



XV Encuentro de Economía Pública

“Políticas públicas y migración”

Universidad de Salamanca

7 y 8 de febrero de 2008

LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA Y SU IMPORTANCIA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: ESCENARIOS ALTERNATIVOS.

Nuria Rueda López

n.rueda@ceu.es

Carmen Calderón Patier

calder@ceu.es

Cristina Mingorance Arnáiz

mingor.fcee@ceu.es

Begoña Barruso Castillo

barruso.fcee@ceu.es

Universidad CEU San Pablo (

Abstract

La política de ciencia, tecnología e innovación, tiene como finalidad la generación de conocimiento mediante el desarrollo de actividades de investigación, y en último término la creación de riqueza y de mejora de los niveles de bienestar social. El presente trabajo tiene como objetivo determinar si existe una relación directa entre los niveles de eficiencia de uno de los principales agentes protagonistas de la política de I+D en España como es el sector de educación superior, y el crecimiento económico de las diferentes regiones españolas. En concreto, se realizará, mediante una aproximación frontera (Análisis de Envolvente de Datos) la evaluación de la eficiencia de las universidades públicas españolas, para posteriormente y estableciendo las depuraciones y ponderaciones adecuadas, contrastar si efectivamente existe una relación directa entre esos niveles de eficiencia obtenidos y los niveles de ejecución y riqueza observados para las diferentes Comunidades Autónomas (CCAA).

Palabras clave: universidades, investigación y desarrollo, crecimiento económico y eficiencia.

JEL: H52, O32, R11, C61

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar si existe una relación directa entre los niveles de eficiencia de uno de los principales agentes protagonistas de la política de I+D en España como es el sector de educación superior, y el crecimiento económico de las diferentes regiones españolas. En concreto, se realizará, mediante una aproximación frontera (Análisis de Envoltente de Datos) la evaluación de la eficiencia de las universidades públicas españolas, para posteriormente y estableciendo las depuraciones y ponderaciones adecuadas, contrastar si efectivamente existe una relación directa entre esos niveles de eficiencia obtenidos y los niveles de ejecución y riqueza observados para las diferentes Comunidades Autónomas (CCAA).

El trabajo se estructura en tres grandes bloques. En el primer bloque se analiza la situación actual de la política de I+D en nuestro país y los posibles efectos del recién aprobado Plan de I+D; en una segunda parte se realiza un estudio empírico de eficiencia individualizada de las universidades públicas españolas, para, en una tercera parte realizar un análisis de simulación que nos permita la obtención de datos regionales de eficiencia que compararemos con los niveles de crecimiento de las diferentes comunidades autónomas. El trabajo finaliza con unas consideraciones finales a modo de conclusiones.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA POLÍTICA DE I+D EN ESPAÑA

La política de ciencia, tecnología e innovación, tiene como finalidad la generación de conocimiento mediante el desarrollo de actividades de investigación, y en último término la creación de riqueza y de mejora de los niveles de bienestar social. Así, la Unión Europea ha situado la política de ciencia y tecnología en uno de sus ejes centrales, y como una de las piezas clave de la renovada Estrategia de Lisboa para el crecimiento y el empleo.

El Sistema Español de Ciencia y Tecnología (SECYT) se configura a partir de la Ley de Ciencia, Ley 13/1986, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, por la que se establece el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico como instrumento para el fomento y la coordinación general de los programas de ayudas públicas que conforman la política nacional de ciencia y tecnología. Aunque los datos reflejan que en los últimos años el esfuerzo inversor español en I+D+i ha sido considerable, aún nos encontramos a gran distancia de los países europeos más avanzados.

En este sentido, con el objeto de reducir distancias respecto a nuestros socios comunitarios, en junio de 2005 se presentó la iniciativa INGENIO 2010¹ integrada en el Programa Nacional de Reformas español presentado ante la Comisión Europea en octubre de 2005. Con ella, se pretende involucrar al Estado, la empresa, la universidad, los organismos de investigación y los organismos encargados de la transferencia de tecnología y conocimiento en aunar esfuerzos que nos permitan alcanzar el nivel de I+D+i que nos corresponde por nuestro peso económico en Europa, no sólo incrementando los recursos destinados a esta política, sino también fomentando la coordinación territorial/regional y en la identificación y puesta en marcha de actuaciones dirigidas a resolver los problemas de nuestro SECYT.

Uno de los aspectos más problemáticos del SECYT es la falta de coordinación entre la Administración General del Estado y las CCAA, lo que provocó la celebración en enero de 2007 de la III Conferencia de Presidentes Autonómicos donde se resaltó la necesidad de coordinar las políticas nacionales y autonómicas de I+D+i como única vía para lograr resultados satisfactorios.

¹ Entre los objetivos de Ingenio 2010 se encuentra el incremento de la inversión pública en I+D hasta alcanzar el 2% del PIB en el 2010, así como la inversión privada para situar su participación en el mismo plazo en el 55% de la inversión total.

Esta planificación se inscribe dentro del marco de referencia que representa la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT)², cuyo escenario para 2015 presenta una serie de principios básicos que deben regir todas las actuaciones en materia de I+D+i: en primer lugar poner todas las actuaciones de investigación, desarrollo e innovación tecnológica al servicio de la ciudadanía, del bienestar social y de un desarrollo sostenible; en segundo lugar, constituirse en un factor de mejora de la competitividad empresarial; y en tercer lugar, ser un instrumento clave de generación de nuevos conocimientos.

Es la ENCYT y la iniciativa INGENIO 2010 las que han sentado las bases para la elaboración del VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 (I+D+i), que pretende superar los problemas existentes en los Planes anteriores, definiendo claramente unas líneas instrumentales de actuación y su transformación en programas nacionales operativos destinados a alcanzar los objetivos estratégicos, simplificando la gestión y los tipos de actuaciones y su encuadramiento bajo las líneas instrumentales bien definidas, esfuerzo de homogeneización y estandarización de los términos y conceptos utilizados, así como la plena implicación de las CCAA no sólo en el diseño del mismo sino en la participación de las actuaciones definidas en el mismo y en su financiación conjunta.

El objetivo es lograr aumentar y mejorar los niveles de eficacia/eficiencia de la gestión de los recursos públicos y minimizar los tiempos empleados por los beneficiarios en la gestión administrativa de las actuaciones financiadas, permitiéndoles optimizar sus esfuerzos y por tanto los resultados.

No obstante, no hay que olvidar que, como anteriormente se apunta, la política de I+D+i en España se inscribe dentro de la política de I+D+i de la Unión Europea que marca a los países miembros un marco general de objetivos, programas y financiación a medio y largo plazo³, con la pretensión de mejorar el esfuerzo conjunto en esta política. Así, el Consejo Europeo de Barcelona de 2002⁴, estableció como objetivos:

- Aumentar el gasto global en I+D+i de la Unión para alcanzar el 3% del PIB en el 2010, de donde dos tercios de esta nueva inversión debe proceder del sector privado.
- Mejorar la integración de la innovación en el Espacio Europeo del Conocimiento.
- Reforzar el papel de la patente comunitaria

Posteriormente, el Consejo Europeo de Primavera de 2005 planteó la necesidad de concentrar los objetivos en el crecimiento y en el empleo, junto con la cohesión social y el desarrollo sostenible, para lo que se acordó la aprobación de cada Estado Miembro de su respectivo Programa Nacional de Reformas (PNR), en torno a Veinticuatro Directrices Integradas para el Crecimiento y el Empleo 2005-2008, y donde una de las principales prioridades es la I+D+i. El Programa Nacional de Reformas de España (PNR 2006) tiene dos objetivos centrales a alcanzar en el 2010: la convergencia en renta per cápita con la Unión Europea y lograr una tasa de empleo del 66%, con 7 ejes temáticos, donde el eje 4 es la política de I+D+i (INGENIO 2010).

En definitiva, la política de I+D+i en España, viene determinada por los principios básicos, objetivos estratégicos y las líneas de actuación de ENCYT y de los Planes Nacionales de I+D+i, en el Consejo Europeo de Barcelona de 2002 y en el PNR de 2005, así como los objetivos de

² Aprobada igualmente en la Conferencia de Presidentes Autonómicos en enero de 2007.

³ En concreto el VII Programa Marco (7PM) constituye la principal herramienta de la Unión para financiar proyectos de investigación, desarrollo e innovación en el periodo 2007-2013. En el anterior programa marco España obtuvo un retorno del 5,9%, cifra que se pretende mejorar en la presente convocatoria para alcanzar el 8% con el que se igualaría el peso económico español en la Unión Europea.

⁴ La Cumbre de Barcelona viene a ratificar los objetivos establecidos en la Estrategia de Lisboa para el crecimiento y el empleo.

carácter general que se plantean para dar un mayor impulso al SECYT y la incidencia que la dimensión regional e internacional tienen en el mismo.

Las estadísticas de la I+D en España confirman una tendencia muy positiva. Así, el esfuerzo inversor ha alcanzado el 1,13% del PIB en 2005 (último dato disponible)⁵. Esta tendencia positiva, consolidada desde 1999, dista aún de los niveles considerados como óptimos en la UE (3%). Lo más destacable en la distribución de dicho gasto entre los distintos sectores, tanto en lo que se refiere al origen de fondos como a la ejecución del mismo, es la tendencia de aumento de la ejecución por parte del sector privado y el incremento de la financiación pública.

El sector de Educación Superior, Universidades, representa el 33% de dicho gasto y ejecuta casi el 30% del mismo. Pero además, concentra casi el 50% de investigadores, es decir son la principal fuente de recursos de la investigación. Por ello, en los últimos años (2001-2005) se han consolidado las iniciativas tendentes a reforzar el potencial humano en el sector y su colaboración con el sector empresarial⁶. En esta misma línea, recientemente la Comisión Sectorial de I+D+i de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE)⁷, si bien reconoce el importante esfuerzo presupuestario que se está realizando en esta política, reclaman una participación activa y real de las universidades a nivel institucional en los Planes Nacionales de I+D, el establecimiento de una carrera investigadora, una adecuada financiación universitaria⁸ y una mayor flexibilidad en la dedicación del profesorado (que les permita a ciertos profesores o en determinadas etapas de su vida dedicarse prioritariamente a tareas de investigación y transferencia de conocimiento).

Ahora bien, esos niveles de gasto en I+D se encuentran desigualmente distribuidos entre las regiones españolas. La concentración del esfuerzo en I+D, especialmente en Madrid y Cataluña, sigue siendo la característica básica del SECYT, que cuenta también con una participación importante de los sistemas regionales de Andalucía, Valencia y País Vasco. En volumen de gasto en I+D las Comunidades Autónomas que más destacaron fueron Madrid (28,6% del total), Cataluña (22,6%), Andalucía (10,3%), Valencia (8,5%) y País Vasco (8,1%). Por el contrario, La Rioja, Cantabria y Baleares se presentan como las Comunidades más atrasadas en I+D. Hay que señalar que la concentración de las actividades en las cinco primeras regiones representa un 78% del total, mientras que su población es del 62%. Sin embargo el esfuerzo de las Universidades de cada región con relación a su riqueza nos da una perspectiva distinta, dado que Madrid, Navarra, País Vasco y Cataluña son las únicas regiones que en 2005 superan el 1% de su riqueza regional gastado en I+D⁹.

Ante este panorama en el que nos encontramos, el presente trabajo tiene como objetivo contrastar los datos anteriores mediante un análisis empírico de la eficiencia. En concreto, se realizará, mediante una aproximación frontera (Análisis de Envoltura de Datos) la evaluación de la eficiencia de las universidades públicas españolas, para posteriormente y estableciendo las depuraciones y ponderaciones adecuadas, contrastar si efectivamente existe una relación

⁵ Informe COTEC 2007.

⁶ Programa Torres Quevedo de ayudas a la contratación del doctores y tecnólogos, o el Programa 13 que forma parte de INGENIO 2010, con el objetivo de incentivar la incorporación e intensificación de la actividad investigadora orientada a la cooperación público-privada.

⁷ Del 17 al 19 de enero de 2007 en Granada, la Comisión Sectorial de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) se reunió para celebrar la VIII Jornadas de Investigación de las Universidades Españolas.

⁸ Se reclama que las Comunidades Autónomas, como responsables de dicha financiación, incluyan partidas específicas para permitir que el presupuesto ordinario de las universidades haga posible dimensionar las plantillas académicas atendiendo, no sólo como hasta ahora a las necesidades docentes, sino a la necesidad de impulsar la investigación.

⁹ Estadísticas sobre actividades de I+D, 2005. INE (2006)

directa entre esos niveles de eficiencia obtenidos y los niveles de ejecución y riqueza observados para las diferentes Comunidades Autónomas.

3. ANÁLISIS EMPÍRICO Y ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

3.1. Selección de la muestra

La aplicación de una técnica no paramétrica¹⁰ en nuestro estudio, tal y como se comprueba en párrafos posteriores, exige la mayor homogeneidad posible entre las unidades productivas consideradas. Así, a la hora de seleccionar la DMU en el ámbito de las actividades de I+D desarrolladas por las instituciones de educación superior, existen tres alternativas fundamentales: considerar las universidades, departamentos y titulaciones, tal y como refleja la tabla 1, donde se especifican las ventajas e inconvenientes en cada caso.

Tabla 1. Alternativas muestrales en la evaluación de las actividades de I+D en el enseñanza superior

DMU	Ventajas	Inconvenientes
Universidades	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece una visión menos parcial que cuando se consideran departamentos y titulaciones; y ofrece resultados de las actividades docentes e investigadoras teniendo e cuenta las interrelaciones y restricciones existentes entre ellas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es recomendable comparar universidades con oferta de titulaciones muy diferente al inyectar una mayor heterogeneidad.
Departamentos⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Permite evaluar de un modo más adecuado la actividad investigadora, debido a la dificultad de imputar la actividad docente por departamentos. • Mayor "homogeneidad". 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece información sobre la posición de cada departamento/ titulación en relación al resto de departamentos/ titulaciones de otras universidades, información ésta de menor interés para el gestor universitario, más preocupado por los departamentos/ titulaciones de su propia universidad. • Resulta cuestionable la mayor homogeneidad en estos casos, ya que en muchas ocasiones departamentos con el mismo nombre engloban áreas de conocimientos muy distintas en composición y número.
Titulaciones⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Permite evaluar de un modo más adecuado la actividad docente, ya que el profesorado responsable de la investigación puede estar asignado a más de una titulación. • Mayor "homogeneidad". 	

Nota:

(1) Se supone que la comparación se establece entre departamentos y titulaciones de distintas universidades.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez y Mancebón (2005).

En España los estudios realizados se han centrado en analizar la eficiencia a nivel de departamento o de área de conocimiento. Entre los trabajos basados en los departamentos que pertenecen a una misma universidad destacan los de García Valderrama y Gómez Aguilar (1999); Trillo (2000 y 2001); Caballero, Galache, Gómez, Molina y Torrico (2000); y Castroceda y Peña (2000); referidos a las universidades de Cádiz, Politécnica de Cataluña, Málaga y Valladolid; respectivamente. Por otro lado, entre los que consideran los departamentos de una misma área de conocimiento se encuentra el de Martínez Cabrera (2000), que evalúa la eficiencia de 23 departamentos de Análisis Económico de distintas universidades.

¹⁰ En nuestro caso se aplica el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Véase el apartado 3.3 del presente trabajo.

Sin embargo, tal y como se indica en la tabla anterior, es arriesgado suponer que existe una mayor homogeneidad cuando se considera los departamentos o titulaciones, ya que en muchas ocasiones departamentos con la misma denominación engloban áreas de conocimiento muy distintas en cuanto a su composición. Por este motivo y por la dificultad de encontrar información disponible a este nivel de detalle para todas las universidades públicas¹¹, se ha optado por considerar como DMU a la universidad, reconociendo el posible sesgo que se atribuye a esta opción y señalado en la tabla anterior¹². En este sentido, existe una amplia oferta de estudios empíricos que se apuntan a esta línea de trabajo al consideran la universidad como unidad de producción tal y como revela la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de diferenciación muestral en trabajos empíricos sobre la evaluación de la eficiencia en las Universidades

Autores/ País	Criterio de diferenciación
Ahn (1987) / <i>EEUU</i>	<u>Segmentación:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Según tengan o no Facultad de Medicina. • Públicas y privadas
Ahn, Charnes y Cooper (1988) / <i>EEUU</i>	<u>Segmentación:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Según tengan o no Facultad de Medicina. • Públicas y privadas
Rhodes y Southwick (1993) / <i>EEUU</i>	<u>Exclusión:</u> No consideran las que no son <i>research universities</i>
Marinho, Resende y Façanha (1997) / <i>Brasil</i>	<u>Exclusión:</u> No consideran las que presentan una mayoría de cursos para graduados no evaluados.
Athanassopoulos y Shale (1997) / <i>Reino Unido</i>	<u>Exclusión:</u> No consideran las que no ofrecen todos los grados y las que tienen estructuras muy distintas.
Sarrico (1997) / <i>Reino Unido</i>	<u>Exclusión:</u> No consideran las centradas en postgrados.
Hanke y Leopoldseder (1998) / <i>Austria</i>	<u>Exclusión:</u> No considera la Universidad de Veterinaria de Viena y los datos de la Facultad de Medicina.
Li y Ng (2000) / <i>China</i>	<u>Segmentación:</u> Se agrupan las universidades por regiones.
Avrikan (2001) / <i>Austria</i>	No aplica ningún criterio de segmentación. Las evalúa en un solo grupo.
Abbot y Doucouliagos (2003) / <i>Austria</i>	<u>Segmentación:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Urbanas y rurales. • Según la ratio investigación/docencia.
Taylor y Harris (2004) / <i>Sudáfrica</i>	<u>Exclusión:</u> No consideran las politécnicas y las que presentan información insuficiente.
Gómez Sancho (2005) / <i>España</i>	<u>Segmentación:</u> Agrupa las universidades según la oferta de titulaciones, diferenciando entre generalistas, técnicas y no técnicas.
Rueda, Calderón y Barruso (2006) / <i>España</i>	<u>Exclusión:</u> No incluyen las universidades privadas.

Fuente: Martínez Cabrera (2000), Trillo del Pozo (2002), Gómez y Mancebón (2005) y elaboración propia.

Para incrementar la homogeneidad de la muestra seleccionada, entre las soluciones aportadas por la literatura especializada destaca el excluir las observaciones de unidades atípicas así como

¹¹En este sentido, deberían reforzarse las obligaciones de las respectivas OTRIs a la hora de recabar y publicar la información estadística sobre los inputs y outputs relativos a la actividad docente, investigadora e innovadora, así como introducir una mayor homogeneidad en la elaboración de la misma. Es de esperar que el borrador del catálogo de indicadores del sistema universitario público español, encargado por el Consejo de Coordinación Universitaria de respuesta a estas demandas informativas.

¹² Siguiendo así la línea de trabajo iniciada en nuestro trabajo anterior (Rueda, Calderón y Barruso (2006)). Además, en el ámbito de la evaluación de la eficiencia de la actividad docente en la enseñanza secundaria, se suele escoger también como unidad de análisis al centro docente. Este es el caso de los trabajos de Mancebón y Bandrés (1999); Muñoz (2002); y Cordero, Pedraja y Salinas (2003) referidos a los centros de secundaria de Zaragoza, Asturias y Extremadura; respectivamente.

clasificar la muestra atendiendo a distintos criterios de segmentación, según se especifica en la tabla anterior. Así, en el presente estudio y en primer lugar se han excluido las universidades privadas, ya que en el sector de la enseñanza superior la actividad investigadora se realiza mayoritariamente en las universidades públicas. Además, esta forma de proceder asegura el requisito de homogeneidad¹³ de las unidades productivas consideradas, imprescindible para la aplicación del DEA, ya que, en general, comparten una misma tecnología de producción y están sujetas a un idéntico marco institucional. En segundo lugar, se ha empleado como criterio de diferenciación su localización, agrupándose por Comunidades Autónomas¹⁴ (CCAA), siguiendo así uno de los criterios propuestos por Li y Ng (2000)¹⁵.

3.2. Selección de variables

Esta fase resulta de crucial importancia -y no la selección de la forma funcional- debido a la elevada sensibilidad de los resultados obtenidos -en términos de eficiencia- a las variables incluidas en la aplicación del DEA. En el caso particular de las universidades, éstas emplean un conjunto de inputs (profesorado, consumibles, equipos, edificios, etc.) para producir tres categorías de outputs: docencia (conocimientos adquiridos por los estudiantes); investigación (artículos, libros, congresos, etc.); e innovación (patentes).

En cuanto a los inputs, y teniendo en cuenta que este trabajo sólo evalúa la actividad investigadora¹⁶, sería de gran utilidad considerar como medida del factor trabajo la "capacidad no docente" (CND) de cada universidad, variable que es representativa del tiempo disponible para investigar en la jornada laboral, y que puede medirse mediante el inverso del número de créditos impartidos por docente (CID) -media de la universidad-:

$$CND = 1 / CID \quad (1)$$

Sin embargo, esta opción presenta un sesgo, ya que se está interpretando que el tiempo restante de la jornada laboral que un profesor no dedica a la docencia lo invierte en investigar¹⁷, y esto no siempre es así. Además, esta información no está disponible por las OTRIs de las distintas universidades.

En consecuencia, para medir el factor trabajo se suelen emplear dos tipos de personal según sugieren Gómez y Mancebón (2005): el personal docente (profesorado) y personal no docente. En cuanto al primero, las medidas más utilizadas son entre otras considerar el número bruto de profesores (sin ningún tipo de homogeneización) diferenciando por dedicación, categorías o labor desarrollada. Sin embargo, resulta cuestionable suponer que un profesor a tiempo completo investiga más que uno a tiempo parcial; o que un funcionario lo hace más que un profesor contratado. Por ello, los autores anteriores consideran que la opción más adecuada es considerar el "profesorado equivalente a tiempo completo". Por otro lado, no se considera la variable salarios ya que además de ser una variable monetaria (y no física, como es lo

¹³ Consúltense al respecto Golany y Roll (1989). En un escenario de ausencia de homogeneidad de las entidades productivas evaluadas, los efectos de la falta de la misma podrían confundirse con comportamientos ineficientes.

¹⁴ Esta segunda segmentación explica que se haya excluido la UNED por sus especiales características, ya que posee centros asociados en toda las CCAA y ser una universidad de ámbito nacional.

¹⁵ En una segunda parte de esta investigación, todavía en proceso de realización, se pretende depurar la muestra atendiendo a diversos criterios. En este orden de cosas, se pueden excluir las que no imparten todos los ciclos, las muy especializadas, las que no imparten todas las titulaciones, las de medicina, las politécnicas o las menos importantes. Como consecuencia resulta de gran utilidad la agrupación por clusters, ya que permite obtener grupos de universidades comparables.

¹⁶ Por tanto, no se va a evaluar ni los resultados de la docencia ni la actividad innovadora.

¹⁷ En 1988, el INE llevó a cabo una encuesta en la que se fijó en un 40% el porcentaje de la jornada que los profesores universitarios destinaban a tareas de investigación, para todas las universidades españolas.

recomendable para medir la eficiencia productiva o técnica), ésta no informa sobre la dedicación investigadora del profesorado¹⁸.

En segundo lugar, el personal no docente es una fuerza de trabajo adicional y que incluye tanto el personal de administración y servicios como los becarios/ayudantes de investigación. Sin embargo, la relación más indirecta existente entre ambos y el resultado de la actividad investigadora (ya que desempeñan fundamentalmente labores administrativas) desaconseja su inclusión en este estudio.

A la luz de las objeciones anteriores en este trabajo hemos optado por utilizar el profesorado total, ya que es una información disponible para todas las universidades de la muestra, que no excluye a ninguna categoría ni figura¹⁹, y mantiene el mismo sesgo que la opción del “profesorado equivalente a tiempo completo” en cuanto a la delimitación del tiempo que se dedica a investigar. La información al respecto se ha obtenido de la *Estadística de Enseñanza Superior en España* elaborada por el INE.

El segundo input considerado, es el número de proyectos de investigación competitivos concedidos a cada universidad, ya que que de algún modo refleja una combinación de posibles inputs de capital utilizados para la investigación. En efecto, gracias a la financiación obtenida con dichos proyectos se pueden adquirir nuevos equipos informáticos, material de investigación, etc.²⁰ Los datos del número de proyectos para las universidades públicas se han depurado a partir de la información elaborada por Sanz y Barrios (2003)²¹.

De las tres posibles categorías de outputs²² que se generan en las universidades, nos vamos a centrar únicamente en los obtenidos a partir de la actividad investigadora. La medición de dicho output no está exenta de dificultades, fundamentalmente por el carácter intangible de parte de éste y por los obstáculos existentes para medir la calidad del mismo. Entre las distintas alternativas que ofrece la literatura especializada para medir dicho producto, en este trabajo se va a considerar como resultado de la investigación de cada universidad el número de publicaciones. Un análisis exhaustivo de toda la producción científica exigiría lógicamente contabilizar también el importante número de libros que se publican, así como los informes técnicos, comunicaciones, ponencias en congresos y documentos de trabajo, entre otros, que suelen ser también resultado de la actividad investigadora. Tal pretensión queda fuera de

¹⁸ En las universidades públicas españolas los salarios de los funcionarios y no funcionarios están muy estandarizados, así como los complementos de productividad, tanto los relacionados con los quinquenios docentes como con los sexenios de investigación.

¹⁹ En este sentido Smith (1993) demuestra que es preferible incluir variables posiblemente irrelevantes y no sesgar los resultados con la exclusión de variables relevantes del modelo, cuando analiza los efectos sobre la solidez de los resultados al aplicar el DEA con distintos errores de especificación. Posteriormente, Smith (1997) demuestra los importantes sesgos que se generan en las estimaciones de eficiencia con la omisión de inputs relevantes. Por tanto, existen razones metodológicas para considerar el total de profesores ante la ausencia de otro tipo información más ajustada a la realidad sobre el tiempo que dedica en la práctica a la investigación cada categoría de profesor en la universidad pública.

²⁰ Otra alternativa, consiste en expresar el valor monetario de los mismos, es decir la financiación percibida mediante dichos proyectos concedidos. Sin embargo, debido al tipo de eficiencia evaluada – técnica - se recomienda la utilización de variables físicas frente a las monetarias.

²¹ Estos autores centran su análisis en los proyectos de I+D que solicitaron y aprobaron en las convocatorias resueltas por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, o por sus antecesoras en la responsabilidad de financiar la investigación científica, en el período 1996-2001. Los proyectos de I+D aprobados tras los preceptivos procesos de evaluación y selección se imputan al año en que han sido concedidos, a pesar de que el período de vigencia de los mismos sea superior (habitualmente tres años).

²² El output de la actividad docente puede medirse mediante diversos tipos de indicadores como son los referidos al uso del servicio (número de créditos impartidos y número de alumnos matriculados), los relacionados con los resultados obtenidos (número de créditos aprobados y número de alumnos graduados) y los que incorporan aspectos cualitativos (empleo de encuestas docentes). Por otro lado, el output de la innovación se mide principalmente mediante las patentes solicitadas o concedidas en la oficina española y/o europea de patentes.

nuestro objetivo por razón de la limitada oferta estadística disponible en este campo. No obstante, hay que tener en cuenta que una parte importante de los libros publicados son manuales (más orientados a la actividad docente) y que, por otro lado, gran parte de las comunicaciones a congresos y documentos de trabajos finalmente son publicados como artículos científicos. Por tanto, a pesar de estas limitaciones dicho indicador se considera representativo de la actividad investigadora. La información estadística referida al número de publicaciones, diferenciado por universidades, se ha obtenido del informe *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española 2004*, publicado en 2005 por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología.

Los datos correspondientes al output e inputs utilizados en este trabajo corresponden a la media del período objeto de estudio 1996-2001, para evitar así que los resultados obtenidos puedan estar influenciados por la coyuntura económica de un determinado ejercicio y para eliminar los efectos de inevitables factores aleatorios, como puede ser el caso de determinados errores de medida.

3.3. Especificación del modelo

Ante la imposibilidad de definirse una función de producción de las actividades de I+D de la universidades públicas se aconseja la aplicación de una técnica no paramétrica²³ en este ámbito, como es el DEA (Análisis Envolvente de Datos), tal y como apunta Sansegundo (2005). En concreto, se evalúa la eficiencia técnica en términos de output, debido a que los recursos productivos destinados a las políticas de I+D, y por tanto a las universidades públicas, suelen estar sometidos a fuertes restricciones presupuestarias e institucionales. En particular, el nivel de gasto en I+D y la contratación de personal están muy limitados por los recortes presupuestarios a los que hay que recurrir cuando la coyuntura económica se resiente. Además, el carácter funcional, y por tanto, vitalicio, de parte del profesorado, tanto investigador como el técnico y auxiliar, imposibilita realizar recortes de la plantilla tanto en el corto como en el largo plazo.

Se ha supuesto que la tecnología de producción se caracteriza por registrar rendimientos constantes a escala, tal y como indican los resultados de los tres contrastes realizados al efecto²⁴ para la obtención de unos resultados más depurados. Este resultado parece coherente ya que la eficiencia en este tipo de actividades puede estar más condicionada por otro tipo de factores diferentes a la escala de operaciones. Es decir, la eficiencia no está tan determinada por el número de personas dedicadas a esta actividad productiva, sino que, por ejemplo, puede estar más afectada por el grado de formación de los mismos, la diversificación o especialización de las investigaciones, la capacidad de coordinación entre los diferentes centros de investigación y las distintas Administraciones que permitan aprovechar las sinergias de las mismas líneas de investigación, y la fluidez de la información y la velocidad de la misma entre los directores de los equipos de investigación que les permitan generar economías de escala en los conocimientos²⁵.

²³ Así, al tratarse de un método no paramétrico no exige *a priori* la especificación de la función de producción, cuestión ésta siempre difícil de resolver y sobre la que no se ha llegado a un consenso entre los especialistas en la materia. Además, debe subrayarse su capacidad para trabajar simultáneamente con múltiples inputs y outputs (sin necesidad de elegir ponderaciones de difícil justificación para su agregación) y su buena adaptación a aquellos casos en los que los precios son desconocidos o poco fiables (circunstancias todas ellas que concurren en mayor o menor medida en cualquier proceso de producción pública).

²⁴ Para caracterizar los rendimientos de escala, en primer lugar, se han regresionado los índices de eficiencia – calculados bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala- sobre el tamaño de las instituciones evaluadas. En segundo lugar, se ha calculado el coeficiente de correlación entre los índices de eficiencia de las distintas universidades públicas en el caso de rendimientos constantes a escala y variables. Y, por último, se ha contrastado mediante el cálculo de la eficiencia de escala.

²⁵ Diversos trabajos empíricos ponen de relieve estos aspectos. Así, por ejemplo Hare y Wyatt (1988) apuntan como elemento determinante del rendimiento productivo la motivación de los investigadores; Knorr *et al.* (1979) señalan la labor de los líderes de los equipos de investigación; y Alchian y Demsetz (1972) destacan la

La versión del DEA utilizado es la correspondiente al modelo CCR, ya que se supone que los puntos del conjunto de posibilidades de producción satisfacen las hipótesis originales establecidas por Farrell (1957), es decir, libre disponibilidad de inputs y outputs, convexidad, rendimientos constantes a escala y sin restricciones en las ponderaciones. La formulación matemática de dicho modelo –orientado al output- responde a la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \theta_0 \\
 & \text{s.a.} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r = \theta_0 y_{r0} \quad r = 1 \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{2}$$

donde θ_0 representa el índice de eficiencia de la entidad evaluada; y_{rj} y x_{ij} las cantidades del output r y del input i , respectivamente, correspondientes a la entidad j ; λ_j representa las ponderaciones; y s_r^+ y s_i^- las variables de holgura del output y de los inputs, respectivamente. En nuestro estudio n coincide con las 47 universidades públicas (excepto la UNED); r con la unidad (al considerar un solo output, la producción científica) y m representa los dos inputs empleados (profesorado y proyectos de investigación concedidos).

3.4. Resultados.

Los índices de eficiencia obtenidos para cada universidad se presentan en el cuadro 1. De las cuarenta y siete universidades evaluadas, sólo dos son eficientes (Universidad 1 y 2), lo que representa aproximadamente el 4,25% de la muestra²⁶. Inmediatamente después se encuentra la Universidad 3, con un índice de eficiencia cercano a la unidad (0,996), la Universidad 4 (0,879), la Universidad 5 (0,874) y la 6 (0,838), si bien éstas no cumplen la condición de nulidad de las variables de holgura. A la cola de esta ordenación se encuentran la Universidad 47 (0,335), seguida de la Universidad 46 (0,358), 45 (0,379) y 44 (0,414).

La eficiencia media es del 63,45%; es decir, por término medio, las universidades públicas españolas podrían aumentar su producción científica en un 36,55% a partir del consumo observado de inputs si se comportaran de un modo eficiente.

Debe señalarse en este análisis que las variables de holgura correspondientes al producto público son nulas para todas las universidades y, por tanto, según los datos muestrales no es posible incrementar el producto en ninguna de las unidades evaluadas por encima de lo que señala el respectivo índice de eficiencia. Esto es lógico si se tiene en cuenta que se está midiendo la eficiencia en términos de output y que además se incluye un único tipo de producto (como consecuencia de las limitaciones en la disponibilidad de datos estadísticos en este ámbito).

importancia de la labor en equipo, denominando “producción en equipo” a las condiciones tecnológicas que mejoran la productividad de la acción colectiva frente a la suma de las individuales.

²⁶ Todas las unidades eficientes cumplen el doble requisito de conseguir un índice igual a la unidad y valores nulos en las variables de holgura correspondientes al output y los inputs

Cuadro 1. Índice de eficiencia y holguras

Universidad	Índice eficiencia	nº veces que sale	holguras inputs	
			profesores	proyectos
Universidad 1	1	44	0,000	0,000
Universidad 2	1	14	0,000	0,000
Universidad 3	0,996	0	0,000	10,872
Universidad 4	0,879	0	1222,847	0,000
Universidad 5	0,874	0	0,000	0,434
Universidad 6	0,838	0	378,322	0,000
Universidad 7	0,816	0	393,298	0,000
Universidad 8	0,806	0	352,565	0,000
Universidad 9	0,798	0	0,000	0,000
Universidad 10	0,796	0	381,896	0,000
Universidad 11	0,751	0	200,370	0,000
Universidad 12	0,735	0	459,315	0,000
Universidad 13	0,726	0	97,709	0,000
Universidad 14	0,715	0	0,000	0,000
Universidad 15	0,7	0	16,613	0,000
Universidad 16	0,7	0	781,621	0,000
Universidad 17	0,696	0	409,452	0,000
Universidad 18	0,675	0	0,000	0,000
Universidad 19	0,673	0	109,791	0,000
Universidad 20	0,665	0	0,000	0,000
Universidad 21	0,642	0	200,944	0,000
Universidad 22	0,634	0	738,347	0,000
Universidad 23	0,626	0	243,927	0,000
Universidad 24	0,624	0	0,000	0,000
Universidad 25	0,624	0	2,243	0,000
Universidad 26	0,608	0	883,419	0,000
Universidad 27	0,583	0	8,952	0,000
Universidad 28	0,582	0	0,000	0,000
Universidad 29	0,561	0	116,372	0,000
Universidad 30	0,556	0	925,355	0,000
Universidad 31	0,546	0	400,290	0,000
Universidad 32	0,544	0	179,315	0,000
Universidad 33	0,54	0	0,000	0,000
Universidad 34	0,524	0	25,436	0,000
Universidad 35	0,523	0	214,298	0,000
Universidad 36	0,515	0	346,895	0,000
Universidad 37	0,51	0	0,000	0,000
Universidad 38	0,502	0	603,831	0,000
Universidad 39	0,484	0	53,782	0,000
Universidad 40	0,459	0	0,000	0,000
Universidad 41	0,457	0	0,000	0,000
Universidad 42	0,433	23	1,565	0,000
Universidad 43	0,424	0	95,372	0,000
Universidad 44	0,414	0	23,081	0,000
Universidad 45	0,379	0	0,000	0,000
Universidad 46	0,358	0	0,000	0,000
Universidad 47	0,335	0	80,274	0,000

Fuente: Elaboración propia

4. EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA DE LAS COMUNIDADES A PARTIR DE LOS DATOS DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS.

Los niveles de eficiencia de la actividad investigadora obtenidos para las universidades públicas españolas, nos permitirán mediante su agregación, calcular la eficiencia media de las políticas de I+D en el ámbito autonómico.

Varios son los posibles mecanismos de agregación que se pueden emplear. Desde los más sencillos, aplicando medias aritméticas simples sobre los propios índices de eficiencia, hasta simulaciones basadas en sistemas de ponderación de los outputs e inputs empleados en el análisis DEA. Si bien todos ellos presentan limitaciones, una prudente interpretación de los resultados puede enriquecer notablemente nuestro estudio. El cuadro 2 ofrece los resultados obtenidos a partir de los diferentes métodos de agregación empleados.

Cuadro 2. Índices de eficiencia de las Comunidades Autónomas según distintos métodos de ponderación

	MEDIA SIMPLE	EFICIENCIA PONDERADA					Máximo
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	
ANDALUCIA	0,603973926	0,599659816	0,58566322	0,58752595	0,588970668	0,586081232	0,59965982
ARAGON	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
ASTURIAS	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
BALEARES	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457
CANARIAS	0,768194351	0,796818803	0,797680993	0,771758814	0,773317387	0,770200242	0,79768099
CANTABRIA	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675
CASTILLA-LEON	0,641433686	0,576535735	0,568928085	0,579080278	0,571377886	0,58678267	0,58678267
CASTILLA-MANCHA	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546
CATALUÑA	0,705448268	0,837961843	0,867441197	0,765202473	0,775067868	0,755337078	0,8674412
C. VALENCIANA	0,687192203	0,716036048	0,71789153	0,68709963	0,684446166	0,689753094	0,71789153
EXTREMADURA	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
GALICIA	0,852938449	0,912613527	0,927275691	0,88330715	0,890737318	0,875876982	0,92727569
MADRID	0,724020551	0,733323223	0,669250986	0,670494517	0,680636539	0,660352495	0,73332322
MURCIA	0,586739726	0,617152401	0,622256926	0,613247824	0,615047967	0,611447682	0,62225693
NAVARRA	0,561	0,561	0,561	0,561	0,561	0,561	0,561
PAIS VASCO	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
RIOJA	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414

Escenario 1: Ponderación según producción científica de la Universidad (output).

Escenario 2: Ponderación en función de los inputs, siendo ambos igualmente ponderados y evitando dispersiones entre ambos inputs.

Escenario 3: Ponderación en función de los inputs, siendo ambos igualmente ponderados.

Escenario 4: Ponderación en función de los inputs, participando los profesores en un 20% y el número de proyectos en un 80%.

Escenario 5: Ponderación en función de los inputs, participando los profesores en un 80% y el número de proyectos en un 20%.

Fuente: Elaboración propia.

El primer sistema, el cálculo de las medias simples, considera que la participación investigadora de todas las universidades de la Comunidad es la misma, y que todas ellas tienen la misma importancia. Bajo este sistema de agregación se obtiene una eficiencia media del 64,49%, donde autonomías como Galicia, Cataluña, Madrid y Valencia se sitúan por encima de la media mientras que La Rioja, Castilla-La Mancha o Baleares se encuentran en el tramo inferior²⁷. No obstante, este sistema presenta una importante limitación al no tener en cuenta que el peso de las universidades en la actividad investigadora de la Comunidad varía. Así, elementos como la tradición investigadora de la Universidad, su tamaño, el personal investigador con el que cuenta, los recursos financieros que recibe, las titulaciones que ofrece y la orientación investigadora por

²⁷ En el anexo 1 se recoge gráficamente la ordenación de las Comunidades según el índice de eficiencia obtenido, al emplear un sistema de agregación de medias simples.

campos de conocimiento... son algunas de las variables que pueden influir en su eficiencia investigadora.

El uso de sistemas que permitan el cálculo de la eficiencia ponderada, elimina en gran parte esta limitación. Así puede observarse en el cuadro 2 cinco simulaciones realizadas con escenarios diferentes a través de ponderaciones de los factores empleados. En general se ha recurrido a un sistema de ponderación en función del peso de la universidad en el conjunto universitario de la Comunidad Autónoma. El escenario 1, recoge las participaciones de cada universidad en función de su producción científica, es decir, atendiendo al peso relativo del output considerado. En este caso, la eficiencia media de las Comunidades se eleva hasta el 65,79%, siendo, al igual que en caso anterior, Galicia, con una eficiencia del 91,26%, la que presenta un nivel mayor. Por encima de la media se sitúan entre otras, Cataluña y Canarias, mientras que los niveles más bajos de eficiencia son obtenidos, al igual que en el primer caso considerado, por La Rioja, Baleares y Castilla-La Mancha.

Los escenarios 2 a 5 recogen ponderaciones en función de los inputs²⁸. En un primer momento se ha considerado que ambos inputs tienen el mismo peso específico en la actividad investigadora, y se han realizado dos análisis diferentes, uno en el que se evitan las dispersiones de los inputs entre sí (escenario 2), y otro en el que estas dispersiones se obvian (escenario 3).

En concreto, en el escenario 2, se considera, no sólo que ambos inputs son igualmente importantes en la eficiencia investigadora, sino, además, que la eficiencia es tanto mayor cuanto menor es la dispersión de los inputs entre sí. Este método permite corregir los valores extremos de los inputs considerados. La eficiencia media de las Comunidades se sitúa en el 65,54%, ligeramente por debajo de la obtenida cuando la ponderación se realiza en función del output. Con este sistema, el orden en el que se posicionan las Comunidades en lo que a la eficiencia investigadora se refiere es similar al alcanzado cuando la ponderación se realiza según resultados de la investigación, tal y como se observa en el anexo 1. Así, es Galicia, con un valor del 92,72%, la que presenta una mayor eficiencia, seguida por Cataluña y Canarias. En la parte inferior de la tabla volvemos a encontrar con La Rioja, Baleares y Castilla-la Mancha.

El escenario 3, considera ambas variables igualmente importantes en la eficiencia investigadora de las universidades, aunque, al contrario que en el caso anterior, se han obviado las dispersiones que puedan existir entre los inputs. Los resultados obtenidos, permiten afirmar, que siguen siendo las mismas Comunidades que en los casos anteriores las que presentan menores índices de eficiencia, mientras que, aunque en orden diferente, Canarias, Cataluña y Galicia siguen siendo las que obtienen mejores resultados. (Anexo1).

Asimismo, se ha creído adecuado recoger la posibilidad de que ambos inputs no tengan la misma importancia en los resultados de la actividad investigadora llevada a cabo por las universidades, y se han establecido dos ponderaciones extremas. Por un lado aquella en la que el número de proyectos pondera un 80% en la actividad investigadora de las universidades, mientras que el capital humano, representado por el número de profesores, lo hace en un 20% (escenario 4), y por otro, aquella en la que el número de proyectos participa en un 20% mientras el capital humano lo hace en un 80% (escenario 5).

Respecto al escenario 4, la eficiencia media de las Comunidades se sitúa en el 64,55%, ligeramente por encima de la alcanzada con el escenario 3, muy similar al escenario 5 cuya eficiencia media se sitúa en el 64,29%. En cuanto a las Comunidades que se posicionan a la

²⁸ Se descarta la posibilidad de considerar el porcentaje de participación de los inputs empleados en el DEA en el conjunto de la Comunidad, ya que el análisis únicamente utiliza dos inputs y es un número insuficiente para obtener resultados consistentes, lo que aconseja ponderar cada uno de ellos para poder obtener un coeficiente de ponderación único para cada universidad.

cabeza en eficiencia investigadora, decir que en ambos casos son Galicia, Canarias y Cataluña, aunque en orden diferente, como puede observarse en los gráficos del anexo 1, mientras que las que están a la cola son las mismas y en el mismo orden, La Rioja, Baleares y Castilla-La Mancha.

4.1. Análisis de los resultados obtenidos

De los resultados obtenidos podemos concluir que, independientemente del método empleado, las Comunidades cuyo índice de eficiencia investigadora se sitúa por debajo del índice medio, son siempre las mismas (La Rioja, Castilla la Mancha, Baleares, Navarra, Castilla León, Andalucía y Asturias), siendo además las 4 primeras las que ocupan los puestos de cola.

Además, y como se deduce de los resultados del cuadro 3, la máxima eficiencia media (65,79%) se alcanza cuando la ponderación de las universidades de cada Comunidad se realiza teniendo en cuenta el valor del output empleado (escenario 1), más que cuando se emplean inputs, sin embargo, sólo dos Comunidades, Andalucía y Madrid, obtienen los mejores índices de eficiencia cuando se utiliza este procedimiento de ponderación. Sin embargo, este método, al igual que ocurría en el caso de la media simple de los índices de eficiencia, no nos permite concluir que es más conveniente para favorecer la eficiencia investigadora, si potenciar el capital humano o incrementar el número de proyectos que se asignan a las universidades de la Comunidad.

Cuadro 3: Estadísticos descriptivos de los índices de eficiencia de las CC.AA según diferentes sistemas de ponderación

	<i>Media</i>	<i>Desviación standard</i>	<i>Coficiente variación</i>
Media Simple	0,644996539	0,1065998	0,012073737
Escenario 1	0,657947141	0,12541982	0,016713264
Escenario 2	0,655964037	0,12928534	0,017759368
Escenario 3	0,644277449	0,11281768	0,013523317
Escenario 4	0,645564812	0,11479983	0,014002687
Escenario 5	0,642990087	0,11095994	0,013081616

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, y pese a no existir grandes diferencias en los valores obtenidos para cada una de las Comunidades con los diferentes sistemas utilizados²⁹, debe indicarse que los mayores índices de eficiencia se alcanzan cuando el método de valoración empleado es el que pondera en función de los inputs, otorgando igual importancia a ambas variables al tiempo que se evitan las dispersiones entre ellas (escenario 2). En este caso, 5 Comunidades (Canarias, Cataluña, C. Valenciana, Galicia y Murcia) alcanzan sus índices más altos, lo que nos permite decir que con la excepción de las Comunidades de Andalucía, Castilla-León y Madrid, es preferible que haya un cierto equilibrio entre el número de proyectos y el de profesores.

De los tres últimos métodos de ponderación empleados podemos concluir que una Comunidad será tanto más eficiente cuanto mayor sea el número de proyectos asignados, pues la comparación de los índices de eficiencia obtenidos para cada una de las Comunidades son mayores cuando el número de proyectos pondera más que el de profesores³⁰. Además, como se observa en el cuadro 3, dónde se recogen los principales estadísticos de los métodos de

²⁹ La máxima dispersión entre los índices de eficiencia obtenidos bajo los diferentes métodos de agregación y ponderación usados se produce en el caso de la Cataluña, siendo dicha dispersión de un 5,36%.

³⁰ Debe tenerse en cuenta que los resultados obtenidos pueden estar parcialmente sesgados al no haberse diferenciado en el capital humano el tiempo dedicado a investigación del dedicado a docencia, lo que puede estar haciéndonos creer que las universidades españolas se encuentran sobredimensionadas en lo que al número de profesores se refiere. El motivo de que no se haya hecho tal distinción se debe a la imposibilidad de encontrar dichos datos por separado.

ponderación que se han empleado, este método es el que permite obtener una mayor eficiencia media (64,55%). Sólo en el caso de las comunidades de Castilla-León y C. Valenciana, es preferible elevar el número de profesores para aumentar el índice de eficiencia.

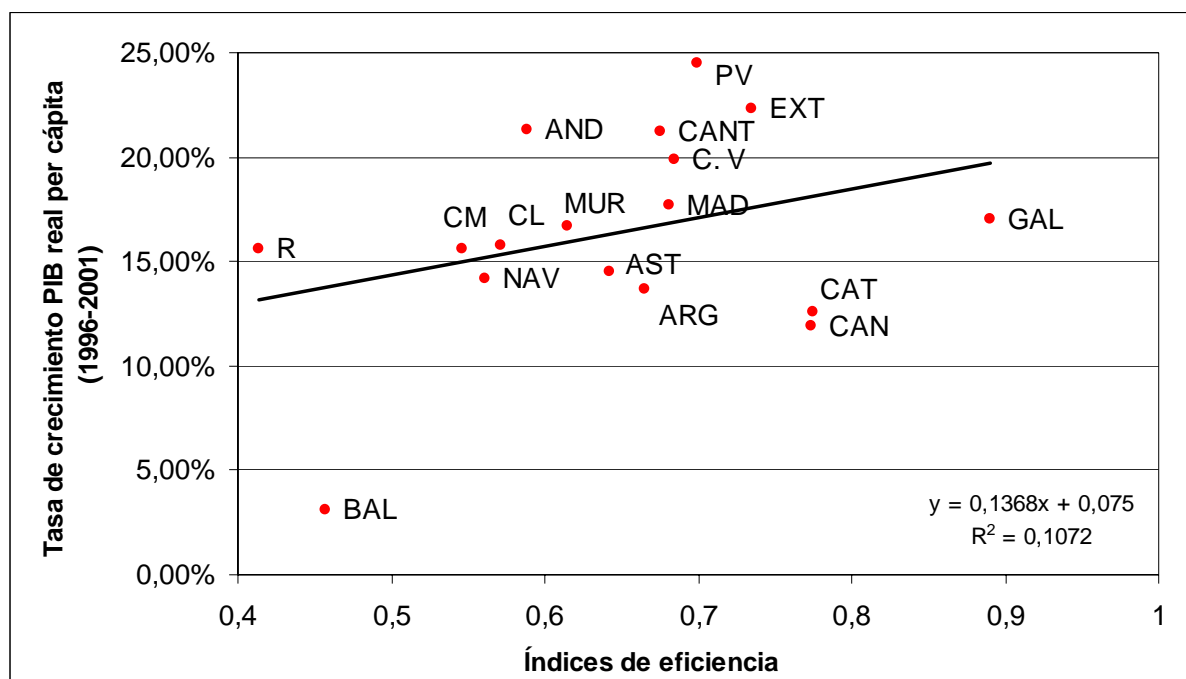
5. IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA INVESTIGADORA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO.

Desde la aparición de las teorías que vinculaban el crecimiento económico al desarrollo y acumulación del capital humano y físico, así como al desarrollo de nuevas tecnologías, han ido surgiendo multitud de estudios empíricos sobre el tema, tratando de estimar el efecto tanto directo como indirecto que tiene el gasto en I+D en el crecimiento económico y en consecuencia en el nivel de bienestar de la sociedad.

Las primeras aportaciones en este sentido llegaron con J. K. Arrow y D. Levhari, aunque no fue hasta 1986 cuando Romer da sentido a los llamados modelos *de crecimiento endógeno*. Como se recoge en Martínez y Sarmiento (2005) Romer sostiene que la tasa de crecimiento económico no depende sólo de la tecnología, sino también de las preferencias intertemporales de los consumidores, pues ambos elementos influyen en la cantidad de capital humano dedicado a I+D, variable fundamental del crecimiento económico³¹.

Desde hace muchos años, los estudios empíricos han demostrado la existencia de una correlación directa entre el nivel de renta *per cápita* de los países y los niveles de gasto en I+D sobre el PIB (Fagerberg 1994). Si bien, debemos considerar que la existencia de un alto nivel de gasto no es suficiente para incrementar el bienestar del país, y así, una alta eficiencia del gasto llevado a cabo se considera, al menos a priori, tanto o más importante que los altos niveles de gasto.

Gráfico 1. Correlación entre los índices de eficiencia investigadora y la tasa de crecimiento del PIB real per cápita por CC.AA. (1996-2001)



Fuente: Elaboración propia.

³¹ Según sostiene Romer en 1990, cuanto menor es el tipo de interés, mayor es la cantidad de capital humano dedicado al sector de la Investigación y el Desarrollo y mayor el crecimiento económico.

El análisis conjunto de los índices de eficiencia investigadora de las universidades públicas³² españolas de las diferentes Comunidades Autónomas y la tasa de crecimiento del PIB real per cápita³³ en cada una de ellas a lo largo del periodo considerado, se recoge en el gráfico 1, y nos permite conocer la existencia de una correlación positiva entre la eficiencia investigadora y el crecimiento económico de la zona³⁴.

En primer lugar, los resultados del gráfico 1 nos permiten concluir que, en el periodo considerado (1996-2001), la tasa media de crecimiento anual se sitúa entre el 2 y 4% con la única excepción de Baleares.

Por eso, y aunque todas las Comunidades se mueven en tasas de crecimiento de entre el 12 y el 25% para el periodo, debe reconocerse la existencia de una cierta correlación positiva entre el índice de eficiencia investigadora de las universidades de la Comunidad y el nivel de bienestar de los ciudadanos de ésta. Así, dentro de ciertos límites aceptables, una mayor eficiencia investigadora por parte de las universidades ha traído consigo mayores tasas de crecimiento del bienestar en la Comunidad³⁵.

En este sentido, la financiación para proyectos de I+D que los gobiernos autonómicos puedan conceder a las universidades, favorecerá el crecimiento de la zona y en consecuencia el bienestar de sus ciudadanos.

6. CONSIDERACIONES FINALES.

El análisis realizado en este trabajo constituye, por un lado, una primera aproximación a la medida de la eficiencia en las políticas públicas de I+D en nuestro país, así como en el ámbito autonómico mediante la aplicación del Análisis Envolvente de Datos. Por otro lado ofrece un primer paso para la valoración del peso de los inputs considerados en la eficiencia investigadora.

Del estudio realizado, y dados los escenarios posibles planteados, debe destacarse que independientemente del escenario, las comunidades menos eficientes son siempre las mismas, y además, el orden en el que éstas se posicionan coincide en todos los escenarios planteados. No ocurre lo mismo en el caso de las que presentan un nivel de eficiencia superior a la media que, si bien son siempre las mismas, varían su orden de eficiencia en función del sistema de ponderación que se haya empleado.

Parece que un cierto equilibrio entre el número de proyectos y de profesores es beneficioso para la eficiencia de las políticas de I+D aplicadas en las CC.AA. españolas. De hecho, los mayores

³² Según el Manual Frascati (OCDE 2002), son cuatro los agentes que participan en las actividades de I+D llevadas a cabo en los países, empresas, administraciones públicas, educación superior e IPSL.

³³ El PIB real per cápita es el indicador habitualmente utilizado para medir el bienestar y la prosperidad de un país. Si bien, presenta ciertas dificultades, y así como afirman Buesa, Navarro y Heijs (2007), El PIB per cápita sólo da una visión parcial del bienestar de la población al obviar entre otros la salud, el nivel educativo de la población... además de no tener en cuenta la producción de bienes y servicios que no pasan por el mercado. Por otro lado, el PIB incluye la producción del capital extranjero que en parte será repatriado a los propietarios del capital, reduciéndose así el bienestar del país en el que ha sido obtenido. En el caso de las Comunidades Autónomas los desplazamientos de la mano de obra de las Comunidades en las que trabajan a otras en las que residen se incrementan, disminuyendo la capacidad del PIB como indicador del bienestar. Pese a estas limitaciones el PIB per cápita sigue siendo el indicador más empleado, aunque otros han ido surgiendo en su sustitución, entre ellos el nivel de renta media declarada en el IRPF.

³⁴ Para la realización de este análisis se han considerado los índices de eficiencia obtenidos con el sistema de ponderación que se recoge en el escenario 4 realizado anteriormente por ser éste el que nos permitía obtener índices más altos, además de considerar que es preferible elevar el número de proyectos, y por tanto el gasto en I+D, para aumentar la eficiencia investigadora.

³⁵ En cualquier caso debemos ser prudentes con las conclusiones que se obtienen, pues durante el periodo considerado, una parte importante del crecimiento del PIB per cápita español ha sido fruto de la expansión en el empleo.

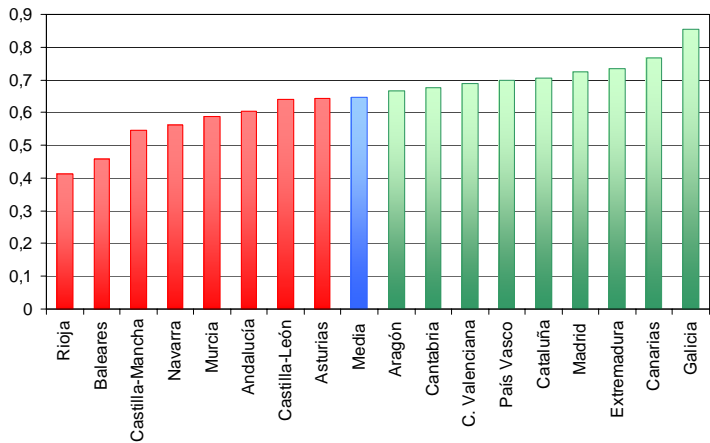
índices de eficiencia se alcanzan en el escenario 2 (ponderación en función de los inputs otorgando igual importancia a ambas variables).

Para mejorar la eficiencia investigadora, además de lograr un equilibrio entre los inputs que evite grandes dispersiones entre ellos, conviene destinar el aumento de los recursos a incrementar el número de proyectos, pues los índices de eficiencia obtenidos para cada una de las Comunidades son mayores cuando el número de proyectos pondera más que el de profesores.

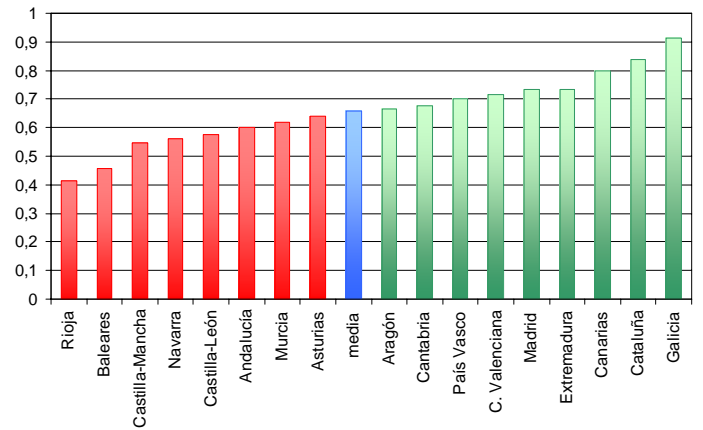
Finalmente indicar que la mayor eficiencia investigadora está ayudando a mejorar el nivel de bienestar de los ciudadanos, por lo que incrementando los recursos destinados a proyectos de I+D se podrá mejorar el PIB real per cápita y en consecuencia el bienestar de la Comunidad.

ANEXO 1

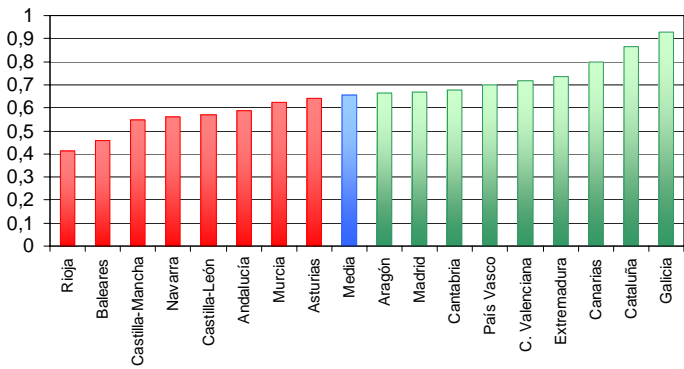
MEDIA SIMPLE



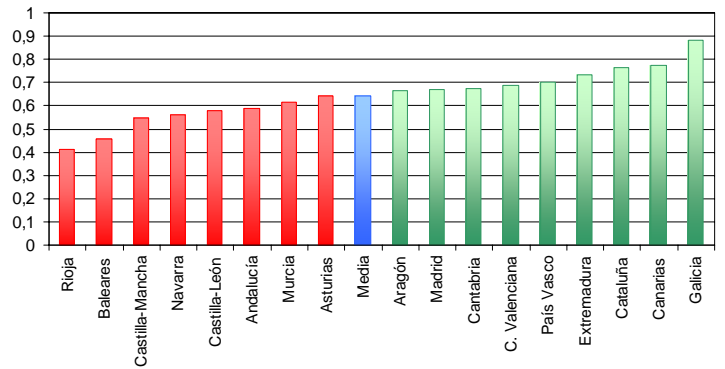
MEDIA ARITMÉTICA EN FUNCIÓN DEL OUTPUT



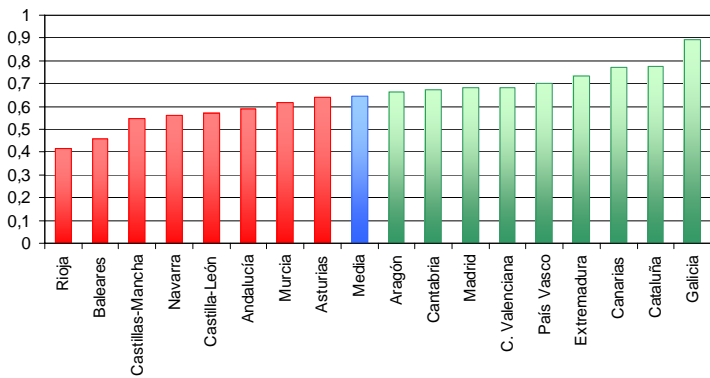
MEDIA ARITMÉTICA CONSIDERANDO INPUTS IGUALES Y EVITANDO DISPERSIONES



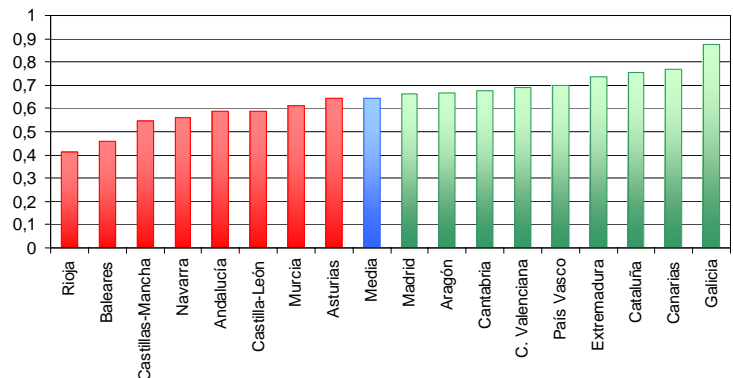
MEDIA ARITMÉTICA CONSIDERANDO INPUTS IGUALES



MEDIA ARITMÉTICA CONSIDERANDO EL Nº DE PROYECTOS MÁS IMPORTANTE QUE EL CAPITAL HUMANO



MEDIA ARITMÉTICA CONSIDERANDO EL CAPITAL HUMANO MÁS IMPORTANTE QUE EL Nº DE PROYECTOS



7. BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, M. y DOUCOULIAGOS, C. (2003): "The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis", *Economics of Education Review*, 22, pp. 89-97.

AHN, T. (1987): "Efficiency and related issues in higher education: A data envelopment analysis approach", Tesis doctoral, University of Texas.

AHN, T.; CHARNES, A. y COOPER, W. W. (1988): "Efficiency characterizations in different DEA models", *Socio-Economic Planning Sciences*, 22, 6, pp. 253-257.

ALCHIAN, A.A. y DEMSETZ, H. (1972): "Production, information cost and economic organization", *American Economic Review*, 62, pp. 777-795.

ATHANASSOPOULOS, A. y SHALE, E. (1997): "Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of Data Envelopment Analysis", *Education Economics*, vol. 5, issue 2, pp. 117-134.

AVKIRAN, N.K. (2001): "Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis", *Socio-economic Planning Sciences*, 35, 57-80.

BEASLEY, J.E. (1995): "Determining teaching and research efficiencies", *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 46, pp. 441-452.

BUESA, M.; NAVARRO, M. y HEIJS, J. (2007), "Medición de la innovación: indicadores regionales", *Sistemas regionales de innovación: nuevas formas de análisis y medición (serie análisis) nº 24*, FUNCAS, pp 91-142.

CABALLERO, R.; GALACHE, T.; GÓMEZ T.; MOLINA, J. y TORRICO A. (2000): "Análisis de la eficiencia vía DEA y multiobjetivo. Una aplicación al caso de la Universidad de Málaga", en *IX Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación*, Hernández, J. y Peragón, A. I. (coord.), Universidad de Jaén, pp. 81-96.

CALDERÓN, C. (1998): "Eficiencia del sector del autobús de la Comunidad de Madrid: evaluación mediante la técnica de envolvente de datos", *Hacienda Pública Española*, 143, pp. 3-16.

CASTRODEZA, C. y PEÑA, T. (2000): "Un método para evaluar la actividad investigadora universitaria", en *IX Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación*, Hernández, J. y Peragón, A. I. (coord.), Universidad de Jaén, pp. 393-404.

COMISIÓN EUROPEA (2005): *European Innovation Scoreboard 2005*, European Comision. www.cordis.lu/trendchart.

COMISIÓN SECTORIAL DE I+D+I DE LA CRUE (2007): *Declaración anual de la Comisión Sectorial de I+D+i de la CRUE*. Granada, 19 de enero 2007.

CONEJERO, J.M.; MUÑIZ, M. A. y PEDRAJA, F. (2006): "La confusión de la calidad en los servicios públicos: distintos conceptos, distintas medidas, distintas soluciones", en *XIII Encuentro de Economía Pública*, Universidad de Almería.

CORDERO, J.; PEDRAJA, F. y SALINAS, J. (2003): "Eficiencia en Educación Secundaria y factores exógenos: sensibilidad de los resultados ante modelos alternativos", en Sansegundo, M. J. y Zorrilla, R. (eds.), *Economía de la Educación*, Universidad Carlos III de Madrid.

CHARNES, A.; COOPER, W. y RHODES, E. (1978): "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.

- DYSON R.G.; ALLEN R.; CAMANHO A.S.; PODINOVSKI, V.V.; SARRICO C.S.; y SHALE, E. A. (2001): "Pitfalls and protocols in DEA", *European Journal of Operational Research*, nº 132, pp. 245-259.
- FAGERBERG, J. (1994) "Technology and international differences in Growth rates", *Journal of Economic Literature* nº 32, vol (3), pp 1147-1175.
- FARRELL, M.J. (1957): "The measurement of efficiency productive", *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, 120, pp. 253-266.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) (2005): *Indicadores Bibliométricos de la actividad científica española 2004*, Madrid.
- GARCÍA VALDERRAMA, T. y GÓMEZ AGUILAR, N. (1999): "Factores determinantes de la eficiencia de los grupos de investigación en la Universidad", *Hacienda Pública Española*, nº 148, pp.131-145.
- GIMÉNEZ GARCÍA, V. M. (2000): "Eficiencia en costes y calidad en la universidad. Una aplicación a los departamentos de la UAB", Tesis doctoral; Universitat Autònoma de Barcelona.
- GOLANY, B. y ROLL, Y. (1989): "An application procedure for DEA", *Omega International Journal of Management Science*, 17 (3), pp. 237-250.
- GÓMEZ, J. M. (2001): "La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas", *X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación*, Murcia, 28 y 29 de Septiembre.
- GÓMEZ, J. M. (2005): "La evaluación de la eficiencia productiva de las Universidades Públicas Españolas", Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- GÓMEZ, J. M. y MANCEBÓN, M. J. (2005): "Algunas reflexiones metodológicas sobre la evaluación de la eficiencia productiva de las instituciones de educación superior", *Economiaz*, Nº 60, vol. I (3^{er} Cuatrimestre), p. 140-167)
- HANKE, M. y LEOPOLDSEDER, T. (1998): "Comparating the efficiency of Austrian Universities: a Data Envelopment Analysis Application", *Tertiary Education and Management*, 4, nº. 3, pp. 191-197.
- HARE, P. y WYATT, G. (1988): "Modelling the determination of research output in British universities", *Research Policy*, 17 (6), pp. 315-328.
- Informe COTEC 2007*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- INE (vv.aa): *Estadística de la Enseñanza Superior en España*, Madrid.
- KNORR, K.D. et al. (1979): "Leadership and groups performance: a positive relationship in academic research units", en F.M. Andrews: *Scientific productivity. The effectiveness of research groups in six countries*, Cambridge-Paris, Cambridge University Press-UNESCO.
- MANCEBÓN, M. J. y BANDRÉS, E. (1999): "Efficiency evaluation in secondary schools: the hey role of model specification and of ex post analysis of results", *Education Economics*, vol. 7, Nº 2, pp. 131-152.
- MARINHO, A.; RESENDE, M.; FAÇANHA, L. O. (1997): "Brazilian Federal Universities: Relative Efficiency and Data Envelopment Analysis", *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 51, nº 4, p. 49-77.
- MARTÍNEZ CABRERA, M. (2000): "La evaluación de la eficiencia técnica en las instituciones de educación superior: Una aplicación del análisis envolvente de datos", Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2007): "Los sistemas regionales de innovación en Europa: Tipología y eficiencia" en Buesa, M.; et al: *Sistemas regionales de innovación: nuevas formas de análisis y*

medición, Estudios de la Fundación, Serie Análisis, nº 24; pp. 215-252 Fundación de las Cajas de Ahorro.

MARTÍNEZ PICHARDO, A. y SARMIENTO TORTOLERO, M. (2005), *Capital humano y crecimiento económico en Venezuela*, Ed. Eumed.net. Disponible en web (<http://www.eumed.net/libros/2005/mpst>)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (2006a): *Estrategia nacional de ciencia y tecnología*. Secretaria de Estado de Universidades e Investigación, 15 diciembre 2006.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y HACIENDA (2006b) *FEDER 2007-2013. Un instrumento para impulsar la economía del conocimiento*. Zaragoza.

MUÑIZ, M. A. (2002): "Separating managerial inefficiency and external conditions in data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, nº 143, pp. 625-643.

NASIEROWSKY, W. y ARCELUS, F. J. (2003): "On the efficiency of national innovation systems", *Socio-Economic Planning Sciences*, Nº 37, pp. 215-234

NG, Y.C. y LI, S.K. (2000): "Measuring the Research Performance of Chinese Higher Education Institutions: An Application of the Data Envelopment Analysis", *Education Economics*, 8(2), pp.139-156.

OCDE (2002) *Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. Madrid: FECYT, 2003. Disponible en web (<http://www.edutecne.utn.edu.ar/ocde/frascati-01.htm>)

OCDE (2007): *The policy mix for research, development and innovation in Spain. Key issues and policy recommendations*. 22 January 2007.

Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011. Aprobado en la Comisión Plenaria de la CICYT, de 12 de julio de 2007

PRESIDENCIA DE GOBIERNO (2006): *Programa Nacional de Reforma en España. Informe Anual de Programa 2006*. Unidad Permanente de Lisboa.

RHODES, E. L. y SOUTHWICK, L. JR. (1993): "Variations in Public and Private University Efficiency", in *Applications of Management Science. Public Policy Applications of Management Science*, Rhodes, E. L. y Schultz, R. L. (ed.), AJI Press inc., Greenwich, CT, pp. 145-170.

ROMER, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy* Vol. 98, nº 5, octubre, pp. S71-S102. Disponible en web (<http://www.jstor.org/view/00223808/di971064/97p0238k/0>)

RUEDA, N. (2005): *Análisis Económico de la Eficiencia Pública*, Instituto de Estudios Económicos, Madrid.

RUEDA, N., CALDERÓN, C. y BARRUSO, B. (2006): "Las actividades de I+D de las universidades públicas españolas: un análisis de su eficiencia", *XIII Encuentro de Economía Pública*, Universidad de Almería.

SANSEGUNDO, M. J (2005): "Los resultados de la enseñanza y la eficiencia", *Economistas*, Nº 105, pp. 126-136.

SANZ MENÉNDEZ, L. (2004), "El sistema español de investigación: tendencias y escenarios de crecimiento hasta 2015", *Documento de trabajo nº 04-04 de la Unidad de Políticas Comparadas del CSIC*. Disponible en web (<http://www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0404.pdf>)

SANZ, L. y BARRIOS, P. (2003): "Capacidades científico-técnicas y Centros de Investigación competitivos en las regiones españolas, 1996-2001", *Economía Industrial*, nº 354, pp. 137-156.

SARRICO, C. S. (1997): "Data envelopment analysis and university selection", *Journal of the Operational Research Society*, 48, pp. 1163-1177.

SMITH, P. (1993): *Misspecification Bias in Data Envelopment Analysis*, mimeo, University of York.

SMITH; P. (1997): "Model Misspecification in Data Envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, vol. 73, pp. 233-252.

TAYLOR, B. y HARRIS, G. (2004): "Relative Efficiency among South African Universities: A Data Envelopment Analysis", *Higher Education: The International Journal of Higher Education and Educational Planning*, vol. 47, nº 1, pp. 73-89.

TRILLO, D. (2000): "Un análisis de la sensibilidad de los modelos de eficiencia de los departamentos de la UPC", en *VII Encuentro de Economía Pública*, Universidad de Zaragoza.

TRILLO, D. (2001): "Modelos dinámicos de medición de la eficiencia: Una comparación de métodos en educación superior", en *VIII Encuentro de Economía Pública*, Universidad de Extremadura.

TRILLO, D. (2002): "La función de distancia: un análisis de la eficiencia en la universidad", Tesis Doctoral del Departamento de Economía de la Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.