+D el número de patentes registradas y como inputs el gasto y personal destinado a tales actividades.

*Palabras clave:* Investigación y Desarrollo (I+D), Eficiencia y Análisis Envolvente de Datos (DEA).

### **The efficiency of R&D activities: a patent approach in the European Union countries**

### ABSTRACT

At Lisbon European Council (2000) the Union set a new strategic goal for the next decade: to become the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world by the year 2010. Achieving this goal requires an overall strategy in which Research and Development activities (R&D) are a key and basic tool. In this context, the aim of this paper is to carry out an efficiency analysis on R&D activities across the Member States (EU-15), Iceland and Norway, using the number of patents as an R&D output indicator and R&D personnel and expenditure as input indicators.

*Palabras clave:* Research and Development activities (R&D), Efficiency and Data Envelopment Analysis (DEA)

Clasificación JEL: O32, C61, O52.

Artículo recibido en abril de 2005 y aceptado para su publicación en julio de 2005.

Artículo disponible en versión electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref.: E-23303.

ISSN 1697-5731 (online) – ISSN 1133-3197 (print)

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Consejo de Lisboa (2000) la Unión Europea realizó una decidida apuesta por el conocimiento y, consecuentemente, por las actividades de investigación y desarrollo (I+D en adelante) como fórmula para asegurar el crecimiento y desarrollo económico. Así, se estableció como objetivo general para la primera década del nuevo milenio convertir a Europa en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social (...) indicando que para ello resulta prioritario reforzar la difusión de la sociedad del conocimiento o la estimulación de las actividades de I+D entre otras.

Posteriormente, en los Consejos de Barcelona (2002) y Bruselas (2003), se refuerza la estrategia de Lisboa. En Barcelona se concretan los objetivos de Lisboa instando a la puesta en marcha del VI Programa Marco de Investigación así como la revisión del marco jurídico para el impulso de las actividades vinculadas a I+D. Al mismo tiempo se solicitan mayores esfuerzos en I+D a los Estados Miembros con la meta de alcanzar un gasto global en estas actividades del 3 por ciento del PIB antes de 2010. Estas ideas son retomadas y ampliadas en el Consejo Europeo de Bruselas donde se especifica la necesidad de avanzar a un ritmo superior en la creación de un Espacio Europeo del Conocimiento y mantener el objetivo global para Europa de poseer una sólida capacidad científica y de investigación y una aceleración de la inversión en I+D en los sectores público y privado.

Recientemente, en el Consejo Europeo de Bruselas (2005) se ha procedido a una revisión de la estrategia de Lisboa, en la que se ha destacado nuevamente el papel del conocimiento y la innovación como motores para el crecimiento sostenible. En este contexto se mantiene el objetivo de Barcelona de un nivel de inversión en I+D del 3 por ciento del PIB, con un adecuado reparto entre inversiones privadas y públicas. Para su logro se especifican tres líneas de acción fundamentales: los incentivos fiscales a la inversión privada, el impulso de la inversión pública para potenciar sus efectos de palanca y arrastre y, en tercer lugar, la puesta en marcha de nuevas acciones de modernización de la gestión de las instituciones de investigación y las universidades.

No obstante, y a pesar de los esfuerzos realizados, en la Unión Europea persiste un importante desequilibrio en la distribución geográfica de la actividad investigadora. Así, por ejemplo, en el área delimitada por North Yorkshire en Inglaterra, Franché-Comté en Francia, Hamburgo en el norte de Alemania y Milán en el norte de Italia, que tan sólo supone el 18 por ciento de la superficie europea, se concentra el 48 por ciento del PIB y el 75 por ciento del gasto en I+D.

Dada la creciente importancia que actualmente tienen las actividades de I+D, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la eficiencia de dichas actividades, utilizando el número de patentes registradas como indicador de la capacidad de innovación de un país. Para ello se ha utilizado la técnica del Análisis Envoltante de

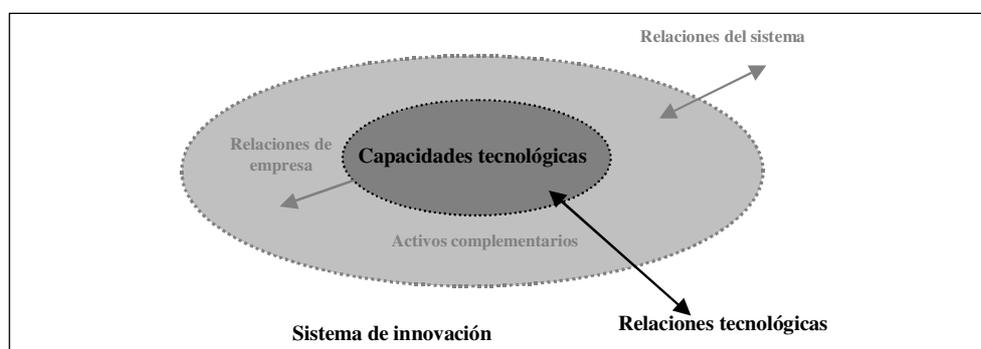
Datos (DEA en adelante). El análisis se ha realizado para los países pertenecientes a la UE-15, además de Islandia y Noruega. En el siguiente apartado se describe brevemente la situación de las actividades de I+D en estos países. En el apartado tercero se describe la metodología que se ha escogido para el análisis de eficiencia presentando los principales resultados obtenidos en el cuarto apartado. Las conclusiones más relevantes del trabajo son resumidas en un quinto apartado.

## 2. SITUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE I+D EN EUROPA

El Manual de Frascati (OCDE, 2003) define a las actividades de I+D como aquellas que comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de ese conocimiento para concebir nuevas aplicaciones.

Este proceso de creación de nuevos conocimientos y aplicaciones se produce en un determinado espacio geográfico en el que interactúan un conjunto de entes públicos y privados, relacionados entre sí, que realizan investigación básica y aplicada a distintos niveles. Así, en primer lugar se precisa la existencia de empresas con capacidades tecnológicas, en las que la I+D se configura como un elemento esencial para su crecimiento y competitividad. En segundo lugar, debe existir un amplio sistema de innovación compuesto tanto por entidades públicas como privadas (universidades y centros de investigación, entre otros) que esté capacitado para liderar una investigación de carácter más básico, de tal forma que las empresas puedan aprovechar sus resultados. Para el correcto funcionamiento del sistema es vital, finalmente, que existan relaciones de carácter tecnológico, es decir, que exista una comunicación fluida entre los investigadores del sistema de innovación y el personal del núcleo tecnológico de las empresas.

*Figura 1. Esquema simplificador de la actividad de investigación, desarrollo e innovación en un territorio*



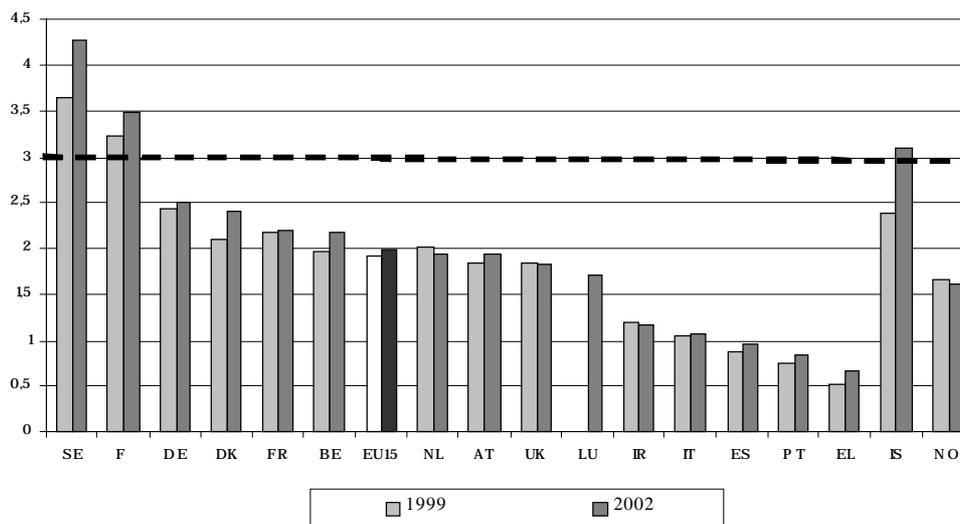
Fuente: Molero (2003).

*Estudios de Economía Aplicada, 2005: 607-619 • Vol. 23-3*

Esta visión simplificada de las actividades de I+D en un territorio evidencia el hecho de que la capacidad de innovar depende de tres factores esenciales: la financiación del sistema de innovación; la existencia de empresas con capacidad tecnológica; y las relaciones de tipo tecnológico entre los actores del territorio. De esta forma es posible que territorios que realizan un considerable esfuerzo inversor en I+D obtengan resultados poco satisfactorios al fallar alguno de los otros dos factores.

En el contexto de la Unión Europea, los datos relativos a las actividades de I+D evidencian niveles de gasto muy diferentes. Así en el año 2002, Suecia y Finlandia superaban ampliamente el objetivo fijado en el Consejo Europeo de Barcelona (2002) de alcanzar un gasto en I+D superior al 3 por ciento del PIB para el año 2010. Por su parte Alemania, Dinamarca, Francia y Bélgica se encontraban en niveles inferiores, entre el 2 y el 2,5 por ciento. Por el contrario países como Grecia, Portugal, España, Italia e Irlanda, presentaban niveles de gasto claramente inferiores a la media europea, que estaba situada en el 2 por ciento del PIB en el año 2002 (véase el gráfico 1).

**Gráfico 1. Gasto en I+D como porcentaje del PIB en los países de la UE-15, Islandia y Noruega (1999 y 2002)**

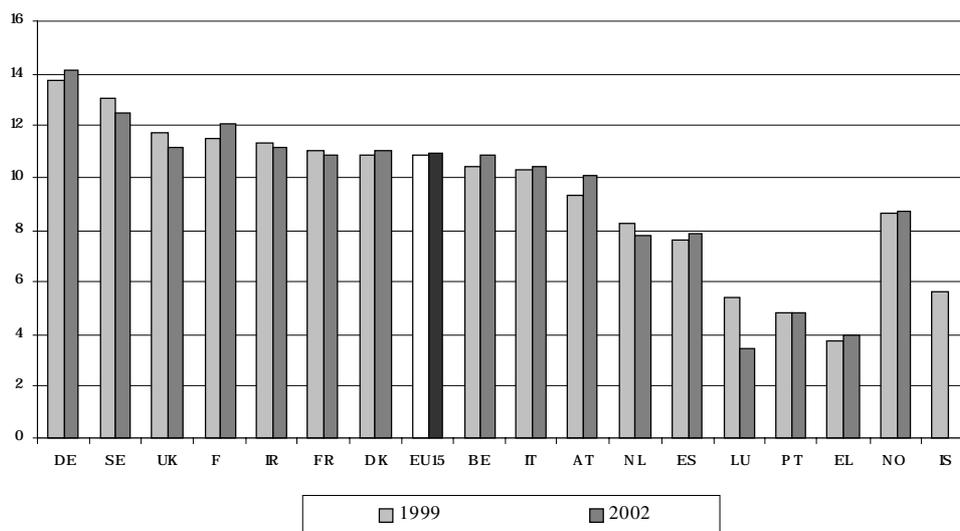


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2003).

Las cifras relativas al personal dedicado a actividades de I+D, gráfico 2, presentan un patrón similar al del gasto realizado en dichas actividades. Así los países nórdicos se encuentran a la cabeza de la Unión, mientras que países como Grecia, Portugal y España, se encuentran en la parte baja de la distribución. A este grupo retrasado se añade Holanda, que realizando un gasto ligeramente inferior a la media europea tiene un volumen de personal dedicado a actividades de I+D claramente más

reducido. Asimismo cabe destacar el hecho de que varios países que presentaban niveles de gasto en actividades de I+D reducidos muestran ahora cifras superiores de personal dedicado a tales actividades, son los casos de Reino Unido, Irlanda e Italia.

**Gráfico 2. Empleo en I+D como porcentaje del empleo total en los países de la UE-15, Islandia y Noruega (1999 y 2002)**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2003).

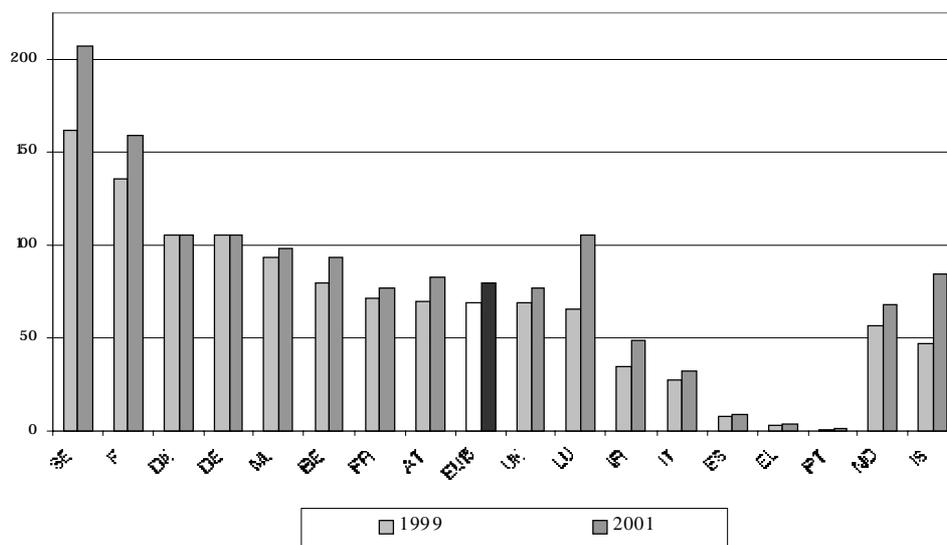
Para valorar el resultado de los esfuerzos realizados en materia de I+D se puede recurrir, como aproximación, al número de patentes obtenidas. Esta es una variable ampliamente utilizada en la literatura al uso, ya que representa la parte de I+D que se convierte en ideas susceptibles de ser comercializadas y por lo tanto patentables. Tal como señala Griliches (1996) este indicador no está exento de limitaciones ya que no todas las innovaciones tienen como resultado una patente y además su valor puede diferir notablemente de tal forma que un número pequeño de patentes puede tener un gran valor económico. No obstante, no hay un método generalmente reconocido para medir el valor de las patentes y además su aplicación resulta bastante compleja.

En este contexto es preciso matizar además que el resultado de los esfuerzos realizados en actividades de I+D por un país en un momento del tiempo  $t$  no han de materializarse necesariamente en ese mismo periodo. Por ello conviene tener en cuenta que muchos de los proyectos de investigación desarrollados tienen un periodo de duración superior al año.

En el gráfico 3 se pueden observar las importantes diferencias existentes, respecto a esta variable, en los países europeos. Como cabría esperar aquellos países que destacaban en esfuerzo en actividades de I+D obtienen resultados mejores, como sucede

en los casos de Suecia y Finlandia, entre otros. Mientras, que en el otro extremo se sitúan países como Portugal, Grecia, España, Italia e Irlanda, países en los que los esfuerzos llevados a cabo en actividades de I+D son bastante reducidos, lo que da lugar a unos resultados muy alejados de los obtenidos para la media de la UE-15.

**Gráfico 3. Patentes europeas por millón de habitantes en los países de la UE-15, Islandia y Noruega (1999 y 2001)**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2003).

### 3. METODOLOGÍA Y FUENTES

De una forma muy sencilla la eficiencia puede definirse como la correcta distribución de los medios empleados en relación con los fines obtenidos. En este contexto pueden distinguirse dos tipos de eficiencia: la eficiencia asignativa y eficiencia técnica. La eficiencia asignativa consiste en el logro de la combinación óptima de factores productivos dados sus precios relativos; mientras que la eficiencia técnica consiste en la obtención del máximo producto a partir de una combinación específica de recursos, o bien en utilizar los recursos estrictamente necesarios para obtener un cierto nivel de producción.

La evaluación de la eficiencia sobre un conjunto de unidades de decisión (DMU en adelante) puede efectuarse comparando lo que hace cada unidad respecto a lo que hacen otras unidades parecidas. Farrell (1957) es el precursor de los estudios basados en esta idea. Este autor determina una frontera de producción eficiente que viene definida por la actuación de las mejores unidades observadas, sirviendo como refe-

rencia para medir la eficiencia relativa de cada unidad al compararse con ella. Así, dado un conjunto de observaciones homogéneas a evaluar, se estima la eficiencia de una DMU aproximando dicha unidad a la frontera de producción.

El cálculo empírico de la frontera eficiente se puede realizar mediante aproximaciones paramétricas y aproximaciones no paramétricas. La aproximación paramétrica consiste en la estimación de los parámetros de la frontera, dándole a ésta previamente una forma funcional concreta. El principal problema con esta aproximación radica en el hecho de la fuerte dependencia de los resultados respecto a la forma de la frontera. Por el contrario, en la aproximación no paramétrica no es necesario asumir una forma funcional específica para la frontera sino que se establecen supuestos sobre las propiedades de la tecnología de producción que permiten definir el conjunto de posibilidades de producción. Así se exige como propiedades la libre disponibilidad de inputs y outputs, la convexidad y rendimientos constantes o variables a escala. En este sentido la libre disponibilidad de inputs y outputs supone que cada unidad puede producir menos (igual) outputs con el mismo (mayor) nivel de recursos. El postulado de convexidad implica por su parte que si dos inputs (outputs) alcanzan una cantidad de output (input), también puede hacerlo cualquier combinación lineal de ellos.

En el enfoque no paramétrico, el análisis envolvente de datos (DEA en adelante) es la técnica más comúnmente empleada. Este método, originalmente propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, se caracteriza por su estandarización, flexibilidad así como por permitir la posibilidad de considerar múltiples inputs y outputs. En un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia. En este contexto el análisis de eficiencia puede plantearse desde dos enfoques distintos: bien, como la maximización del output dado un nivel de inputs (orientación output) o bien como la minimización del input para un nivel de outputs (orientación input), resolviendo el problema de programación lineal para cada unidad evaluada. La estimación de la eficiencia depende de la orientación utilizada y la elección de uno u otro enfoque está condicionada por la naturaleza del problema concreto que se trata de resolver.

Los modelos básicos del DEA son el modelo CCR (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978) y el modelo BCC (Banker, Charnes y Cooper, 1984). La diferencia esencial entre los dos modelos es el tipo de rendimientos a escala postulados. De este modo, en el modelo CCR se asume la existencia de rendimientos constantes a escala mientras que en el modelo BCC se consideran rendimientos variables a escala, resultando por ello más flexible este segundo modelo. En consecuencia las unidades que son eficientes bajo el modelo CCR lo son también bajo el BCC pero no al contrario.

Si se considera un conjunto de  $n$  unidades de decisión homogéneas (DMU $_j$ ) y cada unidad emplea  $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})$  inputs y obtiene  $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{sj})$  outputs, entonces la formulación matemática del modelo CCR con orientación output es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \phi_0 \\
 & \text{s.a.} \\
 & x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}; \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \phi y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}; \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad j = 0, 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

donde  $\phi_0$  es el nivel de eficiencia de la unidad de decisión analizada ( $DMU_0$ ) y  $\lambda_j$  son los parámetros a partir de los que se construye el grupo unidades eficientes que se toman como referencia para la unidad objeto de análisis. La solución del programa nos da  $\phi_0^*$  y  $\lambda_0^*$ . La unidad evaluada,  $DMU_0$ , es eficiente al cien por cien si  $\phi_0^* = 1$ .

En el caso de que la  $DMU_0$  presente un  $\phi_0^* < 1$  será ineficiente desde el punto de vista técnico, siendo  $1 - \phi_0^*$  el máximo aumento proporcional en los  $s$  outputs para que la unidad evaluada quede situada sobre la frontera.

Para el caso del modelo BCC (rendimientos a escala variables) tendríamos:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \phi_0 \\
 & \text{s.a.} \\
 & x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}; \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \phi y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}; \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad j = 0, 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

A partir de la resolución de los problemas de optimización planteados es posible estimar la eficiencia de las unidades analizadas. Para ello pueden construirse distintos índices de eficiencia. Por un lado, el índice de eficiencia técnica global (ETG) se

calcula utilizando el modelo CCR. Este índice permite determinar las ineficiencias técnicas (derivadas de la gestión productiva) así como aquellas provocadas por el hecho de que la unidad de análisis opera con rendimientos a escala no constantes. Por el otro lado, el índice de eficiencia técnica (ET) se calcula utilizando el modelo BCC, mediante el cual se elimina el componente derivado de una escala de producción inadecuada, centrándose propiamente en la eficiencia técnica. A partir de los índices anteriores puede construirse un tercero, el índice de eficiencia a escala (ES), obtenido como el siguiente cociente:

$$ES = \frac{ETG}{ET}.$$

Para el análisis que nos ocupa, la eficiencia de las actividades de I+D en los países de la UE, se propone la aplicación de los dos modelos planteados, CCR y BCC, de tal forma que se puedan evaluar tanto las ineficiencias derivadas de la gestión como aquellas que procedan de la escala de producción, calculando para ello los tres índices mencionados anteriormente. El análisis de eficiencia se ha especificado como un problema de maximización del output resultante de las actividades de I+D sujeto a los inputs disponibles, es decir, se ha utilizado la orientación output. En concreto se han considerado un output y dos inputs.

La información utilizada para realizar el análisis de eficiencia planteado procede de Eurostat y corresponde a la Unión Europea de los quince, además de Islandia y Noruega. No se han incluido en el análisis los países de la ampliación y los países candidatos ante la limitación de información estadística en tales casos.

El indicador del output utilizado ha sido el número de patentes por millón de habitantes, como variable proxy de la capacidad de convertir el esfuerzo en I+D de un país en avances susceptibles de explotación empresarial. Por el lado de los inputs se consideran un input de capital y otro de trabajo. En concreto se recurre al gasto en I+D como porcentaje del PIB del país y al porcentaje de personal dedicado a estas actividades sobre el empleo total del país, inputs que responden a las recomendaciones del Manual de Frascati. Asimismo es preciso tener en cuenta que la obtención de resultados fiables en análisis del tipo DEA requiere de un número de unidades analizadas igual o superior al triple de las variables incluidas en el modelo (Banker et al., 1989). Este criterio se cumple dado el número de países considerado (17 países > 3x3 variables).

Finalmente, conviene señalar que el periodo de análisis corresponde a los años 1998-2001. En este sentido, en primer lugar se han estimado los modelos considerando como referencia el año 2001 para todas las variables. En segundo lugar, se han retardado los inputs, tomando el valor en el año 1998, al asumir que los resultados derivados de los esfuerzos realizados en I+D de un momento  $t$  no se producen en ese mismo periodo, sino que se materializan en un momento posterior,  $t+x$  (siendo  $x \geq 1$ ).

#### 4. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE I+D EN LA UE

Los resultados del análisis de eficiencia se recogen en los cuadros 1 y 2. En el cuadro 1 se presentan los índices de eficiencia obtenidos para los países de la UE-15, Islandia y Noruega para el año 2001. En el cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos para el output del año 2001 a partir de los inputs empleados en el año 1998. En este caso se asume por tanto la hipótesis de que las inversiones en I+D no obtienen resultados inmediatos sino en un plazo superior al año.

Como se puede observar comparando los niveles de eficiencia mostrados en el cuadro 1 y en el 2 los resultados son similares. En consecuencia el retardo de los inputs no parece afectar a los niveles de eficiencia, obteniéndose la misma ordenación de países.

Se aprecia que Luxemburgo es el único de los países analizados en el que todos los índices de eficiencia calculados (ETG, ET y ES) dan como resultado niveles de eficiencia del cien por cien. Por tanto este país es globalmente eficiente, es decir, es eficiente en cuanto a la gestión y al mismo tiempo está operando en la escala de producción adecuada.

Asimismo, y como cabría esperar, se reproduce la conocida brecha Norte-Sur en términos de eficiencia. De este modo se observa que Italia, España y Portugal presentan una eficiencia técnica media de 29,41 por ciento (y sólo de 15,95 por ciento si se excluye Italia) frente a la eficiencia técnica media de 88,94 por ciento que presentan Alemania, Suecia, Finlandia, Dinamarca y Holanda.

**Cuadro 1. Resultados de eficiencia en las actividades de I+D en los países de la UE-15, Islandia y Noruega (2001)**

|                  | ETG (%)-Modelo CCR | ET (%)-Modelo BCC | ES-Eficiencia a escala |
|------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| Alemania (DE)    | 86,91              | 100               | 0,87                   |
| Austria (AT)     | 64,34              | 67,1              | 0,96                   |
| Bélgica (BE)     | 63,65              | 69,72             | 0,91                   |
| Dinamarca (DK)   | 65,35              | 74,19             | 0,88                   |
| España (ES)      | 13,69              | 24,3              | 0,56                   |
| Finlandia (F)    | 67,75              | 86,26             | 0,79                   |
| Francia (FR)     | 50,78              | 56,16             | 0,90                   |
| Grecia (EL)      | 7,87               | 100               | 0,08                   |
| Holanda (NL)     | 77,08              | 80,22             | 0,96                   |
| Irlanda (IR)     | 62,14              | 83,33             | 0,75                   |
| Islandia (IS)    | 43,02              | 56,66             | 0,76                   |
| Italia (IT)      | 43,65              | 62,16             | 0,70                   |
| Luxemburgo (LU)  | 100                | 100               | 1,00                   |
| Noruega (NO)     | 62,84              | 65,31             | 0,96                   |
| Portugal (PT)    | 3,39               | 7,67              | 0,44                   |
| Reino Unido (UK) | 60,47              | 62,93             | 0,96                   |
| Suecia (SE)      | 74,04              | 100               | 0,74                   |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2003).

**Cuadro 2. Resultados de eficiencia en las actividades de I+D en los países de la UE-15, Islandia y Noruega (output-2001, inputs-1998)**

|                  | ETG (%)-Modelo CCR | ET (%)-Modelo BCC | ES-Eficiencia a escala |
|------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| Alemania (DE)    | 93,62              | 100               | 0,94                   |
| Austria (AT)     | 67,92              | 68,74             | 0,99                   |
| Bélgica (BE)     | 72,31              | 74,17             | 0,97                   |
| Dinamarca (DK)   | 76,14              | 79,37             | 0,96                   |
| España (ES)      | 14,34              | 20,34             | 0,71                   |
| Finlandia (F)    | 79,67              | 88,37             | 0,90                   |
| Francia (FR)     | 51,94              | 54,77             | 0,95                   |
| Grecia (EL)      | 10,95              | 100               | 0,11                   |
| Holanda (NL)     | 74,71              | 76,98             | 0,97                   |
| Irlanda (IR)     | 58,16              | 66,14             | 0,88                   |
| Islandia (IS)    | 60,54              | 63,18             | 0,96                   |
| Italia (IT)      | 45,28              | 56,32             | 0,80                   |
| Luxemburgo (LU)  | 100                | 100               | 1,00                   |
| Noruega (NO)     | 61,3               | 62,17             | 0,99                   |
| Portugal (PT)    | 4,73               | 11,56             | 0,41                   |
| Reino Unido (UK) | 63,15              | 63,99             | 0,99                   |
| Suecia (SE)      | 87,34              | 100               | 0,87                   |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2003).

Entre los países del Sur de Europa, Grecia es un caso particular. Este país presenta un índice de eficiencia técnica global de tan solo el 10,95 por ciento; mientras que para la eficiencia técnica pura el índice toma un valor del cien por cien. Esto supone que, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala (ETG) se incluiría entre el grupo de países menos eficientes, mientras que bajo el supuesto más flexible de rendimientos a escala variables (ET) resultaría totalmente eficiente. Tales resultados indican que Grecia es un país eficiente desde el punto de vista técnico pero no en cuanto a la escala de producción; es decir, su gestión productiva resulta eficiente aunque no está operando en una escala productiva adecuada, como indica su índice de eficiencia a escala del 0,11.

## 5. CONCLUSIONES

La Unión Europea se ha propuesto como objetivo estratégico de medio-largo plazo el lograr ser la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. Para ello es necesario realizar un mayor esfuerzo en actividades de I+D tanto en términos de gasto como en términos de empleo. Sin embargo, esta propuesta genérica debe ser matizada por países. En la UE-15 conviven naciones que presentan niveles de gasto y empleo relativo a actividades de I+D muy elevados junto con otros que se encuentran en estadios mucho menos avanzados en esta materia. Estas dife-

rencias se han acrecentado tras la ampliación de mayo de 2004 al conformarse una nueva UE-25 mucho más heterogénea y compleja.

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de los distintos niveles de esfuerzo en materia de empleo y gasto sobre la capacidad de innovar. Para ello se ha realizado un análisis de la eficiencia mediante la aplicación del método Análisis Envolvente de Datos (DEA).

Los resultados obtenidos confirman la brecha existente entre los países nórdicos y los países de la cohesión. Estos últimos presentan un nivel de eficiencia casi tres veces inferior al de los primeros. Llama la atención el caso de Grecia, país que siendo eficiente desde una perspectiva de gestión es ineficiente en cuanto a la escala utilizada.

Como se ha indicado, el análisis efectuado se ha realizado para los países de la UE-15, Islandia y Noruega. Ante la ausencia de datos comparables no se ha podido extender a los 10 países de la ampliación de mayo de 2004 (UE-25). La atención de este aspecto así como la formulación del análisis en unidades regionales son futuras líneas de trabajo abiertas a partir de los resultados obtenidos en esta primera aproximación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANKER, R.D.; CHARNES, A. and COOPER, W.W. (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol. 30 No 9, pp. 1.078-1.092.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W.; SWARTS, J. and THOMAS, D.A. (1989), "An introduction to Data Envelopment analysis with some of their models and its uses", *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, No 5, pp. 125-163.
- BAUER, P.W. (1990): "Recent developments in the economic estimation of frontier", *Journal of Econometrics*, No 46, pp. 39-56.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. and RHODES, E. (1978), "Measuring the Efficiency on Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, No 2, pp. 429-444.
- COMISIÓN EUROPEA (2002): More research for Europe. Towards 3% of GDP, COM (2002) 499 final, [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int).
- COMISIÓN EUROPEA (2003): Investing in research. An action plan for Europe. Towards 3% of GDP, COM (2003) 226 final, [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int).
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2000): Conclusiones de la Presidencia del Consejo Europeo de Lisboa, [www.europarl.eu.int](http://www.europarl.eu.int).
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2002): Conclusiones de la Presidencia del Consejo Europeo de Barcelona, [www.europarl.eu.int](http://www.europarl.eu.int).

- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2005): Conclusiones de la Presidencia del Consejo Europeo de Bruselas, [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int).
- ESTEBAN, L.; GALLIZO, J.L. y HERNÁNDEZ, J.M. (2002): "Eficiencia técnica y convergencia en la industria manufacturera de la Unión Europea", *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 20-II, pp. 381-401.
- EUROSTAT (2003): *Statistics on Science and Technology in Europe*, [www.europa.eu.int/comm/eurostat](http://www.europa.eu.int/comm/eurostat).
- FARRELL, M.J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistics Society, A series*, Vol. 120 No 3, pp. 253-281.
- GÓMEZ, T. (2001): "Análisis Envolvente de Datos: Modelos Básicos", *Curso de Verano Análisis de Decisiones: Avances Recientes y Aplicaciones*, Gijón, septiembre de 2001.
- GONZÁLEZ, E. (2001): "La estimación de la eficiencia con métodos no paramétricos" en Álvarez, A. (Coor.): *La medición de la eficiencia y la productividad*. Pirámide. Madrid.
- GRILICHES, Z. (1996): "R&D and productivity: Econometric results and measurement results", *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell. Oxford.
- KALIRAJAN, K.P. y SHAND, R.T. (1992): "Causality between technical and allocative efficiencies: an empirical testing", *Journal of Economic Studies*, No 19, pp. 3-17.
- MARTÍNEZ, M. (2003): *La medición de la eficiencia en las instituciones de educación superior*. Fundación BBVA. Bilbao.
- MOLERO, J. (2003): "Innovación y cambio tecnológico" en García, J. L. (Coor.): *Lecciones de Economía Española*. Civitas. Madrid.
- OCDE (2003): *Manual de Frascati 2002*. OCDE, Fundación Española de Ciencia y Tecnología. Madrid.